

УДК 677.21.051.188 (07)

Д.т.н. проф. Д.Б. Рыклин

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования «Витебский государственный технологический  
университет»

**«Технология и оборудование для аэродинамического  
способа прядения»**

методические указания к лабораторным и практическим занятиям  
для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей,  
трикотажа и нетканых материалов»

Витебск  
2003

## Лабораторная работа 1

Пневматические прядильные машины для производства комбинированных нитей с использованием волокон хлопка и льна

Для получения полушерстяной и шерстяной пряжи по камвольной системе прядения используется машина ПБК-225-ШГ, для получения пряж различного состава по хлопковым системам прядения – ПБК-225-Х, для получения льносодержащих пряж по льняной системе прядения, а также для получения многокомпонентных пряж с использованием волокон, значительно отличающихся по длине – ПБК-225-ЛО или ВПМ-170. На машинах типа ПБК установлено 4 аэродинамических устройства, на машине ПБК – 8 устройств.

На машинах ПБК-225-ЛО и ВПМ-170 установлен однозонный одноремешковый вытяжной прибор с самогрузными контрольными валиками. Схема вытяжного прибора представлена на рис. 1. Ремешок 1 приводится в движение за счет огибания своей внешней стороной ремешкового цилиндра 2 и натягивается самогрузным натяжным валиком 3. Такая конструкция позволяет производить замену ремешка без разбора деталей вытяжного прибора. Над ремешком установлено 7 самогрузных прижимных валиков 4, обеспечивающих контроль за движением.

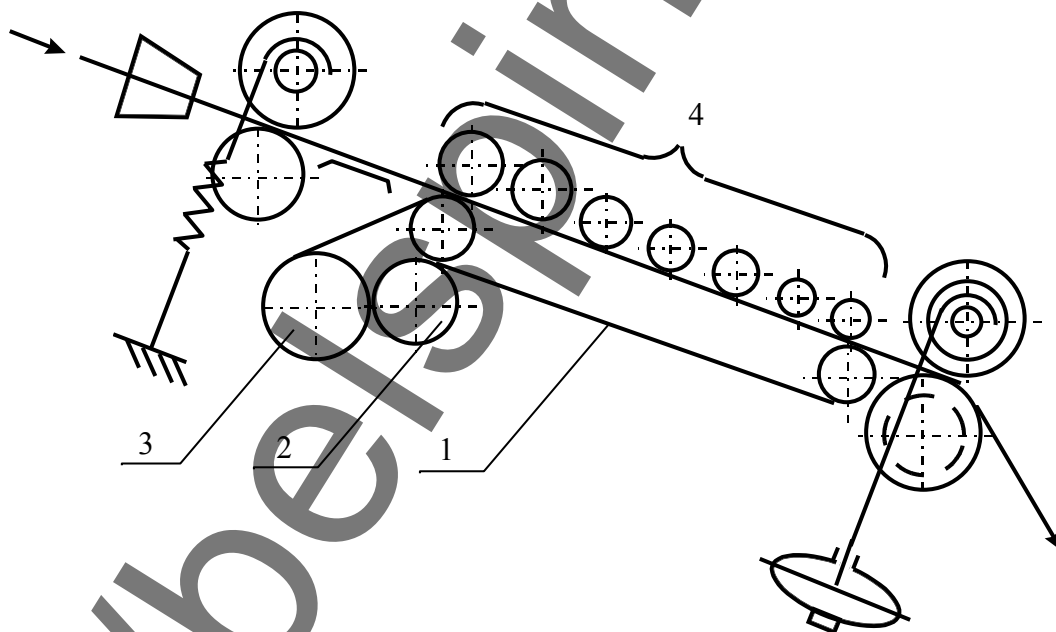


Рис. 1. Схема вытяжного однозонного прибора с самогрузными валиками

Наличие семи самогрузных валиков различной массы и диаметра создает возможность создания самых разнообразных вариантов нагружения вытяжного прибора и полей сил трения при воздействии самогрузных валиков на волокнистый материал.

Технологическая схема пневматической прядильной машины ПБК-225-ЛО представлена на рис. 2.

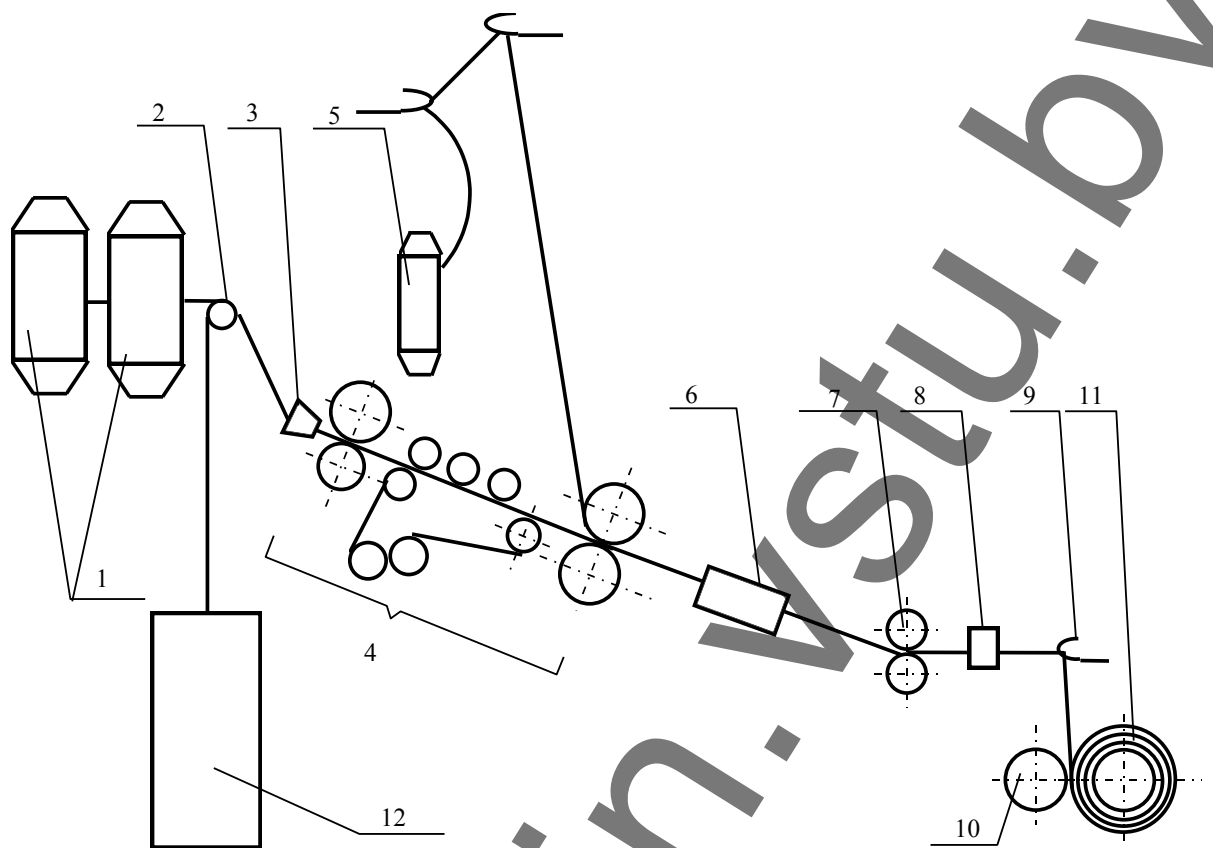


Рис. 2. Технологическая схема прядильной машины для получения многокомпонентной комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования

С ровничных катушек 1, установленных в питающей рамке, сматывается ровница, огибая пруток 2 и попадает в уплотнительную воронку 3 перед питающей парой вытяжного прибора 4 с самогрузными валиками. Проходя через вытяжной прибор ровница утоняется до необходимой линейной плотности. На питающей рамке машины устанавливается бобина 5 с комплексной химической нитью. Смотываясь с бобины, комплексная химическая нить направляется под переднюю пару вытяжного прибора. Выходящий из вытяжного прибора волокнистый материал поступает в аэродинамическое устройство (АУ) 6 вместе с комплексной химической нитью. В АУ под действием сжатого воздуха происходит формирование комбинированной пряжи. Полученная пряжа проходит пару 7, устройство контроля обрыва нити (УКОН) 8 и компенсатор натяжения 9, поступает к мотальному барабану 10 и наматывается на паковку 11. Выходная паковка представляет собой цилиндрическую бобину крестовой намотки. Масса готовой бобины 1,5-2 кг.

На прядильной машине возможно смешанное питание лентой и ровницами. При этом лента поступает из таза 12 и, огибая пруток 2, вместе с ровницей поступает в вытяжной прибор. Питание прядильной машины лентой позволяет повысить эффективность технологического процесса за счет сокращения ровничного перехода.

