

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

А.В. Чешкова., Л.В. Шарнина, О.И.Одинцова

**Прогрессивное
оборудование отделочного
текстильного производства**

Учебное пособие

Иваново 2016

УДК 677.057.1:677.057.2:677.057.4

Чешкова, А.В.

Прогрессивное оборудование отделочного текстильного производства: учебное пособие / А.В. Чешкова, Л.В. Шарнина, О.И. Одинцова ; Иван. гос. хим. - технол. ун-т. – Иваново: ИГХТУ, 2016. – 170 с.

Учебное пособие содержит основные сведения о технологическом оборудовании для подготовки и крашения текстильных материалов различных отраслей. Даны описания устройств и процессов работы типичных и новейших машин и аппаратов, агрегатов и поточных линий, открывающие органическую связь конструктивных особенностей оборудования с технологическими процессами. Отражены современные достижения в области красильно-отделочного оборудования для целлюлозосодержащих материалов.

Пособие предназначено для бакалавров и магистров дневной и заочной форм обучения по направлению «Химическая технология» по профилю «Химическая, био- и нанотехнологии текстиля» и «Химическая технология текстильных материалов» при изучении ряда специальных дисциплин: «Практические технологии отрасли», «Теоретические основы применения ферментных препаратов и текстильных вспомогательных веществ (ТВВ)», «Прогрессивное оборудование текстильного отделочного производства», «Оборудование текстильного производства», «Технико-экономическое обоснование проектных решений», а также для бакалавров и магистров при выполнении квалификационных работ, курсовых дипломных проектов и научных работ.

Табл.52. Ил.138. Библиогр.: 27 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета

Рецензенты:

кандидат технических наук С.А. Кундий (ЗАО «Ивтекмаш»); кандидат технических наук О.Г. Циркина (ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»)

© Чешкова А.В., Шарнина Л.В., Одинцова О.И., 2016

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2016

Оглавление

Введение	4
1. Оборудование для подготовки и крашения ровницы и пряжи	6
1.1. Пряжекрасильные машины, аппараты атмосферного типа и автоклавы	6
1.2. Машины для механического экстрагирования влаги из волокна в массе, ровницы, пряжи, ленты	20
1.3. Аппараты и машины для сушки волокна, пряжи	22
2. Оборудование для подготовки тканей	37
2.1. Разбраковка тканей	37
2.2. Тканеопаливающие машины	43
2.3. Стригальные машины	45
2.4. Оборудование для расшлихтовки, отварки и беления на линиях непрерывного действия	48
2.5. Оборудование для мерсеризации тканей	60
3. Универсальное оборудование для подготовки и крашения тканей	64
3.1. Оборудование периодического действия	65
3.1.1. Оборудование навойного типа для подготовки (белиения) крашения тканей расправленным полотном	65
3.1.2. Универсальное оборудование эжекторного типа для подготовки и крашения тканей и деформируемых полотен в жгуте	68
3.1.3. Джиггеры для подготовки и крашения расправленным полотном	97
3.2. Оборудование для непрерывных способов крашения	102
4. Специализированное оборудование для промывки ткани	111
5. Линии и машины для сушки и механического экстрагирования влаги	117
6. Альтернативные виды оборудования для обработки текстильных материалов	127
6.1. Теоретические основы плазмохимической обработки	127
6.2. Фотохимическая (УФ) активация в технологиях беления и крашения текстильных материалов	135
6.2.1. Экспериментальное оборудование для УФ обработки тканей	136
6.3. Применение ультразвука для обработки текстильных материалов	141
6.4. Диэлектрический (ВЧ, СВЧ) нагрев	146
6.4.1. Физические основы диэлектрического способа нагрева	148
6.4.2. Конструкционные особенности ВЧ-оборудования	151
6.4.3. Высокочастотная сушка текстильных материалов	152
6.4.4. Подготовка хлопкосодержащих тканей с использованием ВЧ нагрева	157
6.4.5. Крашение текстильных материалов с использованием ВЧ нагрева	160
6.4.6. Микроволновая (СВЧ) обработка текстильных материалов	163
Глоссарий	167
Библиографический список	168

Введение

Отделка текстильных материалов состоит из сложного комплекса механических, химических и влажно-тепловых обработок. Являясь заключительной стадией облагораживания и формирования текстильных полотен, она в значительной степени определяет качественные показатели готовой продукции, ее добротность и внешний вид, отвечающий требованиям эстетики, а также оказывает существенное влияние на ее конкурентоспособность и спрос.

Развитие и совершенствование технологий отделки неизбежно сопровождается соответствующим совершенствованием отделочного оборудования для периодических и, в особенности, непрерывных способов обработки. В связи с этим для управления современным отделочным производством инженер химик-технолог должен обладать глубокими и разносторонними знаниями не только в области химической технологии текстильных материалов, но и в области техники отделочного производства, пониманием органической связи между технологическим процессом и конструктивными особенностями машин и аппаратов. Такой подход к изучению оборудования позволяет углубить знания курса химической технологии текстильных материалов, расширить понимание возможностей достижения различных дизайнерских решений за счет применения новейшего оборудования.

Одной из стратегических задач Государственной программы развития легкой промышленности на период до 2020 года является создание условий для интенсификации инновационного развития текстильного производства России, обеспечение эффективного соответствия объемов, качества и ассортимента продукции совокупному спросу потребителей, повышения национальной значимости отрасли и ее имиджа в мировом сообществе. Достижение этих целей потребует решения следующих основных задач:

- модернизации работающего технологического оборудования в отрасли с целью улучшения его технико-экономических и эксплуатационных характеристик;
- повышения конкурентного уровня материально-технической базы на основе технического перевооружения и модернизации производства;
- внедрения прорывных экологичных технологий и создания новых высокопроизводительных производств, обеспечивающих активизацию инновационной деятельности предприятий, импортозамещение, снижение технологической и товарной зависимости отрасли от зарубежных стран;
- приобретения и установки нового оборудования с высокой степенью автоматизации, способного осваивать передовые технологии и обеспечивать быструю сменяемость ассортимента;
- использования лизинга по приобретению импортного оборудования или осуществление прямых закупок нового высокопроизводительного импортного оборудования и запасных частей к нему, не производимых в нашей стране;

- разработка антикризисных программ финансового оздоровления отрасли, предусматривающих техническое перевооружение, модернизацию, реконструкцию и создание высокотехнологичных производств, привлечение для этих целей иностранного капитала, инвестиций российского бизнеса и бюджетных средств.

Для Ивановской области текстильная промышленность является градообразующей отраслью. Особо значимыми становятся отделочные производства. В период с 2012 по 2014 год предприятиями Ивановской области произведено более 1,2 млрд м² готовых тканей. Это более 1 млрд рублей годовых налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, около 50 % всех занятых в промышленности региона. Согласно стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года цели и задачи пилотного инвестиционного проекта для Ивановской области – лидера по производству текстиля заключаются в сохранении и развитии отечественной текстильной промышленности. Это должно быть достигнуто путем модернизации и технического перевооружения существующих и создания новых современных производств по выпуску конкурентоспособного ассортимента продукции бытового и медицинского назначения, домашнего и технического текстиля с широким диапазоном использования химических волокон и нитей.

До 2010 года практически все предприятия Ивановской области произвели запуск новейших печатных машин. На настоящий момент на ряде отделочных производств проходит модернизация отбельных цехов. Устанавливается широкополотенное (220–280 см) отбельное оборудование.

В проект модернизации текстильного комплекса Ивановской области включено восемь предприятий: ОАО «Яковлевский льнокомбинат», ОАО «Ивановское текстильное объединение», ОАО ХБК «Шуйские ситцы», ОАО «Ивановский меланжевый комбинат», ОАО «Компания «Ивтекс», ЗАО «Кинешемская ПТФ», ЗАО ПГ «Роско», ЗАО «ПК «Нортекс». Общая инвестиционная емкость проекта 9 млрд руб., в т. ч. 1 млрд руб. собственные средства предприятий, 8 млрд руб. – заемные средства банков. Реализация проекта увеличит мощности действующих прядильных, ткацких и отделочных производств и уже на первых этапах позволит обеспечить выпуск новых видов продукции, создать дополнительно около 1000 новых рабочих мест.

Приоритетами в развитии отрасли являются: развитие внутрирегиональной и межрегиональной научно-технической и производственной кооперации, внедрение передовых технологий, привлечение стратегических партнеров и инвесторов, повышение инвестиционной и экспортной привлекательности Ивановской области.

В данном учебном пособии собрано и систематизировано современное красильно-отделочное оборудование применительно к тканям на основе хлопка, льна, смесовых полотен и перспективных химических волокон и нитей.

1. Оборудование для подготовки, крашения ровницы и пряжи

1.1. Пряжекрасильные машины, аппараты атмосферного типа и автоклавы

Современное оборудование для отварки, беления и крашения льняной пряжи в бобинах и навоях обладает более высокой универсальностью, унификацией и уровнем автоматизации. Отечественные аппараты подверглись существенному совершенствованию за счет введения вакуумирования, механизации и автоматизации управления, повышения удельной скорости циркуляции, снижения модуля ванны и др., например, АКД и АКДС-601(602). Новое поколение пряжекрасильных аппаратов типа АКД для крашения под давлением позволяет проводить процессы мокрых обработок при температурах выше 100 °С и повышенных статических давлениях, исключающих закипание рабочего раствора на всасывающей линии циркуляционного насоса и предупреждающих кавитацию. Для обработки паковок различных форм существует набор комплектующих изделий, состоящий из корзин, цилиндров или стержней для загрузки в них волокна, чесаной ленты в клубках и пряжи в бобинах. Цифровые индексы маркировки аппаратов означают: первые цифровые индексы указывают на объемы красильных баков, составляющие обычно 2, 3 и 6 м³, индекс «О» – степень автоматизации; последние индексы: 1 – аппараты для обработки волокна, чесаной ленты в клубках или ровницы; 2 – для обработки пряжи или ниток.

Применение вакуума – один из наиболее эффективных методов интенсификации процессов пропитки, обеспечивает быстрое объемное и равномерное поглощение воды и реагентов, то есть рабочего раствора, что позволяет существенно повысить степень пропитки, сократить время заполнения красильного бака рабочим раствором и время крашения. Повышает качество продукции, снижает расход воды, пара и электроэнергии, ускоряет процесс фиксации красителя и т.п., при этом ускоряются диффузионные процессы.

На рис. 1.1. показана технологическая схема скоростного аппарата АКД-601 (АКДС-601-Л), предназначенного для интенсивной жидкостной обработки (крашения, беления, промывки) непряденого волокна, льняной ровницы или чесаной ленты при температуре до 140 °С, рабочем давлении 0,4 МПа, вакууме до 90 %. В состав аппарата входят: 1 – расширительный сосуд, предназначенный для компенсации изменяющегося объема жидкости при ее нагревании и охлаждении; 2 – отсек (80 л) для химических добавок (ОХД); 3 – охладитель, предназначенный для охлаждения раствора, поступающего в расширительный сосуд; 4 – красильный бак. В центре бака расположен стержень для фиксации носителя, в упор бака встроена обводная система 7 (байпас), обеспечивающая полный слив отработанного раствора из бака; 5 – вакуум-насос для обезвоздушивания текстильного материала; 6 – приготовительный бак с мешалкой М; 8 – осевой (реверсивный) циркуляционный насос, работающий с удельной скоростью циркуляции 30 л/ (мин·кг), т.е. невысокой скоростью, что требуется для

исключения гидромеханического повреждения ровницы или чесаной ленты; 9 – центробежный подпиточный насос, предназначенный для внесения добавок в рабочий раствор и создания в баке статического давления.

