

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

РЕКОМЕНДОВАНО

редакционно-издательским  
советом УО «ВГТУ»

\_\_\_\_\_ В.В. Пятов  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор УО «ВГТУ»

\_\_\_\_\_ С.И. Малашенков  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

**Кинематический и технологический расчеты  
пневмомеханических прядильных машин**

Методические указания к лабораторным работам по курсу  
«ТиО прядения хлопка» для студ. спец. 1-50 01 01

Витебск  
2011

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

**Кинематический и технологический расчеты  
пневмомеханических прядильных машин**

Методические указания к лабораторным работам по курсу  
«Технология и оборудование прядения хлопка» для студентов специальности  
1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»

Витебск  
2011

УДК 677.11.052.2 (075)

Кинематический и технологический расчеты пневмомеханических прядильных машин: методические указания к лабораторным работам по курсу «Технология и оборудование прядения хлопка» для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов».

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2011.

Составители: проф. Коган А.Г.,  
асп. Мурычев П.В.

В методических указаниях рассмотрены основные вопросы технологии получения пряжи на пневмомеханической прядильной машине R40 фирмы «RIETER», приведены анализ работы пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER», кинематический расчет пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER», приведено описание программы для проверки расчета машины R40 фирмы «RIETER».

Одобрено кафедрой ПНХВ УО «ВГТУ»  
«25» марта 2011 г., протокол № 15

Рецензент: к.т.н., доц. Замостоцкий Е.Г.  
Редактор: доц. Аленицкая Ю.И.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом  
УО «ВГТУ» «\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г., протокол № \_\_\_\_

Ответственный за выпуск: Кунашев В.В.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч.-изд. лист. \_\_\_\_\_

Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 года.

210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Классификация способов прядения.....	4
2 Описание работы пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER».....	8
3 Технологический расчёт пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER».....	15
4 Правила работы с программой расчета пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER».....	25
Литература.....	27

## 1 Классификация способов прядения

Прядение, в котором процессы кручения и наматывания разделены, часто для краткости называют «разрывное прядение», «прядение со свободным концом», «элементное прядение», «безверетенное прядение» и др. Последнее название принято в российской и чешской литературе. Полным и правильно отражающим сущность этого прядения является название «прядение с разделенным кручением и наматыванием».

Этот новый способ прядения в последнее время привлекает широкие круги исследователей, конструкторов и производителей. При прядении с раздельными процессами кручения и наматывания осуществляются следующие технологические процессы:

- дискретизация питающего продукта с целью получения дискретного потока волокон;
- транспортирование дискретного потока волокон в зону формирования ленточки;
- процесс сложения или сгущения с целью формирования волокнистой ленточки;
- процесс кручения с целью укрепления ленточки и превращения её в пряжу, т.е. формирования паковки из наматываемой пряжи.

В прядении с совмещением процессов формирования и наматывания, т.е. в кольцевом прядении, первые три процесса не осуществляются. В кольцевом прядении необходимая для формирования пряжи волокнистая ленточка получается из питающего продукта (лента, ровница) в процессе вытягивания.

Анализ известных патентов и авторских свидетельств показал, что для реализации вышеперечисленных процессов применяются различные виды воздействий и устройств. При осуществлении процесса дискретизации используются механические (утоняюще-разделяющий прибор с зубчатым валиком или вытяжной прибор с конфузуром) и пневмомеханические воздействия (вытяжной прибор с пневматическим перфорированным барабанчиком).

При транспортировании дискретного потока волокон используются механические воздействия с порционной или равномерной подачей волокон, воздушный, гидравлический поток, электростатическое поле.

При формировании волокнистой ленточки используются механические или воздушные, или гидравлические вихри, или электрические воздействия на волокна для осуществления процессов сложения или сгущения волокон дискретного потока.

При кручении ленточки используются механические воздействия (крутильные камеры, вьюрки) или воздушные, или гидравлические вихри.

В зависимости от вида воздействия и устройства, осуществляющих вышеуказанные процессы прядения с раздельным кручением и наматыванием, безверетенное прядение реализуется следующим способом (таблица 1).

1. Пневмомеханический способ. Имеются три разновидности этого способа. В камерном пневмомеханическом способе дискретизация питающего продукта осуществляется утоняюще-разделяющим прибором с зубчатым дискретизирующим валиком (BD-200, R-40) или вытяжным прибором с конфузуром (ППМ-120), а транспортирование дискретного потока – по конфузору или пневмоканалу воздушным потоком. Процесс циклического сложения для формирования ленточки и процесс кручения осуществляются в результате механических и воздушных воздействий при вращении прядильной камеры. Этот способ получает все более широкое применение в текстильной промышленности как обеспечивающий производство более широкого, чем при других способах прядения, ассортимента пряжи лучшего качества.

В роторном пневмомеханическом способе прядения, в отличие от камерного, используется вращающийся ротор для формирования на его поверхности волокнистого диска и превращения его в пряжу при осуществлении процесса кручения. Этот способ зарекомендовал себя при получении пряжи большой линейной плотности из смеси отходов производства хлопка и коротких шерстяных волокон.

В конденсорном пневмомеханическом способе прядения для осуществления процесса сгущения дискретного потока, формирования волокнистой воронки и превращения ее в пряжу в процессе кручения используется быстро вращающийся конический конденсор. Дискретизация питающего продукта производится утоняюще-разделяющим прибором с зубчатым дискретизирующим валиком. Этот способ прядения зарекомендовал себя при производстве пряжи больших линейных плотностей из коротковолокнистого льна и очесов.

2. Электропневмомеханический способ. Дискретизация питающего продукта (ленты) осуществляется механическим воздействием с помощью утоняюще-разъединяющего прибора с зубчатым дискретизирующим валиком. Транспортируется поток волокон воздушным потоком по каналу.

При осуществлении процесса сгущения с целью образования волокнистого диска на вращающемся роторе используются электрические (коронный разряд), воздушные и механические воздействия. Процесс кручения и превращения волокнистого диска достигается в результате воздействия вращающегося ротора.

Использование короткого разряда обуславливает применение высокого напряжения (10 – 30 киловольт), что ведет к усложнению машины в части обеспечения техники безопасности и обслуживания. В настоящее время данный способ дает положительные результаты только при производстве пряжи больших линейных плотностей (свыше 80 текс) из отходов волокон сортировок хлопка и короткой шерсти.