Таблица 1

Технические характеристики пневматических прядильных машин

№	Параметр	Значение параметра		
		ПБК-225 Х	ПБК-225 ЛО	ВПМ-170
1	Марка машины	ПБК-225 Х	ПБК-225 ЛО	ВПМ-170
2	Тип вытяжного прибора	Двухзонный двухремешковый трехцилиндровый системы 3×3	Однозонный одноремешковый двухцилиндровый с самогрузными валиками	
3	Число выпусков	4	4	8
1	Рабочая скорость выпуска пряжи, м/мин	50 - 200		
2	Заправочная скорость, м/мин	30		
3	Линейная плотность выпускаемой пряжи, текс	40 - 200		
4	Давление в пневмовьюрковой камере, МПа	0,1 - 0,25		
5	Давление в пневмоперепутывающей камере, МПа	0,35 - 0,55		
6	Нагон, %	0 - 13		
7	Вытяжка	10 - 60		

#### Лабораторное задание

1. Изучить технологические схемы пневматических прядильных машин ПБК-225-ШГ и ПБК-225-ЛО.
2. Изучить назначение и конструкцию основных узлов машин: питающих рамок, вытяжных приборов, аэродинамических устройств, механизма наматывания.
3. Изучить кинематические схемы машин и назначение сменных элементов.
4. Оформить отчет по лабораторной работе.

## Лабораторная работа 2

Оборудование для производства комбинированных нитей с использованием волокон шерсти аэродинамическим способом

Для производства полушерстяных комбинированных нитей по камвольной системе прядения шерсти разработана пневматическая прядильная машина ПБК-225-ШГ, технологическая схема которой представлена на рис. 1.11. Машина создана на базе самокруточной машины ПСК-225-ШГ. Доработка конструкции машины включает установку аэродинамического прядильного устройства 1, дополнительной рамки для разматывания комплексной химической нити 2, вытяжного прибора 3 для переработки соответствующего вида волокна, датчиков контроля обрыва нити "Укон" 4, нитенатяжитель для комплексной нити 5.

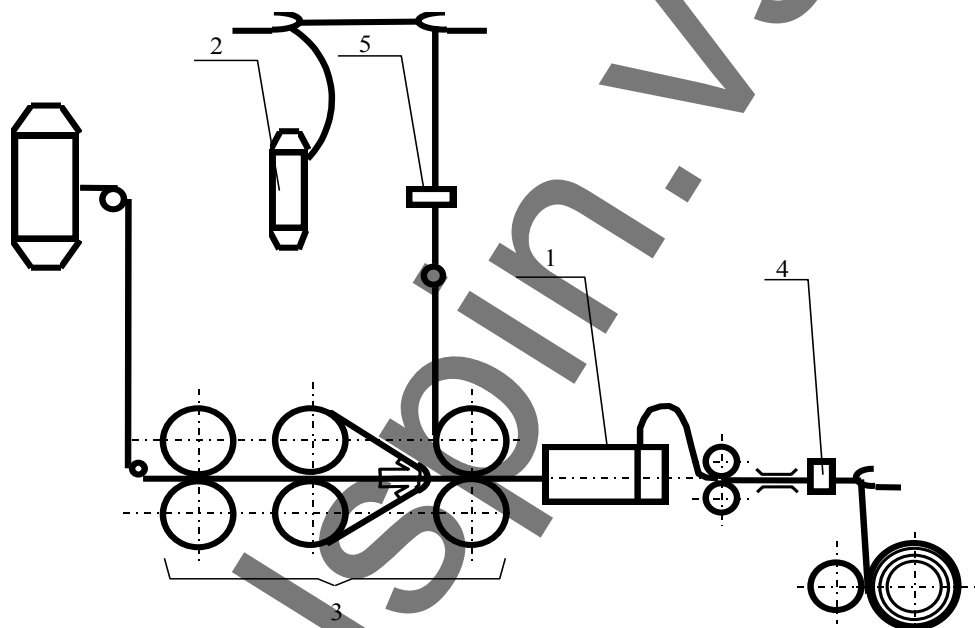


Рис. 1.11. Технологическая схема прядильной машины ПБК-225-ШГ

Машина для получения комбинированных нитей аэродинамическим способом позволяет вырабатывать пряжу линейной плотности 20-200 текс со скоростью выпуска до 250 м/мин. Машина снабжена системой пневмоотсоса для удаления пуха, коротких волокон и мычки при обрыве нити. Технические характеристики машин ПБК-225-ШГ и ПБК-225-Х совпадают.

Для производства комбинированных нитей по аппаратной системе прядения шерсти на Витебском станкостроительном заводе «Вистан» изготовлен прядильный агрегат ВПА-40.

Данный агрегат представляет собой каркас, пристыкованный к чесальному аппарату, на котором размещены 2 ряда вытяжных приборов. В каждом из рядов расположено по 20 вытяжных приборов, в которые заправляются по 3 ровничные нити из сучильных рукавов. Под выпускную пару каждого вытяжного прибора заправляется по одной комплексной химической нити. Вытяжной прибор состоит из питающей и выпускной пар, между которыми находится пневматический вьюрок для контроля за движением волокон. Выходящая из вытяжного прибора мычка с комплексной химиче-

ской нитью поступают в аэродинамическое устройство, где происходит формирование комбинированной нити, которая оттягивается тянущими валами. Далее нити направляются под углом  $90^{\circ}$  на обе стороны к механизму наматывания.

Технические характеристики агрегата ВПА-40 представлена в табл. .

Таблица  
Технические характеристики агрегата ВПА-40

Наименования показателя	Значение показателя
Число выпусков	40
Наибольшая скорость выпуска, м/мин	70
Заправочная скорость, м/мин	16
Сырье	
аппаратная ровница линейной плотности, текс	100 – 330
комплексная химическая нить линейной плотности, текс	10 - 29
Линейная плотность выпускаемой комбинированной нити, текс	150 - 300
Давление в пневмовьюрковой камере, МПа	0,1 - 0,25
Давление в пневмоперепутывающей камере, МПа	0,35 - 0,6
Нагон, %	5 - 15
Вытяжка в вытяжном приборе	1,5 – 5,0

#### Лабораторное задание

1. Изучить технологические схемы пневматической прядильной машины ПБК-225-ЛО и агрегата ВПА-40.
2. Изучить назначение и конструкцию основных узлов машин: питающих рамок, вытяжных приборов, аэродинамических устройств, механизма наматывания.
3. Изучить кинематические схемы машин и назначение сменных элементов.
4. Оформить отчет по лабораторной работе.

### Лабораторная работа 3

Машины для производства фасонных нитей с использованием аэродинамических устройств

#### Способ получения фасонных нитей на машине ПК

Отличительной особенностью известного способа получения комбинированных фасонных нитей на машинах с полыми веретенами является разделение процессов формирования эффектов из нагонных нитей и их фиксирования на стержневой нити, что приводит к изменению формы эффекта и его деформации.

Основными факторами, определяющими размер петли, их количество и однородность распределения, являются только коэффициент нагона эффектного компонента и крутка, передаваемая от полого веретена. Кроме того, как известно, текстильные материалы обладают повышенной неоднородностью физико-механических свойств. В частности, по длине значение жесткости нити на кручение и изгиб может изменяться в широких пределах.

Последнее обстоятельство оказывает сильное влияние на процесс формирования петли из нагонного компонента. Это влияние выражается в наличии петель разных размеров и их неоднородного распределения по длине фасонной нити, что приводит к образованию брака в фасонной нити и резко снижает качество вырабатываемых фасонных нитей.

Для уменьшения влияния анизотропности физико-механических свойств нагонных нитей, идущих на создание петель в фасонной нити, повышения качества готовых нитей и получения возможности управления процессом образования петли, в предлагаемом способе комбинированные фасонные нити производятся на прядильно-крутильной машине, оснащенной полым веретеном, а в качестве механизма формирования петель используется аэродинамическое устройство эжекционного типа (форсунка).

Форсунка устанавливается между полым веретеном и выпускной парой прядильно-крутильной машины, обеспечивающей заданную скорость движения нагонной нити. В форсунке под действием потока сжатого воздуха происходит образование петли из избытка нагонной нити и ее соединение со стержневым компонентом. Сразу же после образования петли она фиксируется закрепительной нитью.

Применением аэродинамического устройства достигается правильная форма петли и однородное распределение петель по длине фасонной нити, что значительно расширяет ассортимент готовых текстильных изделий и улучшает их качество.

Технологический процесс получения комбинированной фасонной нити представлен на рис. 3. Комбинированная фасонная нить петлистого строения по предлагаемому способу вырабатывается следующим образом. С неподвижной бобины 1, установленной в питающей рамке 2, сматывается стержневая нить 3. Стержневая нить проходит направляющий глазок 4, нитенатяжитель 5 и заправляется в аэродинамическое устройство 6, в канал для прохода стержневой нити 7. Для получения фасонных эффектов (петель) в питающей рамке устанавливается бобина 8 с нагонной нитью 9.