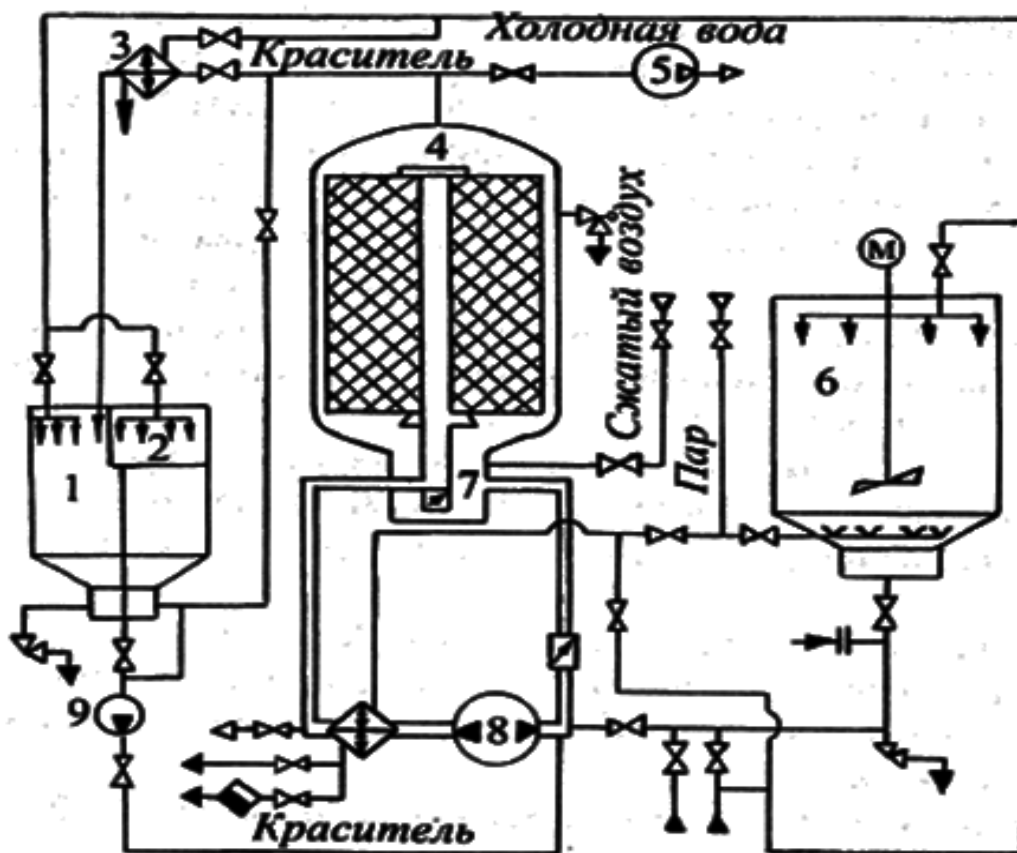


Рис. 1.1. Технологическая схема аппарата АКДС-601

Аналогичную схему имеют аппараты типа АКДС-602, предназначенные для обработки пряжи и ниток из натуральных и химических волокон, но в сравнении с ровницей и чесаной лентой пряжа и нитки более устойчивы к гидродинамическому воздействию циркулирующего раствора, что позволило повысить удельную скорость циркуляции до 60 л / (мин·кг) с помощью центробежного насоса. Для изменения направления циркуляции в упор бака АКДС-602 встроен инвертор, т.е. устройство для переключения направления циркуляции раствора, а в остальном аппараты идентичны. Аналогом данных аппаратов является зарубежная машина для крашения пряжи, представленная на рис. 1.2.

На рис. 1.3 представлена функциональная схема аппарата модели SP для высокотемпературной обработки при модуле ванны 11–12. Красильный автоклав цилиндрической формы со сферическим дном и крышкой способен выдерживать избыточное давление до 4 атм и температуру до 135 °С. Встроенная в корпус система теплообменников позволяет осуществлять быстрый разогрев и охлаждение технологических растворов. Кольцевая перфорированная смывная труба на верхнем обресе приготовительного бака обеспечивает эффективный обмыв его внутренней поверхности.

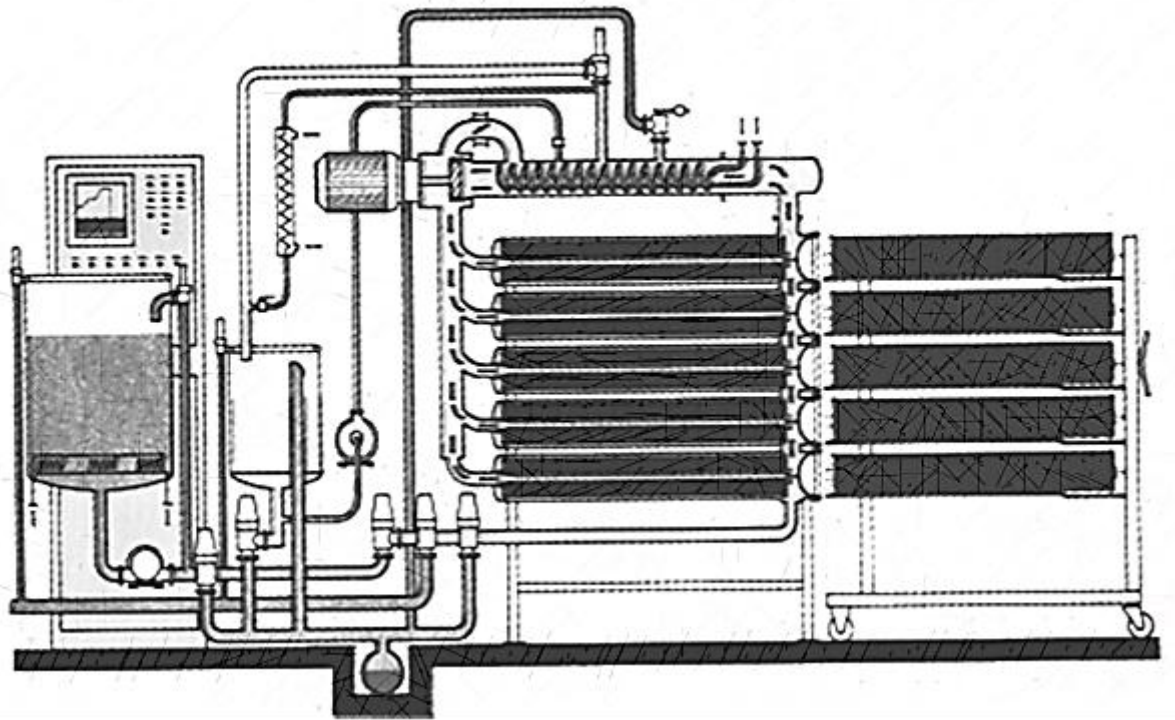


Рис. 1.2. Машина периодического действия для крашения пряжи (Обет)

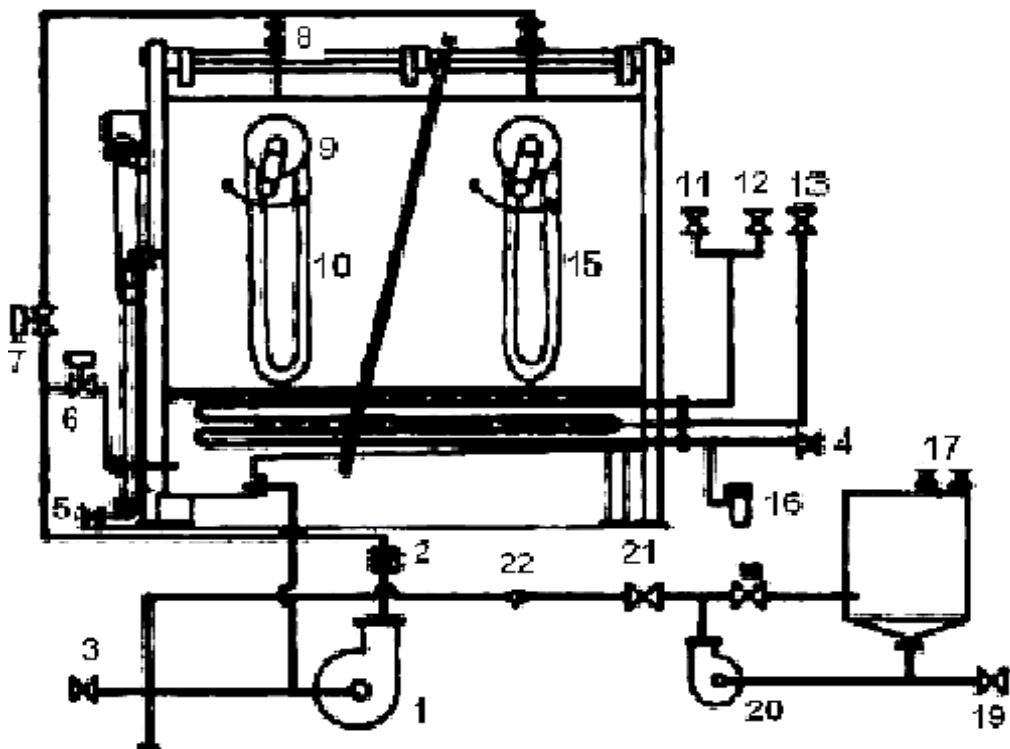


Рис. 1.3. Функциональная схема красильной машины навесного типа:

1 – циркуляционный насос; 2 – шибер; 3 – подготовительный бак; 4, 5 – дренажные вентили; 6, 7 – электромагнитные клапана; 8 – оросительный вентиль; 9 – швиль; 10, 15 – моток пряжи; 11, 12, 16 – вентили воды; 13, 17 – вентиль пара; 19, 21 – вентили; 20 – вспомогательный насос; 22 – дроссель

Перекачка и перемешивание рабочего раствора осуществляется главным циркуляционным турбонасосом. Подпиточные емкости большого и малого объемов позволяют осуществлять поддозировку рабочей ванны, как во время ее приготовления, так и в циркуляционном режиме крашения без сброса давления в автоклаве. Материалоносители комплектуются аппараты Турбостат-SP, отвечают всем расчетным требованиям гидродинамики крашения, а оригинальная конструкция турбины главного циркуляционного насоса исключает необходимость использования в составе красильного аппарата инвертора, обеспечивающего смену циркуляционного потока по схеме от центра к периферии или наоборот.

Технологический процесс в аппаратах проводится по программе с помощью автоматизированной системы. Носитель с текстильным материалом загружается в красильный бак, крышка его запирается байонетным затвором, включается насос, создается вакуум, затем подается рабочий раствор из приготовительного бака или химстанции. Подпиточным насосом создается рабочее давление в красильном баке и проводится обработка по заданному режиму при периодическом изменении направления циркуляции. По окончании процесса раствор сливается или перекачивается в приготовительный бак для повторного использования. Материал слегка отжимается сжатым воздухом, крышка бака открывается, носитель извлекается из него грузоподъемным устройством и транспортируется для последующей обработки. В табл. 1.1 представлены технико-экономические показатели аппаратов.

Таблица 1.1

Технико-экономические показатели для аппаратов АКДС-601 и АКДС-602

Показатели	АКДС-601	АКДС-602
Загрузка, кг	500–780	420–500
Производительность, кг/ч	120–247	167–240
Модуль ванны	(9–11):1	(9–14):1
Глубина вакуума, %	90	
Установленная мощность токоприемников, кВт	113,7	195,7
Габаритные размеры, мм:		
длина	5000	4800
ширина	4275	4500
высота	4100	4100
Заглубление, мм	2500	

Дальнейшее совершенствование пряжекрасильного оборудования привело к созданию аппаратов типа АКДН для низкомодульного крашения при модуле ванны (5–9):1. Неполное заполнение красильного бака жидкостью позволяет упростить конструкцию аппарата, так как отпадает необходимость в расширительном сосуде, подпиточном насосе и охладителе. Это способствует снижению в 1,5 раза расхода воды и сброса ее в канализацию. На предприятиях

нашей страны установлены низкомодульные аппараты типа АКДН, например, фирм «Хисака» (Япония), «Крантц» и «Тисс» (ФРГ), отличающихся низким модулем ванны (от 3,5:1 до 15) и повышенной степенью автоматизации технологических процессов и управления на основе микропроцессорной техники.

Высокотемпературная красильная машина под давлением модель GR202 — 5/500 применяется для отварки, беления, крашения и промывки хлопкового, шерстяного и синтетического волокна, пряжи в мотках и бобинах под давлением или без давления. В табл. 1.2 и 1.3 представлены технические характеристики и параметры данной машины.

Таблица 1.2

Параметры аппаратов типа АКДН

Наименование показателя	Значение показателя
Модель	GR202-5~500
Нагрузка, кг	5–500
Рабочая температура, °С	140
Рабочее давление, мПа	0,39
Модуль ванны	1:12–1:15
Мощность двигателя, кВт	3–55
Циркуляционный насос (насос красящего раствора)	Центробежный насос и насос смешанного потока
Режим нагрева	Непрямое нагревание паром и сохранение тепла
Материал изготовления	Нержавеющая сталь 1Cr18Ni9ti
Система управления	PLC

Таблица 1.3

Технические характеристики аппаратов типа АКДН

Показатели	GR20 2-10	GR20 2-25	GR20 2-30	GR202- 50	GR20 2-100	GR20 2-200	GR20 2-300	GR20 2-500
Размер красильного бака, мм	Ø450х 810	Ø500х 1350	Ø600х 1500	Ø900х 1500	Ø1200 х 1500	Ø1400 х 1500	Ø1600 х 1900	Ø170 0х190 0
Площадь нагревания, м ²	0,3	0,5	0,6	1,5	4,0	6,5	7,3	10,5
Мощность, кВт	4	5,5	7,5	11	15	30	37	55

Аппарат красильный под давлением АКД-6-2Л предназначен для беления, крашения и других мокрых обработок под избыточным давлением до 3 кг/см² и при температурах до 130 °С льняной пряжи в бобинах и льняной ровницы на катушках. Подготовленная пряжа на носителе подается в красильный бак. Автоматическое закрытие красильного бака и запор байонетного затвора

длится не более 15 секунд. После этого циркуляционным насосом раствор из резервного бака закачивается в центр красильного бака. Затем подпиточным насосом давление в красильном баке доводится до 3 кг/см^2 и производится обработка пряжи смачивателем при двухсторонней циркуляции раствора, переключенным на циркуляцию циркулирующим насосом. Далее технологический процесс проводится согласно заданному расписанию. Для повторного использования краситель аналогично перекачивается в резервный бак. Время заполнения красильного бака раствором и время его слива в канализацию не более 5–8 минут. Для ускорения слива в канализацию возможен воздушный подпор. Максимальный темп разогрева раствора до заданной температуры в красильном баке паром, подаваемым во встроенный в бак теплообменник, до 4 градусов в минуту при давлении пара 6 кг/см^2 . Подпиточный насос соединен с расширительным баком и патрубками циркуляционного насоса, кроме создания давления 3 г/см служит для введения добавок в процессе крашения. Раствор, поступающий из красильного в расширительный бак, охлаждается холодной водой в охладителе. Крашение начинается при температурах 20–40 °С.