Таблица 1 – Классификация способов прядения с несовмещенными процессами кручения и наматывания

	Название способа прядения	Вид воздействий и устройства, используемые при осуществлении процессов			Вид продукта, формируемого из дискретного потока на конце пряжи
		Дискретизация продукта	Транспортирование дискретного потока	Сложение или сгущение и кручение	
Пневмомеханический	камерный пневмомеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор или вытяжной прибор с конфузуром	пневматический: конфузур или канал	пневматический и механический: вращающаяся прядильная камера	клиновидная волокнистая ленточка треугольного или прямоугольного сечения
	роторный пневмомеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор	пневматический: конфузур или канал	пневматический и механический: вращающийся ротор	волокнистый диск
	конденсорный пневмомеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор	пневматический: канал	пневматический и механический: вращающийся конический конденсор	волокнистая воронка
	воздушно-вихревой (аэродинамический)	механический: утоняюще-разделяющий прибор или вытяжной прибор с конфузуром	воздушный вихрь: канал и неподвижная прядильная камера	воздушный винтовой вихрь: неподвижная прядильная камера и крутильная камера	волокнистый конус
Вихревой	воздушно-вихре-механический (аэромеханический)	механический: утоняюще-разделяющий прибор или вытяжной прибор с конфузуром	воздушный вихрь: канал и неподвижная прядильная камера	воздушный винтовой вихрь: неподвижная прядильная камера и вращающийся вьюрок	волокнистый конус
	воздушно-водовихревой	механический: утоняюще-разделяющий прибор	воздушный вихрь: канал и неподвижная прядильная камера	воздушный винтовой вихрь: неподвижная прядильная камера	волокнистый конус

Окончание таблицы 1

	водовихревой	механический: утоняюще-разделяющий прибор	воздушный вихрь: канал и неподвижная прядильная камера	и водяной винтовой вихрь: неподвижная прядильная и крутильная камера	волокнистый конус
	водовихремеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор	воздушный вихрь: канал и неподвижная прядильная камера	водяной вихрь в неподвижной прядильной камере и вращающийся вьюрок	волокнистый конус
Электромеханический	электропневмомеханический	механический: утоняюще-разделяющий прибор или вытяжной прибор с конфузуром	пневматический: канал	пневматический, электрический и механический: коронный разряд, вращающийся ротор	волокнистый диск
	электростатикомеханический	механический: вытяжной прибор или утоняюще-разделяющий прибор	кулоновы силы электростатического поля с переменным напряжением	электрический, механический: два конических электрода и вращающаяся коническая воронка	волокнистый конус

3. Воздушно-вихревой (аэродинамический) способ. Дискретизация питающего продукта осуществляется теми же устройствами, что и пневмомеханический способ. Транспортирование дискретного потока волокон по каналу и внутри неподвижной прядильной камеры осуществляется воздушным вихрем. Процесс сложения с целью формирования волокнистого потока и частичного закручивания его происходит в неподвижной прядильной камере с помощью воздушного винтового вихря. Процесс кручения и формирования пряжи из волокнистого конуса осуществляется в результате воздействия воздушного винтового вихря в неподвижной крутильной камере.

Угловая скорость движения потока волокон по винтовой линии в прядильной камере и угловая скорость вращения волокнистого конуса меньше угловой скорости воздушного винтового вихря, так как объемная плотность волокон больше объемной плотности воздуха. Часть кручений, получаемых волокнистым конусом от воздушного вихря, «стекает», уменьшая число расчетных кручений.

Часть волокон дискретного потока, двигаясь через прядильную камеру, не зарабатывается в пряжу, образуя в специальном сборнике массу «невпрядаемых» волокон, которые составляют 2 – 5 %.

Этот способ прядения хорошо проявил себя при прядении больших линейных плотностей хлопчатобумажной пряжи и средних линейных плотностей из синтетических волокон.

4. Воздушно-вихремеханический (аэромеханический) способ. Этот способ отличается от воздушно-вихревого только тем, что процесс кручения волокнистого конуса осуществляется механическим крутильным устройством. Зарекомендовал себя при производстве хлопчатобумажной пряжи больших линейных плотностей (свыше 100 текс) из отходов производства.

5. Водовихревой (гидродинамический) способ. В этом способе воздействие воздуха, которое используется в воздушно-вихревом способе, заменяется воздействием жидкостного потока. Для него еще не решены такие вопросы, как выбор оптимальной технологической жидкости, проведение сушки быстродвижущейся пряжи. Этот способ находится в стадии исследования.

## 2 Описание работы пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER»

### Задачи:

1. Изучить технологический процесс на пневмомеханической прядильной R40 фирмы «RIETER» и правила безопасности на ней.
2. Изучить особенности основных рабочих органов пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER» и правила безопасности на ней.
3. Изучить кинематическую схему, назначение и установку сменных элементов, выбор и установку параметров пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER».