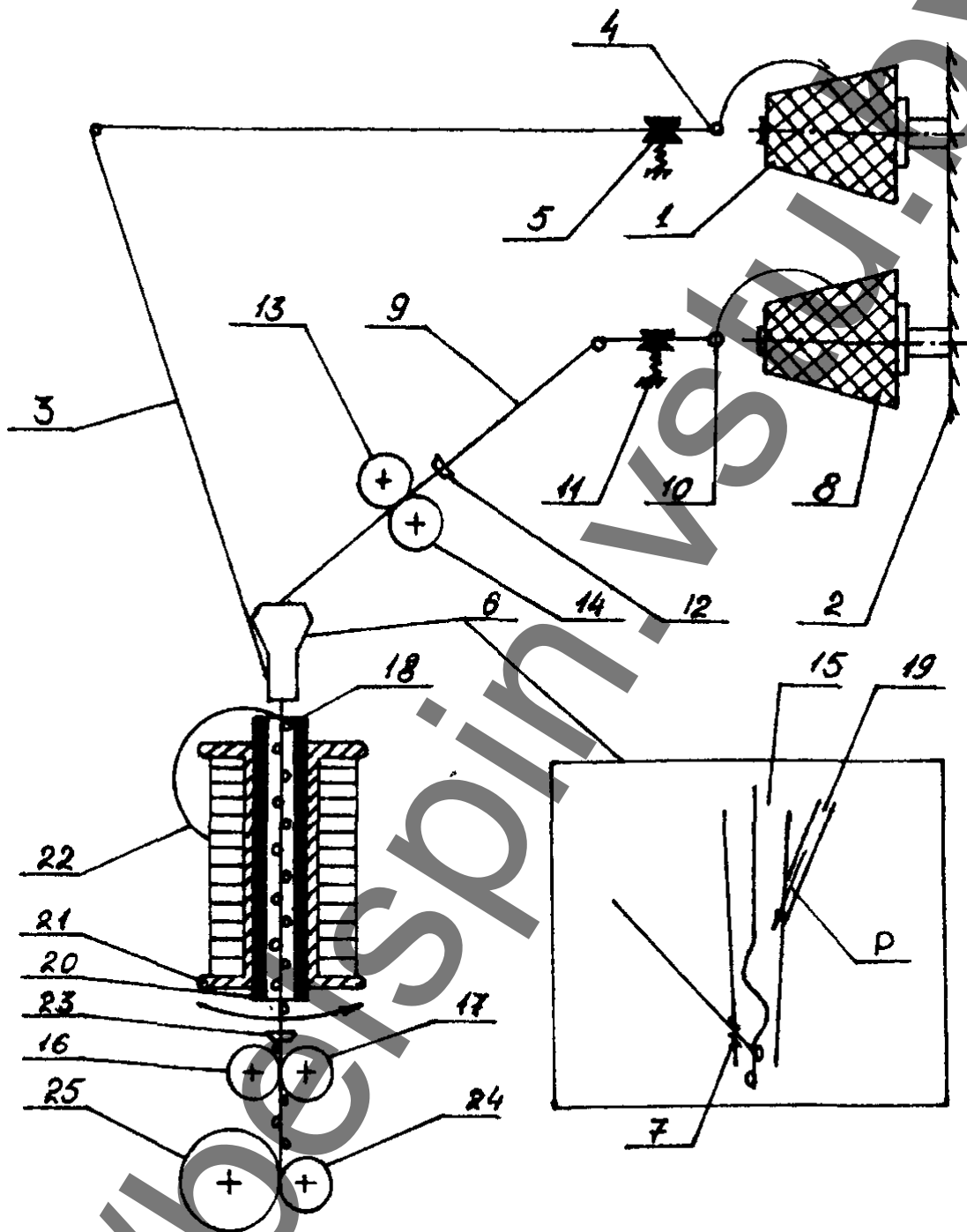


Рис. 3. Технологическая схема получения комбинированных фасонных нитей с использованием полого веретена и аэродинамического устройства

Нагонная нить проходит направляющий глазок 10, нитенатяжитель 11, и, минуя глазок специального нитепроводника 12, заправляется в питающую пару цилиндр-валик 13, 14, обеспечивающую требуемую скорость движения нагонной нити. Нитепроводник 12 для нагонной нити соединен с планкой водилки и совершает медленные колебательные движения в плоскости, параллельной выпускной паре с целью смещения нагонной нити и предохранения поверхности нажимного валика от преждевременного износа. Выходя из выпускной пары, нагонная нить заправляется в транспортирующий канал 15 аэродинамического устройства. Стержневая нить получа-



ет скорость выпускной пары 16, 17, окружная скорость которой меньше скорости питающей пары 13, 14. Нагонная нить поступает в аэродинамическое устройство с большей скоростью, чем скорость подачи стержневой нити (скорость выпуска). Вследствие этого создается избыток нити, из которого и происходит образование петли.

За счет нагона эффективной нити, действие силы давления воздушного потока в форсунке и крутящего момента, передаваемого от полого веретена, происходит образование петли 18. Сжатый воздух Р поступает в аэродинамическое устройство через питающий канал 19. Сформированная фасонная нить выходит из форсунки и поступает в канал полого веретена 20. На полом веретене установлена катушка 21 с закрепительным компонентом 22. Сматываясь с катушки, закрепительная нить также поступает в канал полого веретена. В канале полого веретена происходит скручивание компонентов и фиксирование полученных эффектов (петель).

Полученная фасонная нить выходит из полого веретена, проходит глазок специального нитепроводника 23, отводится выпускной парой 16, 17 и при помощи мотального механизма 24 наматывается на цилиндрическую паковку 25 крестовой намотки. Принцип работы нитепроводника 23 аналогичен принципу работы нитепроводника 12.

Данный технологический процесс может быть условно разделен на следующие этапы:

1. принудительная подача нагонного и стержневого компонентов в аэродинамическое устройство;
2. формирование в аэродинамическом устройстве из нагонного компонента петли;
3. фиксирование полученного эффекта на стержневой нити закрепительным компонентом в полом веретене;
4. отвод сформированной фасонной нити из полого веретена и наматывание ее на паковку.

Скорость выпуска комбинированной нити составляет от 20 до 50 м/мин.

Согласно предлагаемого способа получения комбинированных фасонных нитей петлистоей структуры можно вырабатывать нити линейной плотностью 30-1000 текс и выше. Возможности комбинирования различных по свойствам, волокнистому составу и цветовой расцветке компонентов практически не ограничены.

Особенностью данного способа получения комбинированной фасонной нити является использование аэродинамического устройства, при помощи которого осуществляется формирование петли из нагонного компонента. Экспериментальный образец устройства изображен на рис. 4.

Устройство представляет собой аэродинамическую форсунку эжекционного типа. Оно содержит корпус 1, в котором выполнен транспортирующий канал 2 для прохода нагонного компонента, расположенный по оси полого веретена. Питающий канал 3 для подачи сжатого воздуха входит в него под требуемым углом. Подвод сжатого воздуха в аэродинамическую форсунку осуществляется через штуцер 4, который крепится в корпусе форсунки.

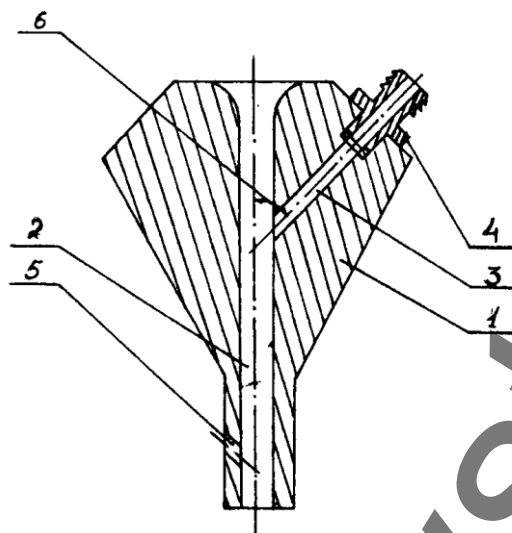


Рис. 4. Экспериментальный образец аэродинамического устройства

Отличительной особенностью аэродинамического устройства является выполненный в корпусе канал 5 для прохода стержневого компонента (боковой канал). Наличие этого канала обеспечивает стабильное положение стержневой нити относительно нагонной, отсутствие баллонирования ее и, как следствие, повышение качества фасонной нити. При истечении сжатого воздуха из питающего канала 3 образуется направленный воздушный поток, выходящий в транспортирующий канал.

В зависимости от взаимного расположения этих каналов может изменяться скорость воздушного потока. С целью увеличения скорости потока сжатого воздуха угол наклона питающего канала выбирается минимально возможным, при этом уменьшается гидравлическое сопротивление аэродинамического устройства.