Контроль и поддержание температуры в красильном баке, смена направления циркуляции раствора, расхолодка, подъем и опускание крышки, поворот байонетного кольца производятся автоматически. Остальные операции производятся вручную дистанционно управляемыми исполнительными механизмами. По окончании процесса обработки отработанный раствор одновременно сливается самотеком в канализацию из красильного и расширительного баков. Предусмотрен залповый отжим воздухом.

Аппарата АКД-6-2Л имеет габаритные размеры $4450 \times 3640 \times 3900$; массу аппарата 7100 кг; производительность 85–95 кг/ч; давление сжатого воздуха на входе 6 кг/см^2 ; расход воды (не менее) 2 кг/см^2 . Технологические параметры аппарата: загрузка пряжи в бобинах 500 кг; ровницы в катушках 495; модуль ванны 1:2. Расширительный сосуд, входящий в контур циркуляционной системы подпиточного насоса, предназначен для компенсации изменяющегося объема раствора в аппарате при нагревании и охлаждении раствора и воды и для ввода добавок химикатов в красильный бак. Резервный бак предназначен для приготовления рабочих растворов красителей и повторного их применения. Бак снабжен мешалкой, перфорированной трубой для подвода пара, сливной и переливной трубами. Система трубопроводов предназначена для транспортировки в системе аппарата раствора красителя, холодной и горячей воды, свежего пара, моющей воды для резервного бака и отсека химических добавок, слива отработанных рабочих сред в канализацию или в систему оборотных и загрязняемых вод и отвода конденсата в систему предприятия, заполнения красильного бака сжатым воздухом для отжима и выпуска его в атмосферу.

Система охлаждающей воды состоит из трубопроводов охлаждения, главного циркуляционного насоса и охладителя, трубопровода расхолодки материала при замкнутой циркуляции раствора в красильном баке. Трубопровод расхолодки подключен к трубопроводу свежего пара. Объем баков: красильно-

го – 6 м³, резервного – 5,2 м³, отсека для добавки химматериалов (расширительного бака) – 84,5л. Коллектор предназначен для подачи в аппарат химических растворов, имеет 11 вводов, один из них может быть подключен к горячему водопроводу. Аппарат выполнен из стали, позволяющей вести отделку ровницы хлоритным способом. Носители пряжи НБЛ-1, НБЛ-2 и ровницы НР-1 и НР-2. Цифра 2 указывает, что носитель разъемный. Все они вертикальные стержневые. Каждая часть взаимозаменяемая. Транспортировка нижней половины носителя по цеху производится на верхнем ряду крючков захвата. На площадке обслуживания аппарата производится перестроповка захвата на нижний ряд его крючков, затем производится загрузка носителя в аппарат. Выгрузка нижней половины производится аналогично.

При применении носителей НБЛ-2 и НР-2 грузоподъемность подъемно-транспортного устройства может быть снижена до 1,5–2 т. В существующих цехах при транспортировке носителей тельферами и высоте от пола заглубления до грузового крана 570 – 6100 мм необходимо применять разъемные носители, например, Костромского СКБ КОО.

Для процессов крашения пряжи широко применяется оборудование открытого типа при атмосферном давлении, например, машины навесного типа. Мотки пряжи навешиваются на перфорированные швили с перекидной металлической рейкой и двумя ограничительными фланцами. Красильный раствор перекачивается через перфорацию швиля, орошает пряжу и стекает в красильную ванну. Материалоемкость одного модуля на различных модификациях базовой модели красильной машины регулируется длиной швиля (800–1000 мм) и периметром мотков (500–810 мм). Количество швилей на машинах с одно- и двухсторонней заправкой может изменяться от 2 до 40, а общая масса текстильного материала достигать 300 кг и более при модуле 1:8–10 и температуре до 98 °С. Средствами автоматического контроля и управления поддерживаются все основные технологические параметры, работа реверсивного перемещения мотков и циркуляционного насоса.

Особый интерес у практиков пряжекрашения вызывают универсальные низко модульные аппараты для бобин крестовой намотки (емкостью от 10 до 1500 кг), для мотков (емкостью от 12 до 300 кг) и гребенной ленты. Аппараты комплектуются любыми типами материала-носителя для мягких и твердых паковок. Максимальная рабочая температура составляет 140 °С, давление 4,5 бар, модуль ванны 5,8. Все компоненты конструкции аппарата и его оснастки изготовлены из коррозионно-стойкой стали. Базовая модель низко модульного красильного аппарата выпускается в двух модификациях — с центробежным насосом и осевым турбонасосом. Аппарат с центробежным циркуляционным насосом более всего подходит для обработки твердых паковок крестовой намотки, так как, кроме высокой производительности, он создает гидростатический поток высокого давления. На рис. 1.4 показана схема устройства автоклавного красильного аппарата в комплекте с двухъярусным бобиноносителем открытого типа.

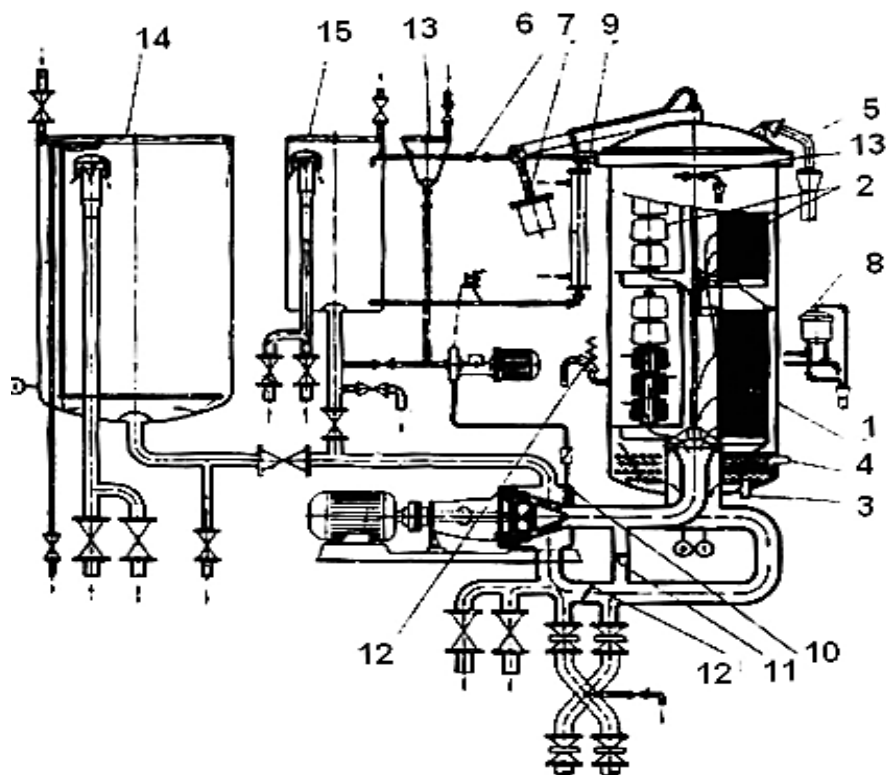


Рис. 1.4. Функциональная схема автоклавного аппарата для крашения пряжи, ровницы, ленты на швилях и волокна (в сетках):

1 – автоклав; 2 – материалоноситель двухъярусный; 3, 4 – теплообменники; 5 –переливной патрубков; 6 – вентиль; 7 – пневмоцилиндр; 8 – шлюз для выкрасок; 9 –водомерное стекло; 10 – циркуляционный насос; 11 – шиберные заслонки; 12 –предохранительный клапан; 13 – дозировочные емкости; 14 – приготовительный бак; 15 – подпиточный насос

Красильная машина для пряжи фирмы “Dilmenler” разработана на основе новейших технологий и технологических усовершенствований, связанных с расходом раствора, циркуляцией раствора и максимальной производительностью. Машина может использоваться для обработки многих видов материалов с применением различных видов соответствующих переносных приспособлений, таких как бобины, тюки, шпули, навои, кипы, рулоны и т.п. Техническое преимущество заключается в возможности крашения бобин с максимальным весом 2 кг, без дефектов неровности в наложении красителя. В машине обеспечивается двухсторонняя подача раствора с внутренней стороны на внешнюю сторону и с внешней стороны на внутреннюю сторону без изменения направления двигателя турбонасоса. Мощность крашения минимально 50 % и максимально 100 % посредством воздушной системы пропитки. В процессе обработки обеспечивается повторяемость крашения при помощи автоматической системы. Короткое время крашения достигается при помощи 100 % резервного бака. Модуль ванны между 1:5–1:8.

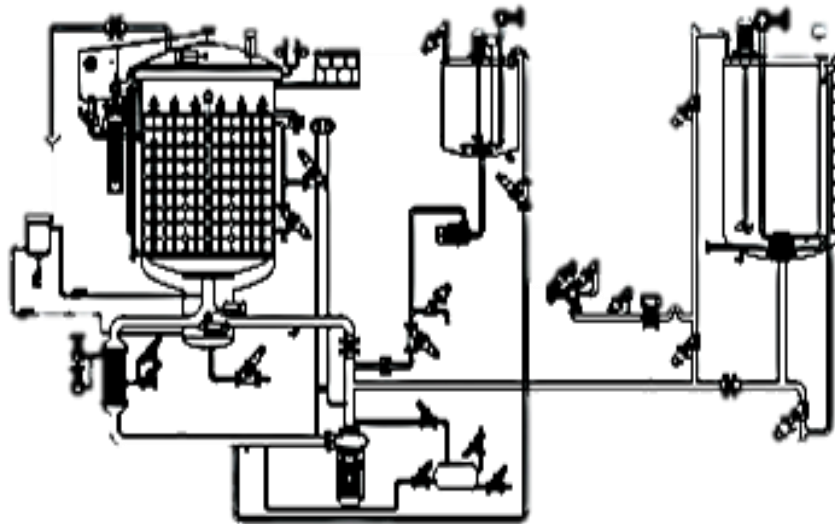


Рис. 1.5. Схема красильной машины для пряжи фирмы «Dilmenler»

Не менее интересна с точки зрения оптимальных конструктивных элементов бобинная красильная машина НТ (рис. 1.5), которая изготавливается мощностью от 25 до 1000 кг. Корпус машины, а также нижнее шасси машины, насосная циркуляционная линия, фланцевые соединения и все другие части, контактирующие с жидким раствором красителя, выполнены из нержавеющей стали с высокой антикоррозийной характеристикой (AISI316/316L).

На рис. 1.6 представлена система управления процессом крашения пряжи (ровницы, ленты) и дозирования расходуемых химических материалов, разработанная специалистами фирмы «Хисака» (Япония).