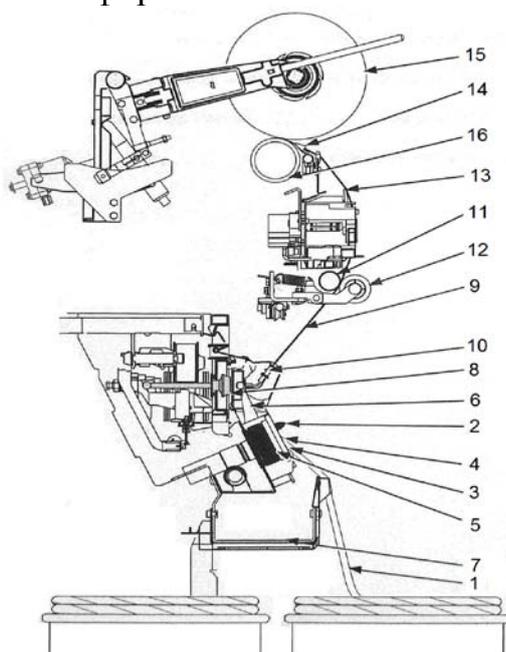


Рисунок 1 – Технологическая схема пневмомеханической прядильной машины

Пряжа на пневмомеханической прядильной машине вырабатывается непосредственно из ленты, которая подается с ленточной машины в тазах. Лента 1 вынимается из таза и протаскивается на питающий цилиндр 2 через питающую воронку 3 к питающему столику 4. Пройдя уплотняющую воронку, лента поддается питающим цилиндром 2 к дискретизирующему барабанчику 5, который обтянут пильчатой гарнитурой, и вращается со скоростью 6500 – 10000 мин<sup>-1</sup>. Своими зубьями барабанчик 5 интенсивно разъединяет ленту на отдельные волокна и очищает их от сорных примесей и пороков. В результате воздействия зубьев дискретизирующего барабанчика на ленту, зажатую между питающим цилиндром и столиком, лента приобретает форму бородки. Разъединенные волокна снимаются воздушным потоком с зубьев гарнитуры и направляются к транспортирующему каналу 6, именуемому конфузуром. Содержащиеся в питающей ленте частички сора в результате действия центробежной силы попадают через отверстие сороотделителя на транспортную ленту 7. Воздух, движущийся по транспортирующему каналу, подает дискретный поток волокон на сборную поверхность быстро вращающейся (35000..150000 мин<sup>-1</sup>) прядильной камеры 8. Пряжа 9 находится в желобе прядильной камеры, где волокна непрерывно путем вращения скручиваются в нить. Вытяжной вал 11 с вытяжным валиком 12 вытягивают сформированную пряжу из желоба прядильной камеры через сопло и вытяжную трубочку 10. Нить подается дальше через бугель 13 для компенсации натяжения нити и через нитенаправитель 14 к шпуле 15. Шпуля по периметру приводится в движение мотальным валиком 16. Нитенаправитель 14 выполняет соответствующие ширине шпули возвратно-поступательные движения так, что нить наматывается с желаемым углом скрещивания.

Таблица 2 – Технические характеристики пневмомеханической прядильной машины R40

Показатели	Значение
Линейная плотность вырабатываемой пряжи, текс	10 – 200
Линейная плотность ленты на питании, текс	2500 – 7000
Длина перерабатываемого волокна, мм	25 – 60
Общая вытяжка	40 – 400
Коэффициент крутки	13 – 106
Число кручений на 1 метр пряжи	196 – 1500
Линейная плотность перерабатываемой ленты, ктекс	2,5 – 7
Линейная плотность пряжи, текс	10 – 200
Скорость выпуска пряжи, м/мин	20 – 300
Частота вращения прядильной камеры, мин <sup>-1</sup>	40000 – 160000
Скорость дискретизирующего барабанчика, м/мин	1307 – 2010
Скорость выпускного вала, м/мин	20 – 300
Скорость питающего цилиндра, м/мин	0,15 – 8
Частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин <sup>-1</sup>	6500 – 1000
Число прядильных камер	20 – 420
Расстояние между камерами, мм	160
Диаметр выпускной паковки, мм	до 340
Масса выпускной паковки, кг	до 5
Масса ленты в тазу на питании, кг	до 40

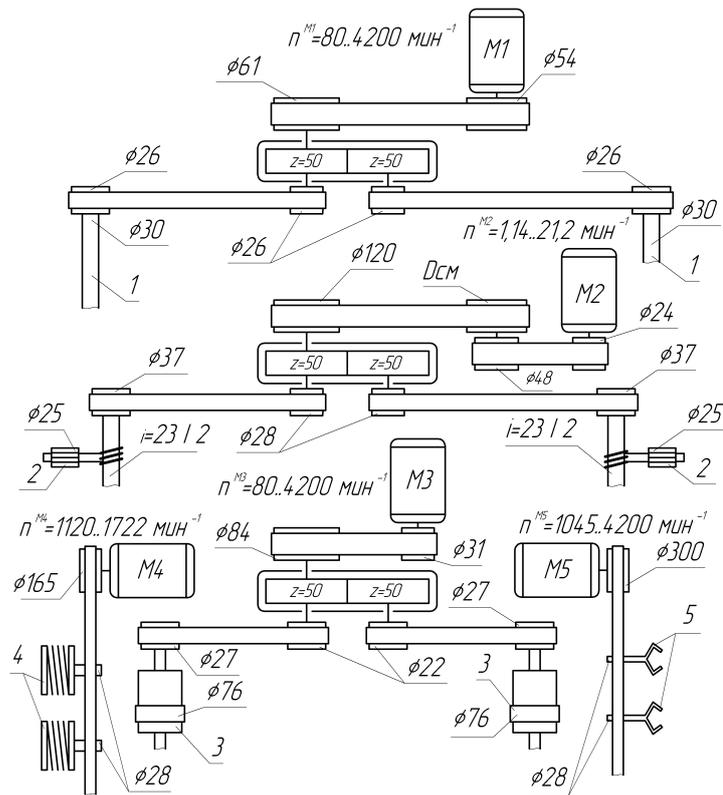


Рисунок 2 – Кинематическая схема пневмомеханической прядильной машины R40:

1 – выпускной цилиндр; 2 – питающий цилиндр; 3 – мотальный валик; 4 – дискретизирующий барабанчик; 5 – прядильная камера; M1 – частота вращения вала двигателя, приводящего в движение выпускной валик,  $\text{мин}^{-1}$ ; M2 – частота вращения вала двигателя, приводящего в движение питающие цилиндры,  $\text{мин}^{-1}$ ; M3 – частота вращения вала двигателя, приводящего в движение мотальные валики,  $\text{мин}^{-1}$ ; M4 – частота вращения вала двигателя, приводящего в движение дискретизирующие барабанчики,  $\text{мин}^{-1}$ ; M5 – частота вращения вала двигателя, приводящего в движение прядильные камеры,  $\text{мин}^{-1}$

Таблица 3 – Типы и назначение прядильных камер

Диаметр камеры, мм	Область применения	Оптимальный диапазон линейной плотности пряжи, текс	Оптимальный диапазон частоты вращения прядильной камеры, $\text{мин}^{-1}$
28	пряжа для ткачества и вязания	25 – 12	110000 – 150000
30	пряжа для ткачества и вязания	36 – 14	100000 – 135000
31	пряжа для ткачества и вязания	40 – 14	95000 – 130000
33	пряжа для ткачества и вязания	40 – 14	85000 – 125000
33	пряжа для ткачества и вязания, используется универсально для гладких пряж	55 – 16	85000 – 125000
34	пряжа для ткачества и вязания	55 – 16	85000 – 125000
36	пряжа для ткачества и вязания	55 – 16	70000 – 95000

Окончание таблицы 3

37	пряжа для ткачества и вязания, используется универсально для гладких пряж	55 – 16	70000 – 95000
40	пряжа для ткачества и вязания	142 – 16	65000 – 90000
40	предпочтительно при использовании химических волокон	142 – 20	65000 – 90000
41	пряжа для ткачества и вязания, используется универсально для гладких пряж	100 – 16	65000 – 90000
46	пряжа для ткачества и вязания	142 – 22	45000 – 75000
47	пряжа для ткачества и вязания, используется универсально для гладких пряж	142 – 20	45000 – 75000
48	предпочтительно при использовании химических волокон	83 – 22	45000 – 75000
56	пряжа для ткачества и вязания, предпочтительно при использовании льняного волокна, а также засоренного хлопка	166 – 58	40000 – 60000
57	пряжа для ткачества и вязания	166 – 50	40000 – 60000

Таблица 4 – Маркировка прядильной камеры

Показатели	Значение
Диаметр прядильной камеры	28..57 мм
Форма канавки	ХТ, ХG, ХGM, ХU, ХDS, ХК, ХV
Покрытие	АЕ (стержень для АЕРО подшипника), ЕС (стержень для ЕС подшипника)
Упорные подшипники	В (борированное), D (с алмазным покрытием), N (никелированное)

Пример: 31-ХG-BD-ЕС.

