



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 18.09.74 (P. 174172)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 23.10.76

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1979

Int. Cl.<sup>2</sup>  
**C03B 37/06**

**Twórcy wynalazku:** Marcel Levecque, Dominique Plantard, Jean A. Battigelli

**Uprawniony z patentu:** Saint-Gobain Industries, Neuilly Sur Seine, (Francja)

**Sposób wytwarzania włókien z materiałów termoplastycznych  
i urządzenie do wytwarzania włókien z materiałów  
termoplastycznych**

**1**

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do wytwarzania włókien z materiałów termoplastycznych, które miękną lub topnieją pod wpływem ciepła, a pod wpływem zimna zestalają się i twardnieją, zwłaszcza do wytwarzania włókien sztucznych ze szkła.

Znany jest z opisów amerykańskich nr nr 2 257 767, 2 810 157 oraz z opisów francuskich nr nr 770 097, 828 231 sposób wytwarzania włókien sztucznych ze szkła za pomocą rozciągania przez wydmuchiwanie, w którym stopione szkło wypływa z pieca przez otwory usytuowane w jednym lub dwu rzędach, znajdujące się w filierze. W wyniku powstaje duża ilość włókien ze szkła, które przepływają do strefy rozciągania, przechodząc między zbieżnymi strumieniami gazowymi.

Punkty wylotu strumieni znajdują się tuż przy włóknach szklanych, przy czym strumienie przepływają w kierunku do dołu w przybliżeniu równoległe do kierunku ruchu włókien. Na ogół włókna przesuwają się wzdłuż dwusiecznej kąta utworzonego przez strumienie. Najczęściej strumienie są utworzone przez parę o wysokim ciśnieniu. Istnieją dwa sposoby rozciągania włókien przez wydmuchiwanie. W pierwszym sposobie prądy rozciągające działają na już rozciągnięte włókna, a otrzymany produkt pod postacią powłoki, służy na ogół jako materiał wzmacniający. W drugim sposobie rozciągania przez wydmuchiwanie, prądy rozciągające bezpośrednio uderzają na

**2**

względnie grube włókna stopionego szkła a otrzymany produkt stanowi wełnę izolacyjną.

W znanym z francuskiego opisu patentowego nr 855 192, sposobie rozciągania przez wydmuchiwanie, zespół filier i kadzi, która ją zasila jest zamknięty w komorze pod ciśnieniem, tak, że włókna szklane, które wypływają z filier są rozciągane przez sprężone powietrze, które wydostaje się z komory pod ciśnieniem poprzez szczelinę umieszczoną bezpośrednio pod filierą. Sposób ten stanowi rozciąganie w powietrzu pod niskim ciśnieniem.

Znany jest z francuskich opisów patentowych nr nr 1 050 437 i 1 328 013 sposób mechanicznego rozciągania sztucznych włókien ze szkła, który zaczyna się rozciąganiem przez wydmuchiwanie, to znaczy, że pewna ilość włókien szklanych tworzy się przy wyjściu z otworów filier. Jednakże w mechanicznym sposobie rozciągania nie stosuje się strumienia gazowego przy końcu rozciągania, lecz rozciąganie mechaniczne za pomocą bębna obracającego się z dużą prędkością, na który nawijają się włókna, lub za pomocą obracających się rolek między którymi przechodzą włókna.

Znany jest również sposób zwany Aérocor, w którym szkło wprowadza się do płynnego strumienia o wysokiej temperaturze i prędkości, w stanie stałym, a nie pod postacią płynnego włókna jak przy sposobie rozciągania przez wydmu-

chiwanie lub przy wyżej opisanym sposobie mechanicznego rozciągania. Pręt szklany lub niekiedy grubsze włókno szklane wprowadza się do gorącego strumienia gazowego, zazwyczaj w kierunku prostopadłym do tego strumienia. Powoduje to, że koniec pręta rozgrzewa się i mięknie, a strumień może rozciągać włókno, które porywa za sobą.

Znany jest z francuskich opisów patentowych nr 1 155 986 i 1 124 467 sposób rozciągania przez odwirowanie, w którym stopione szkło wprowadza się do obracającego się z dużą szybkością korpusu, który posiada na swoim obwodzie pewną ilość otworów. Szkło wychodzi przez te otwory pod wpływem działania siły odśrodkowej, a powstałe wskutek tego włókno szklane poddaje się następnie współśrodkowo skierowanym strumieniem gorącego gazu lub płomieni skierowanych na ogół w kierunku do dołu. Włókna te w strefie współśrodkowego działania pierwszego strumienia oraz bardziej oddalane od obracającego się korpusu, mogą być również poddane działaniu z dużą szybkością drugiego strumienia, skierowanego do dołu, wytworzonego przez powietrze lub parę o wysokim ciśnieniu. Włókna szklane są w ten sposób rozciągnięte na bardzo cienkie włókna, które są poddane chłodzeniu i usuwane dołem pod postacią wełny szklanej.

Dąży się aby uzyskane sztuczne włókna ze szkła były o średnicy możliwie małej, na przykład, rzędu kilku mikrometrów, gdyż wyprodukowane wyroby z takich włókien posiadają bardzo korzystne własności fizyczne, zwłaszcza wytrzymałość mechaniczną i dobrą izolację cieplną. Ponadto, chociaż długość włókien odgrywa mniejszą rolę jest na ogół bardziej pożądana, aby włókna były stosunkowo długie. Ponadto jest wyjątkowo korzystne z punktu widzenia ekonomicznego, podniesienie wydajności produkcji.

Środkiem do zwiększenia wydajności produkcji jest zwiększenie prędkości wyciągania przez otwór, lub zwiększenie prędkości przepływu jednostkowego. Przez przepływ jednostkowy rozumie się wykonanie produkcji w danej jednostce czasu przez jedno stanowisko do wytwarzania włókien sztucznych. Przez stanowisko do wytwarzania włókien rozumie się bądź otwór wyprowadzający włókno szklane rozciągane przez wydmuchiwanie, rozciąganie mechaniczne lub rozciągane przez odwirowanie, bądź jeden pręt szklany. Przy sposobie wytwarzania włókien sztucznych zgodnie z wynalazkiem, stanowisko do wytwarzania włókien oznacza stożek ze stopionego szkła, z którego pojedyncze włókno jest wyciągane.

Wydajności dla danego sposobu są na ogół wyrażane w kilogramach lub tonach na godzinę, lub na dobę.

Reasumując, na ogół jest pożądana, aby wytwarzać włókna bardzo cienkie i bardzo długie przy dużej wydajności jednostkowej, lecz te wymagania są sprzeczne przy wytwarzaniu włókien znanymi sposobami. W wyniku, jest się zawsze zmuszonym do dokonania wyboru. Ponadto każdy ze znanych sposobów może być tylko stosowany

do uzyskania jednego lub ograniczonej ilości wyrobów.

Na przykład rozciąganie mechaniczne umożliwia ciągle wytwarzanie włókien sztucznych bardzo cienkich, lecz wydajność jednostkowa jest niewielka, a w wyniku uzyskany produkt nie może być oszczędnie wykorzystany pod postacią wełny szklanej. Natomiast sposób wirówkowy pozwala na wytwarzanie włókien sztucznych o względnie wysokiej wydajności jednostkowej, lecz są one dość krótkie i nie mogą być ze sobą połączone, w celu wytwarzania niedoprzedu, przędzy, albo wyrobów tekstylnych. Jednakże włókna sztuczne otrzymane metodą wirówkową nadają się bardzo dobrze do innych licznych zastosowań na przykład do izolacji w budownictwie, przy której duży zakres wielkości średnic i długości włókna w końcowym wyrobie nie przedstawia żadnych niedogodności. Jednakże, podczas gdy warunki izolacji lub wymagania odnośnie charakterystyk wytrzymałości mechanicznej produktów są bardzo rygorystyczne to stosuje się inne sposoby wytwarzania.

Sposób Aérocor pozwala na wytwarzanie długich i cienkich włókien sztucznych, ale nie daje możliwości dostatecznego podniesienia wydajności, aby móc skutecznie konkutować ze sposobem wirówkowym. W rzeczywistości w miarę wzrostu wydajności jednostkowej, wzrasta w nieunikniony sposób średnica włókien. Wówczas, gdy pewna wielkość średnicy jest osiągnięta i ciągle wzrasta wydajność jednostkowa, pręt szklany ma tendencję do przejścia przez strumień gazowy, całkowicie się nie topiąc, w wyniku tego do produktu dostaje się niedopuszczalna ilość cząsteczek nie przetworzonych we włókna, tzw. haczyków.

Sposób rozciągania za pomocą powietrza o niskim ciśnieniu pozwala otrzymać włókna długie o jednolitej średnicy, lecz wydajności jednostkowe są stosunkowo małe. Jeśli usiłuje się powiększyć wydajność jednostkową, powoduje to tworzenie się kropelek szkła niedostatecznie rozciągniętych.

Szczególnie ważna korzyść sposobu według wynalazku polega na otrzymaniu włókien cienkich i długich przy bardzo wysokich przepływach jednostkowych.

Przy drugim sposobie rozciągania przez dmuch powietrza, wydajności jednostkowe mogą być bardzo wysokie, lecz ponieważ prądy rozciągające powodują pękanie szklanych nitok przed ich rozciągnięciem, duża część szkła dochodząca do 50% nie jest przetworzona we włókna i pozostaje w wełnie pod postacią cząstek niezmiennych, ponadto włókna są bardzo krótkie oraz mają nieregularne średnice.

Bardzo ważnym szczegółem sposobu według wynalazku jest fakt, że pozwala na otrzymanie cienkich i długich włókien, przy wysokich wydajnościach jednostkowych, jak wyżej wspomniano, całkowicie przetwarzając włókna, praktycznie wolne od nieprzetworzonych materiałów.

W celu polepszenia wytwarzania włókien ze szkła, stosuje się jeden lub kilka sposobów rozciągania nitok ze stopionego szkła. W znanych

dotychczas sposobach bazuje się na próbach polepszenia sposobu rozciągania przez wyciągnięcie lub wydłużenie strefy rozciągania, bądź stosując specjalne środki w celu doprowadzenia ciepła do nitek szklanych tak jak we francuskim opisie patentowym nr 828 231, bądź stosując ograniczone strumienie tak jak w amerykańskich opisach patentowych nr nr 2 699 631 i 2 925 620, bądź oba środki naraz — tak jak w amerykańskim opisie patentowym nr 2 982 991.

Różne wzajemne powiązania wynikające ze stanu techniki wskazują, że uzyskanie optymalnych warunków wytwarzania włókien zależy od powiększenia długości strefy rozciągania. Wbrew tym koncepcjom, w sposobie według niniejszego wynalazku, rozciągania dokonuje się na krótkiej drodze rzędu tylko jednego do dwóch centymetrów, a włókna usuwa się bardzo wcześnie w kierunku strefy względnie zimnej, w której rozciąganie nie może się więcej odbywać.

Znane są z opisu amerykańskiego nr 2 717 416 oraz z francuskich opisów patentowych nr 1 311 256, 1 583 071, 1 569 756 sposoby wprowadzania szkła w stanie stopionym do strumienia rozciągającego. Przy wszystkich tych sposobach zauważono, że nitka szklana często ma tendencje posuwania się wzdłuż toru, znajdującego się na obwodzie strumienia, to znaczy ma tendencję osłaniania strumienia, zamiast przenikać do jego głębi, w której warunki rozciągania są najbardziej skuteczne. Były wykonywane różne próby do rozwiązania tego problemu osłaniania strumienia. Stosowano ekrany stałe, tak jak w amerykańskim opisie patentowym nr 2 717 416 lub przenoszenie znacznej energii kinetycznej na szklaną nitkę, jak to na przykład ma miejsce przy modyfikacji sposobem wirówkowym, znanym z francuskich opisów patentowych nr 1 124 467, 1 583 071, 1 569 756.

Inna zalecana droga do rozwiązania tego problemu, bardziej zbliżona do sposobu Aérocor, przewiduje wprowadzenie szkła pod postacią stałego pręta tak jak w amerykańskim opisie patentowym nr 2 754 541 lub wstępnie zmiekkzonego tak jak we francuskim opisie patentowym 1 041 831 lub pod postacią szkła w pudrze tak jak w amerykańskim opisie patentowym nr 2 925 620.

W sprzeczności z poprzednimi wskazaniem innym ważnym osiągnięciem sposobu według wynalazku jest wprowadzenie szkła w stanie stopionym w sposób progresywny i stały do strefy, gdzie parametry rozciągania są najbardziej skuteczne.

Celem wynalazku jest uwzględnienie wszystkich wyżej wspomnianych wymagań, zwłaszcza dotyczących grubości, długości lub wydajności jednostkowej wytwarzanych włókien sztucznych.

Celem wynalazku jest również uzyskanie sposobu wytwarzania włókien, w którym warunki technologiczne są łatwe do zastosowania wybranej produkcji włókien mających szersze zastosowanie niż poprzednie.

Celem sposobu według wynalazku jest również uzyskanie włókien mineralnych do wytwarzania których jest możliwe bardziej niż we wszystkich

innych sposobach, wykorzystanie dużej różnorodności kompozycji do produkcji szerokiego zakresu dobrej jakości włókien. Cele te zostały osiągnięte przez opracowanie sposobu wytwarzania włókien z materiału termoplastycznego przez wyciąganie za pomocą prądów gazowych, których kierunki usytuowane są względem siebie pod kątem. Zgodnie z wynalazkiem wytwarza się główny prąd gazowy i co najmniej jeden wtórny, nośny strumień gazowy, którego przekrój jest mniejszy od przekroju prądu głównego, zaś jego energia kinetyczna na jednostkę objętości jest wyższa od energii kinetycznej prądu głównego, następnie kieruje się strumień nośny poprzecznie do prądu głównego i wprowadza się go w ten prąd tworząc strefę interakcji, po czym doprowadza się materiał termoplastyczny w strefę interakcji.

Jest możliwe za pomocą sposobu według wynalazku wytwarzanie włókien sztucznych, mających o wiele więcej zastosowań, niż umożliwiałyby to, dotychczas znane sposoby.

Poniżej w tablicy I zestawiono parametry użytkiwane w dotychczasowych sposobach oraz w sposobie według wynalazku.

Szeroki zakres wymiarów włókien, które obecny wynalazek pozwala wyprodukować, w większości przypadków, czyni zbędnym wykorzystanie wielu różnych sposobów do wytwarzania różnych produktów. W przemyśle włókien szklanych daje to istotną przewagę z przyczyny możliwości wytwarzania szerszego zakresu produktów za pomocą tego samego sposobu, wyklucza się w ten sposób wymagane znaczne inwestycje na urządzenia, które składowałybyby konieczne przy wytwarzaniu tego samego zakresu produkcji według znanych sposobów.

Sposób według wynalazku umożliwia usunięcie różnych niedogodności znanych sposobów. Na przykład, do stosowania sposobu według wynalazku wymagane jest tylko urządzenie statyczne w przeciwieństwie do szeroko stosowanego do chwili obecnej sposobu wirówkowego, w którym przyrząd do wytwarzania włókien obraca się z bardzo dużą prędkością, komplikuje to użycie i konserwację specjalnych mechanizmów o dużej dokładności. Ponadto jest możliwe skonstruowanie urządzenia według wynalazku z materiałów bardzo odpornych na wysokie temperatury w warunkach statycznego wykorzystania, w przeciwnym razie byłaby konieczna duża wytrzymałość na wysokie temperatury w warunkach dynamicznych. Pozwala to wytwarzać włókna z szerszego zakresu materiałów.

W odróżnieniu od znanych sposobów wytwarzania wynalazek również upraszcza i znacznie ułatwia wprowadzenie stopionego szkła w postaci cienkich włókien do wewnątrz strumienia gazowego. Ta odrębność wynalazku bardzo kontrastuje z różnymi i znanymi sposobami wprowadzenia szkła do strumienia rozciągającego, zwłaszcza w sposobie Aérocor, w którym stały pręt szklany wprowadza się do strumienia w celu zmiekkczenia i roztopienia. Jak już wyżej było wskazane, ten rodzaj postępowania jest ograniczony tym, co dotyczy przepływu jednostkowego, a haczyki w pro-

Tablica I

| Rodzaj sposobu                     | Produkt                                                        |                                                                               |                                                |                                                                       |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                    | charakterystyczne długości włókien sztucznych o danej średnicy | charakterystyczna skala wielkości średnic włókien sztucznych (w mikrometrach) | skala wydajności jednostkowych (w kg) 24 godz. | materiał nieprzetworzony we włókna lub odpady w % na ciężar całkowity |
| 1. Rozciąganie przez wydmuchiwanie |                                                                |                                                                               |                                                |                                                                       |
| — Para: welon                      | prawie ciągle                                                  | 10 do 18                                                                      | 2 do 5                                         | mniej niż 0,5 do 2                                                    |
| — Para: wełna                      | prawie krótkie                                                 | 7 do 14                                                                       | 10 do 50                                       | 15 do 50                                                              |
| — Powietrze o niskim ciśnieniu     | prawie ciągle                                                  | 7 do 18                                                                       | 1 do 2,5                                       | mniej niż 0,5 do 2                                                    |
| 2. Rozciąganie mechaniczne         | ciągle                                                         | 3 do 25                                                                       | 0,3 do 3                                       | 3 do 15                                                               |
| 3. Aërocor                         | długie                                                         | mniej niż 0,5 do 8                                                            | 0,2 do 5                                       | 0,5 do 4                                                              |
| 4. Odwirowanie                     | krótkie                                                        | 1 do 15                                                                       | 0,5 do 7                                       | 0,5 do 2                                                              |
| 5. Sposób według wynalazku         | bardzo długie                                                  | 0,5 do 10                                                                     | 0,5 do 50                                      | 0,5 do 2                                                              |

dukcie są często trudne do uniknięcia. Wprowadzenie stopionego szkła do strefy rozciągania, położonej wewnątrz prądu rozciągającego. Sposób według wynalazku pozwala otrzymać przepływy jednostkowe o wiele wyższe niż za pomocą sposobu Aërocor, z minimalną ilością materiału nieprzetworzonego we włókna, utrzymując odpowiednią cienkość włókien.

W sposobie według wynalazku, aby przemienić we włókna materiał w stanie stopionym, wytwarza się prąd główny zwany pierwotnym oraz prąd lub strumień nośny zwany wtórnym skierowany poprzecznie w stosunku do prądu głównego i położony w pobliżu tego ostatniego, w taki sposób, że strumień nośny jest otoczony przez prąd główny, przy czym wytwarza się wzajemne oddziaływanie między tymi prądami. To wzajemne oddziaływanie tworzy strefę interakcji, w której wypadkowe prądy, poprzeczne do prądu głównego, zapewniają doprowadzenie stopionego materiału do wspomnianego prądu głównego, a bardziej dokładnie do tej strefy interakcji.

Zgodnie z wynalazkiem strumień nośny ma prostopadły przekrój mniejszy od przekroju prądu głównego.

W sposobie według wynalazku doprowadza się materiał w stanie stopionym w pobliże prądu

głównego. Według innej cechy wynalazku przemienia się stopiony materiał we włókna, wytwarzając główny prąd gazowy i nośny strumień gazowy, który ma dostateczną energię kinetyczną i taki kierunek, że przenika w kierunku prądu głównego w taki sposób, że powstaje strefa interakcji w pobliżu miejsca przenikania nośnego strumienia gazowego do głównego prądu gazowego a stopiony materiał przenika w tę strefę interakcji.

Według innej cechy wynalazku materiał rozciągany przemienia się we włókna, wytwarzając strumień nośny i prąd główny, który jest skierowany poprzecznie do tego strumienia, otaczając go w sposób umożliwiający utworzenie strefy in-

terakcji wewnątrz prądu głównego i wzdłuż kierunku jego przepływu wytwarzając przepływ burzliwy gazu w strefie interakcji. Zmiękczonego materiału rozciągany jest doprowadzony do tej strefy interakcji i w wyniku przepływu burzliwego jest rozciągany na włókna.

Strumień gazowy i prąd główny tworzą ze sobą kąt w taki sposób, że dzięki odpowiednim cechom strumienia nośnego i prądu głównego strumień nośny przenika do prądu głównego, ale nie przechodzi przez niego wytwarzając strefę interakcji wewnątrz prądu głównego, a materiał rozciągany przenika do tej strefy interakcji.

Według innej cechy wynalazku wytwarza się główny prąd gazowy i wtórne strumienie nośne, które są rozmieszczone w odstępach względem siebie i są skierowane w sposób umożliwiający przenikanie do głównego prądu tworząc strefy interakcji w pobliżu toru przebieganego przez te strumienie gazowe. Materiał stopiony przenika do tych stref wskutek połączonego działania prądów i podciśnienia, które powstaje wzdłuż stref przenikania nośnych strumieni do prądu głównego.

Zgodnie z wynalazkiem wprowadza się materiał stopiony do prądu głównego, przy czym wtórny strumień gazowy, służy jako strumień nośny, w strefie usytuowanej w pobliżu i za strumieniem nośnym w stosunku do kierunku prądu głównego.

Doprowadzenie do prądu głównego stopionego materiału takiego jak szkło ze zbiornika zawierającego szkło przeznaczone do przetworzenia go we włókna, uzyskuje się wytwarzając prąd główny skierowany wzdłuż ścianki, przez którą doprowadza się stopione szkło do toru tego prądu głównego oraz wytwarzając nośny strumień gazowy poprzeczny do tego toru, przenikający do prądu głównego w pobliżu i przed doprowadzeniem stopionego szkła, w stosunku do kierunku przepływu prądu głównego.

Sposób przeznaczony do wytwarzania włókien z materiałów termoplastycznych, zwłaszcza włó-

kien ze szkła, przez rozciąganie stopionego materiału, za pomocą prądu gazowego, polega na wytwarzaniu głównego prądu gazowego o dużej szybkości, wytwarzaniu gazowego strumienia nośnego również o dużej szybkości, którego kierunek tworzy kąt z prądem głównym, przy czym przenikanie strumienia nośnego do prądu głównego zapoczątkowuje powstanie strefy interakcji, zaś materiał w stanie stopionym, przenikając do tej strefy jest stopniowo rozciągany na włókno, wciągane przez wypadkowy prąd gazowy powstały z mieszanki prądu głównego i strumienia nośnego.

W sposobie według wynalazku strumień nośny styka się na całym obwodzie z głównym prądem, przy czym można również nadać strumieniowi nośnemu kierunek prostopadły do głównego prądu.

Materiał wprowadza się stopniowo przez otwory lub szczeliny umieszczone w pobliżu strumienia gazowych.