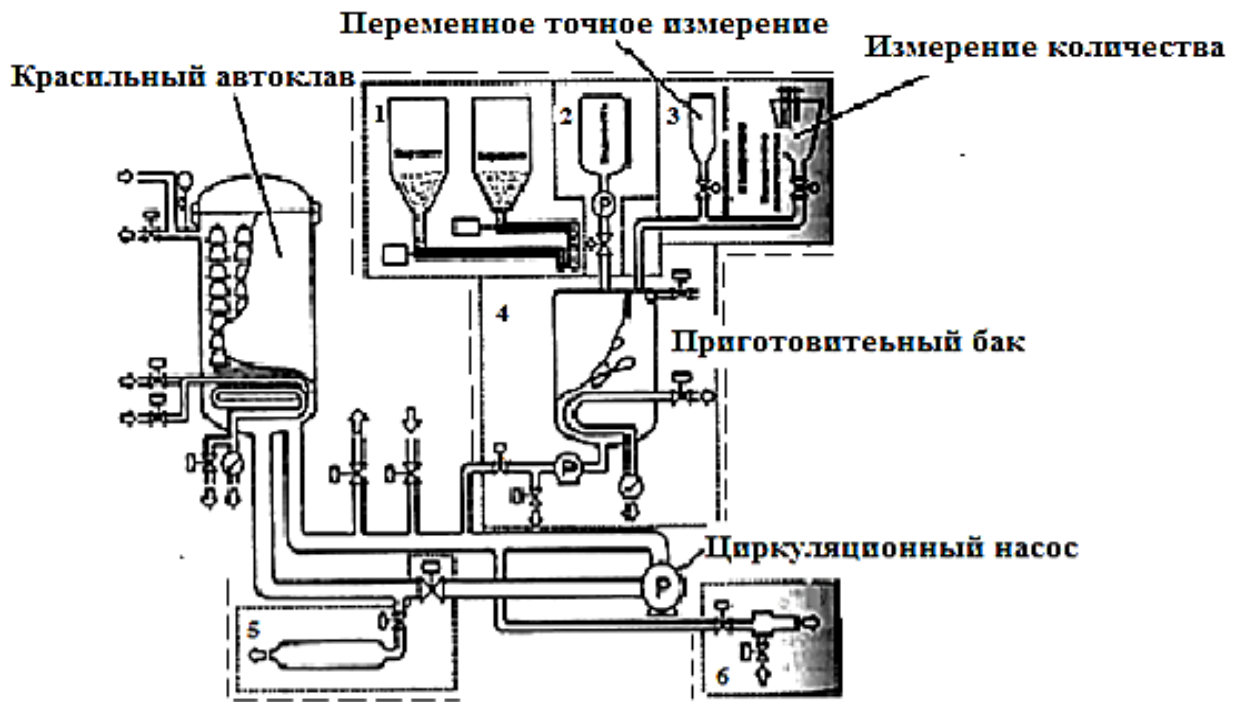


Рис. 1.6. Модульная система управления процессом крашения фирмы «Хисака»

На рис. 1.6 пунктирными линиями выделены периферийные модули (1– 6), обеспеченные средствами компьютерного управления, в том числе: модуль 1 – дозирование порошкообразных компонентов с помощью шнековых дозаторов; модуль 2 – дозирование жидких компонентов с помощью дозирующих насосов; модуль 3 – приготовление и дозирование многокомпонентных растворов; модуль 4 – приготовление рабочего раствора в приготовительном баке красильного аппарата; модуль 5 – вакуум-отжим паковок в автоклаве аппарата; модуль 6 – сброс высокотемпературной отработанной красильной ванны в емкость утилизации тепловой энергии.

Компьютерное управление отдельными агрегатами может быть объединено в систему управления всем пряжекрасильным производством, включая химическую станцию и роботизированные установки загрузки и выгрузки красильных и сушильных аппаратов материалоносителями.

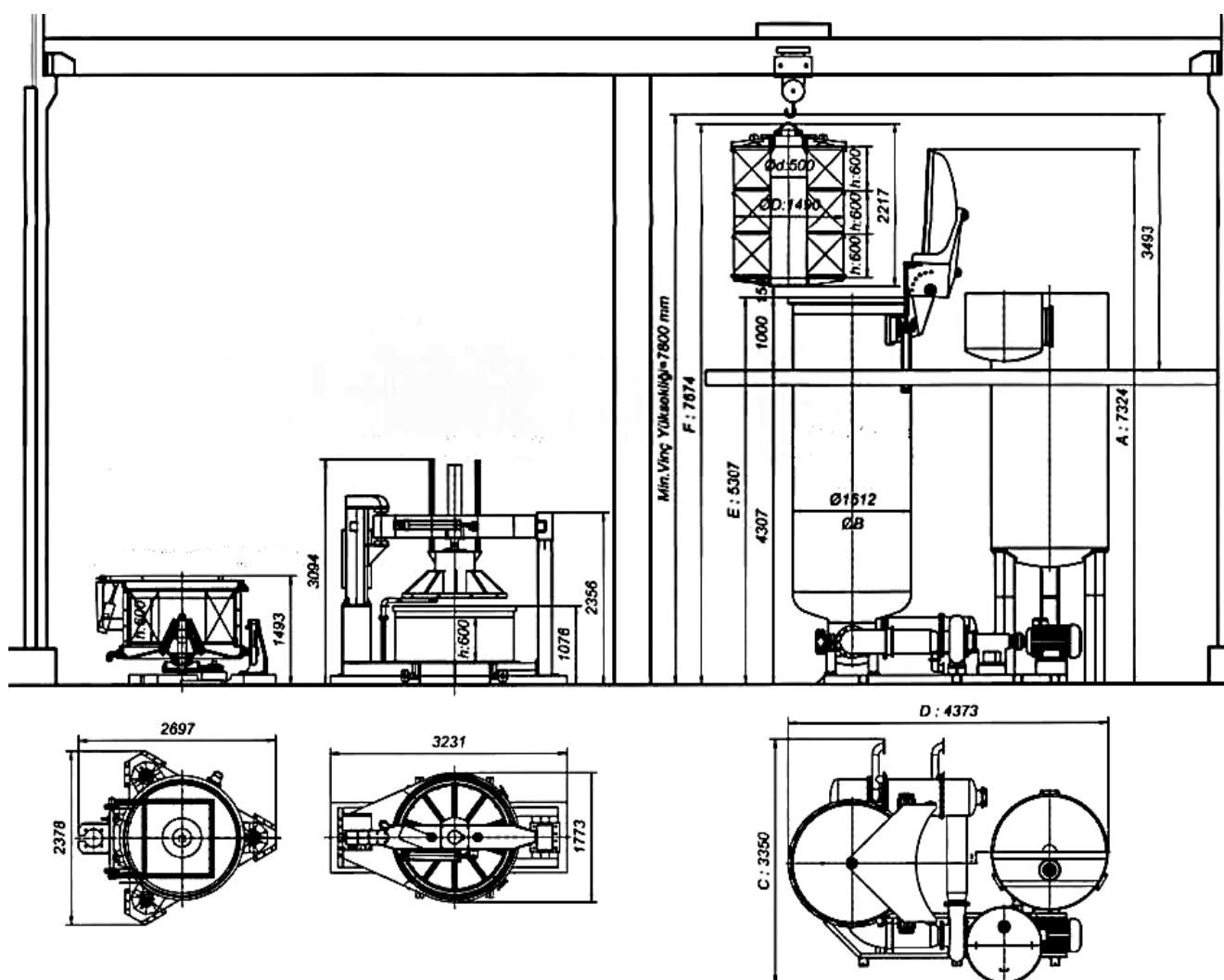


Рис 1.7. Схема расположения красильной машины для волокна DIL-YARN в цехе

На рис 1.7 представлена схема монтажа оборудования в цехе пряжекрашения, а также способы установки и эксплуатации вспомогательного оборудования. Дополнительная площадь цеха предусмотрена для хранения различных носителей для пряжи и бобин (рис. 1.8–1.10). Для точности расчетов при выполнении курсовых и дипломных проектов в табл. 1.4–1.8 приведены технические характеристики красильного оборудования и плотности обмотки пряжи в бобинах для различных видов волокон.

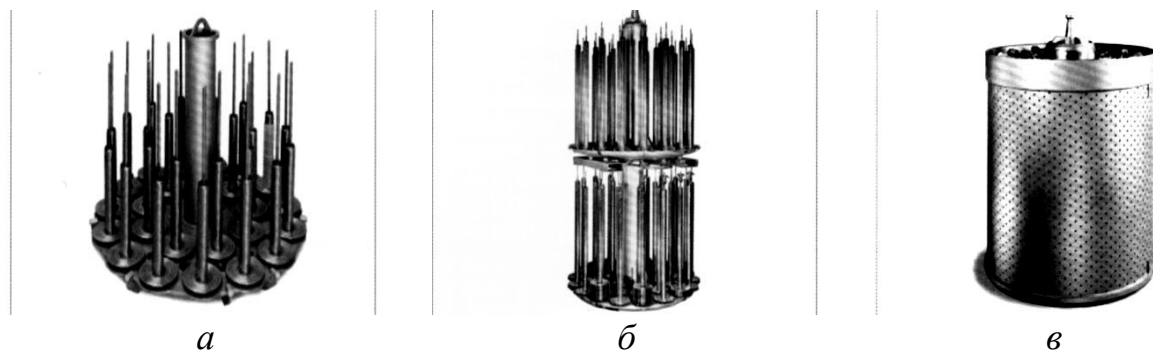


Рис.1.8. Технические детали красильной машины для пряжи DMS 04 HT:

а – перематыватель пряжи; б – перематыватель пряжи в два этапа; в – перематыватель волокна

Таблица 1.4

Технические характеристики красильного котла для волокна DIL-YARN

Номинальная загрузка, кг	Диаметр, мм	Вес паковки волокна, кг	Номер паковки, №	Плотность волокна, г/дм ³	Расход свежего пара, бар/г	Установленная электрическая мощность, кВт
Хлопок, 466	1490/500	233	2	232	1400	36,2
Полиэфир, 700		350		348		
Акрил, 840		420		418		
Хлопок, 700	1490/500	233	3	232	2100	56,2
Полиэстер, 1050		350		348		
Акрил, 1260		420		418		
Хлопок, 1400	1490/500	233	6	232	4200	81,2
Полиэстер, 2100		350		348		
Акрил, 2520		420		418		
Хлопок, 1000	1725/600	333	3	232	3000	61,2
Полиэфир, 1500		500		348		
Акрил, 1800		600		418		

Габариты красильного котла для волокна DIL-YARN

A*, мм	B, мм	C, мм	D, мм	E, мм	F, мм
5000	1600	3350	4373	2900	5300
5500	1600	3350	4373	3500	5900
7324	1600	3350	4373	5307	7674
5755	1800	3600	4600	3320	5550

*А – высота котлов с открытой крышкой; В – диаметр котла; С – ширина котла и приготовительного бака; D – ширина котла и вспомогательного бака; E – высота котла; F – максимаотная высота учитывающая высоту котла с открытой крышкой и загружаемый носитель.

В табл. 1.4–1.5 приведены технические характеристики и габариты красильного котла для волокна DIL-YARN.

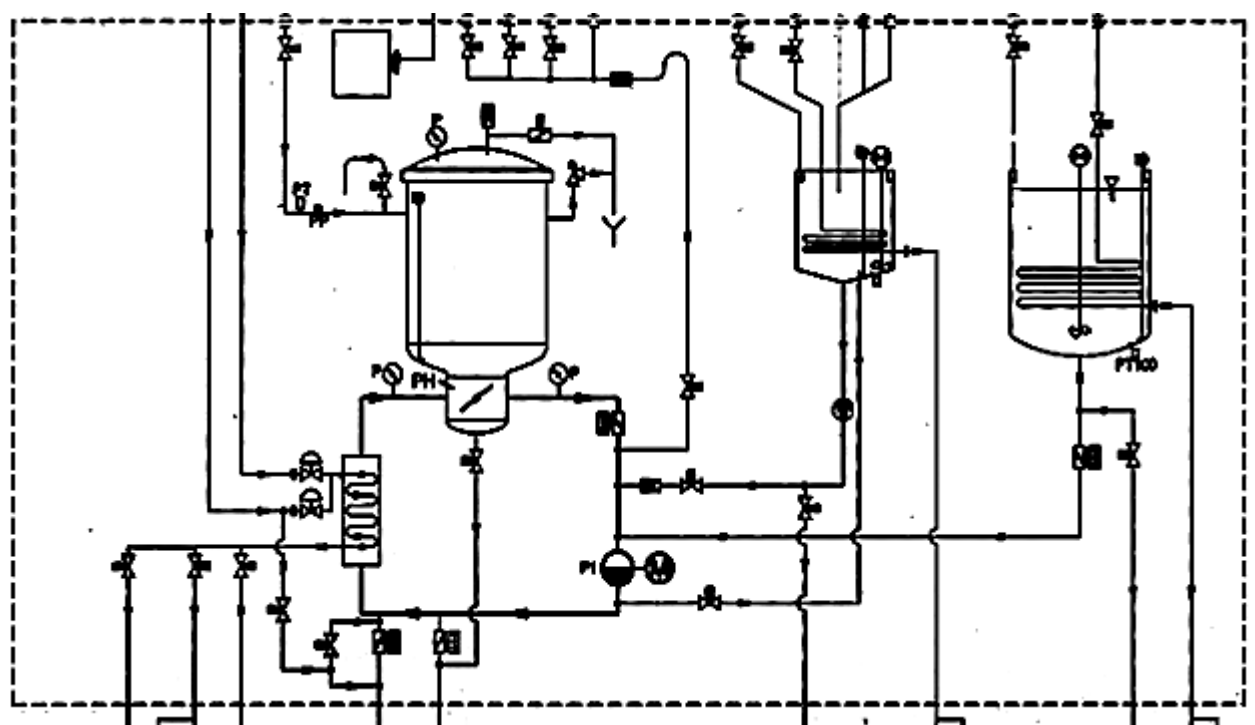


Рис.1.9. Схема автоматизации подвода и отвода технологической воды красильной машины для пряжи DMS 04 HT