Диаметр прядильной камеры: 31 мм.

Форма канавки: ХG.

Покрытие: BD – борированное с алмазным покрытием.

Упорный подшипник: ЕС – стержень для ЕС подшипника.

Таблица 5 – Маркировка прядильных камер в зависимости от назначения

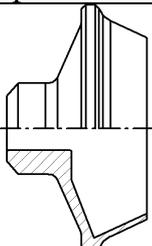
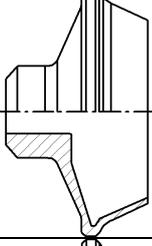
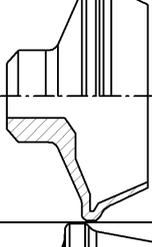
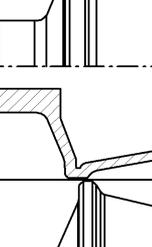
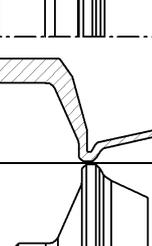
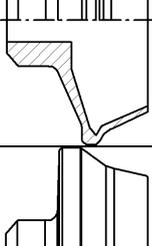
Маркировка	Профиль камеры	Назначение
XDS		Предпочтительно при использовании льняного волокна, а также засоренного хлопка
XG		Пряжа для ткачества и вязания
XT		Пряжа для ткачества и вязания, используется универсально для гладких пряж
XGM		Пряжа для ткачества и вязания, предпочтительно применение хлопка
XK		Используется универсально для гладких пряж
XU		Пряжа для ткачества и вязания, предпочтительно применять для грубых высокообъемных пряж
XV		Предпочтительно при использовании химических волокон

Таблица 6 – Значения коэффициента крутки для различной пряжи

Материал	T <sub>ПР</sub> , текс	α <sub>T</sub>	K, кр/м
Хлопковое волокно (25,4 мм)	20	46,14	1031,63
	30	45,50	830,79
	50	44,87	634,59
Хлопковое волокно (28,6 мм)	12	42,66	1231,49
	20	42,03	939,77
	30	41,40	755,78
	50	41,08	580,96
Хлопковое волокно (33,3 мм)	12	44,87	1295,34
	20	44,24	989,24
	30	43,61	796,17
	50	42,66	603,30
Отходы хлопкового волокна	30	49,30	900,02
	50	48,98	692,68
Вискоза	12	39,82	1149,39
	20	39,18	876,18
	30	38,55	703,86
	50	37,92	536,27
Полиэфир	12	39,82	1149,39
	20	39,18	876,18
	30	38,55	703,86
	50	37,92	536,27
Нитрон	12	39,18	1131,14
	20	38,55	862,05
	30	37,92	692,32
	50	37,29	527,33

Таблица 7 – Типы и назначение дискретизирующих барабанчиков

Наименование	Материал	Диапазон, мин-1	Область применения
B174 N D64 B174 DN D64 OB20B D64 OB20B DN D64	хлопок	7500 – 8500	Предпочтительно применять для хлопка, особенно подходит для вискозы, тщательное разрыхление пучков волокна, хорошее разъединение волокон, благоприятная износостойчивость
	вискоза	7500 – 8500	
	хлопок/вискоза	7500 – 8500	
B174 - 4.8 N D64 B174 - 4.8 DN D64 OB20/4 DN D64	хлопок	7800 – 8600	Предпочтительно применять для хлопка с низкой долей медвяной росы, особенно подходит для вискозы, тщательное разрыхление пучков, хорошее разъединение волокон, благоприятная износостойкость
	вискоза	8000 – 9000	
	хлопок/вискоза	8000 – 9000	

Окончаение таблицы 7

B 20 N D64 B 20 DN D64 OB20 DN D64	хлопок	7000 – 8000	Рекомендуется для хлопка, тщательное разъединение пучков волокон, неблагоприятная износостойкость
S 21 N D64 S 21 Dn D64 OS21 DN D64	химические волокна	7500 – 9000	Частично подходит для химических волокон, для смесей хлопка со льном, для чистого хлопка слегка загрязненного и с большой долей волокон со средней длиной штапеля
	смеси с хлопком	7500 – 9000	
	хлопок	7500 – 8500	
S 43 N D64 S 43 DN D64 OS43 DN D64	химические волокна	8000 – 9000	Особенно подходит для PES, шадящее разрыхление пучков волокон. Хорошее разъединение волокон, хорошая отдача волокон, избежание циркулирующих волокон
	вискоза		

Таблица 8 – Виды и назначение гарнитуры дискретизирующих барабанчиков

Тип гарнитуры	Профиль	Назначение
OB 20 B		Хлопковые, регенерированные, вискозные, ПАН волокна в чистом виде и в смеси
OB 20/4		Хлопковые, вискозные, ПАН волокна в чистом виде и в смеси
OB 20		Хлопковые, регенерированные, вискозные, ПАН волокна в чистом виде и в смеси
OS 21		ПЭ, ПАН волокна в чистом виде и в смеси с хлопковыми, регенерированными, вискозными волокнами
OS 43		ПЭ волокна в чистом виде и в смеси с ПАН волокнами
B 174		Хлопковые, регенерированные, вискозные, ПАН волокна в чистом виде и в смеси
B 174 – 4,8		Хлопковые, ПАН волокна в чистом виде и в смеси
B 20		Хлопковые, ПАН волокна в чистом виде и в смеси
S 21		ПЭ, ПАН волокна в чистом виде и в смеси с хлопковыми, регенерированными, вискозными волокнами
S 43		ПЭ волокна в чистом виде и в смеси с ПАН волокнами

Таблица 9 – Маркировка дискретизирующего барабанчика

Показатели	Значение
Область применения	B – натуральные волокна S – синтетические волокна
Гарнитура (форма зубьев)	20, 21, 43, 174, 20
Покрытие	D – алмазное N – никелированное
Диаметр	B64 – диаметр 64 мм

Пример: B 174 – 4,8 DN D64.

Область применения: B – натуральные волокна.

Гарнитура: 174.

Шаг зубьев: 4,8 (указывается только при особом шаге).

Покрытие: DN – алмазникелированное покрытие.

Диаметр: D64 – диаметр 64 мм.