Wynalazek obejmuje również urządzenie do wytwarzania włókien z materiału termoplastycznego, zawierające elementy do wytwarzania dwóch prądów gazowych, których kierunki początkowe usytuowane są względem siebie pod kątem, i źródło zasilania materiałem termoplastycznym. Zgodnie z wynalazkiem to urządzenie zawiera elementy do wytwarzania gazowego prądu głównego, zaopatrzone w otwór wylotowy i elementy do wytwarzania co najmniej jednego wtórnego, nośnego strumienia gazowego o energii kinetycznej na jednostkę objętości wyższej od energii kinetycznej prądu głównego, przy czym elementy do wytwarzania strumienia nośnego zaopatrzone są w co najmniej jeden otwór wylotowy, którego przekrój jest mniejszy od przekroju otworu wylotowego prądu głównego oraz źródło zasilania zawierające co najmniej jeden otwór zasilający materiałem termoplastycznym, kierujący ten materiał w kierunku strefy, w której strumień nośny przenika do prądu głównego.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia do wytwarzania prądu głównego i poprzecznego jak również układ zasilania w szkło i zespół odbiorczy, fig. 1A — działanie prądu głównego, fig. 1B — działanie poprzecznego strumienia nośnego, fig. 1C — działanie, wynikające z wzajemnego oddziaływania głównego prądu i strumienia nośnego na wyciągane szkło, fig. 2 — przepływ gazu i szkła odwrócony w stosunku do fig. 1, 1A, 1B i 1C, to znaczy szkło i strumienie, przepływające w kierunku do góry w widoku z boku, fig. 2A — strefę interakcji w widoku perspektywicznym, fig. 2B — strefę interakcji wraz z częściowym przekrojem poprzez różne linie prądów, przedstawiających przepływy gazowe według fig. 2A, fig. 2C — strefę interakcji w przekroju wzdłuż linii 2C oznaczonej na fig. 2, fig. 2D — strefę interakcji w przekroju wzdłuż linii 2D oznaczonej na fig. 2, fig. 2E, 2F i 2G — przedstawiają strefę interakcji w przekrojach pionowych wzdłuż linii 2E, 2F i 2G oznaczonych na fig. 2, fig. 2H — strefę interakcji w widoku perspektywicznym z uwidocznieniem

przepływu gazu w płaszczyźnie prostopadłej w stosunku do prądu głównego, na powierzchni wtórnego strumienia nośnego, fig. 3 — ośrodki wytwarzania włókien, ustawione w rzędach z obu stron prądu głównego w przekroju, fig. 3A — inny przykład wykonania ośrodków wytwarzania włókien, ustawionych w rzędach, w przekroju, fig. 4 — ustawienie kilku ośrodków wytwarzania włókien, w przekroju, fig. 5 — inny przykład ustawienia kilku ośrodków wytwarzania włókien, w przekroju, fig. 6 — inny przykład wykonania układu zasilania materiałem termoplastycznym, w przekroju podłużnym, fig. 7 — układ zasilania z fig. 6 w widoku perspektywicznym, fig. 8 — inny układ do dostarczania materiału do termoplastycznego do strefy interakcji w przekroju, fig. 9A — inny przykład wykonania urządzenia do wytwarzania włókien schematycznie, fig. 9B — urządzenie z fig. 9A w przekroju wzdłuż linii 9B—9B oznaczonej na fig. 9C, 9C — urządzenie z fig. 9B, w widoku z góry, fig. 10 — przykład wykonania urządzenia, w którym stosuje się płytkę chłodzoną obiegiem wody bezpośrednio w pobliżu przepływu prądu głównego wzdłuż ośrodka wytwarzania włókien, fig. 11 — odchylacz chłodzony wodą, przyległy do strony prądu głównego, przeciwległej do ośrodka wytwarzania włókien, w przekroju, fig. 12 otwór w kształcie szczeliny dostarczającej materiał termoplastyczny z pieca do strefy interakcji, fig. 12A — urządzenie z fig. 12 w widoku perspektywicznym, posiadające szczelinę do podawania szkła, skojarzoną z pewną liczbą otworów do wytwarzania strumieni nośnych, fig. 13A urządzenie umożliwiające uzyskanie znacznej ilości włókien przy wykorzystaniu jednego prądu głównego, w przekroju wzdłuż linii 13A—13A oznaczonej na fig. 13B, fig. 13B — urządzenie do wytwarzania znacznej ilości włókien w przekroju wzdłuż linii 13B—13B oznaczonej na fig. 13A, fig. 14A — inny przykład wykonania urządzenia do wytwarzania włókien w widoku perspektywicznym, fig. 14B — urządzenie z fig. 14A w przekroju wzdłuż linii 14B—14B oznaczonej na fig. 14A, fig. 14C — przekrój wzdłuż linii 14C—14C oznaczonej na fig. 14A, fig. 14D — przekrój wzdłuż linii 14D—14D oznaczonej na fig. 14A, fig. 15A — urządzenie do wytwarzania włókien, o dużej wydajności w widoku z boku, częściowo w przekroju, fig. 15B — urządzenie z fig. 15A w widoku z góry, fig. 15C — pojedynczy układ do wytwarzania włókien w widoku z boku a fig. 15D — pojedynczy układ do wytwarzania włókien, w przekroju.

Zgodnie z wynalazkiem, działanie wywierane na materiał termoplastyczny wynika z charakterystycznych zjawisk powstających w strefie interakcji, wówczas gdy prąd główny przechodzi przez strumień nośny, skierowany do niego poprzecznie, przy czym ten ostatni jest całkowicie otoczony przez prąd główny. Powstają dwa wiry obracające się w przeciwnych kierunkach o znacznej prędkości katowej, w wyniku wzajemnego oddziaływania na siebie prądu głównego i strumienia nośnego.

Wskutek tarcia o powierzchnię materiału ter-

moplastycznego prąd główny i strumień nośny wywierają siły napędzające ten materiał w kierunku wnętrza strefy interakcji. Materiał jest w ten sposób doprowadzany progresywnie pod wpływem wirów i przyjmuje postać wydłużonego stożka. Z ostrza tego stożka włókno jest wyciągane pod działaniem przepływu powstałej mieszaniny prądu i strumienia.

Stożek szklany chociaż znajduje się w strefie wirującej, gdzie panują bardzo duże szybkości, jest mimo to bardzo stabilny a jego objętość progresywnie ulega zmniejszeniu od podstawy znajdującej się w płaszczyźnie podawania szkła do wierzchołka skąd wychodzi pojedyncza nitka. Nitka ta, chociaż ma co najmniej na pewnej odległości ruch niemal spiralny o znacznej amplitudzie i rosnących szybkościach, wpływa w sposób ciągły ze stożka i jest rozciągana w sposób ciągły.

Prawie całkowity brak materiału nieprzetworzonego we włókna w czasie procesu wytwarzania, jest uzyskany dzięki stabilności stożka szklanego i jego położenia oraz ciągłości rozciągania jednego włókna.

Zjawisko interakcji prądu i strumienia powyżej opisane, ma podstawowe znaczenie dla prowadzenia sposobu według wynalazku i może powstawać w konfiguracji, zawierającej płytkę odgraniczającą prąd główny od strony, z której wpływa strumień nośny. To samo zjawisko może powstawać w urządzeniu przedstawionym na fig. 12 przy zastosowaniu bardzo małej płytki lub przy całkowitym braku płytki. Zjawisko interakcji jest zasadniczo takie samo przy zastosowaniu płytki lub bez niej. Jednakże zawsze korzystne jest stosowanie płytek, chociaż mogą one mieć wymiary bardzo małe.

Źródło 1 (fig. 1), z którego wypływa prąd główny umieszczone jest wzdłuż powierzchni, w tym przypadku wzdłuż płaszczyzny dolnej płytki lub ściany 10. Źródło 2 do wytwarzania wtórnego strumienia nośnego jest w ten sposób umieszczone, że strumień przechodzi przez płytkę 10 przenikając do prądu głównego. Materiał termoplastyczny np. szkło jest również dostarczane poprzez płytkę 10 ze źródła 3. Otwór 4 do wprowadzania szkła do prądu głównego (fig. 1) znajduje się bezpośrednio za wylotem 5 strumienia nośnego do prądu głównego. Środek 6 do odbierania włókien jest pokazany na fig. 1.

Na fig. 1A, 1B i 1C, przedstawiono w przekroju strefę wprowadzenia szkła wraz ze wskazaniem warunków, które muszą być spełnione w celu otrzymania włókien. Na fig. 1A i 1B przedstawiono brak jednego lub innego warunku niezbędnego do przeprowadzenia sposobu otrzymywania włókien. Na fig. 1C przedstawiono uzyskane wyniki, przy rozciąganiu szkła na włókna wówczas, gdy wszystkie niezbędne warunki technologiczne są zachowane.

Na każdej z fig. 1A, 1B i 1C przedstawiono płytkę 10 mającą płaską i gładką powierzchnię stykającą się z prądem głównym 12, który jest przedstawiony za pomocą strzałek 12A. Płytkę 10 jest obmywana przez prąd główny 12 w pobliżu otworów 14 i 16. Otwór 14 służy do wyprowadza-

nia strumienia nośnego przenikającego poprzecznie do prądu głównego. Otwór 16 służy do doprowadzenia materiału termoplastycznego, na przykład stopionego szkła, na drogę przepływu prądu głównego. Punkt wprowadzenia tego materiału znajduje się bezpośrednio za punktem wyprowadzenia strumienia nośnego.

Jak już wyżej było omówione na fig. 1A i 1B przedstawiono w sposób schematyczny, działanie wywierane na szkło przez każdy czynnik, biorący udział w otrzymaniu włókna, przy braku innych czynników. Na fig. 1A przedstawiono działanie prądu głównego na szkło, przy całkowitym braku strumienia nośnego. Po doprowadzeniu materiału termoplastycznego do warstwy obwodowej prądu głównego 12, nie może ten materiał przeniknąć w głąb tego prądu, z uwagi na dużą prędkość tego prądu. Z tego powodu materiał przepływa bezpośrednio w kierunku przepływu prądu głównego, i otaczając go, osiąga strefę, w której jego temperatura i szybkość są zbyt małe aby umożliwić wytwarzanie włókien.

Na fig. 1B przedstawiono sytuację odwrotną niż na fig. 1A, w której jest przedstawiony strumień nośny i materiał termoplastyczny przy braku prądu głównego. W wyniku, materiał termoplastyczny w małym stopniu poddaje się wpływowi strumienia nośnego, lekko stykając się z nim w pobliżu punktu B w znacznej odległości od płaszczyzny podawania strumienia tak, że materiał może być z trudem rozciągany.

W odróżnieniu od otrzymanych wyników w przypadku przedstawionym na fig. 1A i 1B, na fig. 1C przedstawiono zjawiska przebiegające w obecności układu czynników biorących udział w sposobie wytwarzania włókien zgodnie z wynalazkiem. Materiał termoplastyczny jest wyciągany w kierunku przepływu strumienia nośnego przez wzajemne oddziaływanie prądu głównego i tego strumienia nośnego w wyniku powstaje długie, cienkie włókno.

Stwierdzono, że szeroki zakres różnych parametrów stosowanych przy otrzymywaniu włókien może zapewnić poszukiwane wyniki.

Jeden ze sposobów otrzymania ilości, jakości i pożądaných wymiarów włókien polega na regulacji przepływu materiału termoplastycznego. Regulację tego przepływu można przeprowadzić różnymi sposobami, na przykład zmieniając temperaturę materiału termoplastycznego, aby zmienić jego lepkość. W przypadku szkła, można powiedzieć ogólnie, że z podniesieniem temperatury zmniejsza się jego lepkość. Ponadto jeżeli się zmienia skład szkła, ażeby otrzymać różną jakość włókien z punktu widzenia różnych zastosowań, do których są przeznaczone, zmienia się również lepkość szkła w określonej temperaturze.

Można zmienić również inne parametry, takie jak skład, temperaturę lub szybkość prądu i jednego lub więcej strumieni nośnych przy kontroli otrzymywania włókien. Na ogół strumienie, biorące udział w reakcji składają się z tego samego płynu, na przykład powstałego ze spalania paliw gazowych przystosowanych do tych warunków, a wyniki otrzymywania włókien mogą być

ocenione dla określonej strefy temperatur, jako funkcja stosunku szybkości prądu głównego do szybkości jednego lub więcej strumieni nośnych. Jednakże znaczna różnica gęstości lub lepkości między prądem głównym a jednym lub więcej strumieniami nośnymi może mieć istotne znaczenie w procesie otrzymywania włókien, a w przypadku gdy biorą udział dodatkowe czynniki, należy wziąć pod uwagę energię kinetyczną w jednostce objętości prądów gazowych, zamiast rozważać tylko ich szybkości.

Ażeby mogło powstać rozciąganie, energia kinetyczna strumienia nośnego przypadająca na jednostkę objętości, powinna być wyższa od energii prądu głównego w strefie interakcji.

Można przeprowadzić dodatkową kontrolę uzyskanych wyników przy otrzymywaniu włókien, zmieniając wymiary, położenia i profile otworów, w szczególności co się tyczy jednego lub więcej strumieni nośnych.

Na fig. 2A do 2G przedstawiono istotne obserwacje, zalecenia i teoretyczne wnioski, dotyczące strefy interakcji pokazanej w przekroju i utworzonej ze strumieni przepływających płynów, które dają początek powstawania wyżej wspomnianych zjawisk wirowych, które spełniają istotną rolę przy otrzymywaniu włókien. Na fig. 2 przedstawiono strumień nośny w położeniu odwrotnym w porównaniu do fig. 1, to znaczy, że strumień jest skierowany nie do dołu, lecz do góry. Ośrodek wytwarzania włókna może być umieszczony w dowolnym żądanym położeniu w stosunku do poziomu.

Na fig. 2A i 2B, prąd główny 12A przemieszcza się z lewej strony na prawo, równoległe do płaszczyzny 10. Strumień nośny 15 jest skierowany prostopadłe do prądu głównego i w pewnym sensie można powiedzieć, że przecina część prądu głównego. Względne położenie prądu głównego w stosunku do strumienia nośnego jest takie, że strumień nośny jest całkowicie otoczony przez prąd główny.

Na fig. 2 odgraniczone są pewne rejony i strefy, które charakteryzują aktywność prądu i strumienia poddanych wzajemnemu oddziaływaniu oraz aktywność materiału, który ma być poddany rozciąganiu. Zważywszy, że rozważane strefy przepływów prądu i strumienia nie pokrywają się z rozważanymi strefami przepływu materiału rozciąganego, rozważa się dwie grupy stref, które są wskazane na każdej z fig. 2 i 2B. Pierwsza grupa oznaczona literami obejmuje strefy od A do D i służy do przedstawienia wzajemnego oddziaływania płynnych strumieni podczas, gdy druga jest grupą liczbową, obejmującą strefy I do V i służy do przedstawienia przemian materiału, który będzie poddany rozciąganiu.

Dla łatwiejszego zrozumienia strefy odnoszące się do aktywności strumieni, to znaczy strefy od A do D są pokazane na fig. 2 i 2B jako strefy gazowe podczas, gdy strefy odnoszące się do materiału wyciąganego, to znaczy strefy od I do V są oznaczone jako strefy szkła. Te dwa szeregi stref przebiegają wzdłuż linii krzywej, która jest równoległa do przepływu wtórnego strumienia

i na przedłużeniu tego przepływu po zmieszaniu się prądu głównego i strumienia nośnego.

Użyte w tekście określenia „za” lub „przed” odnoszące się do wzajemnego usytuowania poszczególnych punktów, są uwzględnione zgodnie z kierunkiem przepływu prądu głównego 12A. Użyte dwie skale, posiadają podziałkę średnic otworów dla strumienia nośnego. Pierwsza skala jest równoległa do powierzchni płytki poprzez którą wypływają strumień nośny i szkło, podczas, gdy druga posiada podziałkę na linii krzywej, to znaczy wzdłuż linii krzywej, która występuje w całym układzie, wzdłuż granicy strumienia nośnego. Dwie skale są pokazane na fig. 2B, a na fig. 2 jest pokazana tylko jedna skala. Pierwsza skala bierze swój początek w punkcie, umieszczonym w środku wypływu strumienia nośnego podczas, gdy druga skala ma swój początkowy punkt położony w płaszczyźnie powierzchni płytki.

Użyte w tekście określenie „prąd główny” i „strumień nośny” omawiane razem są określone jako „strumienie gazowe”.

W opisie dotyczącym dwóch szeregów stref przedstawionych na rysunkach istnieje linia graniczna między jedną strefą a drugą, jednakże w rzeczywistości nie ma czystego podziału między strefami, lecz istnieje strefa przejściowa. Inaczej mówiąc główne cechy charakterystyczne jednej strefy zawierają się i są stopniowo zastapione przez główne charakterystyczne cechy strefy następnej. Mimo to strefy różnią się dostatecznie, aby można było się nimi posługiwać dla lepszego zrozumienia wynalazku i oddzielnie je szczegółowo przeanalizować.

Opis, dotyczący przedstawianych stref na fig. 2 i 2B jest zestawiony w tablicy II.

W tablicy II zestawiono cztery strefy gazowe w kolumnie 1 i pięć stref szklanych w kolumnie 6. Kolumna 2 zawiera określenie aktywności gazowej w każdej strefie gazowej, podczas gdy kolumna 3 podaje wymiary każdej strefy gazowej wyrażonej przez średnicę otworu strumienia nośnego. Kolumna 5 jest podobna do kolumny 2 lecz dotyczy zachowania się szkła, podczas gdy kolumna 4 jest podobna do kolumny 3, lecz podaje wymiary stref szklanych.

Strefa A jest usytuowana przy i wzdłuż powierzchni płytki, poprzez którą są podawane strumień nośny i szkło. Strefa A rozciąga się na znaczną odległość w kierunku poprzecznym i w kierunku wzdłużnym przepływu. Rozciąga się ona prostopadłe do płytki na odległości około 1 do 2 średnic otworu strumienia nośnego. W strefie A prąd gazowy zwany prądem głównym uderza w tę część strumienia nośnego, która znajduje się najbliżej płytki, to znaczy część strumienia o największej prędkości przepływu i najlepiej określonych granicach. W pewnym sensie można powiedzieć, że strumień nośny w strefie A stwarza przeszkodę dla przepływu prądu głównego. W ten sposób prąd główny rozdziela się i przepływa wokół strumienia nośnego w strefie A podczas, gdy strumień nośny zachowuje praktycznie swoją prędkość i przechodzi przez prąd główny w strefie A. Strumień nośny w strefie A nie jest ograni-

Tablica II

|          | Streszczenie opisu sposobu wytwarzania włókien, pod kątem wzajemnego oddziaływania strumienia gazowych                          | Zasięg strefy wyrażonej w średnicach otworu dla strumienia nośnego, mierzonej wzdłuż granicy strumienia nośnego |             | Streszczenie opisu sposobu wytwarzania włókien z punktu widzenia materiału termoplastycznego przeznaczonego do wyciągania |             |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| kolumna  | kolumna (2)                                                                                                                     | kolumna (3)                                                                                                     | kolumna (4) | kolumna (5)                                                                                                               | kolumna (6) |
| 1        | 2                                                                                                                               | 3                                                                                                               | 4           | 5                                                                                                                         | 6           |
| Strefa A | Powstawanie wirów i tworzenie strefy podciśnieniowej                                                                            | 1—2                                                                                                             | 1           | Podawanie i umiejscowienie                                                                                                | strefa I    |
| Strefa B | Tworzenie podwójnego zwoju i utrata identyczności strumienia nośnego                                                            | 3—5                                                                                                             | 3—4         | ciągłe, progresywne zmniejszanie przestrzeni wywołującej powstawanie stałego stożka                                       | strefa II   |
| Strefa C | Rozwijanie się wirów ze wzrostem ich średnic                                                                                    | 7—10                                                                                                            | 3—4         | Rozciąganie zmiekkzonego materiału w efekcie umiejscowienia energii, powstałej w strefach III, IV, V                      | strefa III  |
| Strefa D | Utrata energii i utrata identyczności wirów<br>Przywrócenie do pierwotnego stanu głównego przepływu wzdłuż kierunku biegu prądu | minimum<br>3—5                                                                                                  | 8—15        | Przeniesienie energii na włókno pod wpływem uderzeń z wielką prędkością<br>Nagłe ochłodzenie                              | Strefa IV   |
|          |                                                                                                                                 |                                                                                                                 |             | Porywanie i odbiór                                                                                                        | Strefa V    |

czony to znaczy nie przepływa do wnętrza kanału lub do innego przejścia w stałej ścianie i pociąga on część prądu głównego, gdyż pewna ilość gazu prądu głównego jest pociągana strumieniem nośnym. Obecność płytki lub powierzchni przez którą jest dostarczany strumień nośny, nie zmienia zasadniczo efektu przeszkody, ani efektu pociągania części prądu głównego przez strumień nośny, lecz wywołuje efekt warstwy granicznej. Te połączone efekty przeszkody pociągania i warstwy granicznej wytwarzają obszar o niskim ciśnieniu, a więc podciśnienie w stosunku do ciśnienia panującego wewnątrz prądu głównego bezpośrednio za wejściem w niego strumienia nośnego.

Podzielone części prądu głównego przepływają naokoło strumienia nośnego w kierunku przestrzeni podciśnieniowej i łączą się, tworząc silne prądy krążące przedstawione na fig. 2A, 2B i 2C w postaci linii, oznaczonych strzałkami 18. Najpierw linie te same się zakrzywiają, wskazując obecność przepływu, którego składowa jest skierowana z prawej strony na lewą, to znaczy w przeciwnym kierunku do prądu głównego, który jak to już było wyżej wspomniane, przepływa zgodnie z głównym kierunkiem z lewej strony na prawą. Wspomniane linie prądu zakrzywiają się następnie do góry, wskazując obecność przepływu którego składowa jest skierowana z dołu do góry, a więc poprzecznie do prądu głównego.

Wielkość przestrzeni podciśnieniowej jest funkcją stosunku energii kinetycznych przypadających na jednostkę objętości prądu głównego i stru-

mienia nośnego. W kierunku przepływu prądu głównego obszar podciśnienia rozciąga się na długości około 2 do 3 średnic otworu strumienia nośnego, a w kierunku poprzecznym jego zasięg wynosi około 1 do 2 średnic otworu strumienia nośnego.

Wzajemne oddziaływanie prądu głównego i strumienia nośnego w strefie A, stwarza dwa wiry obracające się w przeciwnych kierunkach wzdłuż swojej osi, z każdej strony strumienia nośnego. Jak to jest przedstawione na fig. 2A, te dwa wiry zaczynające się przy płytce w strefie A pod postacią punktowych lub zarodkowych wirów, znacznie się rozszerzają podnosząc się i zakrzywiając w kierunku przepływu.

Fig. 2C przedstawia widok z dołu przekroju w płaszczyźnie położonej na poziomie nieco ponad płytką, a więc w strefie A i pokazuje prądy recyrkulacyjne i powstające wiry, które posiadają względnie mały przekrój na tym poziomie.