Попадая из канала 3 в транспортирующий канал, сжатый воздух создает разрежение и тем самым создаются условия для пневмозаправки аэродинамического устройства и полого веретена. Разрежение способствует эжектированию выходящей из выпускной пары нагонной нити с одновременной транспортировкой ее вдоль канала 2.

Для переработки волокнистой мычки в фасонную нить используется аэродинамическое устройство, обеспечивающее дополнительную ложную крутку для придания мычке требуемой прочности. Это достигается применением аэродинамического устройства с тангенциальным расположением питающего канала 3 для подвода сжатого воздуха.

Поток сжатого воздуха выходит в транспортирующей канал и продвигается вдоль него по винтовой линии. Образуется закрученный воздушный поток, работающий по принципу вьюрка ложной крутки. При необходимости форсунка может обеспечивать правую либо левую ложные крутки (Z или S).

Заправка устройства осуществляется путем подачи свободного конца нагонной нити в транспортирующий канал аэродинамического устройства. При этом за счет эжекции нагонная нить под действием направленных воздушных потоков проходит вдоль аэродинамического устройства и далее вдоль канала полого веретена.

На основе описанного выше предлагаемого способа и разработанного аэродинамического устройства на базе прядильно-крутильной машины ПК-100 была разработана конструкция модернизированной машины ПК-100 для выпуска комбинированных фасонных нитей.

Основные технические характеристики прядильно-крутильной машины ПК-100 для выпуска комбинированных фасонных нитей представлены в таблице 3.

Таблица 3  
Технические характеристики машины ПК-100 для выпуска комбинированных фасонных нитей

Параметр	Значение
Линейная плотность комбинированной фасонной нити, текс	30-500
Число кручений на 1 м	250-1100
Частота вращения веретен, мин <sup>-1</sup>	До 12000
Число веретен на машине	13,26-156 (кратное 12)
Марка веретена	ВПК 32-64-140
Расстояние между веретенами, мм	200
Питание одного рабочего места машины	С двух паковок конусной намотки максимальным диаметром 195 мм
Способ заправки исходных компонентов	Пневмофорсункой
Тип выпускаемой паковки	Цилиндрическая бобина крестовой намотки
Размеры паковки	Ширина намотки, мм до 75 диаметр бобины, мм до 200
Масса нити на бобине, г	1,2-1,25
Орган формирования эффектов (петель)	Аэродинамическое устройство
Давление сжатого воздуха, МПа	Не менее 0,1
Расход сжатого воздуха на одну форсунку, м <sup>3</sup> /ч	Не более 3,5

#### Лабораторное задание

5. Изучить схемы модернизированных машин ПБК-225-ШГ и ПК-100 для выработки фасонных нитей.
6. Изучить назначение и конструкцию основных узлов машин.
7. Изучить кинематические схемы машин и назначение сменных элементов.
8. Оформить отчет по лабораторной работе.

## Лабораторная работа 4

### Пневмотекстурирующее оборудование

Текстурированными нитями называются вторичные нити, обладающие рядом специфических свойств (повышенной рыхлостью, распушенностью, в ряде случаев значительной растяжимостью и др.) и полученные путем изменения структуры первичных нитей, волокон или полимеров, предназначенных для их формования, в процессе дополнительных физико-механических или физико-химических обработок. Анализ мирового промышленного производства текстурированных нитей показал, что объемы производства пневмотекстурированных нитей (ПТН) постоянно растут. ПТН обладают невысокой растяжимостью, пряжеподобным внешним видом, повышенной объемностью, низкой обратимой деформацией. Традиционно ПТН перерабатываются в ассортимент трикотажных изделий одежного назначения и лишь в небольшом количестве в ткацкие изделия бытового и технического назначения. ПТН большой линейной плотности (более 80 текс) применяются для получения технических тканей и трикотажа.

Для реализации процесса пневмотекстурирования в лаборатории кафедры ПНХВ была модернизирована прядильная машина ПСК-225-ШГ и получена модель машины для пневмотекстурирования ПТМ-225, позволяющая вырабатывать ПТН широкого диапазона линейных плотностей (от 5 до 300 текс). Вместо вьюрка, применяемого на машинах ПСК-225-ШГ, на машине ПТМ-225 установлено пневмотекстурирующее устройство (ПТУ), в котором происходит процесс формирования нитей петельной структуры.

На машине ПТМ-225 можно получать ПТН следующими способами:

- однониточным;
- многониточным параллельным способом;
- многониточным нагонным способом.

При реализации параллельного способа обрабатываемые нити (нить) подаются в ПТУ с одинаковым опережением. При нагонном текстурировании обрабатываемые комплексные нити подаются в ПТУ с различной величиной опережения. ПТН нагонного способа формирования имеют ярко выраженную стержневую структуру. При этом нить, подаваемая в ПТУ с меньшим нагоном, называется стержневой нитью. Она в первую очередь обеспечивает разрывные характеристики ПТН. Нити (нить), подаваемые в ПТУ с большим нагоном, называются нагонными. Элементарные нити (ЭН) реализуются в петли, обвивающие стержневую нить. Они создают внешние эффекты на поверхности ПТН и обеспечивают деформационные и потребительские свойства нити (высокую объемность, мягкость, гигроскопичность, пряжеподобный внешний вид и др.). ПТН параллельного способа формирования обладают по сравнению с ПТН нагонного способа формирования более стабильной петельной структурой, меньшим удлинением, значительно равномернее по линейной плотности.

Технологическая схема получения ПТН параллельным способом на машине ПТМ-225 представлена на рисунке 2.1.

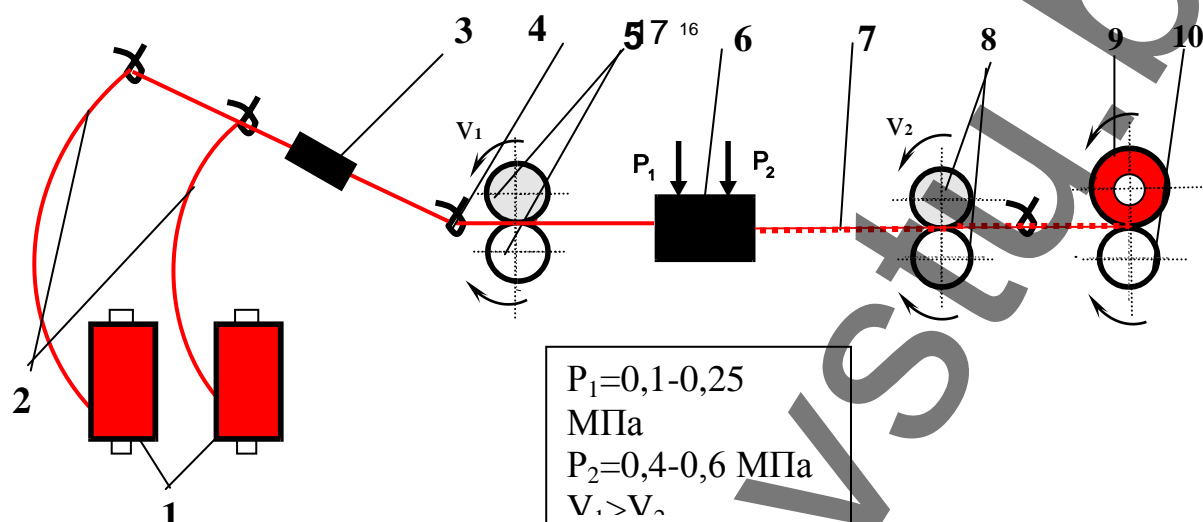


Рис. 2.1 Технологическая схема пневмотекстирующей машины ПТМ-225

Комплексная нить (нити) 2 сматываются с входных паковок 1 и поступают в гребенной нитенатяжитель 3, где получают требуемое натяжение. Затем питающей парой 5 через направляющий крючок 4 комплексная нить подается в устройство для пневмотекстирования 6, в которое подается сжатый воздух. Под действием встречных радиальных потоков элементарные нити комплексной нити перепутываются между собой, образуя однородную петлистую структуру. Готовая пневмотекстированная нить 7 отводится из пневмотекстирующего устройства оттяжной парой 8 и наматывается в цилиндрическую бобину крестовой намотки 9 мотальным барабанчиком 10. Скорость питания больше скорости оттяжки ( $V_1 > V_2$ ): это условие необходимо для того, чтобы комплексная нить попадала в ПТУ в свободном состоянии. Изменяя соотношение скоростей между питающим и выпускным цилиндрами, устанавливается требуемая величина опережения.

При помощи специального устройства на машине ПТМ-225 можно получать фасонные ПТН и нити с меланжевым эффектом.

Процесс текстирования комплексных нитей воздухом предусматривает подачу нити в прибор, где происходит ее обработка, с необходимым опережением. В этом случае избыток ЭН, расположенных в наружном слое, образует петли, дуги и узелки. При подаче нити в прибор без опережения каких-либо структурных изменений в нити не происходит; нить выходит из прибора гладкой.