### 3 Технологический расчёт пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER»

#### Задачи:

1. Произвести расчет пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER» в соответствии с исходными данными.
2. Произвести проверку расчета пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER» и правила безопасности на ней с помощью ЭВМ.

Для расчета пневмомеханической прядильной машины R40 необходимо знать следующие данные:

$T_{ПР}$  – линейная плотность пряжи, текс;

$T_B$  – линейная плотность волокна, текс;

$E$  – вытяжка;

$n_{ПРК}$  – частота вращения прядильной камеры, мин<sup>-1</sup>;

$d_{ПРК}$  – диаметр прядильной камеры, мм;

$n_{ДБ}$  – частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин<sup>-1</sup>;

$d_{ПРК}$  – диаметр дискретизирующего барабанчика, мм;

$a_T$  – коэффициент крутки пряжи;

$m$  – число прядильных камер на машине;

$G_L$  – масса ленты в тазу, кг.

В зависимости от линейной плотности и её назначения из таблицы 3 выбирается частота вращения, диаметр прядильной камеры. Из таблицы 6 выбирается коэффициент крутка пряжи, а из таблицы 7 частота вращения дискретизирующего барабанчика.

## Расчет частоты вращения и скорости рабочих органов

Расчитать окружную скорость прядильной камеры:

$$V_{\text{ПРК}} = \frac{n_{\text{ПРК}} \times 3,14 \times d_{\text{ПРК}}}{1000},$$

где  $n_{\text{ПРК}}$  – частота вращения прядильной камеры,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $d_{\text{ПРК}}$  – диаметр прядильной камеры, мм.

Расчитать частоту вращения вала двигателя М5, приводящего в движение прядильные камеры:

$$n^{\text{М5}} = \frac{n_{\text{ПРК}} \times d_{\text{ОР}}}{300} = \frac{n_{\text{ПРК}} \times 8,3}{300},$$

где  $n_{\text{ПРК}}$  – частота вращения прядильной камеры,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $d_{\text{ОР}} = 8,3$  мм – диаметр опоры ротора, мм.

Расчитать окружную скорость дискретизирующего барабанчика:

$$V_{\text{ДБ}} = \frac{n_{\text{ДБ}} \times 3,14 \times d_{\text{ДБ}}}{1000} = \frac{n_{\text{ДБ}} \times 3,14 \times 64}{1000},$$

где  $n_{\text{ДБ}}$  – частота вращения дискретизирующего барабанчика,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $d_{\text{ДБ}} = 64$  мм – диаметр дискретизирующего барабанчика.

Расчитать частоту вращения вала двигателя М4, приводящего в движение дискретизирующие барабанчики:

$$n^{\text{М4}} = \frac{n_{\text{ДБ}} \times d_{\text{ОДБ}}}{165} = \frac{n_{\text{ДБ}} \times 28}{165},$$

где  $n_{\text{ДБ}}$  – частота вращения дискретизирующего барабанчика выбирается по таблице 3,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $d_{\text{ОДБ}} = 28$  мм – диаметр опоры дискретизирующего барабанчика, мм.

Расчитать крутку, сообщаемую пряже:

$$K = \frac{\alpha_T \times 100}{\sqrt{T_{\text{ПР}}}},$$

где  $\alpha_T$  – коэффициент крутки пряжи;  $T_{\text{ПР}}$  – линейная плотность пряжи, текс.

Расчитать окружную скорость выпускного вала:

$$V_{\text{В}} = \frac{n_{\text{ПРК}}}{K},$$

где  $n_{\text{ПРК}}$  – частота вращения прядильной камеры,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $K$  – крутка пряжи, кр/м.

Рассчитать частоту вращения выпускных валиков:

$$n_B = \frac{V_B \times 1000}{3,14 \times d_B} = \frac{n_{\text{ПРК}} \times 1000}{K \times 3,14 \times 30},$$

где  $d_B = 30$  мм – диаметр выпускного вала.

Рассчитать частоту вращения вала двигателя М1, приводящего в движение выпускной валик:

$$n^{M1} = \frac{n_B \times 61 \times 30}{54 \times 26}.$$

Используя окружную скорость выпускного вала, необходимо рассчитать окружную скорость мотальных валиков:

$$V_H = (0,975..1,02) \times V_B.$$

Рассчитать частоту вращения мотального валика:

$$n_H = \frac{V_H \times 1000}{3,14 \times d_B},$$

где  $d_B = 76$  мм – диаметр мотального валика.

Рассчитать частоту вращения вала двигателя М3, приводящего в движение мотальные валики:

$$n^{M3} = \frac{n_H \times 84 \times 27}{31 \times 22}.$$

Рассчитать скорость вращения питающего цилиндра:

$$V_{\Pi} = \frac{V_H}{E},$$

где  $V_{\text{НАМ}}$  – окружная скорость мотальных валиков, м/мин;  $E$  – вытяжка.

Рассчитать частоту вращения питающего цилиндра:

$$n_{\Pi} = \frac{V_{\Pi} \times 1000}{3,14 \times d_{\Pi}} = \frac{V_H \times 1000}{E \times 3,14 \times 25},$$

где  $d_{\Pi} = 25$  мм – диаметр питающего цилиндра.

При  $V_{II} = 0,15..4$  м/мин устанавливается сменный шкив  $D_{CM} = 46$ мм, а при  $V_{II} = 4..8$  м/мин устанавливается сменный шкив  $D_{CM} = 90$ мм.

Частота вращения вала двигателя М2, приводящего в движение питающие цилиндры:

$$n^{M2} = \frac{n_{II} \times 48 \times 120 \times 37 \times 2}{24 \times 28 \times D_{CM} \times 23},$$

где  $D_{CM}$  – диаметр сменного шкива, мм.

### Расчёт частных и общих вытяжек

Вытяжка при дискретизации:

$$E_{д} = \frac{V_{ДБ}}{V_{II}}.$$

Вытяжка при транспортировании:

$$E_{ТР} = \frac{V_{ПРК}}{V_{ДБ}}.$$

Вытяжка при формировании:

$$E_{Ф} = \frac{V_{В}}{V_{ПРК}}.$$

Вытяжка от наматывания:

$$E_{Н} = \frac{V_{Н}}{V_{В}}.$$

Общая вытяжка:

$$E = E_{д} \times E_{ТР} \times E_{Ф} \times E_{Н} = \frac{V_{ДБ}}{V_{II}} \times \frac{V_{ПРК}}{V_{ДБ}} \times \frac{V_{В}}{V_{ПРК}} \times \frac{V_{Н}}{V_{В}}.$$

### Расчет коэффициента дискретизации и числа слоёв потока волокон

Линейная плотность ленты, поступающей на питание прядильной машины:

$$T_{Л} = T_{ПР} \times E,$$

где  $T_{ПР}$  – линейная плотность пряжи, текс;  $E$  – вытяжка.  
Коэффициент дискретизации:

$$K_D = \frac{T_B}{T_{BC}} = \frac{T_B \times E_D \times E_{TP}}{T_L},$$

где  $T_B$ ,  $T_{BC}$ ,  $T_L$  – соответственно линейные плотности волокна, волокнистого слоя и питающей ленты, текс.