Fig. 2D przedstawia przekrój podobny do pokazanego na fig. 2C, lecz nieco ponad płytką, w przybliżeniu na poziomie przestrzeni przejściowej między strefami A i B. Porównanie fig. 2C i 2D pokazuje powiększenie się średnicy wirów zarodkowych.

Jak wynika z fig. 2C i 2D przepływ głównego prądu gazowego 12A jest względnie jednakowy z wyjątkiem przestrzeni, w której bezpośrednio otacza strumień 15. Strefa A jest usytuowana wzdłuż tej całej strefy zakłóconej przed strumieniem nośnym tylko na krótkiej odległości, za nim na znacznej odległości, a z boku aż do linii prądu

18 najbardziej wysuniętych na zewnątrz, które wracają do przeciwną. W ten sposób strumienie oddziałują jedne na drugie i strefę A charakteryzuje się przez powstanie lub zapoczątkowanie dwóch wirów, obracających się w kierunkach przeciwnych i przez obecność przestrzeni podciśnieniowej znajdującej się bezpośrednio za strumieniem nośnym. To podciśnienie jest wyraźne w punktach zapoczątkowania powstawania wirów oraz w przestrzeni usytuowanej bezpośrednio za nimi.

Przed rozważaniem strefy B należy podkreślić że podobnie jak dla dwu wirów, drogą przepływu strumienia nośnego zaczyna się w płycie w kierunku w przybliżeniu prostopadłym do głównego prądu gazowego i odchyła się w przybliżeniu w kierunku wzdłuż prądu, wówczas strumień nośny mieszając się z prądem głównym, całkowicie do niego przenika. To odchylenie strumienia i wirów, z trudem zaczynające się w strefie A, kończy się w strefie B i C na drodze o długości w przybliżeniu 10 do 13 średnic otworu strumienia nośnego jest mierzone wzdłuż przedniej części bocznej powierzchni strumienia nośnego, to znaczy wzdłuż drugiej skali przedstawionej na fig. 2B.

Strefa B jest usytuowana u góry, począwszy od poziomu najwyższej granicy strefy A, na odległość około 3 do 5 średnic otworu strumienia nośnego, mierzoną wzdłuż drugiej skali na fig. 2B. W strefie B w następstwie efektu pociągania opisanego w odniesieniu do strefy A, zewnętrzne warstwy strumienia nośnego mieszają się progresywnie z warstwami przyległymi prądu głównego tak dalece, że grubość mieszającej się warstwy wzrasta podczas, gdy wewnątrz strumienia nośnego traci progresywnie swą identyczność i zanika. W przekroju (fig. 2D) pokazano jeszcze rdzeń 15 strumienia nośnego, który ma wyraźne cechy przepływu odrębne od cech prądu głównego. Strefa B kończy się tam, gdzie zanika rdzeń strumienia nośnego.

W miarę jak strumień nośny traci swą odrębność, to znaczy początkowe cechy charakterystyczne jak szybkość i kierunek, daje on początek powstaniu nowego przepływu 21, wynikającego z mieszania tego strumienia nośnego i prądu głównego. Można go nazwać przepływem mieszającym, przepływem rozciągania, prądem rozciągania lub prądem tworzącym włókno. Jest to przepływ, który powstaje przy końcu strefy B.

Odchyleniu za rdzeniem strumienia nośnego i warstwą burzliwej mieszanki towarzyszy zmniejszenie przekroju rdzenia i odkształcenie wspomnianej warstwy. Jak to przedstawiono na fig. 2D, przestrzeń ta odkształca się, spłaszczając i wydłużając po bokach w stosunku do głównego prądu gazowego. Granice boczne wspomnianej przestrzeni zawiązują się progresywnie, aby przyjąć postać dwóch wirów poprzednio opisanych. Ten odkształcony przekrój jest podobny do przekroju znanego w postaci podwójnego ślimaka kółka kolumny jonizacyjnej.

Warstwy głównego prądu przyległe do strumienia nośnego przepływając wokół niego, nadają

dwum wirów kierunek obrotowy. Ten obrotowy kierunek jest taki, że cząstki znajdujące się na zewnętrznej warstwie jednego lub drugiego wiru są na powrót doprowadzane w kierunku wklęsłości poprzednio wspomnianego, podwójnego ślimaka oraz schwyte przez dwa wiry jak między dwa walce obracające się w przeciwnych kierunkach.

Wówczas, gdy warstwy zewnętrzne wirów obracają się z identyczną prędkością co prędkość warstw przyległych prądu głównego, część wewnętrzna lub centralna każdego wiru obraca się sama przez się z bardzo dużą szybkością. W ten sposób każdy wir wywiera efekt pociągania przyległych części prądu głównego, który przepływa wokół strumienia wtórnego. W ten sposób wzniesiony przepływ gazu, jest skierowany do góry i do wewnątrz wklęsłości utworzonej przez spłaszczenie pozostałego przepływu strumienia i mieszanej warstwy.

Przekrój wirów powiększa się w sposób bardzo widoczny, podczas ich przepływu przez strefę B i tworzą one osłonę lub dość wyraźny ekran gazowy, który działa jak deflektor znacznej części prądu głównego.

Kiedy gaz przepływa do wewnątrz wirów z bardzo dużą szybkością, wiry te mają stały kształt i położenie, zaś ich wierzchołki stykają się z brzegiem otworu wylotowego strumienia nośnego, nieco za jego osią, nadając osłonie tych dwóch wirów pozornie nieruchome położenie.

Strefa C, która jest usytuowana na długości 7 do 10 średnic otworu strumienia nośnego wzdłuż drugiej skali, jest przestrzenią w której przepływ mieszanki i wiry praktycznie kończą swoje odchylenie od kierunku przepływu prądu. Strumień nośny, który stracił swoją identyczność, dał początek powstaniu mieszanego przepływu lub prądu rozciągania. Dwa wiry kontynuują rozszerzanie się wyżej opisanej osłony lub ekranu. Jednakże przy końcu strefy C, wiry zaczynają tracić swoją identyczność. Na fig. 2E i 2F, przedstawiono wiry 14B w przekroju w strefie C.

Wzajemne oddziaływanie prądu głównego i strumienia nośnego w strefie A, B i C przedstawiono na fig. 2H, podobnej do fig. 2A, lecz z pominięciem szkła. Na fig. 2H pokazano również przepływ gazu w stosunku do płaszczyzny H prostopadłej do głównego prądu. Znajduje się ona na powierzchni strumienia nośnego w dostatecznej odległości, aby nie był zakłócony przepływ prądu głównego przez zjawiska interakcji.

Głębokość przenikania strumienia nośnego 15 do prądu głównego 12A, którego całkowita grubość T jest ważnym elementem we wzajemnym oddziaływaniu strumienia nośnego i prądu głównego. Ogólnie można powiedzieć, że strumień nośny jest silniejszy niż prąd główny i jego przenikanie jest bardziej głębokie.

Na fig. 2 i 2H, punkt P', położony na brzegu strefy mieszanej, w końcu strefy C, gdzie jak było uprzednio podane, odchylenie zostało zakończone, wyznacza górną skrajną granicę przepływu mieszanki do prądu głównego.

W rzeczywistości, ponieważ prąd główny jest

w wzajemnym oddziaływaniu ze strumieniem nośnym, część prądu głównego jest odchylona od płaszczyzny, z której wypływa tak dalece, że linie przepływu prądu głównego, przechodząc ponad punktem P' są wygięte do góry, na skutek 5 odchylania mieszanego przepływu i tym samym unoszą się pod wpływem strefy interakcji dążąc do zajęcia swojego kierunku przepływu, nie będąc przez tę strefę ponownie chwytywane, ani zasysane ani też pociągane. Z racji tego działania, linia prądu przechodząc przez P', przebija płaszczyznę H w punkcie 5, położonym w odległości P 10 od płaszczyzny wyprowadzania strumienia nośnego zwaną płaszczyzną wyprowadzania znajdującą się u dołu. Odległość ta oddziela tę płaszczyznę od punktu P'. Punkt 5 jest więc punktem przez, który przechodzi linia przepływu prądu głównego, najbardziej oddalona od tej płaszczyzny, jednakże biorącej jeszcze udział w strefie interakcji. Dlatego przez P oznaczono odległość 20 płaszczyzny wprowadzania od punktu 5 w płaszczyźnie H, ponieważ jest ona wysokością przenikania strumienia nośnego do prądu głównego.

Na fig. 2H maksymalny wymiar strumienia nośnego, mierzony poprzecznie w stosunku do kierunku prądu głównego w płaszczyźnie wprowadzania strumienia oznaczono  $D_J$ . Wymiar ten jest 25 równy średnicy otworu 14 strumienia nośnego, w przypadku, gdy ten strumień ma przekrój kołowy.

Każda część prądu głównego bezpośrednio przecięta strumieniem nośnym, to znaczy która przepływa przez przestrzeń o szerokości  $D_J$ , w odległości P stanowiącej głębokość przenikania, bierze 30 udział w interakcji ze strumieniem nośnym.

Część prądu głównego, znajdująca się z dwu stron strumienia nośnego uczestniczy również w interakcji jak to wskazują różne linie 18, które 35 wyginają się do tyłu i w górę w kierunku strumienia nośnego i wirów. Powyżej pewnej granicy linie przepływu prądu głównego są lekko odchylone na zewnątrz, naokoło strefy interakcji, po czym ponownie zakrzywiają się nieco do wewnątrz, jednak nie biorą udziału w przepływie mieszaniny, którą stanowi prąd rozciągania. 40 W przedstawionym na fig. 2H układzie, wielkość części  $D_B$  prądu głównego, to znaczy szerokość części prądu głównego mieszającego się ze strumieniem nośnym posiada wymiar 1,5 do 3 razy większy od wymiaru strumienia  $D_J$ . Wielkość ta jest mierzona poprzecznie w stosunku do kierunku prądu głównego.

Na fig. 2H, linie przepływu prądu głównego są przedstawione na pięciu omawianych poziomach. Linie te wychodzą z przeciwnych stron i są ozna- 45 czone cyframi 1—1', 2—2', 3—3', 4—4' oraz jest oznaczony punkt 5, w miejscu największego przenikania. Punkt 1, 2, 3, 4, 5, 4', 3', 2', 1', są połączone linią 6, otaczającą przekrój prądu głównego zakreskowany na fig. 2H. Przekrój prądu głównego ograniczony linią 6, który nazywa się prze- 50 krojem skutecznym prądu głównego, jest równy w przybliżeniu iloczynowi  $D_B$  przez P.

Każda linia przepływu prądu głównego przez punkt płaszczyzny H położony na zewnątrz prze- 55

kroju ograniczonego linią 6 nie bierze bezpośrednio udziału w interakcji, lecz będzie tylko mniej lub więcej odchylona od niego, w zależności od 60 odległości jaka oddziela punkt od linii 6 płaszczyzny H.

Reasumując powyższe, przekrój prądu głównego rozpatrywany w przestrzeni przed strumieniem nośnym takiej, aby ta część prądu głównego od- 65 powiadała miejscu niezakłóconemu przez strumień nośny, przekrój w poprzek którego przechodzą wszystkie linie przepływu prądu głównego, który bierze udział wraz ze strumieniem nośnym przy utworzeniu strefy interakcji, tworzy przekrój skuteczny  $S_B$  prądu głównego. Ten przekrój ma duże znaczenie przy rozciąganiu, i w dal- 70 szszej części opisu będzie określany jako przekrój skuteczny  $S_B$ .

Przekrój skuteczny odpowiadający strumieniowi nośnemu jest przekrojem otworu 14 strumienia nośnego i w dalszym ciągu opisu będzie nazywany przekrojem skutecznym  $S_J$  strumienia nośnego.

Z mechaniki wiadomo, że masa m, posuwająca się z szybkością v, daje pęd:

$$M = mv$$

W przypadku przepływu gazu takiego jak prąd główny lub strumień nośny, w przedstawianym wynalazku, masa m może być obliczona jako iloczyn gęstości i objętości gazu, który przepływa 30 w jednostce czasu przez dany przekrój. Wartość tej objętości jest równa iloczynowi powierzchni S przekroju przepływu przez szybkość v tego przepływu:

$$m = S \rho v$$

podstawiając tę wartość zamiast m, równanie pędu przyjmie postać:

$$M = S \rho v^2$$

Biorąc pod uwagę, że przekroje prądu głównego i strumienia nośnego są skutecznymi przekrojami  $S_B$  i  $S_J$ , określonymi jak wyżej, pęd prądu głównego i strumienia nośnego mogą być wyrażone 45 każdy z osobna w następujący sposób, używając indeksu B dla prądu głównego indeksu J dla strumienia nośnego:

$$M_B = S_B \rho_B v_B^2$$

$$\text{oraz } M_J = S_J \rho_J v_J^2$$

Czynnik  $\rho v^2$ , który dotyczy prądu głównego lub strumienia nośnego może być oznaczony przez jedno z czterech wyrażen, używanych w dziedzinie 55 dynamiki cieczy takich jak ciśnienie dynamiczne, pęd na jednostkę czasu i na jednostkę przekroju, wydatek pędu na jednostkę przekroju, energia kinetyczna na jednostkę objętości.

Stwierdzono, że maksymalna głębokość przenikania P strumienia nośnego do prądu głównego, 60 jaka uprzednio została określona, jest wprost proporcjonalna do średnicy  $D_J$  strumienia nośnego i do stosunku energii kinetycznej na jednostkę objętości strumienia nośnego do energii kinetycznej prądu głównego.

Wyrażenie energii kinetycznej na jednostkę objętości strumienia odnosi się do energii części tego strumienia, która przepływa do strefy interakcji ze strumieniem nośnym.

W dalszym ciągu opisu będzie się więc tylko używać określenia stosunek energii kinetycznej na jednostkę objętości. Strefa D ma początek przy końcu strefy C, lecz jest nieograniczona w drugim kierunku. Wynika z tego, że zasięg strefy D wzdłuż przepływu prądu nie jest ograniczony.

Dwa wiry o przeciwnych kierunkach obrotów, progresywnie tracą w tej strefie swoje podobieństwo, szybkość kątową i energię. Na fig. 2G przedstawiono przekrój wykonany na początku strefy D pokazującej, że wiry przestają być wyraźnie określone, jak to jest przedstawione na fig. 2F. Przestają one być uporządkowane i zanurzają się w znaczniejszej masie prądu głównego po przebytej odległości od 3 do 5 średnic strumienia nośnego, przy czym są mierzone na dużej skali do końca strefy C. Można powiedzieć, że zjawisko interakcji przestaje istnieć.

Chociaż uporządkowanie, jednolitość i jednorodność głównego prądu nie może być całkowicie przywrócona po rozproszeniu, któremu był on poddany w strefie A, B i C, przepływ prądu głównego jest jednak dostatecznie przywrócony do dawnego stanu w odległości 3 do 5 średnic strumienia nośnego od początku strefy D, aby wytworzyć dominujący przepływ krążący w tej strefie. To uporządkowanie prądu głównego ma miejsce w odległości 16 do 18 średnic otworu strumienia nośnego, mierzonej wzdłuż drugiej skali na fig. 2B, odpowiada to 7 do 10 średnicom otworu strumienia nośnego, mierzonym wzdłuż pierwszej skali.

Inaczej mówiąc, efekt interakcji, który powoduje wytwarzanie włókien, ujawnia się na drodze równej 7 do 10 średnic strumienia nośnego, mierzonej wzdłuż skali drugiej, pozwala to umieścić inny strumień na tej poprzednio omówionej odległości wzdłuż jego biegu i stworzyć nowy ośrodek wytwarzania włókien dzięki strefie interakcji wyznaczonej przez obecność tego strumienia. Postępując w ten sposób można wykonać liczne lub nawet cały szereg ośrodków wytwarzania włókien, umieszczonych wzdłuż przepływu jednego prądu głównego.

Strefa I obejmuje część wyżej wymienionej strefy A przylegającej do płytki 10 to znaczy część, w której prądy recyrkulacyjne są najbardziej wyraźne. Strefa I, podobnie jak strefa A, znacznie się rozprzestrzenia w kierunkach poprzecznych i wzdłuż przepływu prądu, przy czym jest prostopadła do płytki i jest usytuowana na długości około 1 lub 2 średnic otworu strumienia nośnego.

W strefie I szkło jest bądź bezpośrednio kierowane do strefy podciśnieniowej tuż za strumieniem nośnym, bądź jest wciągane do tej strefy po doprowadzeniu do pewnej odległości od tej strefy.

Szkło przepływa w celu przeniknięcia do tej strefy w dokładny sposób, nawet jeśli otwór doprowadzający szkło przez płytkę 10, nie jest usytuowany bezpośrednio w pobliżu czoła strumienia nośnego. Jest to wymuszone prądami recyrkula-

cyjnymi, zostało to przedstawione przy omawianiu strefy A, które są dość silne i wyraźne w strefie I. Inaczej mówiąc w strefie I szkło umiejscawia się w obszarze podciśnienia, położonym bezpośrednio za strumieniem nośnym  $T_B$  umiejscowienie jest widoczne w przekroju na fig. 2C.

Zjawisko umiejscawiania jest ważne dla sposobu rozciągania zgodnie z wynalazkiem, gdyż wyraźnie przyczynia się do powstawania stałego stożka szklanego, którego wierzchołek może być wyciągany pod postacią włókna. To umiejscowienie dostarcza szklanemu stożkowi bardzo pewnej i powtarzalnej podstawy.

Stwierdzono, że chociaż stopione szkło jest doprowadzone do układu w innym punkcie, niż punkt położony bezpośrednio za strumieniem nośnym, mimo to szkło przepływa natychmiast bezpośrednio do obszaru umiejscowienia. Jeśli wprowadza się szkło blisko za otworem 16 przedstawionym na fig. 2B, prądy recyrkulacyjne pociągną go do góry, w kierunku powierzchni czołowej strumienia nośnego, a następnie odsuną szkło od tego strumienia dożądanego położenia.

Ponadto szkło może być wprowadzone w niewielkiej odległości za linią środkową strumienia nośnego, bez wchodzenia w prądy recyrkulacyjne. W rzeczywistości jeśli wprowadza się szkło do jakiegokolwiek punktu strefy podciśnieniowej, opisanej powyżej przy omawianiu strefy A, natychmiast ono przepływa w kierunku żadanego położenia i umiejscawia się w nim bezpośrednio za strumieniem nośnym.

Kiedy wprowadza się szkło na początku biegu strumienia nośnego, w pobliżu osi tego strumienia przepływa ono wzdłuż płytki w stronę górną strumienia nośnego, gdzie niekiedy rozdziela się tak, że część przepływa wokół każdej strony podstawy strumienia nośnego. W tym przypadku podzielone nitki szkła zbiegają się natychmiast za strumieniem nośnym i szkło zajmuje żadane położenie. Kiedy nitka szkła nie rozdziela się, przechodzi naokoło jednej ze stron strumienia nośnego, aby osiągnąć to położenie.

Wreszcie, kiedy szkło jest wprowadzane na początku biegu strumienia nośnego, nieco z boku w stosunku do linii środkowej tego strumienia, przepływa ono w kierunku podstawy strumienia nośnego, następnie wokół jednej ze stron tej podstawy i dochodzi do żadanego położenia bezpośrednio za tym strumieniem.

Jednak jest oczywiste, że jeśli wprowadza się szkło znacznie za strumieniem nośnym, na przykład w odległości 4 średnic otworu tego strumienia, lub jeszcze dalej, mierzonej na pierwszej skali, szkło nie będzie porywane przez prądy recyrkulacyjne. Tak samo, jeśli szkło wprowadza się na początku przepływu tego strumienia, lecz w położeniu nieco przesuniętym w stosunku do tego strumienia, przejdzie ono z boku bez porywania go przez prądy recyrkulacyjne.

Jednakże w stosunkowo szerokich granicach, sposób według wynalazku, daje wybór punktów podawania lub doprowadzenia szkła, które mogą być użyte bez pogarszania otrzymanych wyników.

Poza opisanymi wpływami jakie wywierają prądy gazowe na szkło znajdujące się w strefie I, istnieje jeszcze efekt napięcia powierzchniowego, szczególnie w obszarze bezpośrednio sąsiadującym z otworem wypływu szkła. Napięcie powierzchniowe wywołane przez zetknięcie powierzchni z powierzchnią, a w tym przypadku szkła i obwodu otworu podczas wypływu szkła z tego otworu na płaszczyznę układu rozciągania. Umieszczając otwory do podawania szkła w strefie umiejscowienia, bezpośrednio za strumieniem nośnym można wykorzystać efekt napięcia powierzchniowego, np. do zwiększenia stabilności szklanego stożka. Jest to przyczyna, dla której korzystnie jest umieszczenie otworów do podawania lub doprowadzania szkła, bezpośrednio za strumieniem nośnym.

Przepływ materiału termoplastycznego w strefie I jest scharakteryzowany przez doprowadzenie tego materiału w pobliże strefy interakcji i umiejscowienie tego materiału w miejscu, położonym bezpośrednio za strumieniem nośnym.

Strefa II zajmuje odległość około 3 średnic otworu strumienia nośnego wzdłuż drugiej skali, począwszy od końca strefy I. W strefie II szkło już umiejscowione, jak to było wyżej opisane przy strefie I, jest wciągane pod połączonym działaniem prądów gazowych i tworzy stabilny stożek. W obszarze stożkowym, szkło ma przepływ laminarny, a przekrój stożka, w sposób ciągły stopniowo maleje w miarę zbliżania się do jego wierzchołka. Jednolite zmniejszanie przekroju stożka jest ważne dla wytwarzania włókna, które ma posiadać na całej swojej długości średnicę zasadniczo jednakową oraz dla zapewnienia ciągłości otrzymywania włókna.

Na fig. 2A przedstawiono, że zmniejszenie przekroju stożka powstaje w tym samym czasie, co powiększanie przekrojów dwóch wirów. Przepływ szkła tworzy stożek we wklęsłości wytworzonej przez wiry za strumieniem nośnym. W ten sposób stożek szklany jest zabezpieczony przed uderzeniem mogącym spowodować pęknięcie, które mogłoby powstać przez działanie na niego prądu głównego. Powoduje to stabilny przepływ szkła, który stanowi jedną z ważniejszych cech sposobu według wynalazku.

Na fig. 2D przedstawiono, że przekrój szkła jest mniejszy w porównaniu z przekrojem z fig. 2C. Jest to spowodowane faktem, że przekrój przedstawiony na fig. 2D jest bliższy wierzchołka stożka z materiału termoplastycznego.