Величину нагона комплексной нити можно выразить в процентном отношении следующим образом

$$N = \frac{v_n - v_B}{v_B} 100\%. \quad (2.4)$$

Одним из важных параметров процесса является натяжение нити при текстурировании и наматывании. Слишком малое натяжение приводит к провисанию комплексной нити, намотам на рабочие органы и обрыву нити. Резкое увеличение натяжения приводит к вытягиванию и исчезновению петель и образованию гладких (нетекстурированных) участков на нити.

$$H = \frac{v_H - v_O}{v_O} 100\%, \quad (2.5)$$

где –  $H$  – нагон ПТН при наматывании на выходную паковку, %;

$V_H$  – скорость наматывания, м/мин;

$V_O$  – скорость оттяжки нити, м/мин.

ПТУ для текстурирования с нагоном разработано на кафедре ПНХВ ВГТУ (Республика Беларусь). Устройство содержит в корпусе две камеры - транспортирующую и пневмотекстурирующую (рис. 1.7). Главным достоинством устройства является то, что действия воздушных потоков, истекающих из обеих камер функционально разделены. В транспортирующей камере выполнена ступенька для разрушения обратного воздушного потока. В камере текстурирования под воздействием потоков воздуха, истекающих из двух радиальных каналов, происходит интенсивное перепутывание ЭН. Выход из ПТУ частично перекрыт заслонкой. Такая конструкция ПТУ позволяет вырабатывать ПТН широкого диапазона линейных плотностей (от 5 до 350 текс) нагонным и параллельным способами.

Устройство содержит в корпусе 16 две втулки 11 и 13, которые запираются гайкой 1 и прижимаются к стопорной гайке 8. Втулка 11 содержит пневмотранспортирующую камеру (ПТК), соединенную с патрубком для подачи воздуха через полость для выравнивания давления, и радиально расположенный под острым углом к оси камеры, канал. Втулка 13 содержит пневмоперепутывающую камеру (ППК), соединенную с патрубком для подачи воздуха через полость для выравнивания давления, и радиальные каналы. Для предотвращения перетекания воздуха между камерами устанавливаются уплотнительные кольца 5, 7 и 10.

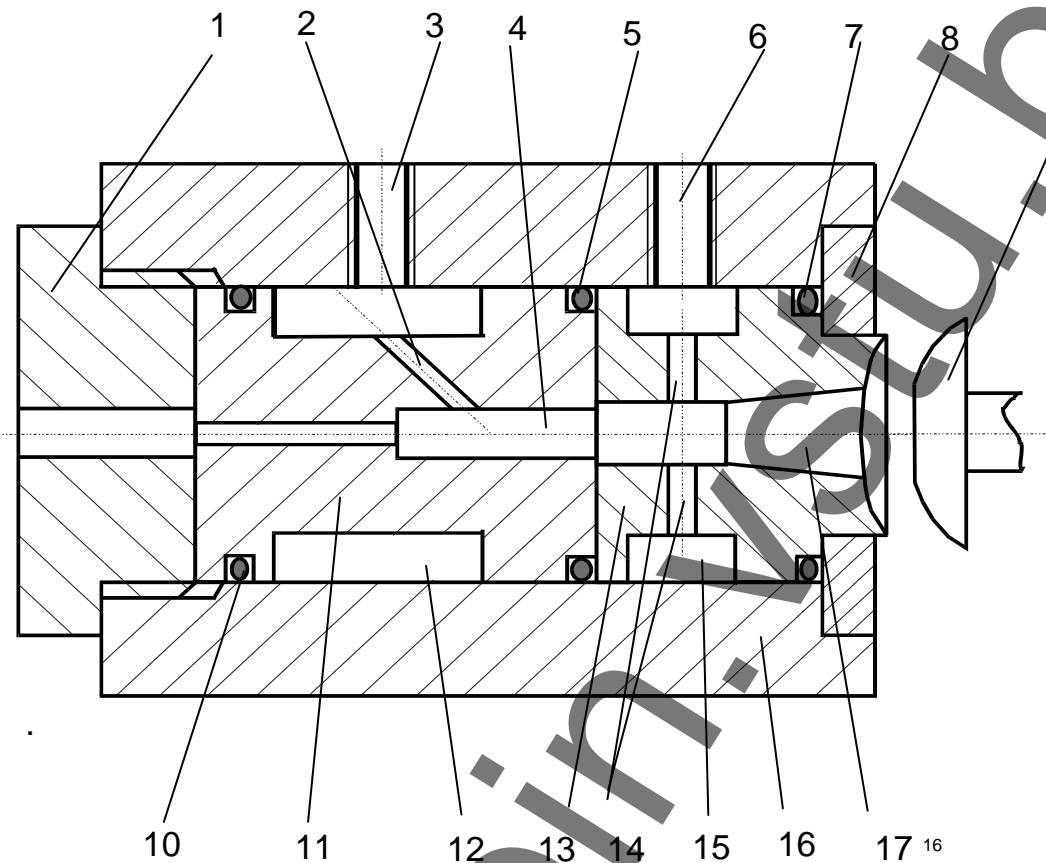


Рис. 1.7 Схема пневмотекстирующего устройства, ВГТУ

Выход из ППК частично перекрыт заслонкой 9. Исходные компоненты (одна или несколько комплексных нитей) подаются в зону формирования питающей парой с опережением относительно оттяжной пары.

Устройство работает следующим образом. Комплексная нить (нити) подаются в устройство питающей парой с необходимым опережением. За счет образования в ППК 4 продольного потока воздуха, истекающего из наклонного канала 2, в который он поступает через патрубок 3 и полость для выравнивания давления 12, нить поступает в ППК 17. Там ЭН комплексной нити подвергаются воздействию радиально направленных воздушных струй, истекающих из каналов 14, и перепутываются между собой. Воздух поступает в каналы 14 через патрубок 6 и полость для выравнивания давления 15. В ППК под воздействием вихревых турбулентных потоков закрепляется петельная структура нити. Далее полученная нить отводится оттяжной парой через зазор между торцом ППК и заслонкой 9 и поступает в устройство намотки [42, с. 55-56].

Технические характеристики модернизированной машины для пневмотекстирования ПТМ-225 представлены в табл. 5.

Технические характеристики модернизированной машины для  
пневмотекстурирования ПТМ-225

Наименование характеристик	Значение
Скорость выпуска пряжи, м/мин: <i>наибольшая</i> <i>заправочная</i>	150 30
Количество выпусков	4
Производительность при скорости выпуска 150 м/мин: <i>для выпуска ПТН 50 текс, кг/час</i> <i>для выпуска ПТН 100 текс, кг/час</i> <i>для выпуска ПТН 200 текс, кг/час</i>	0,72 1,44 2,88
Расстояние между выпусками, мм	225
Наибольшие размеры выпускных бобин: <i>диаметр, мм</i> <i>ширина, мм</i> <i>масса, кг</i>	250 160 2,0
Линейная плотность вырабатываемых ПТН, текс	5...300
Питающий продукт: комплексная химическая нить линейной плотностью, текс	2,2...111
Расход сжатого воздуха на одно рабочее место при рабочем давлении 0,5 МПа, м <sup>3</sup> /час	до 8

Лабораторное задание

1. Изучить схему пневмотекстурирующей машины ПТМ-225.
2. Изучить назначение и конструкцию основных узлов машин.
3. Изучить кинематические схемы машин и назначение сменных элементов.
4. Оформить отчет по лабораторной работе.



**Практическое занятие 1**  
Семинар: «Новые способы прядения»

Рассматриваемые вопросы:

1. Перечислите достоинства и недостатки традиционных способов прядения.
2. Перечислите новые способы формирования пряж и комбинированных нитей.
3. Преимущества способов формирования нитей, основанных на использовании аэродинамических сил воздушных потоков.
4. Дайте характеристику бескамерного пневмомеханического способа формирования DREF. Особенности структуры пряжи. Достоинства, недостатки и область применения способа.
5. Дайте характеристику самокруточного способа прядения. Особенности структуры пряжи. Достоинства, недостатки и область применения способа.
6. Дайте характеристику пневматического способа формирования пряжи в стационарном вихре на машинах типа PF. Особенности структуры пряжи. Достоинства, недостатки и область применения способа.
7. Дайте характеристику пряже пневматического способа формирования MJS. Особенности структуры пряжи. Достоинства, недостатки и область применения способа.
8. Дайте характеристику пряже пневматического способа формирования на машинах типа ПБК. Достоинства, недостатки и область применения способа.

#### Практическое занятие 4

Расчет конструктивных параметров аэродинамического устройства.  
Разработка плана прядения для получения пряжи аэродинамическим способом прядения

Схема аэродинамического устройства представлено на рис 4.