Среднее число слоев в сечении волокнистого слоя, укладываемого за один оборот прядильной камеры:

$$m_{BC} = \frac{1}{K_D},$$

Число складываемых слоев:

$$d = \frac{V_{ПРК}}{V_B},$$

### **Расчет производительности машины и время наработки бобины**

Теоретическая производительность одной камеры, кг/ч:

$$P_B = \frac{60 \times T_{ПР} \times V_B}{10^6},$$

где  $T_{ПР}$  – линейная плотность пряжи, текс;  $V_B$  – скорость выпуска, м/мин.  
Теоретическая производительность всей машины, кг/ч:

$$P = \frac{60 \times T_{ПР} \times V_B \times m}{10^6},$$

где  $m$  – число прядильных камер.

Масса бобины рассчитывается:

$$G_B = \frac{\pi \times (D_B^2 - D_K^2) \times B \times \gamma_{НАМ}}{4 \times 1000},$$

где  $D_B = 34$  см – диаметр бобины,  $D_K = 6$  см – диаметр катушки,  $B = 14,5$  см – длина наматывания,  $\gamma_{НАМ} = 0,1..0,3$  г/см<sup>3</sup>.

Время наработки бобины:

$$P = \frac{G_B \times 10^6}{T_{ПР} \times V_B \times 60},$$

где  $G_B$  – масса бобины, кг.

Время срабатывания газа:

$$P = \frac{G_L \times 10^6}{T_L \times V_{II} \times 60},$$

где  $G_L$  – масса ленты в тазу, кг;  $T_L$  – линейная плотность ленты, текс.

### **Пример расчета пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER»**

В качестве примера рассмотрим расчет прядильной машины для производства хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 50 текс. Для расчета пневмомеханической прядильной машины R40 необходимо знать следующие данные.

#### **Расчет частоты вращения и скорости рабочих органов**

В зависимости от перерабатываемого сырья и назначения пряжи выбирают диаметр и частоту вращения прядильной камеры из таблицы 3. Для примера возьмем диаметр прядильной камеры  $d_{ПРК} = 40$  мм, а частоту вращения прядильной камеры  $n_{ПРК} = 80000$  мин<sup>-1</sup>.

Окружную скорость прядильной камеры рассчитывают следующим образом:

$$V_{ПРК} = \frac{n_{ПРК} \times 3,14 \times d_{ПРК}}{1000} = \frac{80000 \times 3,14 \times 40}{1000} = 10053,096 \text{ (м/мин)},$$

где  $n_{ПРК}$  – частота вращения прядильной камеры, мин<sup>-1</sup>;  $d_{ПРК}$  – диаметр прядильной камеры, мм.

Определяем частоту вращения вала двигателя М5, приводящего в движение прядильные камеры:

$$n^{М5} = \frac{n_{ПРК} \times d_{ОР}}{300} = \frac{80000 \times 8,3}{300} = 2213,23 \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

где  $n_{ПРК}$  – частота вращения прядильной камеры, мин<sup>-1</sup>;  $d_{ОР} = 8,3$  мм – диаметр опоры ротора, мм.

Определяем окружную скорость дискретизирующего барабанчика:

$$V_{ДБ} = \frac{n_{ДБ} \times 3,14 \times d_{ДБ}}{1000} = \frac{8500 \times 3,14 \times 64}{1000} = 1608,495 \text{ (м/мин)},$$

где  $n_{ДБ}$  – частота вращения дискретизирующего барабанчика,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $d_{ДБ} = 64$  мм – диаметр дискретизирующего барабанчика.

Определяем частоту вращения вала двигателя М4, приводящего в движение дискретизирующие барабанчики:

$$n^{М4} = \frac{n_{ДБ} \times d_{ОДБ}}{165} = \frac{n_{ДБ} \times 28}{165} = \frac{8000 \times 28}{165} = 1357,575 \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

где  $n_{ДБ}$  – частота вращения дискретизирующего барабанчика выбирается по таблице 3,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $d_{ОДБ} = 28$  мм – диаметр опоры дискретизирующего барабанчика, мм.

Определяем крутку, сообщаемую пряже:

$$K = \frac{\alpha_T \times 100}{\sqrt{T_{ПР}}} = \frac{41,08 \times 100}{\sqrt{50}} = 580,958 \text{ (кр/м)},$$

где  $\alpha_T$  – коэффициент крутки пряжи;  $T_{ПР}$  – линейная плотность пряжи, текс.

Определяем окружную скорость выпускного вала:

$$V_B = \frac{n_{ПРК}}{K} = \frac{80000}{580,958} = 137,7 \text{ (м/мин)},$$

где  $n_{ПРК}$  – частота вращения прядильной камеры,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $K$  – крутка пряжи, кр/м.

Определяем частоту вращения выпускных валиков:

$$n_B = \frac{V_B \times 1000}{3,14 \times d_B} = \frac{n_{ПРК} \times 1000}{K \times 3,14 \times 30} = \frac{80000 \times 1000}{580,958 \times 3,14 \times 30} = 1461,074 \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

где  $d_B = 30$  мм – диаметр выпускного вала.

Определяем частоту вращения вала двигателя М1, приводящего в движение выпускной валик:

$$n^{М1} = \frac{n_B \times 61 \times 30}{54 \times 26} = \frac{1461,074 \times 61 \times 30}{54 \times 26} = 1904,391 \text{ (мин}^{-1}\text{)}.$$

Используя окружную скорость выпускного вала, необходимо рассчитать окружную скорость мотальных валиков:

$$V_H = (0,975..1,02) \times V_B.$$

Для того чтобы обеспечить вытяжку между выпускным и мотальным валиками необходимо, чтобы коэффициент в соотношении был больше 1, тогда скорость наматывания будет больше скорости выпуска. В противном случае пряжа будет наматываться с нагоном.

В качестве примера выберем соотношение:

$$V_H = 1,02 \times V_B = 1,02 \times 137,7 = 139,08 \text{ (м/мин)}.$$

Определяем частоту вращения мотального валика:

$$n_H = \frac{V_H \times 1000}{3,14 \times d_B} = \frac{139,08 \times 1000}{3,14 \times 76} = 582,507 \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

где  $d_B = 76$  мм – диаметр мотального валика.