Przy płytce wiry mają bardzo mały przekrój i ich tarcie o powierzchnię szkła jest znacznie ograniczone. W miarę oddalania się od płytki wiry się rozszerzają i mają coraz większą powierzchnię styku ze szkłem, powoduje to, że wiry mają rosnący wpływ na proces rozciągania szkła.

Materiał termoplastyczny jest stabilny w strefie I i w dość dużej części strefy II, co się tyczy zarówno jego wymiarów jak i przesunięć. Postać, wymiary i położenie części stożka z materiału termoplastycznego, zawarte między płytką 10, a punktem 19B na końcu stożka, pozostają w przybliżeniu stałe dla danych parametrów wytwarzania szkła. Zachodzi stały i jednakowy ruch sto-

pionego szkła wewnątrz stożka w miarę jak materiał termoplastyczny wypływa z otworu w płytce 10, ale przepływ szkła w stożku nie jest widoczny i stożek wydaje się być prawie nieruchomym aż do punktu 19B (fig. 2B). Powyżej poziomu punktu 19B, koniec stożka szklanego jest przemieszczany gwałtownie i bez przerwy w kierunku wzdłuż przepływu, czasami w kierunku poprzecznym, a czasami ruchem kołowym.

Stabilność szklanego stożka jest wyjątkowo ważną cechą dla wykonania rozciągania zgodnie z wynalazkiem, gdyż umożliwia w sposób ciągły wytwarzać włókna, których średnica jest w przybliżeniu jednakowa i które nie posiadają zgrubień oraz kawałków materiału nieprzemienionego we włókna, w gotowym produkcie. Wytwarza się szklany stożek bardzo stabilny, którego wysokość lub długość można zmieniać w szerokich granicach, wybierając lub zmieniając jak wyżej opisano, jeden lub więcej parametrów wytwarzania. Należy jednak podkreślić, przy omawianiu tego zagadnienia, że stabilność stożka jest niezależna od jego długości.

W strefie I i II przedstawiono sposób dostarczania materiału termoplastycznego w stanie stopionym, o stałym i powtarzalnym przepływie, pod postacią nitki, której przekrój zmniejsza się ciągle i stopniowo, w strefie której może ona być rozciągnięta na włókno. Inaczej mówiąc dotychczasowy opis dotyczy tylko doprowadzenia stopionego szkła do przestrzeni, w której panuje bardzo szybki przepływ gazu.

W strefie III, zachodzi ostatnia faza procesu rozciągania materiału stopionego na bardzo cienkie włókno. Tego rozciągania dokonuje się na małej części włókna szklanego, w wyniku czego strefa III, rozciąga się tylko na odległość 3 do 5 średnic otworu strumienia nośnego, mierzoną na drugiej skali, począwszy od końca strefy II.

Proces rozciągania jest scharakteryzowany przez działanie dynamiczne, zachodzące w strefie III. Chociaż było możliwe zaobserwowanie zachowania się szkła w strefie I i II bądź gołym okiem, bądź za pomocą wykonanych z dużą szybkością zdjęć filmowych, działanie wywierane na materiał rozciągany w strefie III, jest o wiele za szybkie, aby mogło być widzialne gołym okiem oraz również za szybkie do dobrego sfilmowania za pomocą kamery.

Zbadano zdjęcia wykonane z prędkością 4.000, 6.500 i 10.000 klatek na sekundę. Badania te wykazały, że samo włókno powstaje począwszy od końca stożka. Jednakże istnieje jeszcze niepewność odnośnie dokładnej drogi tego włókna w strefie III. Dlatego też oznaczono górną granicę strefy II jako punkt, do którego ruch szkła może być śledzony gołym okiem.

Obserwacje, w szczególności za pomocą wyżej wspomnianych szybkich zdjęć filmowych, wskazują na ciągłe działanie powtarzalnego, regularnego smagania, które stwarza wrażenie powstawania w jednej płaszczyźnie, lecz które z powodu ruchu wirowego na obszarze rozciągania, najprawdopodobniej przebywa co najmniej w ciągu dużego

okresu czasu, drogę spiralnego zwoju, którego skok i amplituda wzrastają w kierunku przepływu.

Porównanie wydatku włókien przy sposobie otrzymywania włókien według wynalazku i tego samego wydatku otrzymanego czterema znanymi sposobami wskazuje, że współczynnik wydajności wytwarzania sposobem według wynalazku, znacznie przekracza współczynnik otrzymany znanymi sposobami, to jest stosunek 10/1 z wyjątkiem wytwarzania wełny szklanej przez rozciąganie za pomocą pary, dla którego stosunek ten wynosi 2/1. Współczynnik wydajności wytwarzania włókien może być obliczony z tablicy I, odliczając procentową ilość materiału nieprzetworzonego we włókna, lub odpady oraz biorąc pod uwagę przepływ jednostkowy odpowiedniego sposobu.

Wytwarzanie jednego włókna z jednego stożka o tak dużym przepływie jednostkowym wskazuje, że prędkość włókien w czasie rozciągania jest co najmniej większa 8 do 10 razy od prędkości prądu i strumienia.

Temperatura prądu gazowego, który osłania szkło w strefie III, powinna być dostatecznie wysoka tak, aby szkło było w stanie zmiełczonym, umożliwiającym rozciąganie w tej strefie.

Rozważając to wszystko, co dotyczy materiału termoplastycznego w strefie III, między punktem wynurzenia ze stałego stożka, a punktem umieszczonym za nim, w którym jest on zbierany w postaci twardniejącego cienkiego włókna oraz biorąc pod uwagę zaobserwowane działanie smagania można uznać, że włókno z materiału termoplastycznego jest zawsze jeszcze rozciągane w strefie II, we wnętrzu wklęsłości lub osłony utworzonej przez dwa wiry obracające się w przeciwnych kierunkach i przez strumień nośny. Włókno jest skierowane do tej wklęsłości przez składowe 15B skierowane do wewnątrz wirów. W tej wklęsłości włókno napotyka stosunkowo wysokie ciśnienie ekranu gazowego, zdefiniowanego powyżej, i jest zmuszone do przenikania do warstwy obwodowej, napędzanej ruchem obrotowym jednym lub drugim z dwóch wirów, w których materiał jest poddany ruchowi spiralnemu o bardzo dużej prędkości, wywołującym jego rozciąganie w strefie III na włókno bardzo cienkie.

Dokładny ruch materiału rozciąganego, jest nieznanym. Jednakże można wyciągnąć pewne wnioski, dotyczące tego zjawiska. Znaczna długość włókna teoretycznie nieograniczona, w porównaniu z dużo mniejszym rozmiarem strefy III, pozwala przypuszczać, że rozciąganie następuje tak, jak gdyby materiał termoplastyczny był trzymany z obu końców, podczas kiedy jest on poddany bardzo gwałtownym siłom podmuchu, lub jak gdyby jeden z końców materiału rozciąganego był trzymany, ponieważ tworzy on jedno ciało ze stożkiem szklanym, z którego wychodzi. Przeciwny koniec, który wydaje się być wolnym, rzeczywiście nie jest wolny, ponieważ tworzy jedno ciało z włóknami ochłodzonym i stwardniałym, które już po przejściu strefy III, usytuowane jest wzdłuż przepływu części materiału rozciąganego. Włókno ochłodzone i stwardniałe jest trzymane i cią-

gnięte z kolei przez siły tarcia przepływu w strefie D.

Widać, że wytworzona energia przez dmuch lub wirowanie stwardniałego włókna, jest ponownie przekazywana w kierunku początku przepływu, co czyni, że działa ona wyjątkowo skutecznie w toku fazy rozciągania, która następuje w strefie III. Biorąc pod uwagę, że istotne rozciąganie włókna ma miejsce na długości kilku średnic otworów strumienia nośnego, największa część energii dmuchu jest skoncentrowana i zużyta na tym obszarze strefy III. Pozostała energia dmuchu wywołuje bezwładny ruch wierchółka stożka.

Reasumując można powiedzieć, że strefa III charakteryzuje się całkowitym rozciągnięciem włókna, dzięki działaniu energii powstałej w strefie IV i V.

Strefa IV, która rozciąga się w przybliżeniu na odległość od 8 do 15 średnic otworu strumienia nośnego, mierzona na drugiej skali, obejmuje obszar, w którym już stwardniałe włókno jest ciągnięte przez siły wytworzone w wirach. Ruch szkła przedstawiono na fig. 2E i 2F.

Jak było wyżej wspomniane, ważny szczegół wynalazku polega na tym, że włókna są usuwane bardzo wcześnie w kierunku strefy stosunkowo chłodnej, w której rozciąganie nie jest już możliwe, co ma miejsce podczas ich przenoszenia ze strefy IV do strefy V.

Strefa V zajmuje odległość nieokreśloną, począwszy od strefy IV w kierunku obszaru, w którym odbywa się odbiór włókien. W chwili, w której włókno osiąga strefę V, wiry są słabe, prawie nierozpoznawalne, jak to pokazuje fig. 2G. Począwszy od tego punktu, częściowo przywrócony do poprzedniego stanu, przepływ głównego prądu podaje włókno poza obszar rozciągania.

Jak było podane przy strefie C, prąd rozciągania, powstały z mieszaniny prądu głównego i strumienia nośnego, ma kierunek zakrzywiony wzdłuż przepływu tego prądu. Kiedy to zakrzywienie w strefie IV, zbliża się do końca, włókno szklane jest kierowane dalej od płaszczyzny doprowadzenia szkła, w kierunku warstw zewnętrznych, gdzie jest ono poddane gwałtownemu ochłodzeniu.

We wszystkich sposobach wykonania wynalazku, przedstawionych na rysunku, z wyjątkiem fig. 3, warstwy obwodowe, oddalone od płaszczyzny doprowadzenia szkła, są chłodniejsze od warstw zbliżonych do tej płaszczyzny, gdyż prąd główny i prąd rozciągania powodują powstanie wielkiej ilości o wiele chłodniejszego, otaczającego powietrza, przedstawionego na fig. 3A pod postacią linii krzywych 12B.

Z racji nieobecności zimnego, otaczającego powietrza w sposobie wykonania przedstawionym na fig. 3, nagle, bardzo dobre ochłodzenie włókna uzyskuje się innymi sposobami. Na przykład w ten sposób, że główny prąd może mieć niższą temperaturę, a strumień nośny może mieć wyższą temperaturę, w wyniku czego pożądana temperatura szkła w strefie III będzie utrzymana dzięki bardziej gorącemu strumieniowi nośnemu podczas, gdy nagle ochłodzenie włókna poza strefą III spo-

woduje chłodniejszy prąd główny. Z tego względu, należy podkreślić, że we wszystkich sposobach wykonania wynalazku, obejmujących dużą ilość ośrodków wytwarzania włókien, umieszczonych kolejno wzdłuż przepływu prądu głównego, powinna być zachowana ostrożność obojętne przy jakiej ilości ośrodków, dla zapewnienia, aby strefy III i IV były rozmieszczone w określony sposób. Z jednej strony, aby ich temperatury były dostatecznie wysokie, dla umożliwienia rozciągania włókna w strefie III, z drugiej strony dostatecznie niskie dla uzyskania dobrego ochłodzenia wówczas, gdy włókno przechodzi przez strefę IV. Otrzymuje się to przy różnych sposobach wykonania przedstawionych na fig. 3A i 4.

Każdy ośrodek otrzymywania włókna, położony wzdłuż przepływu prądu dokonuje rozciągania w pewnej odległości od płaszczyzny podawania szkła, która jest usytuowana niżej o odpowiednią odległość od ośrodka do wytwarzania włókien, usytuowanego bezpośrednio za poprzednim. Biorąc pod uwagę, że główny prąd jest cieplejszy przy płaszczyźnie podawania, układ pozwala na jednoczesne pożądane dobre chłodzenie włókien i na utrzymanie odpowiednio przystosowanej temperatury do poziomu różnych ośrodków otrzymywania włókien, rozmieszczonych wzdłuż przepływu prądu.

Inny sposób otrzymywania tego samego wyniku, jest przedstawiony na fig. 5, na której z jednej strony stosunek między energiami kinetycznymi na jednostkę objętości strumienia nośnego pierwszego szeregu i prądu głównego, oraz grubości warstwy prądu głównego są takie, że końcowe odchylenie mieszaniny gazowej i włókna, tworzy kąt ze ścianką różny od zera, zaś z drugiej strony energie kinetyczne na jednostkę objętości strumieni nośnych kolejnych szeregów stopniowo się zmniejszają w celu utrzymania stałego stosunku między energią kinetyczną na jednostkę objętości kolejnych strumieni nośnych i prądu głównego. Końcowe nachylenia wypadkowego przepływu mieszaniny gazowej oraz kolejne rzędy włókien są praktycznie równoległe do nachyleń pierwszego rzędu.

Ponieważ przepływ mieszaniny wychodzi dość nagle z wnętrza prądu głównego, warstwa tego prądu o praktycznie stałej grubości, wysokiej i jednolitej temperaturze utrzymuje się na ścianie na kilku kolejnych rzędach wytwarzania włókien. To rozmieszczenie utrzymuje więc punkt przejścia ze strefy III, w której warstwa ma jednakową, wysoką temperaturę do strefy IV, ochłodzonej powietrzem, w odległości od ściany praktycznie stałej dla wszystkich kolejnych szeregów, stwarza to praktycznie takie same warunki chłodzenia dla wszystkich wspomnianych szeregów.

To rozmieszczenie pozwala znacznie powiększyć liczbę kolejnych ośrodków wytwarzania włókien.

Odległość między płaszczyzną doprowadzenia włókien i zapoczątkowaniem strefy III, w której zachodzi rozciąganie, odpowiada długości stożka szklanego jak było wspomniane w części opisu dotyczącego stref I i II. Długość szklanego stożka jest zależna od takich parametrów jak wydajność jednostkowa, średnica podstawy stożka, lepkość

szkła, a więc i temperatura stożka, energia prądów recyrkulacyjnych i stosunek między energią kinetyczną na jednostkę objętości strumienia nośnego do energii prądu głównego. Na ogół im większa jest głębokość przenikania strumienia (P na fig. 2H) tym maksymalny przepływ jednostkowy może być wyższy, ponieważ dopuszczalna długość stożka jest wprost proporcjonalna do przenikania. Biorąc pod uwagę, że poszukuje się znacznych wydajności jednostkowych, bardziej głębokie przenikanie strumienia nośnego jest konieczne. Z punktu widzenia zużycia paliwa, jest korzystnie stosować możliwie jak największą część grubości T (fig. 2H) prądu głównego. Jest również korzystne usunąć natychmiastowo nowo rozciągnięte włókno, z części gorącej do części względnie chłodnej mieszanego przepływu, który służy do rozciągania.

W większości przypadków, strumień nie przechodzi na wskroś prądu głównego. To narzuca w pewnym sensie granicę przenikania strumienia biorąc pod uwagę grubość prądu głównego. Wynika z tego granica długości szklanego stożka dla ukształtowania danych przepływów.

Na fig. 3A, przedstawiono sposób wykonania, obejmujący pewną liczbę ośrodków otrzymywania włókien, stosownie do przemysłowego wykorzystania przedmiotu wynalazku. W tym sposobie wykonania główny prąd oznaczony strzałką 12A jest przedstawiony w chwili wypływania przez otwór między wargami 24, który może stanowić część komory spalinowej, jak to zostało opisane we francuskim opisie patentowym nr 90660 dodatkowym do patentu głównego nr 1.292.222.

Główny prąd jest skierowany wzdłuż ściany 28. Ściana ta posiada pewną liczbę otworów strumienia nośnego 32A, 32B, 32C, odpowiednio rozmieszczonych w kierunku przepływu, jak również pewną liczbę odpowiednich otworów 33A, 33B, 33C do podawania materiału termoplastycznego.

Można powiększyć liczbę otworów doprowadzających szkło i strumienie nośne w kierunku poprzecznym w stosunku do kierunku prądu głównego, jak również wzdłuż jego przepływu. Z tego powodu odnośniki 32A, 32B, 32C przedstawiają poprzeczne szeregi otworów dla strumieni nośnych. Każdy otwór strumienia nośnego i otwór materiału rozciąganego, który jest z nim skojarzony, tworzą niezależne ośrodki wytwarzania włókien. Strumień nośny podawany przez otwór 32A, współdziała z bezpośrednio sąsiadującą częścią prądu głównego tworząc zlokalizowaną strefę interakcji, do której jest wprowadzony materiał rozciągany, po wyjściu z otworu 33A, w sposób zgodny z podanymi wyjaśnieniami odnośnie fig. 2.

Stwierdzono, że ogólne zasady rozmieszczania ośrodków wytwarzania włókien, powinny być uwzględnione przy wykonaniu właściwego procesu rozciągania, poczynwszy z kilku ośrodków, opisanych odnośnie fig. 3A. Jedną z ważnych cech jest zmniejszenie do minimum odległości między osiami, to znaczy w kierunku przepływu otworu strumienia nośnego i odpowiedniego otworu materiału rozciąganego. Stwierdzono, że najlepsze wyniki otrzymuje się wtedy, kiedy ta odległość nie

przekracza 1—2 średnic otworu strumienia nośnego.

W czasie procesu należy zwrócić uwagę na odległość międzyosiową między ośrodkami wytwarzania włókien. Istnieją dwie różne odległości międzyosiowe, które należy wziąć pod uwagę, pierwsza jest odległością międzyosiową poprzeczną, to znaczy odległością między ośrodkami wytwarzania włókien, położonymi poprzecznie do kierunku przepływu głównego prądu, druga jest podłużną odległością międzyosiową, to znaczy odległością, która oddziela te ośrodki wytwarzania włókien w kierunku wzdłuż przepływu prądu głównego. Odległość poprzeczna osi ośrodków wytwarzania włókien jest rzędu 2 do 3 średnic otworu strumienia nośnego, podczas gdy najmniejsza podłużna odległość ośrodków wytwarzania włókien jest rzędu 7 do 10 średnic otworu strumienia nośnego, za wyjątkiem przypadku przesuniętych położzeń otworów.

Kiedy stosuje się dużą ilość strumieni nośnych rozstawionych poprzecznie w odstępach, w stosunku do kierunku prądu głównego, średnica  $D_B$  prądu głównego bezpośrednio wpływa na zjawisko interakcji opisane powyżej w odniesieniu do fig. 2H, jest nieco mniejsza, na przykład może być zawarty w nieco mniejszym odstępnie niż  $D_J$ , które jest wymiarem otworu strumienia nośnego, mierzonym poprzecznie w stosunku do prądu głównego. Wymiar  $D_B$  w związku z tym może być mniejszy około 2 razy od  $D_J$ . To wyjaśnia się faktem, że przepływ prądu głównego posiada mniejszą możliwość rozprzestrzeniania się wokół strumienia nośnego, kiedy inne strumienie nośne znajdują się po obu stronach pierwszego wspomnianego strumienia. Inaczej mówiąc prąd główny posiada tendencję do ograniczenia przekroju jego przepływu, podczas kiedy przechodzi przez wiele stref interakcji w sposobie wykonania, w którym stosuje się wiele strumieni nośnych. Tego rodzaju wykorzystanie prądu głównego staje się bardziej skuteczne niż to było do przewidzenia.

Jak już było uprzednio wyjaśnione, odnośnie strefy D, i fig. 2 i 2B, przepływ głównego prądu praktycznie lecz nie całkowicie, wraca do dawnego stanu na małej odległości wzdłuż ośrodka wytwarzania włókna. Stwierdzono, że odległość wzdłuż przepływu, mierzona na drugiej skali przedstawionej na fig. 2 i 2B, na poziomie, na którym główny prąd jest dostatecznie uporządkowany aby móc wziąć udział przy tworzeniu innego ośrodka wytwarzania włókna, jest równa około 7 do 10 średnic otworu strumienia nośnego.

Wynika z tego, że przy sposobie wykonania, przedstawionym na fig. 3A, kolejna odległość powinna być, jak jest wskazane, co najmniej równa 7 do 10 średnic otworu strumienia nośnego. Również jak było uprzednio powiedziane w opisie strefy V, przy sposobach wykonania jak ten na fig. 3A, główny prąd jest cieplejszy w sąsiedztwie płaszczyzny jego podawania. W wyniku tego jest korzystne ustalić punkty przejścia ze strefy III do strefy IV we wszystkich kolejnych ośrodkach wytwarzania włókna przy stopniowo zmniejszających się odległościach od płaszczyzny

podawania, aby uzyskać odpowiednią temperaturę przy otrzymywaniu włókna. Ponadto rozmieszczenie to jest korzystne dla spełnienia warunków chłodzenia włókien. Poza tym to rozmieszczenie przyczynia się do uniknięcia plątania się włókien z kolejnych ośrodków, ponieważ wysokość stożków stopniowo się zmniejsza od jednego ośrodka do drugiego wzdłuż kierunku przepływu.

Wysokość stożka można zmniejszać, zmieniając jeden lub kilka wymienionych parametrów, na przykład zmniejszając przepływ jednostkowy, lub powiększając temperaturę stożka szklanego, lub też zmniejszając głębokość przenikania strumienia nośnego.

Biorąc pod uwagę, że przepływ prądu głównego nigdy nie powraca całkowicie do dawnego stanu po przebytych zakłóceniu przez dany ośrodek i ponieważ każdy ośrodek pociąga za sobą pewną stratę energii kinetycznej prądu głównego, stwierdzono, że jest korzystne w przyrządzie, takim jaki jest przedstawiony na fig. 3A, stosować dla kolejnych ośrodków wytwarzania włókien, strumienie nośne, mające coraz mniejszą głębokość przenikania, na przykład stosując strumienie nośne, mające stopniowo zmniejszaną energię kinetyczną, lub stopniowo zmniejszane średnice otworów. To wszystko może być spełnione utrzymując żądany stosunek między energią kinetyczną na jednostkę objętości strumienia nośnego i energią kinetyczną prądu głównego, przy czym prędkość prądu głównego stopniowo maleje w miarę oddalania się od wspomnianego źródła prądu.

Przy sposobie wykonania jak na rys. 3A, żądane głębokości przenikania otrzymuje się, zmniejszając kolejno prędkości strumieni nośnych w ośrodkach wytwarzania włókien, które są bardziej oddalone od źródła prądu głównego.

Przy podobnym sposobie wykonania żądane głębokości przenikania były otrzymane stopniowo zmniejszając średnice otworów strumieni nośnych.

Jednak stopniowe zmniejszanie głębokości przenikania strumieni nośnych wywołuje otrzymanie włókien grubszych, jest to sprzeczne z zamierzeniami. W konsekwencji, przy stosowaniu urządzenia przedstawionego na fig. 3A, można otrzymać średnią, w przybliżeniu jednakową średnicę włókien, z różnych ośrodków wytwarzania włókna, stopniowo zmniejszając przepływ jednostkowy w kierunku od jednego ośrodka do drugiego wzdłuż kierunku przepływu. Można to wykonać różnymi sposobami, na przykład zmniejszając otwory wypływu szkła, lub zmniejszając temperaturę ściany pieca w pobliżu tego otworu.