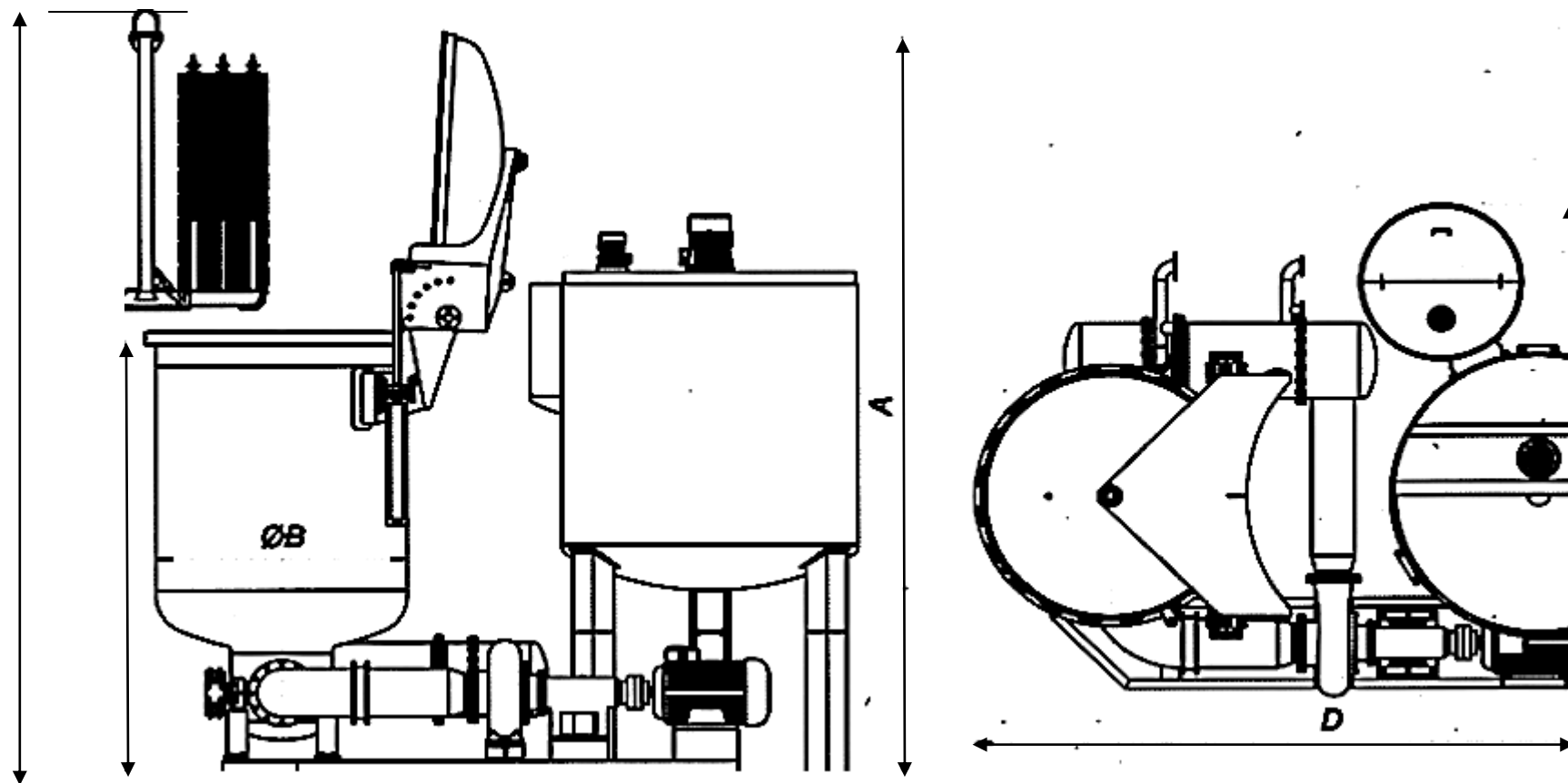


Рис. 1.10. Схема красильной машины для пряжи DMS 04 НТ (габаритные размеры см. табл. 1.6)

Таблица 1.6

Технические характеристики котлов для крашения пряжи DMS 04 НТ

Номинальная загрузка, кг	Диаметр бобины, мм	Вес бобины, кг	Номер веретена	Количество шпулек	Расход свежего пара, бар/г	Установленная электрическая мощность, кВт
5	190	1,4	1	4	15,3	5,4
10	190	1,4	1	7	30,6	6,4
25	190	1,4	3	6	76,5	10,65
50	190	1,4	4	9	153	14,87
100	190	1,4	8	9	306	19,27
200	190	1,4	16	9	612	34,45
300	190	1,4	25	9	918	42,75
400	190	1,4	33	9	1224	51,25
500	190	1,4	39	9	1530	62,25
600	190	1,4	47	9	1836	82,55
800	190	1,4	63	9	2448	117,9
900	190	1,4	84	8	2754	139,9
1000	190	1,4	84	9	3060	139,9
1200	190	1,4	55/52	9/9	3672	188,3

Таблица 1.7

Габариты красильной машины для пряжи DMS 04 НТ

А, мм	В, мм	С, мм	Д, мм	Е, мм	Ф, мм
1765	229	1100	1700	1435	2200
2010	229	1330	1700	1690	2960
2530	450	1275	1720	1910	3400
3130	500	1440	1830	2505	4480
3650	750	1745	2475	2605	4590
4125	950	2215	3150	2760	4760
4540	1200	2680	3650	2845	4860
4775	1300	2850	3950	2930	4945
4815	1430	3300	4490	2970	5130
5055	1600	3300	4575	3040	5195
5400	1800	3300	4675	3050	5270
5530	2000	3525	5030	3100	5600
5755	2000	4000	5420	3320	5540
6530	2000	4000	5370	3730	5850

Таблица 1.8

Плотность обмотки бабин для красильной машины для пряжи DMS 04 НТ

Материал	Система красильных трубок	Плотность обмотки, г	Пресс-плотность, г	Диаметр, мм	Вес, кг
Хлопок	Жесткий цилиндрический	330–420	390–440	170–210	1,2–1,7
	Осевой гибкий	340–400			
Полиэфир	Осевой гибкий	430–460	500–540	180–210	1,5–1,7
Шерсть Шерсть/ПА	Жесткий цилиндрический	340–400	400–440	180–210	1,2–1,6
	Осевой гибкий	360–380			
	Жесткий цилиндрический	220–240	420–500	280–300	3,4–3,6
	Осевой гибкий	320–360		180–280	1,4–2,8
Полиакрил ПАК/ПАН	Жесткий цилиндрический	340–380	400	170–200	1,0–1,4
	Осевой гибкий	340–360			
Полиэфир	Жесткий цилиндрический	400–420	440–500	150	1,1–1,2
	Осевой гибкий	380–400		180–250	2,5–4,0

1.2. Машины для механического экстрагирования влаги из волокна в массе, ровницы, пряжи, ленты

Для механического обезвоживания текстильного материала в красильно-отделочном производстве применяются машины непрерывного и периодического действия. Для отжима влаги из волокна, пряжи и трикотажных изделий широко применяются центрифуги различных марок и типоразмеров. Удаление влаги основано на использовании центробежной силы, развиваемой при вращении корзины с уложенным в нее влажным материалом. Центробежные силы в центрифугах могут достигать высоких значений до 500 – 1000 кН, в результате этого текстильные материалы подвергаются сильному сжатию, которое может вызывать заломы на тканях. Что касается волокна, пряжи и трикотажных изделий, то они хорошо переносят нагрузки при центрифугировании, а степень от-

жима составляет 55–60 % для хлопчатобумажных изделий. Основным рабочим органом центрифуги является корзина, которая может быть съемной или представлять собой постоянный ротор, т.е. несъемную корзину, что более безопасно при эксплуатации.

Современные центрифуги, применяемые в текстильном производстве, по своей конструкции являются подвесными (маятниковыми) с нижним приводом. Подвесные центрифуги работают более устойчиво за счет смягчения вибрации и толчков, возникающих при вращении корзины от неравномерной загрузки в нее волокнистого материала. Нижний привод может выполняться с ременной передачей на ось центрифуги или с электродвигателем, установленным непосредственно на ее оси. В последнем случае центрифуги занимают меньше места и имеют более высокий КПД за счет сокращения времени на разгон и торможение. Потребление энергии электродвигателем центрифуги велико только в момент ее пуска и разгона корзины, но уже через 2–3 мин резко снижается, составляя около 20 % от начального, и весь последующий процесс отжима протекает при низком расходе электроэнергии. При торможении центрифуги двигатель отключается. Таким образом, в работе центрифуги различаются три периода: разгон, отжим, торможение. Продолжительность отжима обычно 15–20 мин, торможения – примерно 2 мин.

В красильно-отделочном производстве распространение получили центрифуги марок Ц-120, Ц-150, ТВ-1200-3Н (трехколонные вертикальные из нержавеющей стали), рассчитанные на загрузку 250–400 кг влажного волокнистого материала; ФМБ-120-2К-3 и ФМБ-160-1К-01 – фильтрующие маятниковые на 300–600 кг влажного текстильного полотна с выгрузкой его через борт.

Цифровой индекс обычно означает диаметр ротора в сантиметрах или миллиметрах. В шерстяной промышленности распространение получили фильтрующие, маятниковые, кассетные центрифуги ФМК-1529К-1 и ФМК-1521К-1 с верхней механизированной загрузкой и выгрузкой волокна в паковке, предназначенные для обезвоживания натуральных и химических волокон (рис. 1.11). Центрифуга устанавливается на опорной плите 1, на которой монтируются три вертикальные стойки 2. Внутри каждой стойки имеется подвесная стальная штанга 11, верхняя шарообразная часть которой опирается на сферическое гнездо стойки, а на нижнюю подвешивается станина 12 с прикрепленной к ней опорой 5. Внутри опоры на шарикоподшипниках монтируется основной вал 6, на верхнем конце которого крепится конус-колокол 8, служащий для посадки корзины 9, имеющей перфорированную цилиндрическую стенку. Отжатая вода через перфорацию стекает в нижнюю часть станины 12 и отводится через патрубок. Корпус 10 центрифуги закрывается крышкой 7, снабженной буферным механизмом 4.

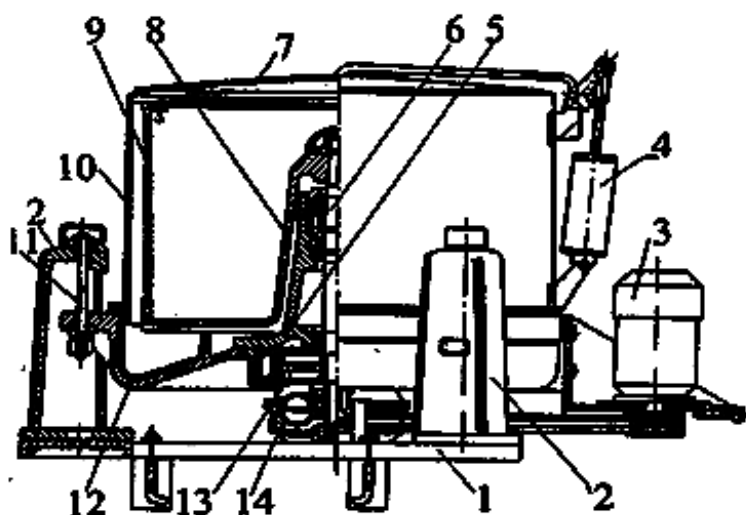


Рис. 1.11. Схема фильтрующей маятниковой центрифуги ФМК для обезвоживания волокна

Машина снабжена электромеханической блокировкой, которая исключает возможность пуска при открытой крышке или открывание крышки при вращающейся корзине.

На основном валу снизу крепятся тормозной 13 и приводной 14 шкивы. Двигатель 3 мощностью 17 кВт установлен вертикально и передает движение валу с помощью клиноременной передачи: частота вращения корзины 650 мин^{-1} . Управление машиной осуществляется с пульта; тормозная система оснащена электромагнитом для автоматического включения тормоза при отключении электродвигателя. Максимальная загрузка центрифуги составляет 1100 кг диаметр корзины 1515 мм.