Определяем частоту вращения вала двигателя М3, приводящего в движение мотальные валики:

$$n_{M3} = \frac{n_H \times 84 \times 27}{31 \times 22} = \frac{582,507 \times 84 \times 27}{31 \times 22} = 1937,134 \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

Определяем скорость вращения питающего цилиндра:

$$V_{II} = \frac{V_H}{E} = \frac{139,08}{80} = 1,738 \text{ (м/мин)},$$

где  $V_H$  – окружная скорость мотальных валиков, м/мин;  $E$  – вытяжка.

Определяем частоту вращения питающего цилиндра:

$$n_{II} = \frac{V_{II} \times 1000}{3,14 \times d_{II}} = \frac{V_H \times 1000}{E \times 3,14 \times 25} = \frac{582,507 \times 1000}{80 \times 3,14 \times 25} = 22,128 \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

где  $d_{II} = 25$  мм – диаметр питающего цилиндра.

При  $V_{II} = 0,15..4$  м/мин устанавливается сменный шкив  $D_{CM} = 46$ мм, а при  $V_{II} = 4..8$  м/мин устанавливается сменный шкив  $D_{CM} = 90$ мм. Так как  $V_{II} = 1,738$  м/мин то принимаем сменный шкив  $D_{CM} = 46$ мм.

Частота вращения вала двигателя М2, приводящего в движение питающие цилиндры:

$$n_{M2} = \frac{n_{II} \times 48 \times 120 \times 37 \times 2}{24 \times 28 \times D_{CM} \times 23} = \frac{22,128 \times 48 \times 120 \times 37 \times 2}{24 \times 28 \times 46 \times 23} = 13,126 \text{ (мин}^{-1}\text{)},$$

где  $D_{CM}$  – диаметр сменного шкива, мм.

## Расчёт частных и общих вытяжек

Вытяжка при дискретизации:

$$E_{\text{д}} = \frac{V_{\text{ДБ}}}{V_{\text{П}}} = \frac{1608,495}{1,738} = 925,486 .$$

Вытяжка при транспортировании:

$$E_{\text{ТР}} = \frac{V_{\text{ПРК}}}{V_{\text{ДБ}}} = \frac{10053,096}{1608,495} = 6,25 .$$

Вытяжка при формировании:

$$E_{\text{Ф}} = \frac{V_{\text{В}}}{V_{\text{ПРК}}} = \frac{137,7}{10053,096} = 0,013 .$$

Вытяжка от наматывания:

$$E_{\text{Н}} = \frac{V_{\text{Н}}}{V_{\text{В}}} = \frac{139,08}{137,7} = 1,009 .$$

Общая вытяжка:

$$E = E_{\text{д}} \times E_{\text{ТР}} \times E_{\text{Ф}} \times E_{\text{Н}} = \frac{V_{\text{ДБ}}}{V_{\text{П}}} \times \frac{V_{\text{ПРК}}}{V_{\text{ДБ}}} \times \frac{V_{\text{В}}}{V_{\text{ПРК}}} \times \frac{V_{\text{Н}}}{V_{\text{В}}} = 925,486 \times 6,25 \times 0,013 \times 1,009 = 80 .$$

## Расчет коэффициента дискретизации и числа слоёв потока волокон

Линейная плотность ленты поступающей на питание прядильной машины:

$$T_{\text{Л}} = T_{\text{ПР}} \times E = 50 \times 80 = 4000(\text{текс}) ,$$

где  $T_{\text{ПР}}$  – линейная плотность пряжи, текс;  $E$  – вытяжка.

Коэффициент дискретизации:

$$K_{\text{д}} = \frac{T_{\text{В}}}{T_{\text{ВС}}} = \frac{T_{\text{В}} \times E_{\text{д}} \times E_{\text{ТР}}}{T_{\text{Л}}} = \frac{0,1 \times 925,486 \times 6,25}{4000} = 0,144 ,$$

где  $T_{\text{В}}$ ,  $T_{\text{ВС}}$ ,  $T_{\text{Л}}$  – соответственно линейные плотности волокна, волокнистого слоя и питающей ленты, текс.

Среднее число слоев в сечении волокнистого слоя, укладываемого за один оборот прядильной камеры:

$$m_{BC} = \frac{1}{K_d} = \frac{1}{0,144} = 6,944.$$

Число складываемых слоев:

$$d = \frac{V_{ПК}}{V_B} = \frac{10053,096}{137,7} = 73.$$

### Расчет производительности машины и время наработки бобины

Теоретическая производительность одной камеры, кг/ч:

$$P_B = \frac{60 \times T_{ПР} \times V_B}{10^6} = \frac{60 \times 50 \times 137,7}{10^6} = 0,413 \text{ (кг/ч)},$$

где  $T_{ПР}$  – линейная плотность пряжи, текс;  $V_B$  – скорость выпуска, м/мин.  
Теоретическая производительность всей машины, кг/ч:

$$P = \frac{60 \times T_{ПР} \times V_B \times m}{10^6} = \frac{60 \times 50 \times 137,7 \times 420}{10^6} = 173,5 \text{ (кг/ч)},$$

где  $m$  – число прядильных камер.  
Масса бобины рассчитывается:

$$G_B = \frac{\pi \times (D_B^2 - D_K^2) \times B \times \gamma_{НАМ}}{4 \times 1000} = \frac{3,14 \times (34^2 - 6^2) \times 14,5 \times 0,1}{4 \times 1000} = 1,275 \text{ (кг)},$$

где  $D_B = 34$  см – диаметр бобины,  $D_K = 6$  см – диаметр катушки,  $B = 14,5$  см – длина наматывания,  $\gamma_{НАМ} = 0,1..0,3$  г/см<sup>3</sup>.

Время наработки бобины:

$$P = \frac{G_B \times 10^6}{T_{ПР} \times V_B \times 60} = \frac{1,275 \times 10^6}{50 \times 137,7 \times 60} = 3,086 \text{ (ч)},$$

где  $G_B$  – масса бобины, кг.  
Время срабатывания таза:

$$P = \frac{G_L \times 10^6}{T_L \times V_{П} \times 60} = \frac{20 \times 10^6}{4000 \times 1,738 \times 60} = 47,947 \text{ (ч)},$$

где  $G_L$  – масса ленты в тазу, кг;  $T_L$  – линейная плотность ленты, текс.