Biorąc pod uwagę, że energia kinetyczna prądu głównego, zmniejsza się w odstępach od jednego ośrodka otrzymywania włókna do drugiego, całkowita liczba tych ośrodków, które mogą być obsługiwane przez określony prąd główny, jest ograniczona sumą oporów stawianych temu prądowi przez wspomniane ośrodki.

Inny sposób zwiększenia liczby ośrodków wytwarzania włókien jest przedstawiony na fig. 3. Wskazuje on sposób wykonania wynalazku, obejmujący główny prąd, wskazany strzałką 12A, który jest podawany przez otwór utworzony mię-

dzy wargami 24, stanowiący część komory spalinowej. Prąd główny może być prądem takim, jaki został opisany w dodatkowym francuskim patencie nr 90 660.

Sposób wykonania przedstawiony na fig. 3 różni się od sposobu przedstawionego na fig. 3A, przez istnienie drugiej ściany 26 o podobnej konstrukcji, zwróconą płaszczyznę czołową do przeciwną ściany 28. W miarę możliwości użyto te same odnośniki zarówno na fig. 3 jak również na fig. 3A.

Prąd główny przechodzi trasę dokładnie wyznaczoną przez dwie ściany 26 i 28, które powstrzymują jego rozprzestrzenianie się. Ściany 26 i 28, zawierają pewną liczbę otworów strumieni nośnych 30A, 30B i 30C oraz 32A, 32B i 32C, rozmieszczonych każde z osobna, w odstępach jedne od drugich wzdłuż przepływu, jak również pewną liczbę otworów do podawania materiału rozciąganego 31A, 31B i 31C oraz 33A, 33B i 33C. Jest możliwe powiększenie liczby otworów w kierunku poprzecznym, jak również w kierunku wzdłuż przepływu. Oznaczenia 30A, 30B, 30C, 32A, 32B i 32C mogą przedstawiać poprzeczne rzędy otworów strumieni nośnych zamiast przedstawionych otworów pojedynczych. Każdy strumień nośny, jak również włókno szklane, które wynurza się z dwóch towarzyszących otworów, tworzą niezależny ośrodek wytwarzania włókna. Strumień nośny podawany przez otwór 30A współdziała z częścią prądu głównego, położoną w bezpośrednim jego sąsiedztwie, daje to początek powstaniu lokalnej strefy interakcji, do której zostaje wprowadzony materiał rozciągany, pochodzący z otworu 31A, w sposób zgodny z podanym wyjaśnieniem, odnoszącym się do fig. 2.

Należy podkreślić, że otwory do podawania strumieni nośnych oraz otwory wylotowe szkła, usytuowane w ścianach 26 i 28 mogą być przesunięte w kierunku podłużnym (fig. 3), zamiast być umieszczone na przeciwko sobie tak, aby wykorzystać maksymalną liczbę otworów bez zakłócenia jednego ośrodka wytwarzania włókien przez drugi.

Jak to przedstawiono na fig. 4, można również ułatwić wytwarzanie włókien i chłodzenie danych włókien, wprowadzając każdy kolejny strumień nośny pod kątem w stosunku do prądu głównego, który jest nieco mniejszy niż kąt wprowadzenia strumienia położonego bezpośrednio przed rozważanym strumieniem. Kolejne otwory strumieni nośnych 36A, 36B i 36C są ustawione tak, aby skierować strumienie pod kątami coraz bardziej ostrymi. Pomimo faktu, że wszystkie strumienie nośne mogą posiadać te same energie kinetyczne na jednostkę objętości, głębokość przenikania wspomnianych strumieni różni się na poziomie kolejnych otworów wprowadzenia szkła 37A, 37B i 37C kolejnych ośrodków wytwarzania włókien. W wyniku tego różnego ustawienia, każda kolejna strefa interakcji jest położona bliżej powierzchni płytki 10.

Sposób wykonania przedstawiony na fig. 5 pozwala wykorzystać większą liczbę ośrodków do wytwarzania włókien umieszczonych w kierunku przepływu, całkowicie podtrzymując skuteczne wy-

tworzenie włókna i chłodzenie. Na fig. 5, linia kreskowana 12C wskazuje w przybliżeniu poziom, na którym znajduje się koniec kończącej się strefy III każdego ośrodka wytwarzania włókien, wzdłuż głównego prądu 12A.

Jak wskazują linie 12D przepływu prądu głównego na fig. 5, jest on nieznacznie odchylony podczas interakcji ze strumieniami nośnymi w przedstawionym sposobie wykonania. Inaczej mówiąc wzdłuż przepływu, jak to było opisane powyżej w przypadku innych sposobów wykonania, następuje w części przez odchylenie strumieni nośnych i w części przez odchylenie prądu głównego. Głównym celem, jest uzyskanie głębokiego przenikania strumieni nośnych do prądu głównego.

Jak wyżej wspomniano, każdy z otworów przedstawionych na fig. 3, 3A, 4 i 5 może również stanowić boczne otwory każdego rzędu. Takie rzędy większej liczby otworów będą opisane poniżej. W tych ostatnich sposobach wykonania, jest pokazane, że otwory kolejnych rzędów mogą być przesunięte w kierunku przepływu, aby pozwolić na powiększenie zagęszczenia ośrodków wytwarzających włókna, bez obawy, że poprzedni ośrodek wytwarzający włókno zmniejszyłby szybkość prądu głównego w takim punkcie, żeby nie mógł się wytworzyć ośrodek wytwarzania włókien w pobliżu następnego strumienia nośnego. Chociaż kolejny minimalny odstęp osi ośrodków wytwarzania włókien wynosi na ogół, jak to już było podane, 7 do 10 średnic otworu strumienia nośnego, gdy te ośrodki są ustawione liniowo, odstęp ten może być zmniejszony w urządzeniach, gdzie kolejne rzędy otworów są przesunięte, przy czym odstęp między jednym rzędem i następnym wynosi 4 do 5 średnic otworu strumienia nośnego.

Ponadto, przesunięcie ośrodków wytwarzających włókna przewidziane po obu stronach prądu głównego w sposobie wykonania przedstawionym na fig. 3 jest również pożądane. Ośrodki wytwarzające włókna w postaci płytek 26 i 28 nie są ustawione na wprost siebie, lecz są przesunięte w kierunku przepływu prądu głównego, aby całkowicie uniknąć szkodliwego nakładania się prądów. -

Na fig. 6 i 7 przedstawiono szereg urządzeń do wytwarzania włókien według wynalazku. Materiał rozciągany 40 pod postacią małych szklanych kulek jest wprowadzany na poziomie powierzchni płytki 42. Kulki te topią się pod wpływem wydzielanego ciepła przez płytkę 42 ogrzewaną elektrycznie. Szkło w ten sposób stopione posuwa się pod wpływem głównego prądu 12A, wypływającego z wylotu 44 palnika w kierunku strumienia 14C, gdzie szkło gromadzi się pod postacią stożka 40A.

Stopione szkło jest zasysane z położenia bezpośrednio za strumieniem nośnym, w kierunku wnętrza strefy interakcji prądu głównego i strumienia nośnego. Jest więc rozciągane podobnie jak opisano poprzednio.

Płytką 42 ma wycięcie 42B za punktem wytwarzania włókna, które w sposób sztuczny usuwa wszelką możliwość przyklejenia stopionego materiału rozciąganego do płytki, która mogłaby po-

wstać, w następstwie gwałtownych podmuchów wywieranych na włókno.

Na fig. 8 przedstawiono inny przykład wykonania, w którym strumień nośny jest doprowadzany przewodem 50 do otworu, aby przeniknąć do strumienia głównego 12A wypływającego z palnika 54. Strumień nośny 14, wypływający z otworu 52, częściowo przecinając prąd główny, jest całkowicie przez niego otoczony, wywołuje to powstawanie strefy interakcji.

Materiał rozciągany 56 wypływa z kadzi 58 przez otwór pod postacią stożka 16 w strefie interakcji prądu głównego i strumienia nośnego.

Na fig. 9A, 9B i 9C przedstawiono inny przykład wykonania urządzenia do wytwarzania włókien. Posiada on piec 60 do topienia szkła za pomocą oporników elektrycznych. W innym przykładzie wykonania piec może być utworzony przez filierę zasilaną przez znany piec do topienia szkła o różnym składzie.

Włókno z materiału rozciągane 62 wypływa z pieca 60, przechodząc przez część stożkową 63 w kierunku stanowiska 64 do wytwarzania włókien (fig. 9A). Włókno 62 z materiału rozciągane (fig. 9B) jest wprowadzane do filiiery 66 za pomocą leja 67. Filiera 66 zawierająca zapas szkła jest przymocowana do skrzyni 65 za pomocą płyty dociskowej 68, która z kolei jest przymocowana do skrzyni 65 za pomocą śrub dociskowych 70. Filiera 66 jest oddzielona od skrzyni przez wykładzinę azbestową 72. Chociaż azbest jest stosowany z uwagi na swoje doskonałe własności izolacyjne, jednak może być zastąpiony przez inne materiały ogniotrwałe.

Miedzy podstawami filiiery 66 i skrzyni 65 jest usytuowana duża ilość wąskich przewodów zakończonych otworami 74, z których każdy posiada średnicę wewnętrzną rzędu 2 mm. Przewody te służą do doprowadzenia materiału rozciągane bezpośrednio za strumieniami nośnymi wypływającymi z otworów 76, skąd wspomniany materiał może być pociągnięty do strefy interakcji prądu głównego i strumienia nośnego w wyżej opisany sposób.

Otwory strumieni nośnych 76 są zasilane gorącym powietrzem pod ciśnieniem lub spalinami za pomocą komory 78, która z kolei jest zasilana za pomocą rury 80 przez generator strumieni 82 (fig. 9A).

Na fig. 90 filiera 66 zawiera dziewięć otworów 74, przez które wypływa szkło. Otwory te są umieszczone bezpośrednio w pobliżu takiej samej liczby otworów 76 do podawania strumieni nośnych. Jak już było podane w opisie odnoszącym się do strefy I, nieznaczna wada liniowego ustawienia otworu doprowadzającego szkło w stosunku do towarzyszącego otworu strumienia nośnego, nie szkodzi wytwarzaniu włókna i faktycznego umiejscowienia szkła w przestrzeni podciśnieniowej bezpośrednio za strumieniem. Jednakże taka wada ustawienia jest niekorzystna w sposobie wykonania, obejmującym kilka otworów w rzędzie, w którym korzystne jest dokładne rozmieszczenie poprzeczne ośrodków wytwarzania włókien, gdyż nieznaczne różnice odległości osi dwóch przy-

głych otworów strumieni nośnych lub szkła mogą w tym przypadku dodawać się jedna do drugiej na poziomie kolejnych ośrodków wytwarzania włókien.

Wówczas, gdy wada liniowego ustawienia jest za bardzo znaczna, może ona spowodować, że materiał rozciągany nie będzie umieszczany za strumieniem nośnym na poziomie danego ośrodka wytwarzania włókien. W wyniku, materiał rozciągany może wypływać z otworu w sposób analogiczny do sposobu przedstawionego na fig. 1A.

Wady liniowego ustawienia mogą wynikać z niedoskonałego wykonania technicznego układu lub obróbki filiiery 66 i komory 78, lecz mogą one być również wywołane przez różnicę temperatur.

Różnice temperatur mogą przyczyniać się do różnych rodzajów wad liniowego ustawienia. W urządzeniu na fig. 9A, 9B, 9C często jest pożądane zastosowanie w przybliżeniu tej samej temperatury pracy filiiery 66 i komory 78. Narzuca to stosowanie pewnych odstępów między otworami filiiery i otworami komory stosownie do materiałów, z których filiera i komora są utworzone, tak, że w przewidywanych warunkach technologicznych otwory filiiery i komory są dokładnie ustawione w jednej linii. Jednakże wówczas, gdy to samo urządzenie jest użyte w różnych warunkach, rozszerzalność cieplna może być różna, tłumaczy się to odchyleniem od liniowego ustawienia urządzeń. Ponadto urządzenie przystosowane do działania w bardzo zbliżonych temperaturach filiiery i komory, lecz użyte w znacznie różniących się temperaturach filiiery i komory może również z przyczyny różnej rozszerzalności cieplnej spowodować wady liniowego ustawienia.

Nierówny rozdział temperatury wzdłuż rzędu otworów filiiery i/lub komory może również wywołać wady liniowego ustawienia.

Sposób zapewniający uniknięcie wad liniowego ustawienia otworów strumienia nośnego i otworów do doprowadzenia szkła jest przedstawiony na fig. 12 i 12A, na których rząd otworów wylotowych szkła jest zastąpiony przez szczelinę ciągłą, umieszczoną bezpośrednio za otworami strumienia nośnego. Podłużna oś tej szczeliny zbiega się z osią, która mogłaby być poprzeczną linią środkową rzędu otworów doprowadzających szkło, jeśli taki rząd musiałby być użyty.

Zaobserwowano, że w takim sposobie wykonania, szkło nie wypływa ze szczeliny w postaci warstwy lub cienkiej powłoki jak można było się tego spodziewać. Zamiast tego szkło jest podzielone na szereg stożków. Każdy ze stożków jest dokładnie umieszczony za każdym ze strumieni nośnych. Podstawy stożków są połączone ze sobą ciągłą powierzchnią szkła przedstawioną na fig. 12A. Powierzchnia ta jest nieznacznie zakrzywiona w kierunku przeciwnym do powierzchni stożków. To zjawisko zachodzi głównie dzięki rozdziałowi ciśnienia wzdłuż linii prostopadłej do prądu głównego, usytuowanej bezpośrednio za rzędem strumieni nośnych. Wzdłuż tej linii powstają strefy o głębokim podciśnieniu za każdym ze strumieni nośnych, a między tymi strefami podciśnieniowymi działa ciśnienie głównego prądu przepływają-

cego między strumieniami nośnymi. Rozdział ciśnienia zmusza szkło do przepływu w kierunku stref podciśnieniowych.

Napięcie powierzchniowe szkła wzmacnia się i ustala powyżej opisany efekt, przyczyniając się w ten sposób do wywołania tego zjawiska. W wyniku tego szczelina stwarza samoczynnie układ ośrodków doprowadzenia szkła do strumieni nośnych.

W przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 9A, 9B i 9C, filiera 66 może być ze stali, lecz nawet wykonana ze specjalnych stali nierdzewnych mających najlepszą odporność na wysokie temperatury, nie jest zdolna wytrzymać temperatury rzędu 1.100°C. Powierzchnie filiiery są narażone na odkształcenia w temperaturach wyższych od 1.100°C, niszcząc liniowe ustawienie otworów do doprowadzenia szkła i strumieni nośnych. Wynika z tego największa, skuteczna granica temperatury, w której materiał rozciągany może być wprowadzony do strefy wytwarzania włókien.

Kiedy otrzymuje się włókna ze szkła sposobem według wynalazku, proces jest prowadzony w lepszych warunkach, a w szczególności przy bardziej podwyższonym przepływie jednostkowym. Otrzymuje się włókna o wyższej jakości przy temperaturze szkła, a więc i filiiery wyższej od temperatury 1.100°C uprzednio wskazanej.

Istnieją dwa parametry, temperatura materiału i jego skład, które wywierają wpływ na przepływ materiału rozciąganego przez otwory, a tym samym na jego rozciąganie i na pewne charakterystyczne cechy włókien.

W rzeczywistości przepływ szkła przechodzącego przez otwór powiększa się, kiedy lepkość jego ulega zmniejszeniu, zaś lepkość się zmniejsza kiedy temperatura wzrasta, a dla danej temperatury zależy ona od składu szkła. Wynika z tego, że pewne szkła nazywają się miękkimi, ponieważ posiadają małą lepkość podczas, gdy inne nazywane są twardymi, ponieważ w tej samej temperaturze lepkość ich jest o wiele wyższa od lepkości szkła poprzedniego.

Należy również podkreślić wpływ temperatury materiału rozciąganego na rekrytalizację, to znaczy na samoczynne pojawienie się kryształów w masie stopionego szkła, przy czym prędkość wzrostu tych kryształów jest zależna od temperatury szkła i jego składu. Istnieje graniczna temperatura, powyżej której wszystkie kryształy są ciekłe, nazywana najwyższą temperaturą rekrytalizacji.

Kiedy kryształy rekrytalizacji są dość liczne, dążą do zatykania otworów, przez które przepływa szkło. Ważne jest przez to prowadzić proces w temperaturze wyższej od najwyższej temperatury rekrytalizacji, to znaczy w temperaturach podwyższonych.

Trzeci fakt, dotyczy odporności włókien na podwyższone temperatury. Odporność ta zasadniczo zależy od składu szkła.

Na ogół można powiedzieć, że odporność włókien na podwyższone temperatury, lepkość i kryształizacja zmieniają się kiedy zmienia się skład szkła i że zwiększają się dla szkła twardego.

Temperatura materiału rozciąganego jest jednym z czynników, od którego zależy właściwe zużycie ciepła przez strumienie mierzone w kcal/kg szkła przetworzonego we włókna, i które to zużycie jest również funkcją zużycia szkła i temperatury, w której jest wprowadzone szkło do strefy rozciągania.

Również przy danej energii rozciągania, im lepkość szkła jest mniejsza w strefie rozciągania, to znaczy im temperatura jest wyższa, tym rozciąganie szkła jest bardziej skuteczne.

Szkło jest utrzymywane w podwyższonej temperaturze z jednej strony w filierze, a z drugiej strony w strefie rozciągania przez podwyższoną temperaturę prądów rozciągania w strefie I, II i III. A więc dla zmniejszenia zużycia ciepła strumieni, pożądanym jest aby szkło miało wysoką temperaturę przy wylocie z otworów.

Reasumując powyższe, jeśli się chce używać szkła twardego, otrzymać podwyższone przepływy jednostkowe, unikać zatykania otworów doprowadzenia szkła, zmniejszyć do minimum zużycie energii cieplnej strumieni, bardzo jest korzystne utrzymać materiał rozciągany w filierze w temperaturach wyższych od temperatury granicznej, używając filiiery ze stali, jak to było wyżej opisane w odniesieniu do sposobów wykonania przedstawionych na fig. 9A, 9B i 9C.

Jest to powód dla którego korzystne jest stosowanie materiałów zdolnych do znoszenia wyższych temperatur, jak stopy platyny lub tlenki ogniotrwałe, do budowy komory dla strumieni i filiiery zawierającej szkło.

Przykładem składu szkła twardego, który może być użyty do wytwarzania włókien zgodnie z wynalazkiem jest 46,00% SiO<sub>2</sub>, 9,00% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,20% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,40% FeO, 32,00% CaO, 3,5% MgO, 2,90% K<sub>2</sub>O i 5,00% Na<sub>2</sub>O.

Ogólnie biorąc im wyższa jest temperatura szkła, im lepkość jest mniejsza, tym otwór przepływu szkła może być mniejszy. Jednakże w praktyce, granica odporności materiałów na wysokie temperatury, z których jest utworzona filiera pociąga za sobą ograniczenie temperatury szkła. Skutkiem tego ta temperatura szkła, zgodna z temperaturą graniczną pieca określa minimalny wymiar otworów, przez które może przepływać szkło.

Stwierdzono, że najlepsze warunki rozciągania osiąga się przy otworach, których wymiary są w granicach 1 do 3 mm.

W przykładach wykonania przedstawione wynalazku, zawierających pewną ilość ośrodków wytwarzania włókien rozstawionych w odstępach poprzecznych jak w przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 9A, 9B i 9C napotyka się na pewne trudności dotyczące działania ośrodków położonych na końcach rzędów. W rzeczywistości stwierdza się, że włókna wytwarzane z otworów znajdujących się na końcu rzędu mają tendencję do sklejania się w pewnych miejscach urządzenia wytwarzającego. Chociaż byłoby możliwe polepszyć jakość włókien wytwarzanych przez otwory końcowe regulując odnośną prędkość strumieni nośnych i prądu głównego, regulacje te pociągają za sobą na ogół pewne uszkodzenie jakości wy-

twarzanych włókien przez inne ośrodki wytwarzania włókien, to znaczy z otworów, które są bardziej zbliżone do linii środkowej niż otwory końcowe. Aby zapobiec tej niedogodności stwierdzono, że jest korzystne stosować jeden lub kilka otworów podających dodatkowe strumienie nośne na każdym końcu rzędu. To rozwiązanie jest przyjęte w przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 12.

Skutkiem obecności dodatkowych strumieni na końcach rzędów ustala się symetryczny przepływ, gdyż dzięki otworom strumieni dodatkowych, każdy strumień nośny przynależny do otworu wylotowego szkła jest umieszczony między dwoma strumieniami nośnymi wykonującymi rozciąganie.

Dla wyżej wspomnianych przyczyn, temperaturę szkła korzystnie jest utrzymywać powyżej 1250°C dla pewnych kompozycji szkła. Jednakże w przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 9A, 9B i 9C jeśli używa się filiiery i komory ze stali nierdzewnej, najwyższa graniczna temperatura szkła, zależna od rodzaju stali nierdzewnej wynosi 1100°C. Szklane włókno 62 wypływa z pieca 60 w temperaturze około 1260°C, lecz podczas przepływu traci ciepło, w związku z czym temperatura w chwili, gdy nitka osiąga filięrę 66 jest rzędu 1070°C. W tej filierze 66 temperatura szkła jest utrzymana w żądanej wysokości, dzięki elementowi grzejnemu i transformatorowi elektrycznemu 84 (fig. 9A). Zasilanie energią elektryczną filiiery 66 jest zapewnione za pomocą prętów 86.

Oprócz ogrzewania materiału rozciąganego zawartego w filierze 66, wytworzone przez element grzejny ciepło podtrzymuje również temperaturę strumienia nośnego pochodzącego z generatora 82, która najlepiej odpowiada wytwarzaniu włókna. Temperatura gazu dostarczanego pod ciśnieniem przez generator 82 niekiedy powinna być zmniejszona. W tym przypadku gorący gaz, zawarty w rurze 80 można pomieszać z zimnym sprężonym powietrzem lub też w innym przykładzie wykonania przez zastosowanie stosunkowo prostego urządzenia do przenoszenia ciepła, nie przedstawionego takiego jak obieg płynu służący do wymiany ciepła z rurą 80 w celu obniżenia temperatury strumienia nośnego do żadanego poziomu.

Palnik 88 (fig. 9A) jest przeznaczony do wytwarzania prądu głównego. Palnik 88 jest ustawiony w taki sposób, że przepływ gazu, który z niego wychodzi jest równoległy do dolnej czołowej płaszczyzny elementu 64. Palnik 88 może być zamontowany w sposób pozwalający na nieznaczne podwyższanie lub obniżanie oraz na nieznaczne nachylenie do góry i do dołu, na przykład około 3°, aby móc zmieniać położenie i kąt, zgodnie z którym prąd główny jest kierowany w stronę płytki.