Центрифуги требуют особого внимания при работе, так как несоблюдение правил их эксплуатации может привести к серьезной аварии с тяжелыми последствиями при срыве корзины. Категорически запрещается превышать установленную норму загрузки, произвольно увеличивать частоту вращения корзины, нарушать режим смазки и др. Представляют интерес центрифуги непрерывного действия ЦХ 2Ш и 1ДХ-750Ш для обезвоживания шерстяного волокна после промывки, крашения, карбонизации и других мокрых обработок. Влажное волокно непрерывно загружается в воронку, после отжима выбрасывается из верхнего отверстия, чему способствует воздушный поток, создаваемый в улиткообразной коробке. Отжим сопровождается транспортированием и распушиванием волокна, которое не слеживается, а остаточная влажность распределяется равномерно и составляет 55–60 %. Центрифуги имеют высокий КПД, их производительность достигает 150–600 кг/ч сухого волокна.

1.3. Аппараты и машины для сушки волокна, пряжи

Выбор оборудования для сушки волокнистой массы осуществляется с учетом запланированных объемов выпуска и при наличии технических возможностей, исключающих пересыхание продукта. Для сушки больших объемов волокна используются высокопроизводительные ленточные, туннельные и сетчатые барабанные сушилки непрерывного действия.

В ленточных сушилках непрерывного действия принцип сушки волокна следующий: волокно высушивается горячим воздухом на подвижном ленточном транспортере, состоящем из перфорированных металлических пластин.

Циркуляция воздуха может осуществляться в двух направлениях – сверху вниз (через слой волокна и сетку транспортера) и снизу вверх. Смена циркуляции способствует ускоренной сушке и некоторому разрыхлению волокнистой массы.

Возможна двух-, трехъярусная горизонтальная проводка транспортерной ленты, в этом случае может быть повышена производительность и сокращены габариты. Заправка ленточных сушилок волокном осуществляется вручную или с помощью механизированных питателей, в состав которых могут входить отжимные устройства, трепальные и разрыхлительные механизмы колкового типа (рис. 1.12). Ширина перфорированного конвейера 1,5–2,1 м. В калорифере в качестве теплоносителя могут применяться пар, горячая вода или топочные газозвоздушные смеси с использованием в качестве топлива нефти и метана. Имеется автоматический контроль температуры. Габариты сушилки без загрузочных механизмов: длина 5600 мм, ширина 2500 мм, высота 2800 мм.

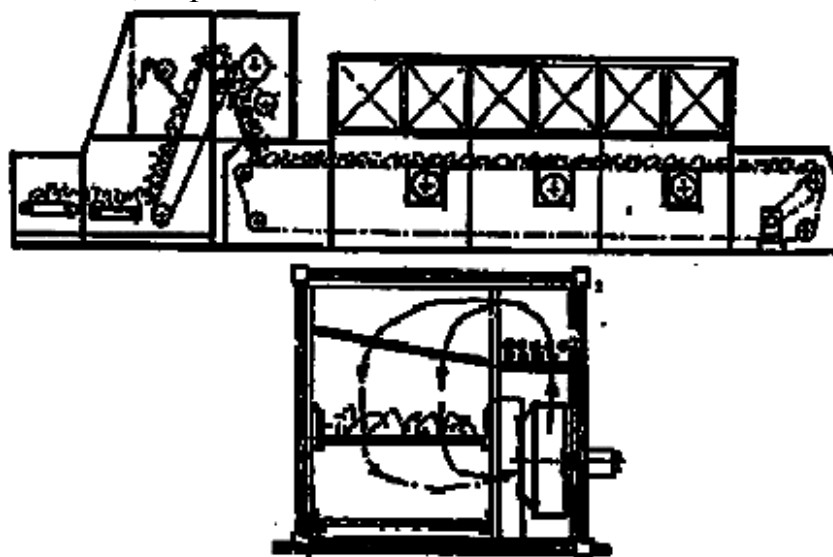


Рис.1.12. Ленточная сушилка туннельного типа (на поперечном сечении показано движение волокна и воздушного потока от вентилятора)

Сетчатая барабанная сушилка практически для любого вида текстильного материала впервые была предложена фирмой «Фляйснер» (Германия). Оригинальность конструкции состоит в том, что сушка горячим воздухом осуществляется на перфорированной поверхности вращающихся барабанов (рис. 1.12, 1.13) большого диаметра (~1500 мм). Радиальные осевые вентиляторы, установленные на торцевой стороне барабанов, создают внутри их корпусов вакуум, благодаря которому нагретый воздух с большой скоростью прокачивается через волоконный холст. Паровоздушная смесь изнутри барабана поступает на калориферы, откуда вновь возвращается в циркуляционный контур (рис. 1.14). Благодаря эффективной аэродинамике, интенсивность испарения влаги резко возрастает; процесс сушки, по сравнению с конвективным способом, значительно ускоряется.

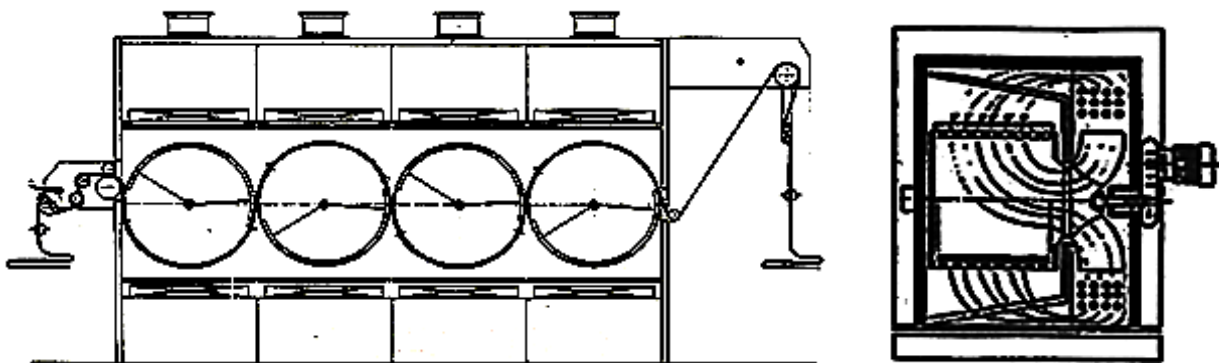


Рис.1.13. Перфорированная барабанная сушилка (Essico)

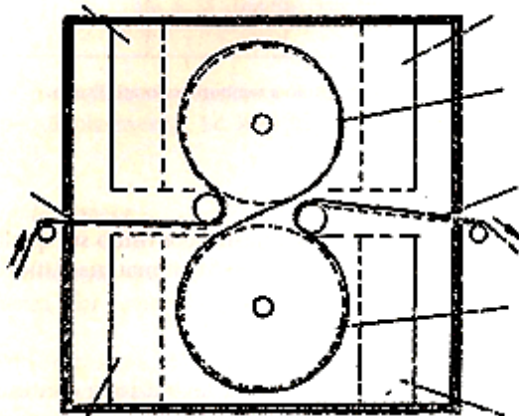


Рис.1.14. Сушилка с перфорированными цилиндрами

В процессе сушки холстик, благодаря вакууму, удерживается на участке открытой перфорации одного барабана и легко перемещается на перфорацию соседнего барабана, вращающегося в противоположную сторону. При переходе с одного барабана на другой холстик открывается потоку горячего воздуха другой стороной, что способствует более равномерному высушиванию волокнистого материала. Для поддержания необходимой величины вакуума часть перфорированной поверхности барабанов, незакрытая холстиком, экранируется специальными заслонками.

Загрузка и выгрузка волокнистой массы на сетчато-барабанных сушилках осуществляются с помощью ленточных транспортеров. При необходимости со стороны запуска волокна в сушилку может быть установлен питатель с трепально-разрыхлительным механизмом. В целях снижения теплопотерь корпус сушильной машины теплоизолирован. Сетчато-барабанные сушилки также с успехом применяются для сушки чесальных лент, трикотажа и тканей.

Пряжкрасильные производства, специализирующиеся на выпуске пряж и нитей в мотках, часто отдают предпочтение туннельным завесным сушилкам. Основанием для такого выбора является простота конструкции и технического обслуживания, высокая производительность и универсальность. Но сушилки подвешенного типа также пользуются спросом (рис. 1.15).

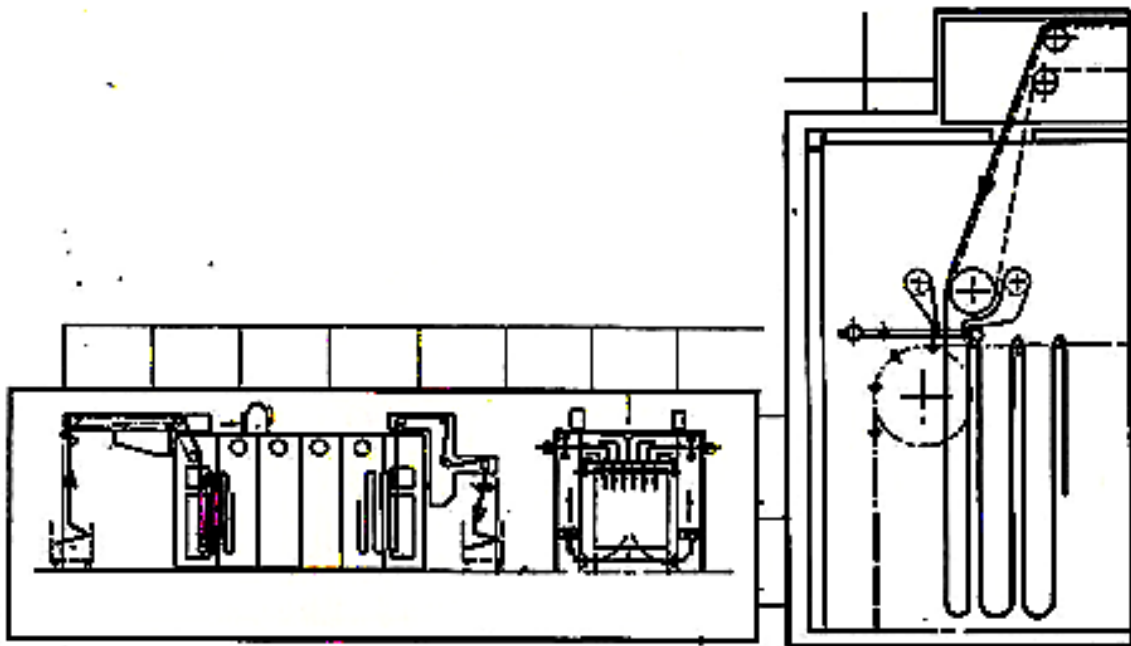


Рис.1.15. Подвесная сушилка пряжи и нитей в мотках

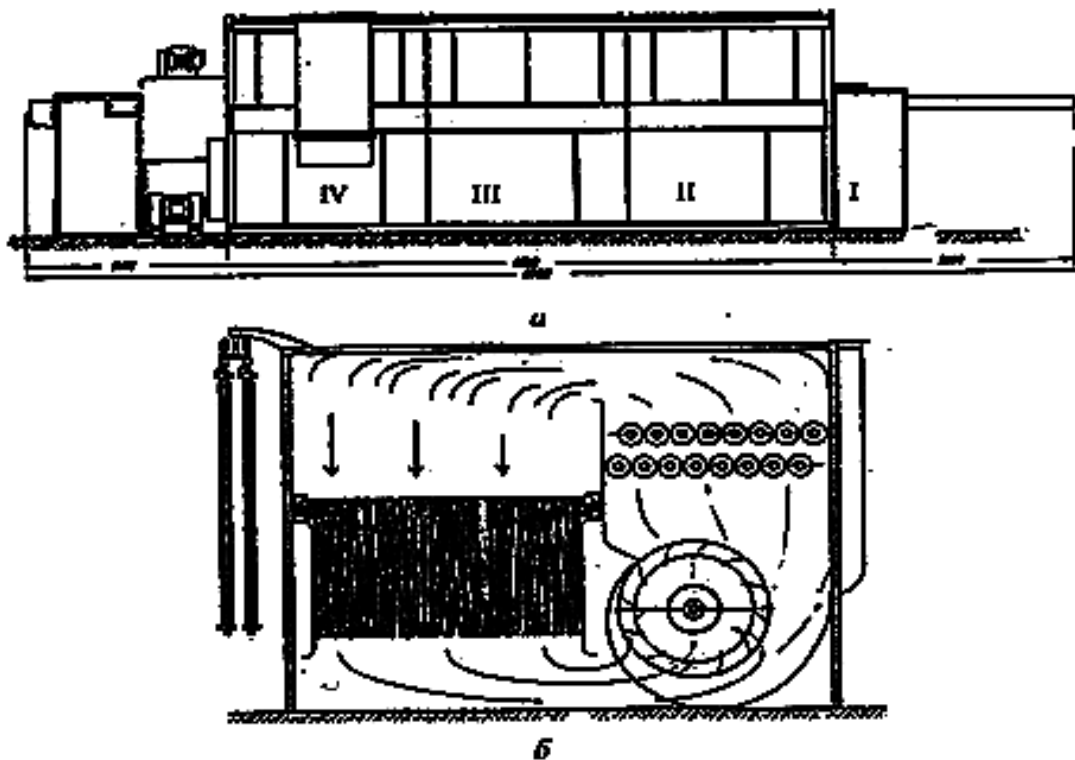


Рис.1.16. Туннельная сушилка для пряжи: а – боковой вид; б – поперечное сечение сушильной зоны с вентилятором, калорифером, несущими швялями

Типовая функциональная схема современной сушильной машины туннельного типа (рис. 1.16) включает следующие основные элементы: сушильную камеру коробчатой формы из рамных металлоконструкций, обшитых теплоизоляционными плитами со смотровыми окнами, обеспечивающими доступ к калориферам и элементам транспортных механизмов; транспортирующую систему в виде цепного конвейера для мотков; конвейер для подачи несущих стержней от места выгрузки к месту завески. Машина снабжена аэродинамической циркуляционной системой для сушки и кондиционирования продукта и системой управления и контроля температурно-влажностного режима сушки.