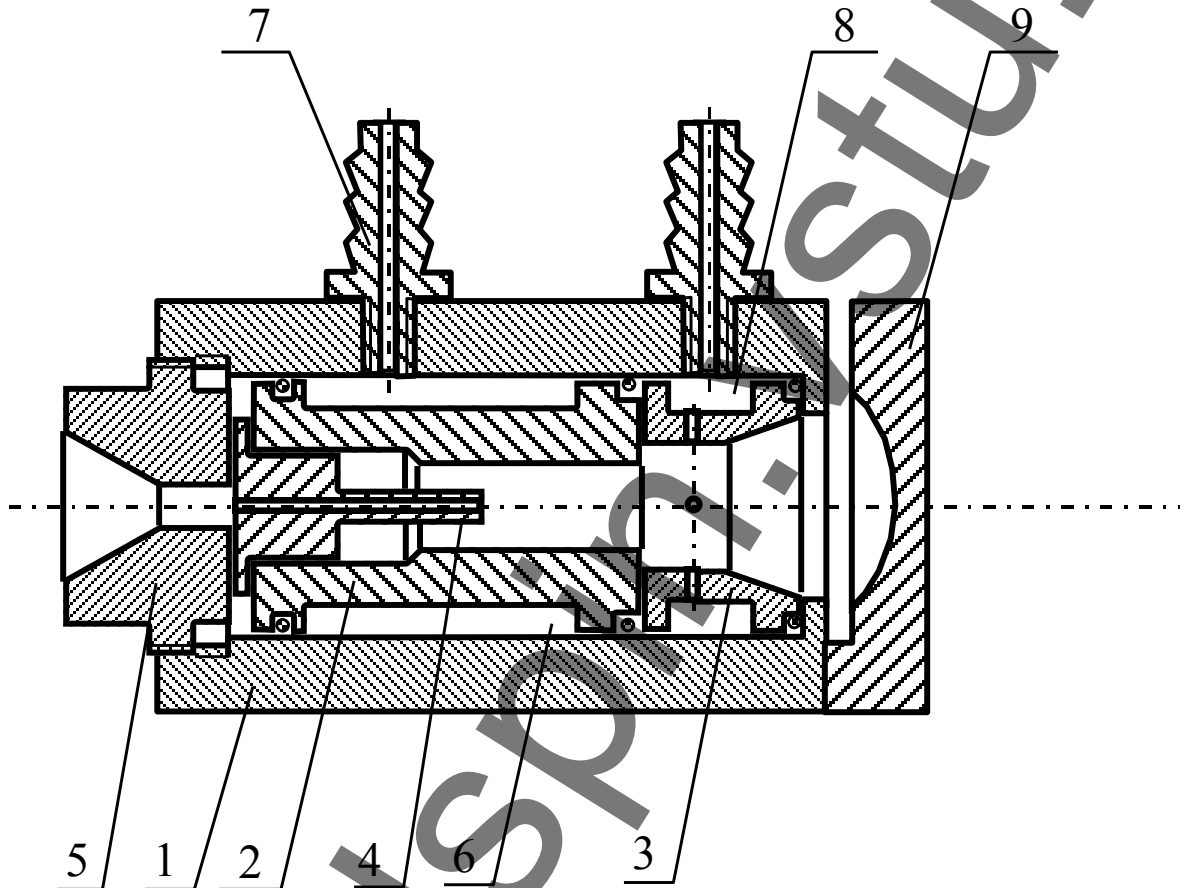


Рис. 4. Схема аэродинамического устройства для получения комбинированной пряжи аэродинамическим способом формирования

Аэродинамическое устройство содержит расположенные в корпусе 1 пневмовьюрковую камеру (ПВК) 2 и пневмоперепутывающую камеру (ППК) 3. В ПВК вставлена игла 4, которая прижимается к ней пробкой 5. Ресивер 6 с помощью двух тангенциальных каналов сообщается с ПВК. Сжатый воздух подается в ресивер через штуцер 7 от внешнего источника. При истечении сжатого воздуха из тангенциально расположенных каналов в ППК образуется закрученный вихревой поток. С целью увеличения его скорости ПВК сужается, образуя узкий кольцеобразный зазор между поверхностью иглы и внутренней поверхностью канала. Попадая из кольцевого зазора в канал, сжатый воздух создает условия для пневмозаправки устройства. Разрежение способствует засасыванию волокнистого материала, выходящего из зажима передней пары вытяжного прибора. Захватываемый вихревым потоком, он получает ложную крутку, которая, распространяясь до выпускной пары вытяжного прибора, препятствует продольному смещению волокнистого компонента комбинированной пряжи относительно сердечника. После

выхода волокнистого материала из зоны интенсивного действия ПВК его крутка быстро уменьшается до нескольких кручений на метр. В таком состоянии пряжа попадает в ППК. Из ресивера 8 сжатый воздух истекает через радиально расположенные каналы, образуя в ППК мощные турбулентные потоки, которые разбивают поступающий материал на отдельные волокна и нити с одновременным их перепутыванием и образованием “ложных узлов”. Вместе с потоками воздуха нить выводится из прядильного устройства. Для увеличения турбулентности выходное отверстие камеры перекрывается заслонкой 9.

Аэродинамическое устройство характеризуется рядом конструктивных параметров (рис. 5.1), а их оптимальные значения определяются свойствами волокнистого продукта и требованиями к получаемой пряже.

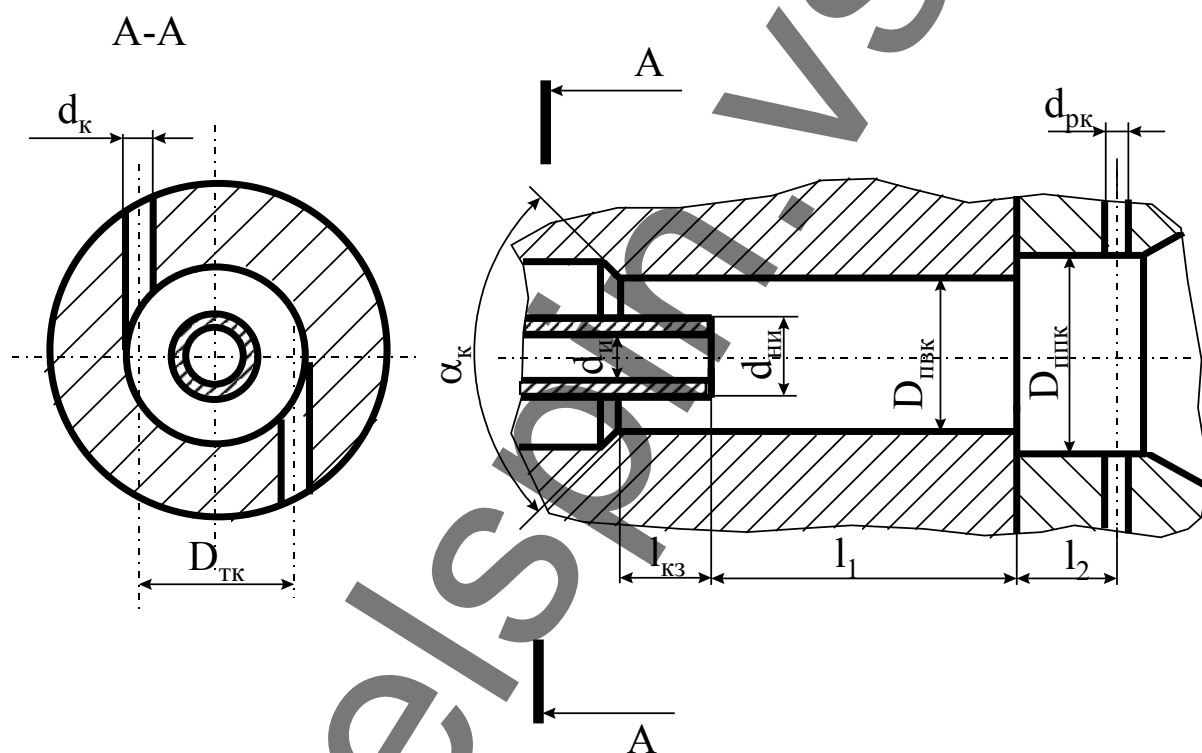


Рис. 5.1. Схема аэродинамического устройства с основными параметрами, определяемыми с использованием разработанного алгоритма

Расчет параметров аэродинамического устройства производится в следующем порядке

1. Задавшись необходимой линейной плотностью комбинированной пряжи  $T$ , рассчитываем внутренний диаметр иглы по формуле

$$d_{И} = 0,32\sqrt{T} \quad (5.1)$$

Если известен необходимый диапазон линейных плотностей, можно определить внутренний диаметр иглы по таблице 5.1.