Stwierdzono, że najkorzystniej jest skierować palnik 88 w taki sposób, żeby gazy, które z niego wychodzą były równoległe do powierzchni elementu 64 i żeby ją obmywały, lecz również można go nachylić w taki sposób, aby gazy były skierowane w stronę dolnej płaszczyzny czołowej układu złożonego z komory 78, filiiery 66 i skrzyni 65 najkorzystniej usytuowanych w taki sposób, aby

ich dna były ustawione na przedłużeniu i tworzyły płaszczyznę, wzdłuż której przepływałyby gazy.

Ustawienie palnika 88 w stronę dolnej płaszczyzny czołowej skrzyni 65 pozwala na kontrolowane przeniesienie energii cieplnej, która służy do podniesienia temperatury filiiery 66 i komory 78. Inny sposób przeniesienia ciepła na dolną płaszczyznę czołową skrzyni 65, a więc do filiiery 66 i komory 78 polega na podniesieniu krawędzi górnej palnika 88, nieco powyżej poziomu dna skrzyni 65, tak, że część prądu głównego jest kierowana bezpośrednio na skrzynię 65. Jednakże, gdy przeniesienie ciepła jest wykonane tym ostatnim sposobem, powinna być zachowana ostrożność w celu uniknięcia niepożądanych zaburzeń linii przepływu gazu wokół otworów 74 i 76. Zaobserwowano, że otrzymuje się dobre wyniki, kiedy palnik 88 nie jest podniesiony zupełnie lub kiedy jest podniesiony pod warunkiem, że jego górna krawędź jest 1,5 mm ponad położeniem, w którym główny prąd gazowy uderza bezpośrednio o ścianę boczną skrzyni 65.

Parametry fizyczne określające otwór wylotowy palnika 88 są ważne dla wykonania wynalazku, zaś krawędzie palnika powinny być również zbliżone jak to jest tylko możliwe do płaszczyzny podawania strumienia nośnego i doprowadzenia materiału rozciąganego, a jednocześnie odstęp między krawędzią górną i dolną powinien być dostatecznie szeroki, aby stożek materiału rozciąganego mógł być całkowicie osłonięty przez prądy rozciągania.

Należy również zmniejszyć zużycie ciepła, a przez to paliwa przy uruchomieniu procesu. Rezultat ten można osiągnąć w odpowiedni sposób przez wyregulowanie szerokości szczeliny między szczękami palnika 88, zmniejszając ją do minimum, zachowując jednak dostateczną osłonę stożka z materiału rozciąganego. W związku z zużyciem ciepła, należy również wziąć pod uwagę odstęp między ośrodkiem wytwarzającym włókno, a szczękami palnika. Z punktu widzenia oszczędności ciepła osiąga się tym lepsze rezultaty, im szczęki są bardziej zbliżone do ośrodka wytwarzającego włókno. Zmniejsza się w ten sposób straty ciepła przez unoszenie, promieniowanie i przewodnictwo. Jednakże szczęki palnika nie mogą być umieszczone bezpośrednio w ośrodku wytwarzającym włókno, gdyż wskutek tego zachodzi ryzyko zaburzenia prądów wirowych powodujących zakłócenie przebiegu procesu. Stwierdzono, że dobre wyniki uzyskuje się, kiedy odległość jest względnie mała na przykład poniżej 25 mm, korzystnie nawet poniżej 10—15 mm.

Przewód 90 (fig. 9A) mający na przykład przekrój prostokątny, prowadzi otrzymane włókna w kierunku układu przenoszenia, który może służyć do ich odbioru, do ich uporządkowania i do ich transportu w kierunku miejsca opakowania lub w kierunku dodatkowego kondycjonowania.

Należy zaznaczyć, że płaszczyzna przekroju 9B, (fig. 9C) znajduje się w takim położeniu, że przewód 80 doprowadzający gorące powietrze nie jest widoczny na fig. 9B. Jednakże dla jasności prze-

wód 80 jest naszkicowany linią przerywaną na fig. 9C.

Jak było szczegółowo wyjaśnione w opisie odnośnie stref wytwarzania włókien, dmuch gazów uderza niekiedy włókna w różnych częściach urządzenia, a w szczególności na płytce, przez którą przepływa materiał rozciągany, szczególnie na tej części płytki, która jest położona wzdłuż ośrodka wytwarzającego włókno. Gdy ta część urządzenia, na której włókno doznaje uderzenia jest gorąca, może ono mieć tendencję do przyklejania się. W tym przypadku zachodzi ryzyko stopienia części włókna i opadania do produktu pod postacią elementu nie przetworzonego na włókno.

Niektóre rozwiązania do zmniejszenia ryzyka sklejenia włókien oraz do unikania niepożądanego chłodzenia filii są przedstawione na fig. 10 i 11, które przedstawiają szczegółowe przykłady wykonania.

Rozwiązanie przedstawione na fig. 10 obejmuje podłużną płytkę metalową 92, na której jest zamontowana rura 94, pozwalająca na wymianę ciepła z płytką. Płyn chłodzący 96 krąży w rurze 94.

Płytkę 92 jest korzystnie utworzona z metalu, który jest dobrym przewodnikiem ciepła, takim jak miedź. Dzięki temu rozwiązaniu, nawet jeśli podmuch doprowadza włókna do zetknięcia z powierzchnią 92, nie będą one dążyć do przyklejania się do niej i nagromadzenia się tam wskutek tego, że powierzchnia ta jest chłodzona. Takie rozwiązanie zapobiega ewentualnemu nagromadzeniu się włókien na powierzchni przyrządu. Na fig. 10, szczęki palnika 44 dostarczają prąd główny, zaś komora 78 strumienie nośne, a szkło jest doprowadzane przez filię 66 (fig. 9A, 9B i 9C).

Płytkę azbestową 72A jest umieszczona na filii 66, aby zmniejszyć straty ciepła, utrzymując w ten sposób temperaturę filii i szkła na odpowiednim poziomie, szczególnie w przestrzeni zasilania w szkło otworu wylotowego. Taki izolujący ekran może być umieszczony w miejscu, mniej lub więcej wystawionym na działanie głównego prądu lecz w instalacjach, zawierających ściankę lub powierzchnię chłodzoną, odgraniczającą prąd gazowy, taką jak podłużna płytka 92, płytka ta jest ustawiona między przepływem gazów, a filią zabezpieczoną przez ekran.

Płytkę 92 jest przedłożona bezpośrednio w pobliżu otworu wylotowego szkła i stosuje się więc ekran zabezpieczający 98 z milki, w celu uniknięcia nadmiernego chłodzenia szkła przy jego otworze wylotowym. Płytkę 92 może być ustawiona w stosunku do płaszczyzny dna ściany 79 komory 78, to znaczy w stosunku do płaszczyzny podawania szkła pod małym kątem, jak to jest pokazane na rysunku. Stwierdzono, że najodpowiedniejszym kątem, jest kąt zawarty w granicach od 3° do 20°. Najkorzystniejszym jest kąt, mający wartość zbliżoną do dolnej granicy tego przedziału.

Rozwiązanie przedstawione na fig. 11 jest podobne do poprzedniego lecz zawiera ponadto deflektor ustawiony od strony głównego prądu po przeciwnej stronie do ośrodka wytwarzania włókna. Najlepiej jest, kiedy odchylacz ten zakrzywia się w kierunku do dołu, w przestrzeni przeciw-

głej do ośrodka wytwarzającego włókno. Zawiera on korzystnie rury 94 do obiegu czynnika chłodzącego 96, w celu uniknięcia przyklejania włókien w przypadku, gdyby zostały one doprowadzone do zetknięcia się z deflektorem 100 pod wpływem siły dmuchu.

Elementy 92 i 100 przyczyniają się do odchylenia przepływu gazów, w szczególności wzdłuż ośrodka wytwarzania włókien, co się zbiega ze stabilizacją rozciągania jak również ze zmniejszeniem ryzyka przyklejania się włókien do powierzchni urządzenia.

Stwierdzono, dość znaczną różnicę w położeniu stożka materiału do rozciągania, w szczególności kiedy stosuje się deflektor 100. W rzeczywistości, w tym przypadku, wierzchołek stożka materiału rozciąganego wydaje się bardziej bezpośrednio wstępować do wnętrza prądu głównego.

Podłużna płytka 92 i deflektor 100 stanowią skuteczne środki do prowadzenia i stabilizacji przepływu wynikającego z interakcji prądu głównego i strumienia nośnego, mniej lub więcej niezależnego od prędkości tych strumieni, pozwalają to na wytwarzanie włókna o bardziej stałej jakości. Inaczej mówiąc, płytka 92 i deflektor 100 korzystnie wpływają na jakość wyprodukowanych włókien stwarzając środki rozszerzające zakres warunków pracy i pozwalają na otrzymanie zadowalających wyników. Jednakże zasługuje na podkreślenie fakt, że inne przykłady wykonania urządzenia pozwalają również wytwarzać włókna bardzo dobrej jakości bez użycia takich płytek lub deflektorów.

Stosowanie licznych ośrodków wytwarzania włókien jest również korzystne do zwiększenia produkcji, w możliwie jak największym stopniu, za pomocą danego urządzenia. Rozwiązanie pozwalające na wykonanie dużej ilości ośrodków wytwarzających włókna, zawiera jeden lub kilka szeregów takich ośrodków. Są one rozmieszczone w odstępach, w strefie usytuowanej poprzecznie do głównego prądu.

Inny przykład wykonania dużej ilości poprzecznie umieszczonych ośrodków wytwarzania włókien jest przedstawiony na fig. 12 i 12A. Na fig. 12A trzy strumienie usytuowano na prawo, kierując się do dołu na dużą odległość, podczas gdy inne strumienie są przedstawione jako względnie krótkie. Jest to przedstawione dla uproszczenia.

Na fig. 12 jest przedstawione urządzenie nie zawierające praktycznie żadnej płytki, lub ma jedną płytkę, której wymiary są dość niewielkie, a przez to wpływ jej jest bardzo nieznaczny.

W tym układzie filiera 103 ma otwór wylotowy szkła w postaci szczeliny 104 usytuowanej poprzecznie do prądu głównego. Przed tą szczeliną znajduje się kolektor lub komora 106, zawierająca szeregi poprzecznych otworów dla strumieni nośnych 106D, umieszczonych przy szczelinie 104. Kolektor zawiera jedno lub wiele połączeń 75 z wlotem strumieni nośnych.

Na fig. 12 i 12A, strumienie nośne wypływają z otworów, tworzą ośrodki wytwarzania włókien wskutek zlokalizowanego wpływu każdego strumienia na szkło, które przepływa między krawędziami szczeliny 104. W wyniku tego działania,

wypływające szkło ze szczeliny pod postacią warstwy lub ciągłej szklanej powłoki jest zlokalizowane w strefach, położonych bezpośrednio wzdłuż każdego ze strumieni nośnych, wytwarzając w ten sposób osobne stożki szklane, które we współdziałaniu z nośnymi strumieniami wytwarzają odrębne ośrodki wytwarzania włókien.

Zjawisko to jest widoczne na fig. 12A i również przy działaniu urządzenia przedstawionego na fig. 12.

Na fig. 12 konieczne jest, aby szereg otworów strumieni nośnych 106D zawierał co najmniej jeden otwór poza każdym z końców szczeliny 104, aby w ten sposób uniknąć szkodliwych skutków, spowodowanych przez końce szczeliny.

Stosując otwór wylotowy szkła pod postacią szczeliny, której szerokość może być korzystnie, w przybliżeniu taka sama, jak średnica opisanego otworu strumienia nośnego, to znaczy około 1 do 3 mm. Otwór ten zależy od lepkości materiału rozciąganego w normalnych warunkach wytwarzania włókna.

Inną korzyścią, która wynika z zastosowania szczeliny do wprowadzania szkła, jest możliwość uniknięcia skutków wynikających z wady liniowego ustawienia otworów wylotowych szkła i otworów strumieni nośnych, jak to już było wyżej wyjaśnione.

Następną korzyścią zastosowania szczeliny jest możliwość zapewnienia działania samoczynnej regulacji jednostkowego przepływu szkła i wytwarzania włókna z każdego stożka. Stwierdzono, że ten przepływ jednostkowy jest proporcjonalny do szerokości szczeliny i średnicy strumieni nośnych pod warunkiem, że ta szerokość mierzona za tym strumieniem, począwszy od jego wylotu, nie przekracza długości strefy recyrkulacyjnej. Jak to już było wyjaśnione, ta długość strefy recyrkulacyjnej jest proporcjonalna do średnicy otworu strumienia nośnego i do stosunku między kinetycznymi energiami na jednostkę objętości strumienia nośnego i głównego prądu. Ponadto prędkości strumieni powinny być dostatecznie duże aby rozciągać całą ilość doprowadzonego szkła.<sup>9</sup>

Gdy cechy poprzecznego rzędu strumieni nośnych są jednakowe, to znaczy, kiedy średnice otworów, prędkości i temperatury strumieni są takie same, będą również jednakowe jednostkowe przepływy szkła i będzie ta sama ilość szkła rozciągane w każdym ośrodku wytwarzania.

Natomiast, gdy cechy danego szeregu poprzecznego strumieni są różne, szczególnie co się tyczy średnic otworów, skąd wypływają strumienie, przepływy jednostkowe samoczynnie przystosowują się do rzeczywistych warunków.

Przy wytwarzaniu włókien na wielką skalę ważne jest zapewnienie jednoczesnego działania dużej ilości ośrodków wytwarzających włókna. Ponadto zagęszczenie tych ośrodków powinno być również zwiększone, aby maksymalnie wykorzystać stosunek wyprodukowanej ilości włókien do zużytej ilości energii i aby zmniejszyć wydatki inwestycyjne, zmniejszając liczbę urządzeń.

Przykład wykonania instalacji, pozwalającej osiągnąć ten cel jest przedstawiony na fig. 13A i 13B.

Na fig. 13A, droga głównego prądu jest ograniczona ścianami, zawierającymi płytkę 92 i deflektor 100, którego budowa może być podobna do budowy wyżej opisanej odnośnie fig. 10 i 11.

Przykład wykonania przedstawiony na fig. 13A i 13B zawiera filierę 103, która jest większa od filiiery przedstawionej w poprzednich przykładach wykonania, i który zawiera szczeliny do doprowadzenia szkła 104A, 104B i 104C. Komory zasilające 106A, 106B i 106C są ustawione w filierze 103. Każda z tych komór zawiera szereg otworów podających nośne strumienie, usytuowane przy szczelinach wylotowych szkła, lecz przed tymi szczelinami. Jak to widać na fig. 13B otwory wylotowe nośnych strumieni z każdej komory zasilającej 106A, 106B i 106C są przesunięte wzdłuż głównego prądu, aby zmniejszyć do minimum nakładanie się strumieni między ośrodkami wytwarzającymi włókna.

Na fig. 13A i 13B, każdy poprzeczny szereg otworów wylotowych strumieni nośnych zawiera na każdym końcu co najmniej jeden otwór podający strumień nośny, położony poza szczeliną wylotową szkła, aby zapewnić jednakowe działanie wszystkich czynnych strumieni nośnych.

Na fig. 13A i 13B przedstawiono przykład wykonania charakteryzujący się rozwiązaniem, które jest korzystne dla niektórych operacji, w których dąży się do utrzymania temperatury gazu strumienia nośnego zbliżonej do temperatury stopionego szkła. Fakt umieszczenia komór do zasilania strumieniami nośnymi we wnętrzu filiiery, przyczynia się do wyrównania temperatury strumieni nośnych i szkła.

Ponadto, łącznie z ogólnymi warunkami technologicznymi do zadowalającego wykonania rozciągania z jednego ośrodka wytwarzania włókna, powinny być zachowane różne ogólne zalecenia przy stosowaniu sposobu według wynalazku, wykorzystującego liczne szeregi, z których każdy zawiera kilka ośrodków wytwarzania włókien. Z tego względu, przestrzegając wyżej wspomniane zalecenia, pożądané jest, aby rozmieszczenie przyległych ośrodków do wytwarzania włókien ustawionych w rzędzie usytuowanych poprzecznie do kierunku głównego prądu było rzędu co najmniej 2 do 3 średnic otworu strumienia nośnego podczas, gdy rozmieszczenie osi przyległych ośrodków do wytwarzania włókien, usytuowanych wzdłuż podłużnej osi przepływu głównego prądu powinno być rzędu co najmniej 7 do 10 średnic otworu strumienia nośnego.

Liczba szeregów ośrodków do wytwarzania włókien, które mogą być skutecznie poddane działaniu tego samego głównego prądu, jest zależna od pozostałej energii tego prądu na poziomie najbardziej oddległego ośrodka do wytwarzania włókien, to znaczy takiego, który jest położony wzdłuż przepływu prądu głównego, możliwie najdalej od początku przepływu tego strumienia.

Pożądane jest utrzymanie stosunku między energią kinetyczną na jednostkę objętości nośnego strumienia, a energią kinetyczną głównego prądu, który jest stały dla każdego ośrodka do wytwarzania włókien. Możliwe jest wykorzystanie szeroko-

kiego zakresu prędkości jednocześnie dla prądu głównego i strumienia nośnego, lecz konieczne jest aby energia kinetyczna na jednostkę objętości strumienia nośnego była wyższa od tej samej energii prądu głównego. Stosunek między energią kinetyczną na jednostkę objętości strumienia nośnego, a tą samą energią prądu głównego, jest zawarty między wartością nieco wyższą od 1 do około 40, najkorzystniejsza wartość tego stosunku wynosi 4 do 25.

Jak już było podane, jest możliwe całkowite utrzymanie żądanej interakcji prądu głównego i strumienia nośnego, wykonując zmiany bądź prędkości strumienia nośnego, bądź jego kąta ustawienia w stosunku do prądu głównego. W rzeczywistości można zmienić kąt podawania nośnego strumienia w stosunku do prostopadłego kierunku głównego prądu. Nośny strumień może być skierowany w stronę głównego prądu pod kątem nachylnym w stronę prądu, na przykład, kąt ten może dojść do około  $45^\circ$  w stosunku do kierunku prostopadłego. Najkorzystniej jest aby strumień nośny był ustawiony w sposób umożliwiający przenikanie do głównego prądu według drogi w przybliżeniu prostopadłej do kierunku prądu głównego lub też według kierunku nieco nachylnego w stronę przepływu prądu głównego. To ostatnie ustawienie jest szczególnie korzystne dla ośrodków wytwarzania włókien usytuowanych wzdłuż przepływu, kiedy liczne ośrodki wytwarzania włókien są ustawione wzdłuż przepływu prądu głównego jak to pokazano na fig. 4.

Szkło wypływające z otworu może nie przechodzić przez kanał ustawiony pod różnymi kątami, jednakże ten czynnik jest bez znaczenia, ponieważ siły interakcji strumienia nośnego i głównego prądu są czynnikami ograniczającymi oddziaływanie na szkło, które wypływa z otworu z niewielką energią kinetyczną.

Może być przeprowadzona dodatkowa kontrola nad uzyskanymi wynikami, zmieniając przepływ głównego prądu. Ponadto jest możliwe powiększenie zagęszczenia ośrodków wytwarzania włókien, przesuwając kolejne otwory w szeregach i doprowadzając do minimum odstępów między osiami kolejnych szeregów, to znaczy zmniejszając je do około 5 średnic otworu strumienia nośnego.

Biorąc pod uwagę, że znaczne ilości energii są odbierane z głównego prądu przez rzędy ośrodków wytwarzania włókien, pozostała energia dla następnych szeregów proporcjonalnie się zmniejsza. Skutkiem tego istnieje maksymalna liczba szeregów ośrodków wytwarzania włókien, mogących być skutecznie ustawionymi jedno za drugim. Za pomocą urządzeń według wynalazku i stosując szkło, ta granica wynosi około 4 do 5 szeregów ośrodków do wytwarzania włókien ustawionych kolejno po sobie wzdłuż przepływu.

Inny przykład wykonania instalacji, obejmującej duże zagęszczenie ośrodków do wytwarzania włókien jest przedstawiony na fig. od 14A do 14D, gdzie filiery ma przekrój prostokątny o podstawie lub płytce dennej 10A gładkiej i płaskiej, wystawionej na działanie głównego prądu. Prąd ten jest oznaczony strzałką 12A. Trzy szeregi otworów,

ustawione parami dla strumieni nośnych i dla doprowadzenia materiału rozciąganego są rozmieszczone w odstępach na powierzchni płytki 10A zgodnie z podanymi wyżej wytycznymi, regulującymi odległości i rozstawy między osiami w kierunkach poprzecznym i podłużnym.

Konstrukcja przedstawiona na fig. od 14A do 14D obejmuje górną i dolną część. Dolna część stanowi stopień zasilania utworzony przez komorę 110. Zawiera ona część filiiery, położoną pod linią 111. Komora 110 ma kanały 112A, 112B i 112C i 114A, 114B i 114C. Kanały 112A, 112B i 112C doprowadzają materiał rozciągany do przestrzeni 10A płytki za pomocą otworów 116A, 116B i 116C (fig. 14B). Kanały 114A, 114B i 114C służą do przenoszenia cieczy pod ciśnieniem w kierunku przestrzeni 10A płytki, za pomocą otworów 118A, 118B i 118C (fig. 14B).

Część górna filiiery, zwłaszcza część położona ponad linią 111, stanowi przekrój zasilania. Przez ten przekrój zasilania przepływa płyn, to znaczy cały przepływ strumieni nośnych i cały przepływ materiału rozciąganego. Jak przedstawiono na fig. 14C i 14D, gaz pod ciśnieniem tworzący strumienie nośne przepływa przez część górną konstrukcji, przechodząc przez rurę 120A lub 120B i po przejściu komór 122A i 122B przepływa, jak wskazują strzałki do kanałów 114A, 114B i 114C przez szczeliny 124A, 124B i 124C oraz 126A, 126B i 126C. Strumienie nośne przepływają następnie przez różne otwory 118A, 118B i 118C.

Materiał rozciągany zostaje wprowadzony do komory 110 pod postacią cienkiego włókna zabezpieczonego rurą 128 i po nagromadzeniu się w komorze 130 jest rozdzielony między kanałami 112A, 112B i 112C.

Pełne elementy metalowe 132A, 132B i 132C są położone na dwóch końcach osłony 110. Elementy te służą jednocześnie do podtrzymywania filiiery w żądanym położeniu w stosunku do głównego prądu i jako styki elektryczne połączone z odpowiednim źródłem energii nie przedstawionym, służącej do ogrzewania filiiery, aby podnieść lub utrzymać żądaną temperaturę strumieni nośnych i materiału rozciąganego.