Функционально сушилка туннельного типа включает пять технологических зон. В зоне I осуществляется подбор и подготовка мотков к завеске на стержневой материалоносителе. Прежде всего, это касается количества мотков и равномерного распределения их массы по ширине несущего стержня. С учетом того, что завеска влажных мотков, как правило, осуществляется вручную, актуальной становится механизация работ по их раструске и направлению. Производители сушилок по индивидуальным заказам могут поставлять в комплекте с сушилкой раструсочные машины вибрационного действия.

В зонах II-III-IV осуществляется предварительная, окончательная сушка и кондиционирование. В каждой из этих зон идет процесс конвективного обдува мотков нагретым воздухом. В зависимости от особенностей высушиваемого текстильного материала (линейной плотности, волокнистого состава, размеров и массы мотков), количество тепловентиляционных модульных секций в составе сушилки может изменяться от 2 до 4. Модули II—III включают индивидуальные вентиляторы и калориферы, что позволяет поддерживать оптимальные температурные режимы в пределах от 70 до 120 °С. В зоне кондиционирования IV калорифер отсутствует, но имеется шлюзовая секция, куда подается свежий холодный воздух. В зоне V сухая пряжа с оптимальной кондиционной влажностью разгружается со стержневых материалоносителей и отправляется на контрольную разбраковку и дальнейшую переработку. Стержни на подвесном наружном транспортере возвращаются к месту загрузки. Применение пластинчатых теплообменников на сушилке позволяет в 1,5–1,8 раза снизить расход охлаждающей воды для конденсации влаги из отработанного воздуха, примерно на 15 % расход сжатого воздуха, повысить производительность оборудования на 10 %. Пластинчатая конструкция теплообменников может легко трансформироваться по мощности, легко подвергается чистке и ремонту. Функциональная схема сушильного аппарата представлена на рис. 1.17. Конструкторы предложили включить в циркуляционный контур аппарата две малые воздуходувки с суммарной мощностью электродвигателей, равной мощности одного мотора большой воздуходувки.

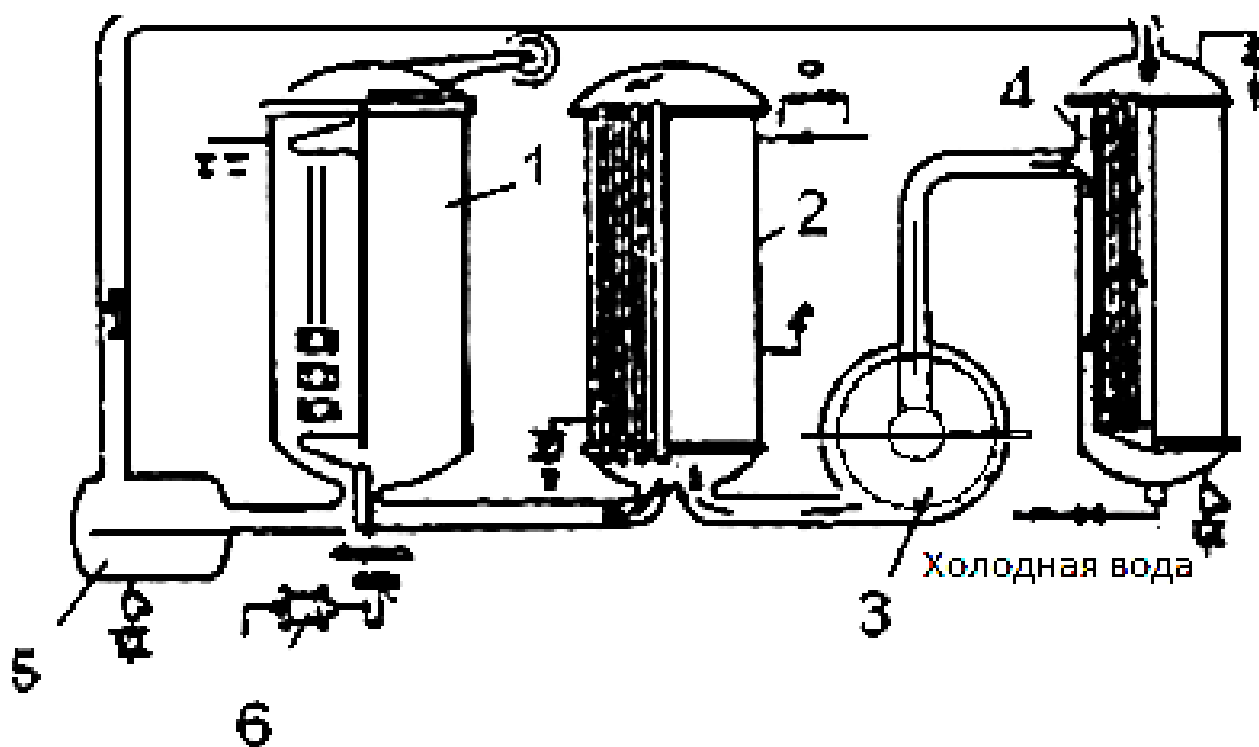


Рис.1.17. Типовая схема сушилки высокого давления с замкнутой системой циркуляции воздуха пряжи и нитей: 1 – сушильная камера; 2 – подогреватель; 3 – воздуходувка; 4 – конденсатор; 5 – влагосборник; 6 – пневмоцилиндр альтернатора

Таблица 1.9

Технические параметры сушилки серии СМ97

Стандартные параметры	Загрузка катушек		
	Загрузочная емкость, шт.	540	616
Суммарная мощность электромотора, кВт	7,5	11	15
Рабочая температура, °С	≤120		
Рабочее давление пара, мПа	0,4–0,6		
Время сушки шерстяной пряжи, ч	3		
Время сушки полиэфинных нитей, ч	3		
Время сушки нитей из хлопка, ч	5		
Габаритные размеры: мм	3200×2200×2100	3400×2200×2100	3600×2200×2100

С 1970-х гг. на отечественных красильно-отделочных ниточных производствах в Санкт-Петербурге успешно эксплуатируются сушильные аппараты фирм «Хисака» (Япония) и «Тис» (Германия). Типовая функциональная схема фирменных скоростных сушилок высокого давления показана на рис. 1.17. Стандартный состав аппарата (автоклав, пароподогреватель, воздуходувка и водяной конденсатор) может быть дополнен ресивером для сжатого воздуха (до 20 кг/см^2) и компрессором ($3,7 \text{ м}^3/\text{мин.}$). Процесс сушки осуществляется при статическом давлении $5,5 \text{ кг/см}$, температуре до $120 \text{ }^\circ\text{C}$. Турбовоздуходувка обеспечивает скорость аэродинамики потока до 120 м/мин , мощность асинхронного электродвигателя 150 кВт . Смена циркуляции воздушного потока устанавливается и контролируется таймерами, температура измеряется на входе и выходе из автоклава

Сушилка, изготовленная под новым названием UEFC-AD, в эксплуатации показала свои следующие преимущества: последовательно сдвоенные воздуходувки, включенные в циркуляционный контур на режим гидроэкстракции, создают более высокое давление воздушного потока в начальной стадии процесса сушки. Эффект обезвоживания бобин повышается, общее время процесса сокращается; параллельная схема включения двух малых воздуходувок в режиме сушки позволяет при меньшем давлении усилить мощность воздушного потока по сравнению с возможностями одной большой воздуходувки. Это также создает условия для сокращения продолжительности сушки; на заключительной стадии сушки, когда основное количество адсорбционной влаги удалено и идет процесс кондиционирования текстильного материала, отсутствует необходимость в сохранении большой мощности воздушного потока (см. рис. 1.18.)

Один из двух вентиляторов можно отключить и сэкономить на расходе электрической энергии. Одной воздуходувки достаточно и для сушки таких пряж из синтетических волокон, как полиэфирное, акриловое и т. п. В этом случае также имеется возможность экономить затраты на электроэнергию. Аналогом являются итальянские машины, представленные на рис. 1.19–1.21.

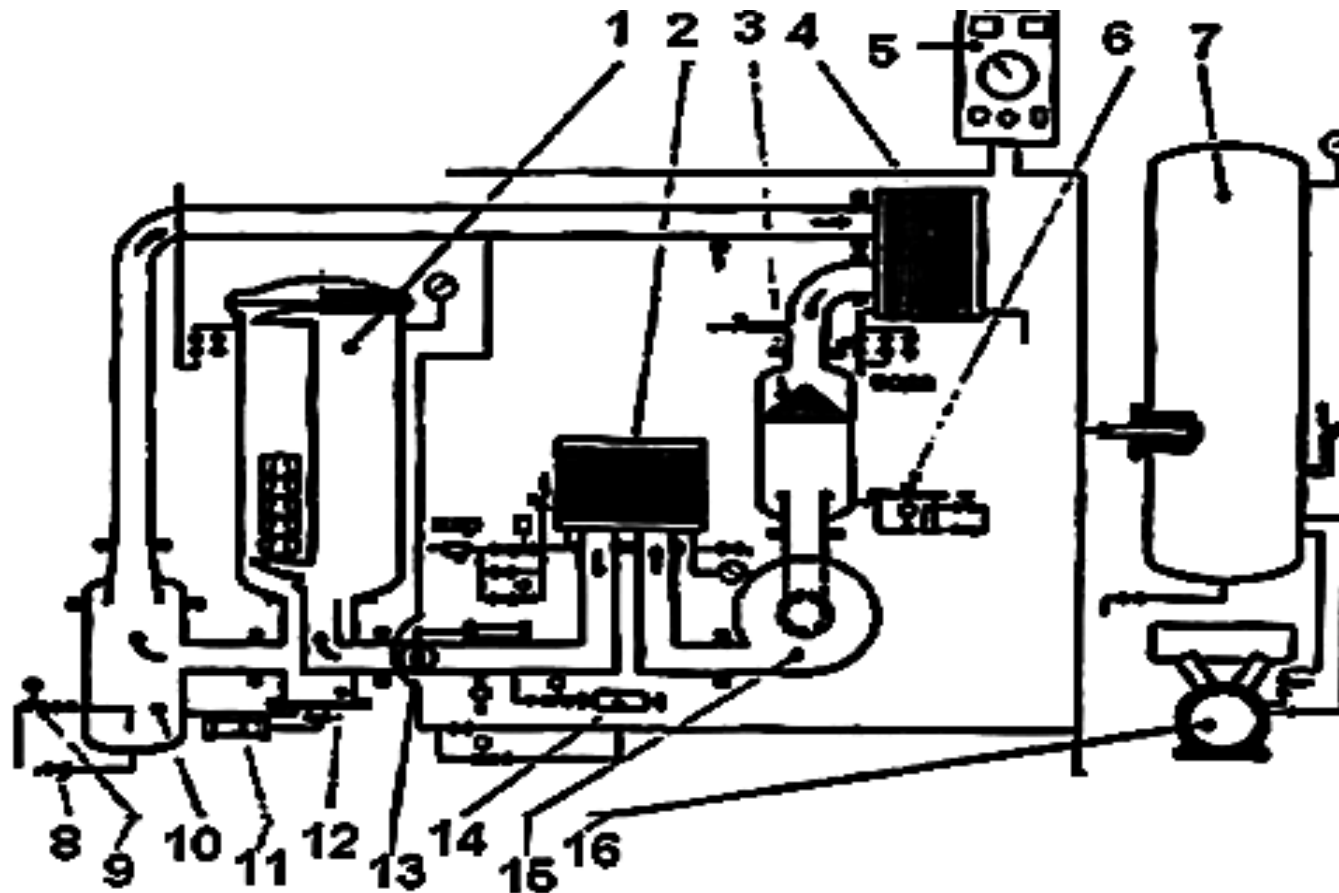


Рис.1.18. Схема сушильного аппарата, укомплектованного пластинчатыми теплообменниками: 1 – сушильный автоклав; 2 – пластинчатый подогреватель; 3 – сепаратор; 4 – пластинчатый конденсатор; 5 – пульт управления сушилкой; 6 – конденсатоотводчик; 7 – ресивер сжатого воздуха; 8 – дренажный вентиль; 9 – электромагнитный клапан; 10 – влагосорбни; 11 – пневмоцилиндр альтернатора; 12 – альтернатор; 13 – шиберная заслонка; 14 – клапан сброса давления; 15 – воздуходувка; 16 – компрессор