Таблица 5.1

Диапазон линейных плотностей, текс	Внутренний диаметр иглы, мм
20 - 27	1,5
27 - 37	1,75
37 - 52	2
52 - 80	2,5
80 - 110	3
110 - 150	3,5
150 - 200	4

2. Наружный диаметр иглы определяется по формуле

$$d_{НИ} = d_{И} + 0,5, \quad (5.2)$$

3. Диаметр тангенциальных каналов  $d_K$  принимается равным 1,2 мм.

4. Диаметр пневмовьюрковой камеры  $D_{ПВК}$  и расстояние между тангенциальными каналами  $D_{ТК}$  определяются из системы уравнений

$$D_{ТК} = D_{ПВК} + d_K + (0,1...0,2), \quad (5.3)$$

$$D_{ПВК} = \frac{d_{НИ} + (0,1...0,2)}{(1 - A^{-0,6})}, \quad (5.4)$$

$$A = D_{ТК} D_{ПВК} / d_K^2 \quad (5.5)$$

5. Угол конфузора  $\alpha_K$  принимается равным  $45^\circ$ .

6. Длина кольцевого зазора  $l_{КЗ}$  (от конца конфузора до конца иглы) - 5 - 8 мм.

7. Диаметр радиальных каналов можно ориентировочно определять по формуле

$$d_{РК} = 2,2...2,5 d_{КОМБ} \quad (5.6)$$

где  $d_{КОМБ}$  - диаметр комбинированной нити, определяемый с учетом повышенной объемности по формуле

$$d_{КОМБ} = 1,5 \cdot 0,0357 \sqrt{\frac{T_{КН}}{\gamma_{КН}} + T_{ВП} \sum_i \frac{\beta_i}{\gamma_i}}$$

$T_{КН}$ ,  $T_{ВП}$  - соответственно, линейная плотность комплексной химической нити и волокнистого покрытия, текс;

$\gamma_{KH}$  – плотность комплексной химической нити, г/см<sup>3</sup>;  
 $\beta_i$  – доля волокон  $i$ -того компонента в волокнистом покрытии;  
 $\gamma_i$  – плотность волокон  $i$ -того компонента.

8. Диаметр ППК определяется из соотношения

$$D_{ППК} = \alpha d_{РК} \quad (5.7)$$

где параметр  $\alpha$  определяется по таблице 5.2 в зависимости от состава пряжи и допускаемого давления в ППК.

Таблица 5.2

Состав пряжи	Допускаемое давление в ППК, Мпа		
	0,4	0,45	0,5
Пряжа с металлизированной нитью с использованием любых волокон	---	4,5	5
Льносодержащая пряжи без металлизированной нити	4,5	6	6,5
Прочие виды пряж	5	6,5	7,5

9. Расстояние  $l_2$  от торца ППК до плоскости радиальных каналов выбирается из диапазона

$$l_{2MAX} = \frac{\pi(D_{ППК} - d'_{КОМБ})}{8} \sqrt{\frac{100}{H_0} - 1}, \quad (5.9)$$

$$l_{2MIN} = \frac{(D_{ППК} - d'_{КОМБ})}{8} \left( \pi - 2 \arcsin \frac{D_{ППК} - d'_{КОМБ}}{D_{ППК} - d'_{КОМБ}} \right) \sqrt{\frac{100}{H_0} - 1}, \quad (5.10)$$

где  $d'_{КОМБ}$  – диаметр комбинированной нити без учета повышенной объемности, мм

$$d'_{КОМБ} = \frac{d_{КОМБ}}{1,5}$$

$H_0$  - предполагаемая величина нагона, определяемая в зависимости от состава пряжи по таблице 5.3.

Таблица 5.3

Состав волокнистого покрытия	Нагон $H_0$ , %
Льняное волокно - 100 %	3
Льняное волокно - 40 - 100 %, нитроновое, хлопковое, шерстяное волокно - остальное	5
Нитроновое волокно - 70 %, шерстяное волокно - 30 %	7
Хлопковое волокно - 100 %	7
Нитроновое волокно - 100 %	11

При получении пряжи с металлизированным компонентом нагон увеличивается на 1 - 2 %, при получении пряжи без комплексной химической нити - уменьшается на 1 - 2 %.

10. Расстояние от конца иглы до торца ППК определяется по формуле

$$l_1 + l_2 = \left[ \frac{D_{ПВК} - d'_{КОМБ}}{4} \left( \pi N - \arcsin \frac{d_{И} - d'_{КОМБ}}{D_{ПВК} - d'_{КОМБ}} \right) + \frac{\pi(D_{ППК} - d'_{КОМБ})}{8} \right] \sqrt{\frac{100}{H_0} - 1} \quad (5.8)$$

где  $N$  – количество полуволн стоячей волны в пневмовьюрковой камере;

Если при  $N = 2$  выполняется условие

$$l_1 + l_2 + l_{КЗ} < 5 \frac{D_{ПВК}(l_1 + l_{КЗ}) + D_{ППК}l_2}{l_1 + l_2 + l_{КЗ}}, \quad (5.11)$$

то количество полуволн продукта в ПВК  $N$  предварительно выбирается равным 2. Если условие не выполняется, то  $N$  принимается равным 1.

Порядок разработки плана прядения для производства комбинированных нитей аэродинамическим способом в основном совпадает с порядком разработки планов для производства пряж по системам прядения, соответствующим используемой ровницы. При использовании ровниц различного состава (льняной и хлопковой, льняной и полушерстяной) за основу берется план предприятия, на котором установлена пневматическая прядильная машина.

## Практическое занятие 4

### Семинар «Получение пряжи аэродинамического способа формирования различного сырьевого состава»

Рассматриваемые вопросы:

1. Какие виды волокон могут использоваться при производстве комбинированных нитей аэродинамическим способом?
2. Ассортимент льносодержащих комбинированных нитей, вырабатываемых аэродинамическим способом формирования.
3. Какие свойства волокон оказывают влияние на особенности их переработки при выработке комбинированных нитей аэродинамическим способом?
4. Как влияют свойства комплексной химической нити на свойства комбинированных нитей?
5. Какие требования, предъявляются к комплексным нитям, при использовании их для комбинированных нитей аэродинамическим способом.
6. Опишите типы вытяжных приборов пневматических прядильных машин для переработки различных видов волокон.
7. На какие параметры аэродинамических устройств оказывают влияние свойства перерабатываемых волокон?
8. От каких параметров перерабатываемого сырья зависит нагон? Опишите характер влияния.
9. Какие факторы определяют величину ложной крутки? На какие свойства комбинированных нитей влияет величина ложной крутки?
10. Как свойства исходного сырья влияют на оптимальные размеры пневмовьюрковой и пневмоперепутывающей камер?
11. Какие параметры перерабатываемых волокон оказывают влияние на процесс образования ложного узла?
12. Охарактеризуйте влияние свойств исходного сырья на физико-механические параметры комбинированных нитей аэродинамического способа формирования.

## Практическое занятие 5

### Семинар «Направления развития техники и технологии получения пневмотекстурированных химических нитей»

Рассматриваемые вопросы:

1. Недостатки комплексных химических нитей, для исключения которых используется процесс текстурирования.
2. Особенности пневмотекстурированных нитей по сравнению с текстурированными нитями, полученными другими способами.
3. Способы пневмотекстурирования. Их особенности и способы применения.
4. Особенности структуры, достоинства и недостатки пневмотекстурированных нитей, полученных нагонным способом.
5. Достоинства и недостатки пневмотекстурированных нитей, полученных параллельным способом.

6. Оборудования для производства пневмотекстирированных нитей.
7. Особенности конструкций отечественных и зарубежных пневмотекстирирующих устройств. Режимы их работы.
8. Влияние параметров процесса пневмотекстирирования и свойств комплексных нитей на свойства пневмотекстирированных нитей: диаметр, разрывная нагрузка и удлинение.
9. Специфические свойства пневмотекстирированных нитей. Способы их оценки.
10. Технологический процесс производства меланжевых пневмотекстирированных нитей.
11. Технологический процесс производства высокоусадочных пневмотекстирированных нитей.
12. Направления развития техники и технологии пневмотекстирирования

### Практическое занятие 6

#### Кинематический и технологический расчет пневмотекстирирующей машины ПТМ-225

На рис. 2.2 представлена кинематическая схема машины для пневмотекстирирования ПТМ-225.

Передача движения от двигателя с регулируемым приводом к рабочим органам машины осуществляется через ряд сменных шестерен. Данные для выбора сменных шестерен а, б, с, е, f в зависимости от требуемой величины нагона приведены в таблицах 2-4.