W przykładzie wykonania przedstawionym na fig. 14A—14D jest zobrazowane topienie szkła w jakimkolwiek piecu, a następnie doprowadzenie jego pod postacią włókna przez rurę 128 z wydatkiem wystarczającym na utrzymanie poziomu szkła nieco ponad poziomem oznaczonym linią 111, w ten sposób zapewnia się napełnienie kanałów 112A, 112B i 112C do zasilania otworów wylotowych szkła 116A, 116B i 116C w dostatecznym stopniu.

Przykład wykonania przedstawiony na fig. 15A do 15D może współdziałać z jakimkolwiek typem pieca do topienia różnych kompozycji szkła. Za pośrednictwem filiiery zasila się stopionym szkłem ośrodki wytwarzania włókien.

Na fig. 15B jest przedstawiona część filiiery 134 obejmująca odgałęzienia lub kanały 136, 138 i 140 uwidocznione na fig. 15A.

Pewna liczba stanowisk do rozciągania włókien jest usytuowana wzdłuż każdego odgałęzienia filie-

ry. W każdym odgałęzieniu istnieje dziesięć stanowisk (fig. 15B) oznaczonych od A do J. Każde stanowisko ma urządzenie do wytwarzania dużej ilości ośrodków wytwarzających włókna, które to ośrodki muszą być zasilane w szkło przez każde stanowisko.

Każde stanowisko ma tygiel 142 z odgałęzieniem 136 (fig. 15A i 15B). Odgałęzienie to jest przedstawione w widoku z góry i w przekroju na fig. 15C i 15D. Podobny szereg tygli 144 ma skojarzone z nim odgałęzienie 138 oraz następny podobny szereg tygli 146 ma odgałęzienie 140. Każdy z tygli 142, 144 i 146 zawiera kanał wylotowy 164 (fig. 15D), który obejmuje z kolei bądź szereg osobnych otworów wylotowych szkła, bądź w innym przykładzie szczelinę, jaka była uprzednio przedstawiona na fig. 12 i 12A.

Liczbę ośrodków wytwarzania włókien, które mogą być ustawione tuż obok siebie wzdłuż danego tygla można zmieniać w dużych granicach. Na ogół uzyskuje się dobre wyniki i można osiągnąć dużą produkcję, stosując do około stu ośrodków wytwarzania włókien.

Urządzenia 154, 156 i 158 stosuje się do wytwarzania głównego prądu dla każdego ośrodka wytwarzania włókien, które są skojarzone ze stanowiskami do rozciągania usytuowanymi wzdłuż każdej z trzech gałęzi tygla. Jak widać na fig. 15C i 15D urządzenie ma szczęki 44 palnika do kierowania prądu głównego w kierunku na ogół poziomym wzdłuż otworów wylotowych 164 szkła.

Urządzenie do wytwarzania strumieni nośnych jest również umieszczone przy każdym stanowisku do rozciągania. Jedno z urządzeń 148, 150 i 152 (fig. 15A) jest przeznaczone dla jednego stanowiska.

Na fig. 15B szczegóły urządzeń 148, 150 i 152 wytwarzających strumienie nośne zostały pominięte dla jasnego pokazania urządzeń do wytwarzania prądu głównego 154, 156 i 158 umieszczonych pod nimi. Na fig. 15B pokazano te urządzenia do wytwarzania nośnych strumieni 148, 150 i 152.

Na fig. 15C i 15D każde z urządzeń 148 zawiera przewód zasilający 56 połączony z kolektorem 56A, który obejmuje dysze 162 umieszczone między urządzeniem zasilającym 164 w szkło i szczękami 44 generatora głównego prądu. Dysze 162 są ustawione tuż obok siebie, poprzecznie do kierunku 12A głównego prądu. Dysze te obejmują otwory ustawione bezpośrednio przed urządzeniem zasilającym 164 w szkło.

Na fig. 15A i 15B, główne prądy wytwarzane przez różne stanowiska rozciągania są ustawione w kierunku poprzecznym do odgałęzień, to znaczy w kierunku na prawo na fig. 15A i 15B. W następstwie interakcji między różnymi strumieniami nośnymi i prądami głównymi w różnych ośrodkach wytwarzania włókien, tworzone włókna mają tendencję do opuszczenia przestrzeni, w której są wytwarzane, w kierunku nieznacznie pochylonych do dołu w stosunku do płaszczyzny środkowej stanowisk do rozciągania włókien, tak, że włókna wytwarzane na stanowiskach rozciągania skojarzonych z odgałęzieniem 136, mogą być łatwo prowadzone, na przykład przez wkłesłą prowadnicę 168 nachyloną poniżej prądu włókien wytworzonych na stano-

wiskach rozciągania ustawionych wzdłuż odgałęzienia 138 tygli.

Wspomniane włókna są kierowane przez wkłesłą prowadnicę 170, która jest umieszczona pod analogiczną prowadnicą 172 przeznaczoną dla włókien wytworzonych na stanowiskach rozciągania rozstawionych w odstępach wzdłuż odgałęzienia 140. Wkłesłe prowadnice mają korzystnie kształt rynny o zmiennym przekroju, dostosowanym na jednym końcu do różnych ośrodków do wytwarzania włókien, a na drugim końcu do przenośnika do odbioru włókien.

Wylot prowadnic 168, 170 i 172 jest umieszczony na obszarze sąsiadującym z jednym z końców przenośnika 180, przeznaczonym do odbioru włókien lub warstwy włókien. Przenośnik może być znanego typu w postaci ruchomej perforowanej taśmy z urządzeniem zasyłającym zainstalowanym między górnymi i dolnymi cieżniami, w celu ułatwienia odbioru włókien na taśmie.

Na fig. 15A i 15B pokazano warstwę pochodzącą z każdej gałęzi tygla, która może być nasycona środkiem wiążącym, na przykład spoiwem termoutwardzalnym rozłożonym na obydwu powierzchniach warstwy za pomocą urządzeń natryskowych 174, 176 i 178. Fakt, że warstwa nałożona na przenośnik 180 jest utworzona z kilku warstw, z których każda była wytworzona oddzielnie i może być osobno nasycona spoiwem, zapewnia bardzo skuteczną rozdził spoiwa na całej grubości warstwy i zapewnia również połączenie między warstwami po nałożeniu jednej warstwy na drugą na przenośniku. Jest oczywiste, że jeśli się stosuje spoiwo termoutwardzalne warstwa może być przenoszona przez przenośnik 180 do urządzenia ogrzewanego takiego jak suszarka, aby uzyskać stwardnienie lub polimeryzację spoiwa. Układ, przedstawiony na fig. 15A do 15D stwarza możliwość wytwarzania włókien na wielką skalę, w szczególności z racji dużego zagęszczenia stosowanych ośrodków wytwarzania włókien.

Urządzenia 148, 150, 152 wytwarzające nośne strumienie i urządzenia 154, 156 i 158, wytwarzające główny prąd, mogą zawierać podobne komory spalnicowe, z których każda jest obliczona na działanie w zasadzie przy temperaturze spalania 1800°C, chociaż w większości przypadków stosowane temperatury mogą być znacznie niższe od maksymalnej możliwej temperatury gazów wylotowych z palników. Zdarza się tak zwłaszcza w przypadku urządzenia wytwarzającego nośne strumienie, których zakres temperatur jest zazwyczaj zawarty między 600 a 1100°C np. w przypadku instalacji zawierającej tygiel i komorę ze stali nierdzewnej. Natomiast zakres temperatury może się zmieniać od temperatury otoczenia aż do około 1500°C dla urządzenia, które zawiera piec i komorę z platyny. Można nawet osiągnąć temperaturę około 1900°C dla urządzeń ogniotrwałych, na przykład ze spiekanego tlenku magnezu. Odnosnie głównego prądu gazowego, kiedy materiał rozciągany jest ze szkła, korzystnie jest pracować w temperaturach zawartych od 1250°C do 1650°C.

Palniki wytwarzają stałą ilość gazu gorącego, którego prędkość może sięgać 800 m/sekundę chociaż

w większości przypadków prędkość ta mieści się w granicach od 500 do 600 m/sekundę dla nośnych strumieni, a w granicach 150—400 m/sek dla głównego prądu.

Chociaż najwyższa praktyczna granica ciśnienia wynosi 4 bary, zakres ciśnień nośnych strumieni jest na ogół zawarty w granicach od 1 do 2,4 bara. Tym samym chociaż najwyższa granica ciśnienia gazu z palnika jest około 200 cm słupa wody, optymalny zakres ciśnienia prądu głównego jest zawarty w granicach od 10 do 100 cm słupa wody z odstępem między szczękami wylotowymi palnika od 6 mm do 10 mm.

W większości przykładów wykonania przedstawionego wynalazku jest najkorzystniej, aby odległość między szczęką palnika, a osią nośnych strumieni najbardziej zbliżonych, była rzędu 6 mm do 25 mm. Odstęp między krawędzią przednią otworu wylotowego strumienia nośnego i krawędzią tylną otworu dostarczającego materiał rozciągany jest najkorzystniej rzędu od 0 do 0,5 mm. W tym co dotyczy zdolności wytwarzania instalacji przedstawionej na fig. 15A—15D można otrzymać przepływy jednostkowe od 20 do 25 kg z jednego ośrodka wytwarzania włókna na dobę, włókna mającego na przykład średnicę 6 mikrometrów.

Poniżej zostaną opisane włókna otrzymane sposobem według wynalazku. Włókna te porównywalne są pod względem grubości, jak to wskazano w tablicy I, z najlepszymi otrzymanymi włóknami znanym sposobem typu Aerocor i sposobem mechanicznego rozciągania, przy czym średnica włókna jest na ogół zawarta w granicach około 0,5 do 10 mikrometrów.

Odnosnie długości włókien rozciąganych sposobem według wynalazku, należy podkreślić, że w zasadzie nie ma żadnej granicy odnośnie tej długości. Wówczas gdy środki odbioru włókien są wybrane w taki sposób, aby zmniejszyć do minimum miejsca, w których może zachodzić łamanie włókien, powstały produkt może być utworzony z włókna wyjątkowo długiego. Można to lepiej zrozumieć, analizując trasę posuwania się szkła podczas jego rozciągania na włókno, poczynawszy od szklanego stożka. Podczas gdy włókno twardnieje, wzrasta jego krytyczny promień zginania, to znaczy promień wygięcia wywołujący pęknięcie włókna.

A więc, jedna ze szczególnych cech wynalazku, polega na postępowaniu włókna, na co najmniej dużej części swej drogi, jeśli nie na całej, na trasie która jest w przybliżeniu w postaci zwoju, którego skok i amplituda powiększają się w kierunku przesuwu włókna, tak, że promień krzywizny narzuconej włóknu, podczas jego kolejnego chłodzenia, powiększa się również coraz więcej. Z tego wynika minimalne ryzyko pęknięcia lub zginania wspomnianego włókna.

Jednakże biorąc pod uwagę, pewne praktyczne obserwacje dotyczące zastosowania spoiwa, odbioru włókien, ich spajania pod postacią filcu lub warstwy, zagęszczania włókien, jak również ich manipulacji z punktu widzenia opakowań stwierdzono, że nie jest konieczne wytwarzanie włókna

mające maksymalną możliwą długość, aby otrzymać korzystne wyroby.

Można wytwarzać włókna według wynalazku z kompozycji szkła o dużej jednorodności jak powyżej było wyjaśnione. Zastosowanie sposobu według wynalazku do odpowiedniego składu szkła pozwala wyprodukować włókna mające doskonałą wytrzymałość na wysokie temperatury.

Kiedy łączy się otrzymane włókna, aby utworzyć wyroby przeznaczone do izolacji na przykład w budownictwie, to wyroby te mogą mieć zagęszczenie wybitnie niskie, zawarte na przykład w granicach od 7 do 25 kg/m<sup>3</sup>. Wyroby te mają doskonałe termiczne własności izolacyjne. Ponadto produkty w ten sposób otrzymane charakteryzują się praktycznie zupełnym brakiem perelek, haczyków lub innych nieprzetworzonych cząstek.

Otrzymane zgodnie z wynalazkiem wyroby, doskonale odzyskują kształt po uprzednim odkształceniu i posiadają bardzo dobrą wytrzymałość na rozciąganie. Te doskonałe własności produktów są prawdopodobnie wynikiem dużej długości włókien i dużej wytrzymałości na rozciąganie poszczególnych włókien.

Ponadto wyroby wytworzone z tych włókien mają miękki chwyt i są jedwabiste. Chwyt tych wyrobów nie jest w zupełności doskonały lecz odpowiada cechom włókien przedstawionych powyżej.

Inne przyczyny, dla których wyroby otrzymane w sposób zgodny z wynalazkiem mają bardzo dobre własności mechaniczne, mogą wynikać z szybkiego ochłodzenia włókien. Bardzo krótki zasięg strefy III, w której zachodzi rozciąganie włókna łączy się z bezpośrednim przeniesieniem włókien w stronę strefy IV, w której podlegają one szybkiemu ochłodzeniu, które wywołuje nagłe nawilżenie zmieniające własności włókien z przyczyn całkowicie niewyjaśnionych.

Przykład I. Przykład ten dotyczy szeregu wykonanych prób przemysłowych stosując urządzenie typu opisanego w odniesieniu do fig. 9A, 9B i 9C. Otrzymane wyniki są przedstawione w tablicy III.

Skład stosowanego szkła wynosił w częściach wagowych 57,00 SiO<sub>2</sub>, 4,10 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,35 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,51 CaO, 3,69 MgO, 13,16 Na<sub>2</sub>O, 1,54 K<sub>2</sub>O, 1,60 BaO, 4,55 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,70 F<sub>2</sub>. Stosując warunki technologiczne wskazane w każdym z przykładów tablicy III sposób według wynalazku pozwolił otrzymać bardzo dobre przetwarzanie otrzymywanych włókien. Osiągnięto szeroki zakres wydajności jednostkowych szkła, wynoszący 8,6 do 22 kg na jeden stożek i w ciągu 24 godzin.

Otrzymano odpowiedni zakres średnic włókien. Wielkości dotyczące średnic włókien są wskazane w tablicy III, z jednej strony pod postacią średniej arytmetycznej zmierzonych średnic w mikrometrach, z drugiej strony na podstawie oznaczenia wskaźnika cienkości włókien, lub mikronażu, za pomocą 5 gramowej próbki. Oznaczenie to wykonano znanym technicznym sposobem pomiaru, stosowanym w przemyśle wełny szklanej. Stosownie do tej techniki pomiaru, próbka wstępnie określonej masy włókien, jest umieszczona w urządze-

Tablica III

| przy-<br>kład | Prąd główny            |                                      |                             | Strumień nośny             |                             |                        | Szkło                            |                                                        |                        |                                                                    |
|---------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|               | tempe-<br>ratura<br>°C | ciśnie-<br>nie<br>cm słu-<br>pa wody | prę-<br>d-<br>kość<br>m/sek | ciśnie-<br>nie w<br>barach | prę-<br>d-<br>kość<br>m/sek | tempe-<br>ratura<br>°C | tempe-<br>ratura<br>stożka<br>°C | Wydaj-<br>ność je-<br>dnost-<br>kowa<br>kg/24<br>godz. | mikro-<br>naż<br>(5 g) | średnice<br>włókien<br>średnia<br>arytmetycz.<br>w mikro-<br>metr. |
| 1             | 1580                   | 45                                   | 224                         | 2                          | 580                         | 800                    | 1050                             | 11,11                                                  | 3,9                    | —                                                                  |
| 2             | 1580                   | 62                                   | 202                         | 2                          | 580                         | 800                    | 1050                             | 14,1                                                   | 3,9                    | 4,9                                                                |
| 3             | 1580                   | 72                                   | 283                         | 2                          | 580                         | 800                    | 1050                             | 14,5                                                   | 3,3                    | 4,6                                                                |
| 4             | 1580                   | 72                                   | 283                         | 2                          | 580                         | 800                    | 1050                             | 8,6                                                    | 2,45                   | 3,5                                                                |
| 5             | 1580                   | 72                                   | 283                         | 2                          | 580                         | 800                    | 1050                             | 22,0                                                   | 4,4                    | 6,0                                                                |
| 6             | 1580                   | 62                                   | 262                         | 2                          | 580                         | 800                    | 1050                             | 17,3                                                   | 4,3                    | 5,4                                                                |

Tablica IV

| przy-<br>kład | Prąd główny         |                                |                        | Strumień nośny             |                        |                        | Szkło                            |                                              |                   |
|---------------|---------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|
|               | tempera-<br>tura °C | ciśnie-<br>nie słu-<br>pa wody | szyb-<br>kość<br>m/sek | ciśnie-<br>nie w<br>barach | szyb-<br>kość<br>m/sek | tempera-<br>tura<br>°C | tempera-<br>tura<br>stożka<br>°C | wydajność<br>jednostko-<br>wa<br>kg/24 godz. | mikronaż<br>(5 g) |
| 7             | 1620                | 60                             | 261                    | 1,9                        | 606                    | 900                    | 1030                             | 13,8                                         | 4,8               |
| 8             | 1620                | 58                             | 256                    | 1,9                        | 606                    | 900                    | 1030                             | 0,6                                          | 2,4               |
| 9             | 1620                | 68                             | 278                    | 2                          | 606                    | 900                    | 1030                             | 15,0                                         | 4,1               |
| 10            | 1620                | 58                             | 265                    | 2                          | 606                    | 900                    | 1030                             | 9,6                                          | 4,0               |

niū w taki sposób, aby utworzyć przenikalną za-  
porę dla powietrza przechodzącego przez wspom-  
niane urządzenie pod wstępnie oznaczonym ciś-  
nieniem.

Mierzy się więc przepływ powietrza przez prób-  
kę. Przepływ ten jest zależny od spadku ciśnie-  
nia, które się wytwarza we wspomnianej próbce.  
Przepływ ten jest wyrażony przez liczby związa-  
ne w sposób empiryczny ze średnicą włókien. Na  
ogół tym bardziej włókna są cieńsze, im liczba  
włókien w próbce jest większa i im większy jest  
opór stawiany przy przejściu powietrza przez  
próbkę. W ten sposób otrzymuje się wskaźnik śre-  
dniej średnicy włókien w próbce. Wskaźniki mi-  
kronażu i średnie mierzone średnice mają wąską  
współzależność w próbach od 1 do 0.

Przykład II. Przykład II odnosi się do szere-  
gu prób przemysłowych wykonanych za pomocą  
urządzenia tego rodzaju, jakie jest przedstawione  
na fig. 15C i 15D zawierającego szczelinę do po-  
dawania szkła. Wyniki prób przemysłowych są  
podane w tablicy IV.

Skład stosowanego szkła wynosił w częściach wa-  
gowych 63,00 SiO<sub>2</sub>, 0,30 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,95 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 7,35 CaO,  
3,10 MgO, 14,10 Na<sub>2</sub>O, 0,80 K<sub>2</sub>O, 5,90 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,50 BaO.

Szeroki zakres wydajności jednostkowych szkła  
pozwała otrzymać odpowiednio szeroki zakres śred-  
nic włókien. Można stwierdzić że na ogół uzysku-  
je się włókna cienkie i długie przy dużej wydaj-  
ności ich wytwarzania.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania włókien z materiału ter-  
moplastycznego przez wyciąganie za pomocą prą-  
dów gazowych, których kierunki usytuowane są  
względem siebie pod kątem, **znamienny tym**, że wy-  
tworza się główny prąd gazowy i co najmniej jeden  
wtórny, nośny strumień gazowy, którego przekrój  
jest mniejszy od przekroju prądu głównego, zaś  
jego energia kinetyczna na jednostkę objętości jest  
wyższa od energii kinetycznej prądu głównego, na-  
stępnie kieruje się strumień nośny poprzecznie do  
prądu głównego i wprowadza się go w ten prąd  
tworząc strefę interakcji, po czym doprowadza się  
materiał termoplastyczny w strefę interakcji.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że  
materiał termoplastyczny doprowadza się do ob-  
wodu prądu głównego w pobliżu i za strumieniem  
nośnym w stosunku do kierunku przepływu prądu  
głównego.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że  
otacza się całkowicie strumień nośny prądem głów-  
nym na co najmniej części długości przepływu tego  
strumienia.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że  
wartość stosunku między energią kinetyczną na je-  
dnostkę objętości strumienia nośnego i energią ki-  
netyczną prądu głównego wynosi 1 do 40 korzyst-  
nie 4 do 25.

5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że

materiał termoplastyczny doprowadza się w strefę interakcji w postaci nitki w stanie ciekłym.

6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że doprowadza się większą ilość strumieni nośnych oddalonych od siebie, przy czym każdemu z tych strumieni przyporządkowana jest pojedyncza nitka z materiału termoplastycznego.

7. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że oddalone od siebie strumienie nośne są umieszczone w co najmniej jednym szeregu poprzecznym w stosunku do kierunku przepływu prądu głównego.

8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że odległość osi nośnych strumieni usytuowanych w jednym szeregu poprzecznym jest co najmniej równa 2—3 średnicom otworów wyprowadzających te strumienie.

9. Sposób według zastrz. 6, **znamienny tym**, że oddalone od siebie strumienie nośne są umieszczone co najmniej w jednym szeregu wzdłużnym w stosunku do kierunku przepływu prądu głównego, przy czym odległość osi nośnych strumieni usytuowanych w jednym szeregu wzdłużnym jest co najmniej równa 7—10 średnicom otworów wyprowadzających te strumienie.

10. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że kolejne szeregi poprzecznych strumieni nośnych są przesunięte względem siebie przy czym strumienie jednego szeregu są przesunięte o co najmniej 1—2 średnic otworów wyprowadzających te strumienie w stosunku do strumieni przyległego szeregu poprzecznego, zaś każdy szereg poprzeczny jest usytuowany w odległości co najmniej 4—5 średnic otworów wyprowadzających te strumienie, od szeregu przyległego.

11. Sposób według zastrz. 6 albo 9 albo 10, **znamienny tym**, że energia kinetyczna na jednostkę objętości, kolejnych strumieni nośnych, rozmieszczonych w jednym szeregu wzdłużnym w stosunku do kierunku przepływu prądu głównego, wzrasta w tym kierunku.

12. Sposób według zastrz. 6 albo 9 albo 10, **znamienny tym**, że kolejne strumienie nośne rozmieszczone w szeregach wzdłużnych w stosunku do kierunku przepływu prądu głównego tworzą z tym kierunkiem różne kąty, które w tym samym szeregu wzrastają w kierunku przepływu prądu głównego.

13. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że prędkość strumienia nośnego jest wyższa od prędkości prądu głównego.

14. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szerokość strumienia nośnego jest mniejsza od szerokości prądu głównego.