## 4 Правила работы с программой расчета пневмомеханической прядильной машины R40 фирмы «RIETER»

Все исходные данные вводятся пользователем в начале работы в соответствующие ячейки раздела «Входные данные», расположенного в левой части окна программы. Вид окна программы представлен на рисунке 3.

Входные данные		Выходные данные	
Линейная плотность пряжи, Текс (10..200)	50	Линейная плотность ленты, Текс (2500..7000)	4500
Линейная плотность волокна, Текс	0,25	Скорость вращения прядильной камеры, м/мин	3518,583
Вытяжка (40..400)	90	Частота вращения вала двигателя М5 приводящего в движение прядильные камеры, мин-1 (1045..4200)	1106,666
Диаметр прядильной камеры, мм	28	Скорость дискретизирующего барабанчика, м/мин (1307..2010)	1709,026
Частота вращения прядильной камеры, 1000*мин-1 (40..160)	40	Частота вращения вала двигателя М4 приводящего в движение дискретизирующие барабанчики, мин-1 (1120..1720)	1442,424
Число камер	320	Крутка пряжи, кр/м (196..1500)	848,528
Диаметр дискретизирующего барабанчик, мм	64	Скорость выпускного вала, м/мин (20..300)	47,14
Частота вращения дискретизирующего барабанчика, мин-1 (6500..10000)	8500	Частота вращения выпускного вала, мин-1	500,17
Соотношение скоростей мотального и выпускного валков	1,02	Частота вращения вала двигателя М1 приводящего в движение выпускной вал, мин-1 (80..4200)	651,93
Коэффициент крутки (13..106)	60	Скорость мотального валика, м/мин	48,082
Диаметр бобины, см	34	Частота мотального валика, м/мин	201,381
Диаметр катушки, см	6	Частота вращения вала двигателя М3 приводящего в движение мотальные валики, мин-1 (80..4200)	669,695
Длина наматывания, см	14,5	Скорость питающего цилиндра, м/мин (0,15..8)	0,534
Плотность намотки, г/см <sup>3</sup>	0,25	Частота вращения питающего цилиндра, м/мин-1	6,799
Масса ленты в тазу, кг	12	Частота вращения вала двигателя М2 приводящего в движение питающие цилиндры, мин-1 (1,14..31,2)	4,076
<input type="button" value="Считать"/>		Вытяжка при дискретизации	3200,423
<input type="button" value="Печать"/>		Вытяжка при транспортировании	2,058
		Вытяжка при формировании	0,013
		Вытяжка от наматывания	1,019
		Коэффициент дискретизации	0,365
		Среднее число слоев в сечении волокнистого слоя, укладываемых за один оборот прядильной камеры	2,739
		Число складываемых слоев	74,641
		Производительность одного выпуска, кг/ч	0,141
		Производительность, кг/ч	45,254
		Масса бобины, кг (0..5)	3,188
		Время наработывания бобины, ч	22,542
		Время срабатывания таза, ч	83,229

Рисунок 3 – Окно программы

Переход от одной ячейки к другой выполняется перемещением курсора с помощью мыши или нажатием клавиши «Tab». Дробная часть числа отделяется от целой с помощью запятой. При вводе данных необходимо обращать внимание на единицы измерения. При вводе в ячейку значения, не соответствующего диапазону допустимых значений, ячейка становится красной.

Если ячейка становится красной, это значит, что значения данного параметра не входят в допустимые пределы. Следовательно, если есть красные ячейки в разделе «Входные данные», то необходимо выбрать допустимое значение параметра, отмеченного красной ячейкой. Диапазон допустимых значений указан в квадратных скобках после наименования и размерности параметра.

Расчет производится после нажатия кнопки «Считать».

В случае если хотя бы одна из ячеек в разделе «Входные данные» не заполнена, то после нажатия кнопки «Считать» на экране появляется следующее сообщение, представленное на рисунке 4.

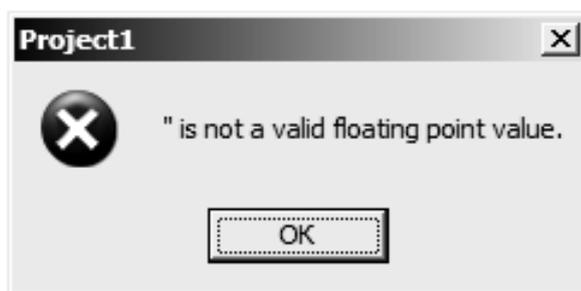


Рисунок 4 – Сообщение о наличии незаполненных ячеек в разделе «Входные данные»

В этом случае необходимо нажать на кнопку «ОК» на экране или клавишу «Enter» на клавиатуре, вернуться в незаполненную ячейку и ввести значение. Если же пустых ячеек несколько, то необходимо заполнить их все.

В разделе «Выходные данные» выводятся значения рассчитываемых параметров машины. Если в результате вычисления в разделе «Выходные данные» появляются красные ячейки, это значит, что значение параметра, отмеченного красным цветом, не входит в диапазон допустимых значений. В этом случае необходимо провести корректировку входных данных, после чего снова произвести расчет нажатием кнопки «Считать».

После окончания расчетов результаты могут быть распечатаны, для чего необходимо нажать на кнопку «Печать» и в появившемся окне нажать кнопку «ОК».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прядение хлопка и химических волокон : учебное пособие для вузов / В. А. Усенко [и др.]; под ред. В. А. Усенко. – Москва : РИО МГТА, 1999. – 427 с.
2. Борзунов, И. Г. Прядение хлопка и химических волокон (изготовление ровницы, суровой и меланжевой пряжи, крученых нитей и ниточных изделий) / И. Г. Борзунов [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1996. – 392 с.
3. Борзунов, И. Г. Прядение хлопка и химических волокон (проектирование смесей, приготовление хлопка, чесаной и гребенной ленты): учебн. для вузов / И. Г. Борзунов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 392 с.
4. Коган, А. Г. Технология и оборудование для производства ровницы и пряжи : учебное пособие / А. Г. Коган, Н. В. Скобова ; под ред. А. Г. Коган. – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 240 с.
5. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков, Б. М. Владимиров, Д. А. Поляков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1985. – 472 с.
6. Лабораторный практикум по прядению хлопка и химических волокон : учебное пособие / К. И. Бадалов [и др.]. – Москва : Легкая индустрия, 1978. – 464 с.
7. Пневмомеханические прядильные машины для хлопка : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Технология и оборудование для производства ровницы и пряжи». – Витебск : УО «ВГТУ», 2009. – 60 с.
8. Расчет машин прядильного производства с использованием ЭВМ : методические указания к лабораторным и практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию. – Витебск : УО «ВГТУ», 2004. – 36 с.
9. Паспорт на машину R40 фирмы «RIETER».