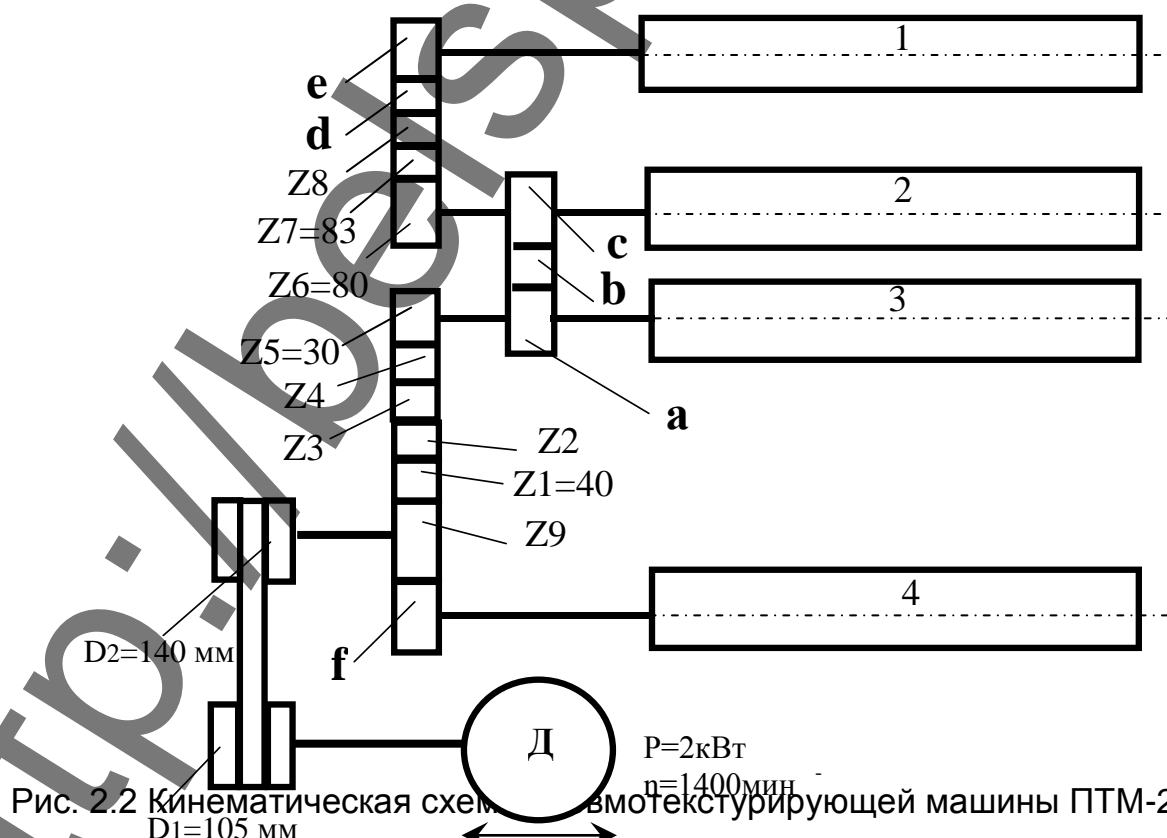


Рис. 2.2 Кинематическая схема пневмотекстирирующей машины ПТМ-225 где а – шестерня, приводящая во вращение выпускной цилиндр 3;



f – шестерня, приводящая во вращение мотальный вал 4;  
 c – шестерня, приводящая цилиндр подачи стержневой нити 2;  
 e – шестерня, приводящая цилиндр подачи нагонной нити 1;  
 b, d – дополнительные шестерни ( $b+c=185$ ), ( $d+e=160$ ).

Сменные шкивы  $D_1$  и  $D_2$  позволяют изменять скорость выпуска на машине ПТМ-225 в пределах от 50 до 150 м/мин. В зависимости от требуемого натяжения опережение мотального вала по отношению к выпускному изменяется с помощью сменной шестерни f в пределах от 2.92 до 8.2%. С помощью сменных шестерен a, b и c изменяется нагон стержневой нити в диапазоне от 8.16 до 20.2%. Сменные шестерни d и e позволяют изменять опережение нагонной нити в зависимости от линейной плотности вырабатываемой ПТН в пределах от 36 до 217%.

Такая схема позволяет изменять нагон стержневых и нагонных нитей в широком диапазоне без дополнительных конструктивных изменений.

Между нагонным и оттяжным цилиндром установлено аэродинамическое устройство. Устройство подбирается в зависимости от линейной плотности, назначения ПТН и реализуемого способа текстурирования. ПТУ работает при давлениях: в ПТК – 0,1-0,25 МПа, в ППК – 0,45-0,6 МПа. Для создания рабочего давления на машине создан централизованный подвод воздуха к камерам от главного компрессора через систему редукторов и пневмошлангов.

Данные для кинематического расчета пневмотекстурирующей машины ПТМ-225.

Таблица 2

Сменные шестерни f машины ПТМ-225 для изменения натяжения нити при наматывании

f	78	79	80	81	82
$V_M$	152,24	150,31	148,43	146,6	144,81
$n_M$	543,04	536,17	529,49	522,93	516,55
H	8,2	6,8	5,49	4,19	2,92

где  $V_M$  – скорость наматывания, м/мин;

$n_M$  – частота вращения мотального вала,  $\text{мин}^{-1}$ ;

H – процентное опережение мотального вала к выпускному цилиндру, %.

Таблица 3

Сменные шестерни a, b, c для изменения нагона стержневой нити

a	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
b	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
c	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
$N_c$	8,16	9,38	10,6	11,8	12,9	14,2	15,4	16,6	17,8	18,9	20,2
$V_c$	152,2	153,9	155,6	157,3	158,9	160,6	162,3	164	165,7	167,4	169,1

где  $V_C$  – скорость подачи стержневой нити, м/мин;  
 $N_c$  – нагон стержневой нити, %.

Таблица 4

Сменные шестерни e и d для изменения нагона нагонной нити

e	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	56	40	30
d	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	104	120	110
$V_H$	191	194	196	199	202	206	209	212	216	219	223	239	334	446
$N_C$	36	38	40	42	44	46,4	48,7	51	53,5	56	59	70	138	217

где  $V_H$  – скорость нагонного цилиндра, м/мин;  
 $N_C$  – нагон нагонного компонента, %.

Кинематический и технологический расчет машины ПТМ-225 производится в следующем порядке

1. Расчет скорости выпуска машины ПТМ-225:

$$V_{\text{вып}} = n_{\text{дв}} \cdot D1/D2 \cdot z9/z5 \cdot \pi \cdot d_T = 187.6 \cdot D1/D2,$$

где  $V_{\text{вып}}$  – скорость выпуска, м/мин;  
 $d_T$  – диаметр выпускного цилиндра, мм;  
 $n_{\text{дв}}$  – частота вращения вала электродвигателя,  $\text{мин}^{-1}$ .

2. Расчет скорости намотки:

$$V_M = n_{\text{дв}} \cdot D1/D2 \cdot z9/f \cdot \pi \cdot d_M = 15825 \cdot D1/(D2 \cdot f),$$

где  $V_M$  – скорость мотального вала, м/мин;  
 $d_M$  – диаметр мотального вала, мм.

3. Расчет скорости подачи стержневой нити:

$$V_C = V_{\text{вып}} \cdot a/c \cdot d_c/d_T = 202.2 \cdot D1/D2 \cdot a/c,$$

$$b+c = 185,$$

где  $V_C$  – скорость подачи стержневой нити, м/мин;  
 $d_c$  – диаметр цилиндра, подающего стержневую нить.

4. Расчет скорости подачи нагонной нити:

$$V_{\text{наг}} = V_C \cdot z6/e \cdot d_n/d_c = 16176 \cdot (D1 \cdot a)/(D2 \cdot c \cdot e),$$

$$d+e=160,$$

где  $V_{\text{наг}}$  – скорость подачи нагонных нитей, м/мин;  
 $d_n$  – диаметр цилиндра, подающего нагонные нити, мм.

5. Расчет линейной плотности ПТН, полученной параллельным способом. При условии, что:

$$V_c T_{ex} = \frac{V_{вып} T_{вых}}{КПВ}, \quad (2.7)$$

$$T_{вых} = \frac{V_c T_{ex} КПВ}{V_{вып}} = 1.08 T_{ex} \frac{a}{c} КПВ,$$

где КПВ - коэффициент полезного времени (0.98);

$T_{вых}$  – линейная плотность ПТН, текс;

$T_{вх}$  – линейная плотность комплексной нити, текс.

6. Расчет фактической производительности машины:

$$П_{\phi} = \frac{T_{ВЫХ} V_M 60m}{10^{-6}} КПВ = 1,026 \frac{T_{ВХ} a D 1m}{D 2cf} КПВ,$$

где  $П_{\phi}$  – фактическая производительность машины, кг/ч;

$m$  – число выпусков на машине.

#### Литература

1. Рыклин Д.Б., Коган А.Г. Производство многокомпонентных пряж и комбинированных нитей: [Монография] – Витебск: УО «ВГТУ», 2002. – 210 с.
2. Производство комбинированных нитей аэродинамическим способом./ А.Г. Коган, Е.Ф. Березин, Е.А. Калмыкова, Е.М. Коган - М.: Легпромиздат, 1988. - 176 с.