15. Urządzenie do wytwarzania włókien z materiału termoplastycznego zawierające elementy do wytwarzania dwóch prądów gazowych, których kierunki początkowe usytuowane są względem siebie pod kątem i źródło zasilania materiałem termoplastycznym, **znamiennie tym**, że zawiera elementy (154, 88) do wytwarzania głównego prądu gazowego (12) zaopatrzone w otwór wylotowy (44) i elementy (148, 56, 162, 82, 80) do wytwarzania co najmniej jednego wtórnego, nośnego strumienia gazowego o energii kinetycznej na jednostkę objętości wyższej od energii kinetycznej prądu głównego, przy czym elemen-

ty do wytwarzania strumienia nośnego zaopatrzone są w co najmniej jeden otwór wylotowy (76, 118), którego przekrój jest mniejszy od przekroju otworu wylotowego (44) prądu głównego, oraz źródło zasilania (136, 142, 164, 66) zawierające co najmniej jeden otwór (74, 104, 116) zasilający materiałem termoplastycznym kierujący materiał w kierunku strefy, w której strumień nośny przenika do prądu głównego (12).

16. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że szerokość otworu wylotowego i prądu głównego, jest większa od szerokości otworu wylotowego strumienia nośnego.

17. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że elementy do wytwarzania strumieni nośnych zawierają większą ilość otworów wylotowych (118a, 118b) oddalonych od siebie i umieszczonych w co najmniej jednym szeregu poprzecznym w stosunku do kierunku przepływu prądu głównego, przy czym w ich pobliżu są umieszczone odpowiadające im otwory (116a, 116b, 104a, 104b) zasilające materiałem termoplastycznym.

18. Urządzenie według zastrz. 17, **znamiennie tym**, że odległość osi otworów wyprowadzających strumienie w tym samym szeregu poprzecznym jest w przybliżeniu równa 2—3 średnicom tych otworów.

19. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że elementy do wytwarzania strumieni nośnych zawierają większą ilość otworów wyprowadzających strumienie, przy czym te otwory są oddalone od siebie i umieszczone w co najmniej jednym szeregu wzdłużnym w stosunku do kierunku przepływu prądu głównego, zaś odległość osi otworów tego samego szeregu wzdłużnego jest co najmniej równa 7—10 średnicom tych otworów.

20. Urządzenie według zastrz. 17, **znamiennie tym**, że otwory wyprowadzające strumienie nośne rozmieszczone w jednym szeregu poprzecznym, są przesunięte względem następnego szeregu poprzecznego o co najmniej 1—2 średnice tych otworów, natomiast każdy szereg poprzeczny jest oddalony od szeregu przyległego o co najmniej 4—5 średnic tych otworów.

21. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że źródło zasilania materiałem termoplastycznym jest zaopatrzone w kilka otworów zasilających, umieszczonych oddzielnie, usytuowanych bezpośrednio w pobliżu każdego strumienia nośnego, i za tym strumieniem w kierunku przepływu prądu głównego.

22. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że źródło zasilania materiałem termoplastycznym zawiera jeden lub kilka otworów zasilających mających kształt szczeliny (104) i umieszczonych poprzecznie do kierunku przepływu prądu głównego, w pobliżu każdego szeregu poprzecznego strumieni nośnych.

23. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że odległość między otworami zasilającymi materiałem termoplastycznym i przyporządkowanymi im otworami wyprowadzającymi strumień nośny, usytuowanymi przed nimi w kierunku przepływu prądu głównego wynosi co najwyżej 2 średnice otworu wylotowego strumienia nośnego.

24. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**,

że średnice otworów wyprowadzających nośne strumienie tego samego szeregu wzdłużnego są coraz większe w kierunku przepływu prądu głównego, przy czym średnica lub szerokość otworów zasilających materiałem termoplastycznym umieszczonych w kolejnych szeregach również są coraz większe w kierunku przepływu prądu głównego.

25. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że osie otworów (36a, 36b, 36c) wyprowadzających kolejne strumienie nośne jednego szeregu wzdłużnego, tworzą z prądem głównym (12) kąt zwiększający się w kierunku przepływu tego prądu.

26. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że oś co najmniej jednego otworu zasilającego materiałem termoplastycznym jest usytuowana poprzecznie do co najmniej jednej ścianki (10, 26, 79, 92) tworzącej granicę prądu głównego lub tworzy z nią kąt ostry.

27. Urządzenie według zastrz. 26, **znamiennie tym**, że co najmniej jeden otwór wyprowadzający strumień nośny jest przyległy do granicy prądu głównego.

28. Urządzenie według zastrz. 26, **znamiennie tym**, że ścianka stanowiąca granicę prądu głównego jest utworzona przez płytkę (92) odchylającą strumień gazu, umieszczoną za otworem wyprowadzającym strumień nośny.

29. Urządzenie według zastrz. 26, **znamiennie tym**, że otwory zasilające materiałem termoplastycznym i otwory wyprowadzające strumienie nośne mają wyloty w ściankach (26, 28) usytuowanych z obydwu stron prądu głównego.

30. Urządzenie według zastrz. 26, **znamiennie tym**, że na końcach szeregu poprzecznego otworów za-

silających (116a) materiałem termoplastycznym, albo szczeliny (104), są umieszczone dodatkowe otwory (118a) wyprowadzające strumienie nośne.

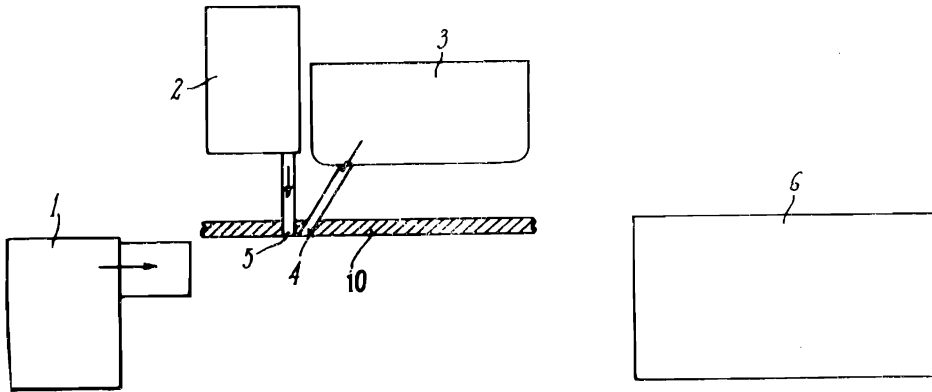
31. Urządzenie według zastrz. 26, **znamiennie tym**, że powierzchnia przeciwna do powierzchni, na której są usytuowane otwory zasilające materiałem termoplastycznym i otwory wyprowadzające strumienie nośne jest utworzona przez deflektor (100) który jest umieszczony na wprost tych otworów przy dolnej granicy prądu głównego powodując rozszerzenie strumienia przepływających gazów.

32. Urządzenie według zastrz. 28 albo 31, **znamiennie tym**, że ścianki (92, 100) zawierają środki chłodzące (94, 96).

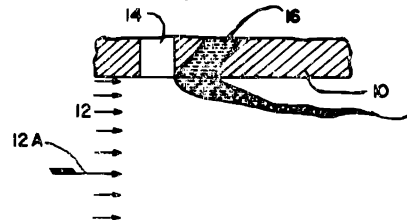
33. Urządzenie do wytwarzania włókien z materiału termoplastycznego w postaci ciekłego szkła, zawierające elementy do wytwarzania dwóch prądów gazowych, których kierunki początkowe usytuowane są względem siebie pod kątem, i źródło zasilania ciekłym szkłem, **znamiennie tym**, że zawiera korpus (134) kadzi do szkła, połączony z co najmniej jednym odgałęzieniem (136, 138, 140), wzdłuż którego ma wylot szereg stanowisk wyciągania (A—J) oddalonych od siebie i przyporzadkowanych do większej ilości stanowisk do wytwarzania włókien, i do generatora prądu głównego (154, 156, 158) umieszczonego w pobliżu każdego stanowiska wyciągania.

34. Urządzenie według zastrz. 33, **znamiennie tym**, że korpus (134) jest połączony z kilkoma równoległymi odgałęzieniami (136, 138, 140) rozmieszczonymi poziomo przy czym za korpus (134) jest umieszczony przenośnik (180) do zbierania włókien wytworzonych na stanowiskach wytwarzania.

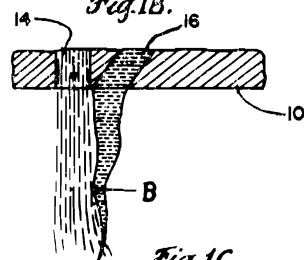
*Fig. 1.*



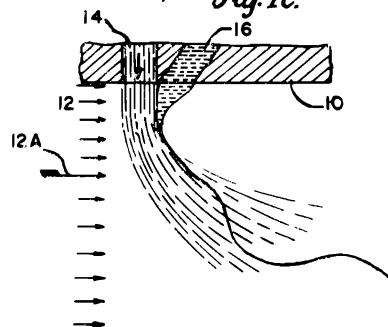
*Fig. 1A.*

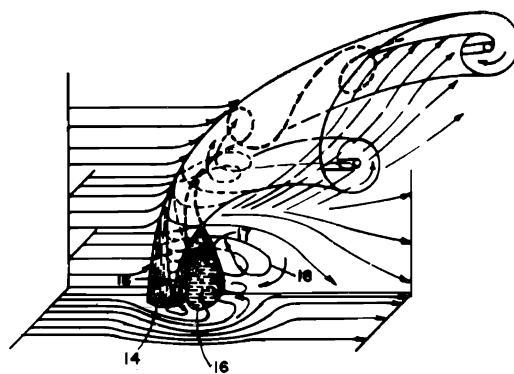
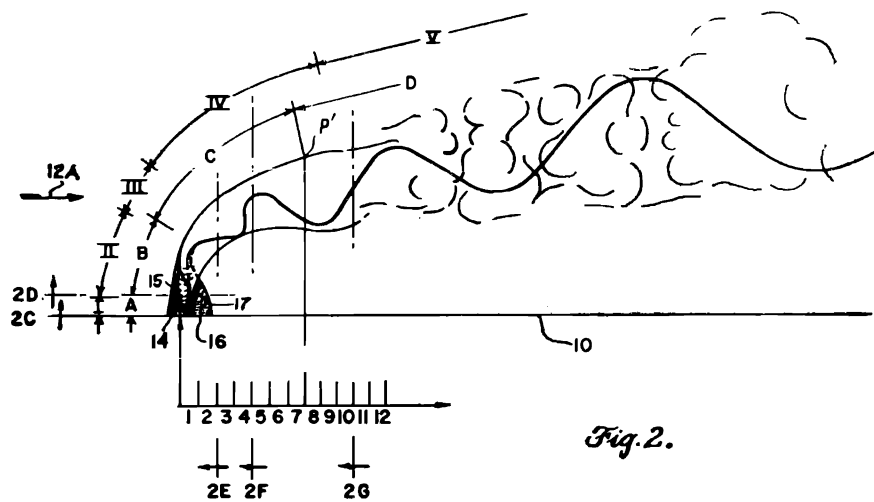


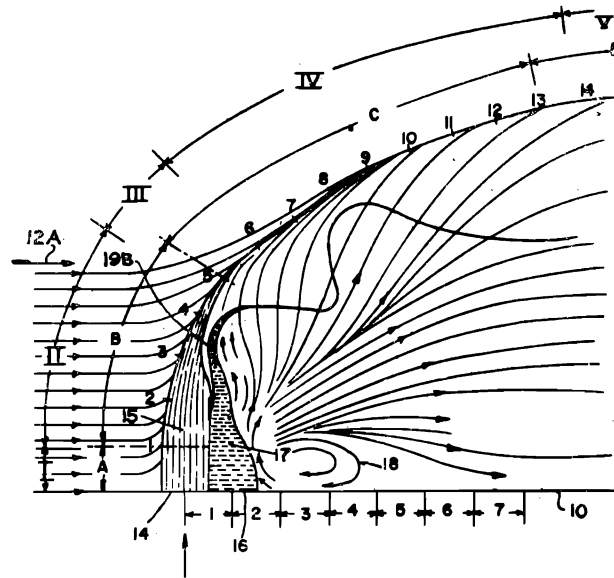
*Fig. 1B.*



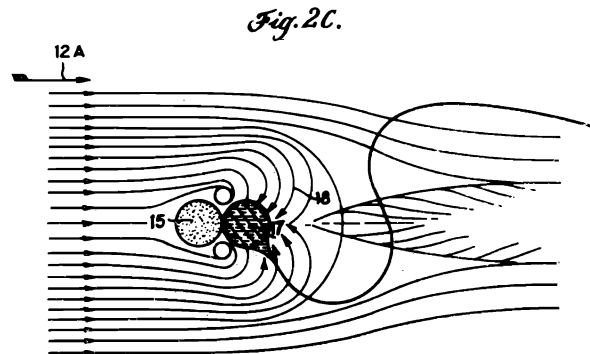
*Fig. 1C.*



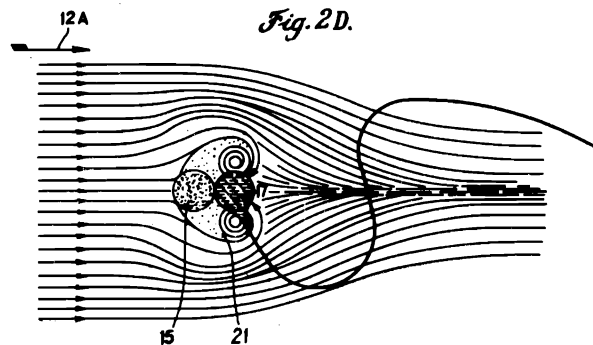




*Fig. 2B.*

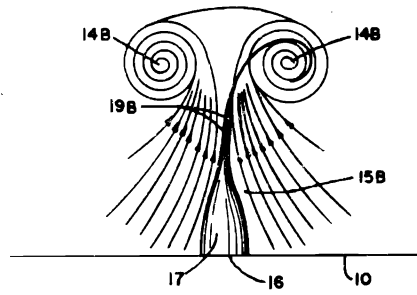


*Fig. 2C.*

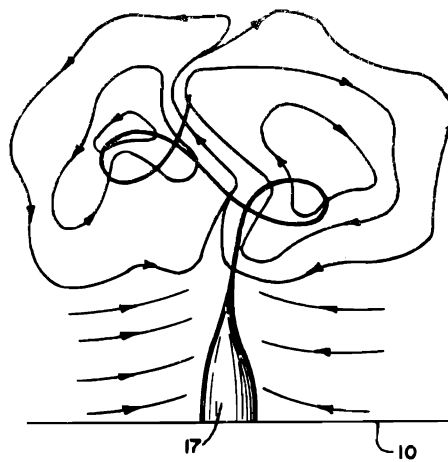
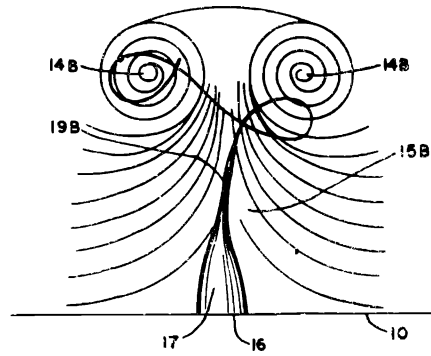


*Fig. 2D.*

*Fig. 2E.*



*Fig. 2F.*



*Fig. 2G.*

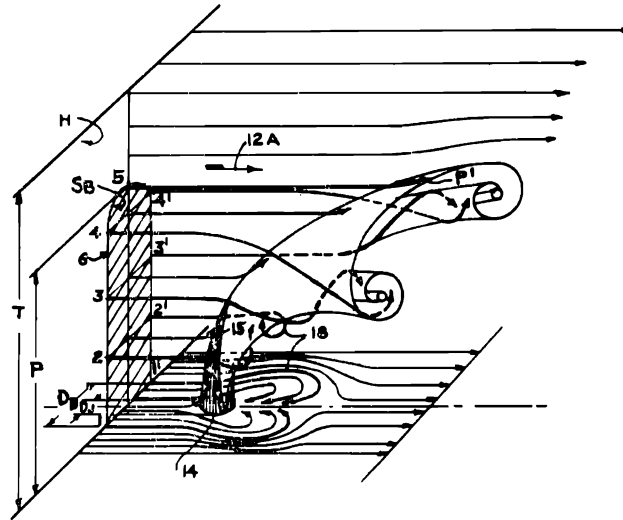


Fig. 2H.

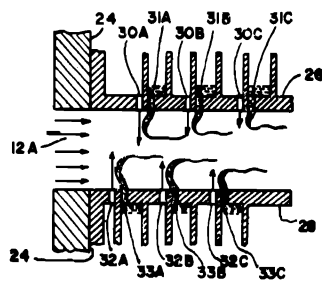


Fig. 3.

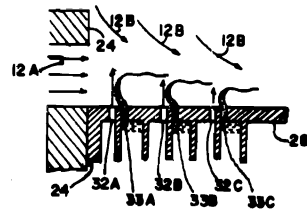


Fig. 3A.

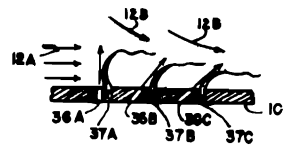


Fig. 4.

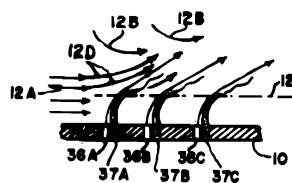


Fig. 5.

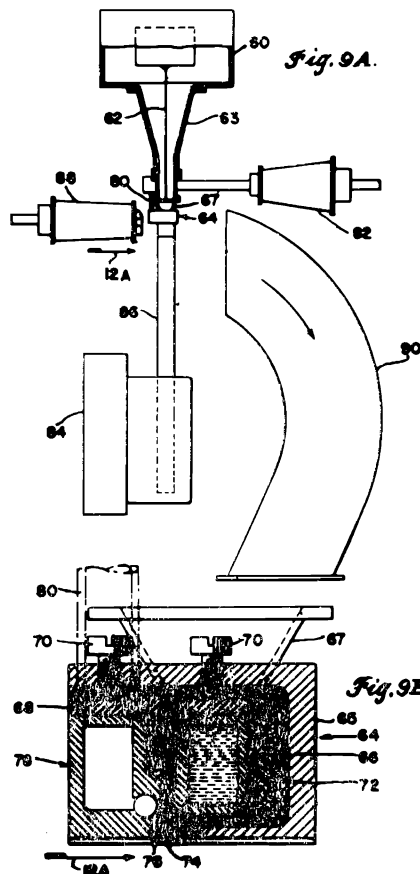
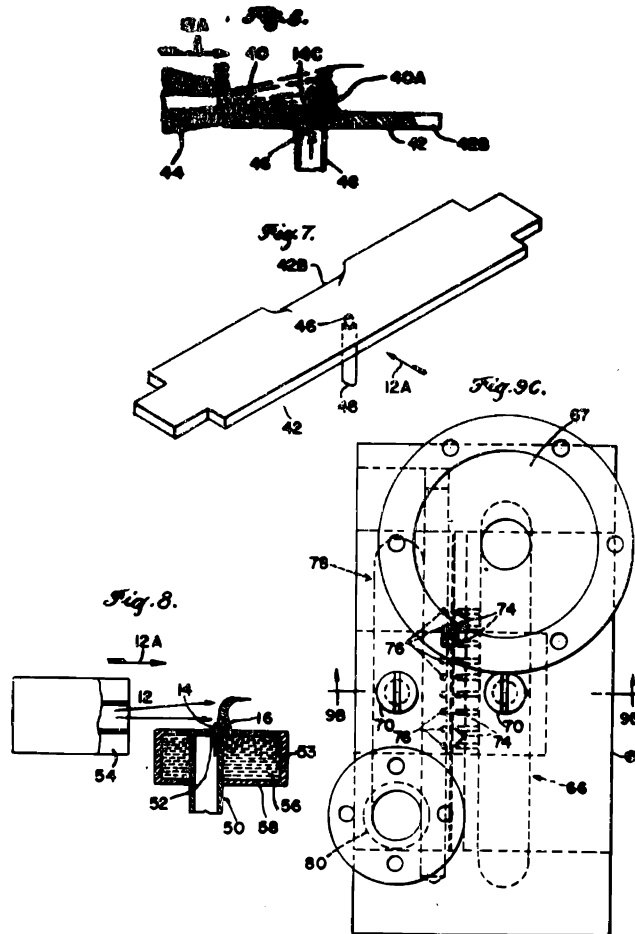


Fig. 10.

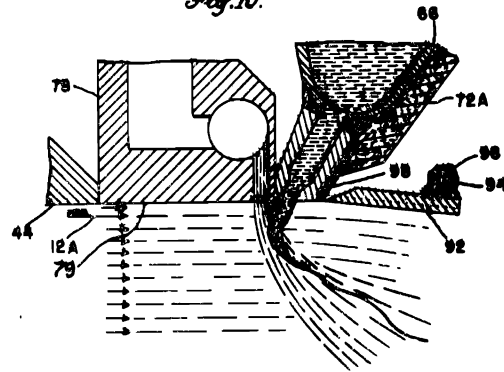


Fig. 11.

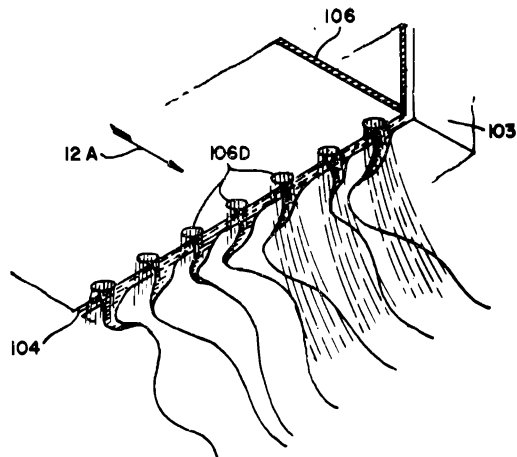
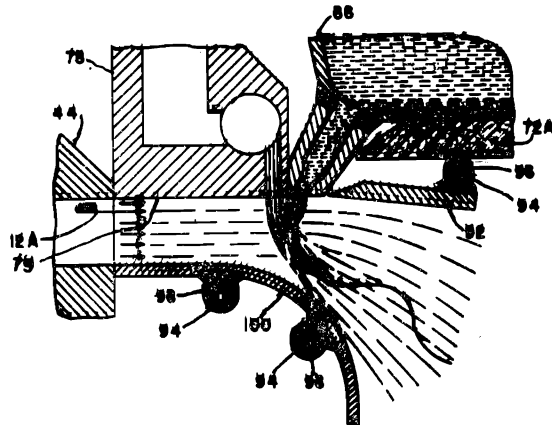


Fig. 12A.