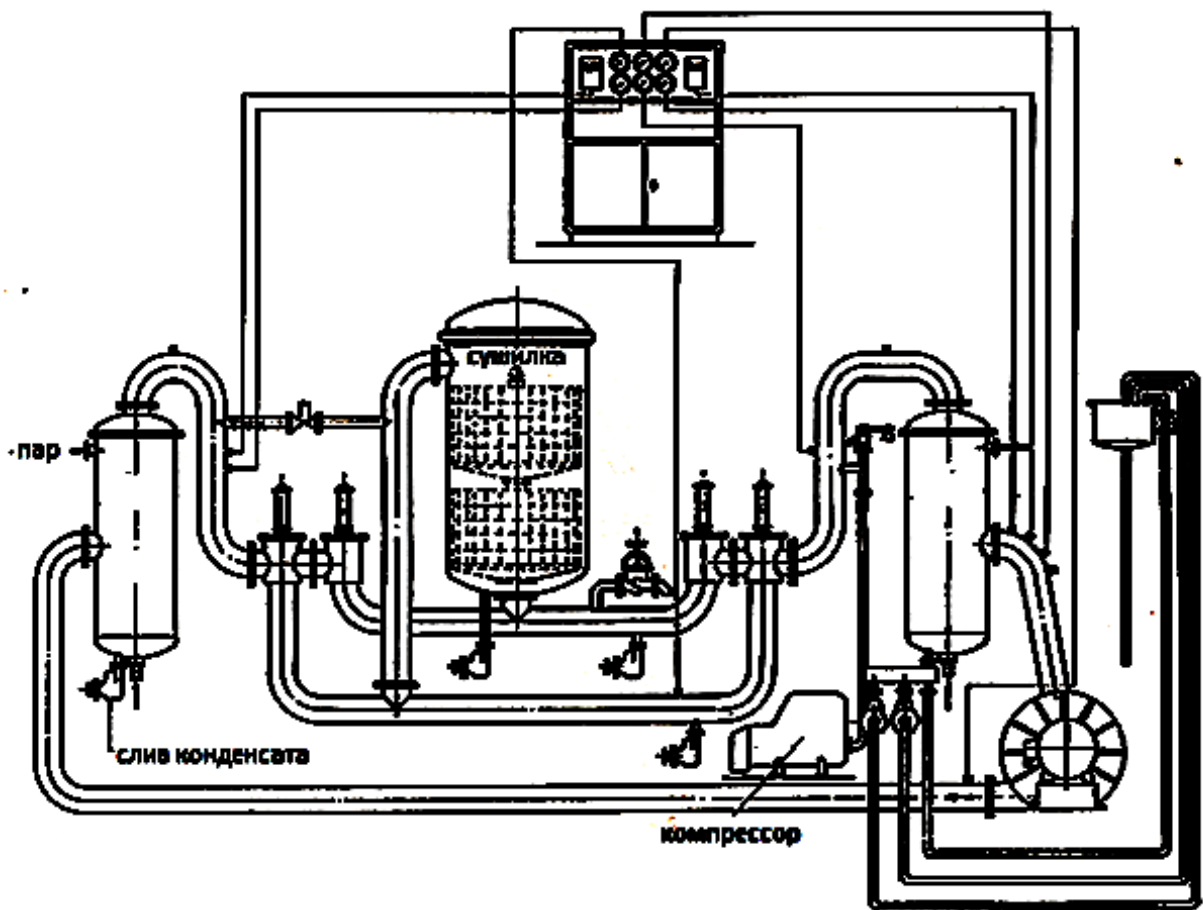


Рис.1.19. Схема сушилки волокна периодического действия SEPINO-ERSAM B061

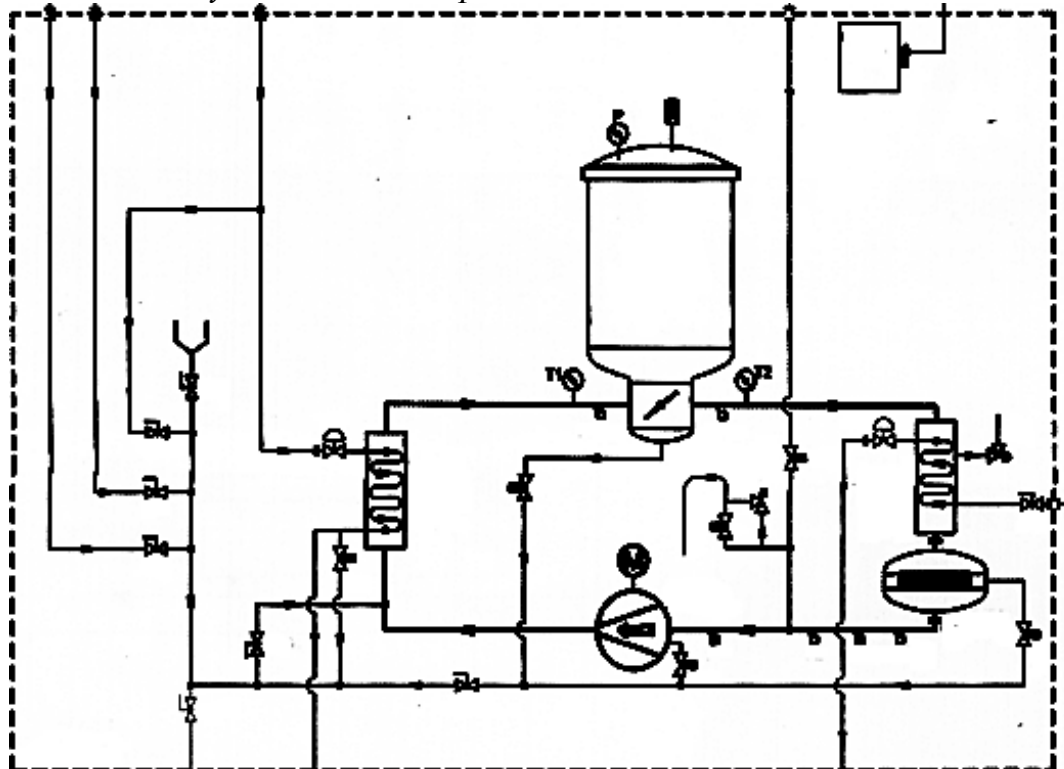


Рис. 1.20. Схема автоматизации скоростной сушильной машины HTDIL-RD (DMS 14)

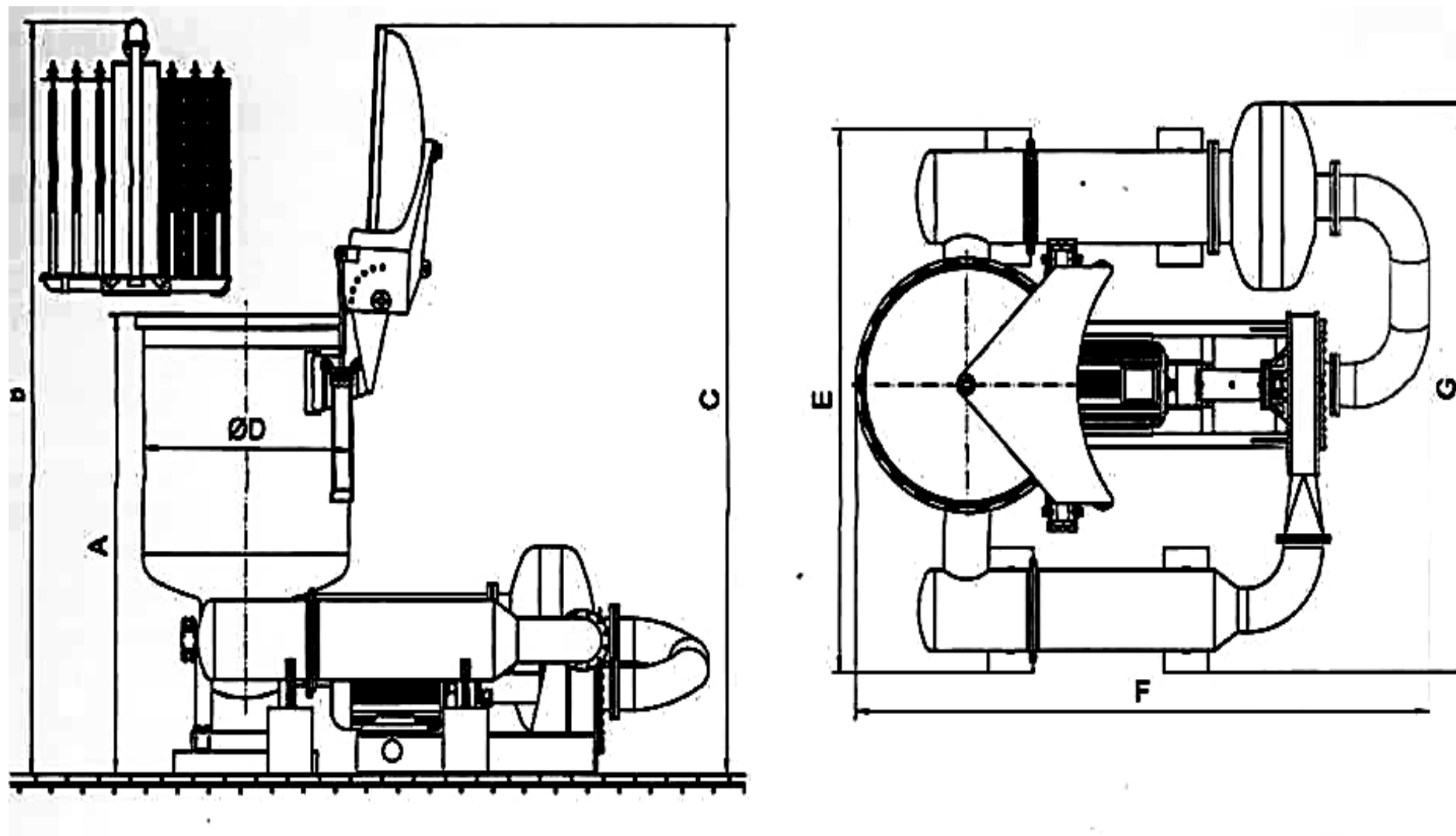


Рис.1.21. Скоростная сушильная машина HT DIL-RD (DMS 14)

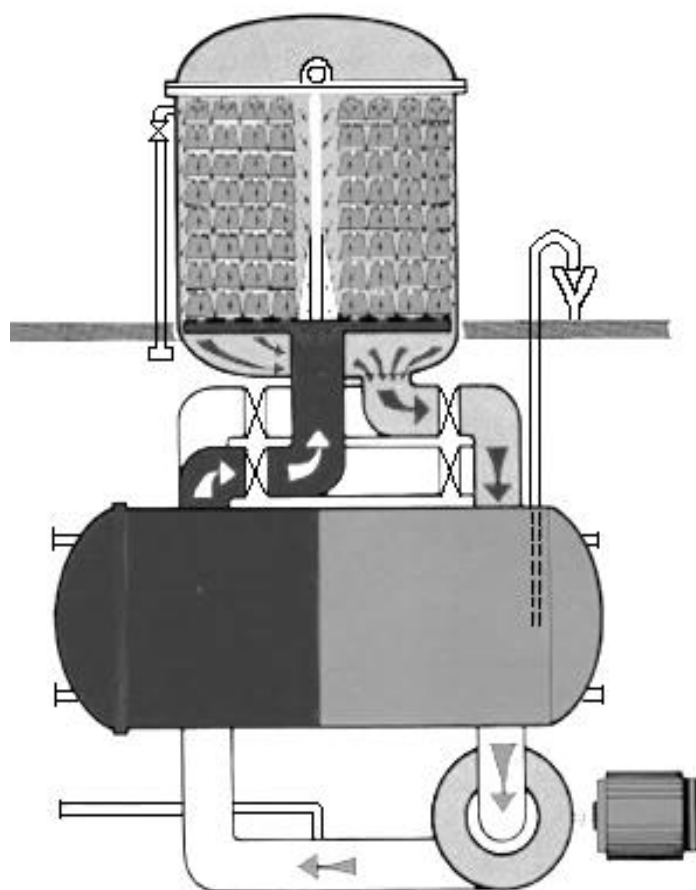


Рис.1.22. Сушилка для предварительного обезвоживания и сушки паковок

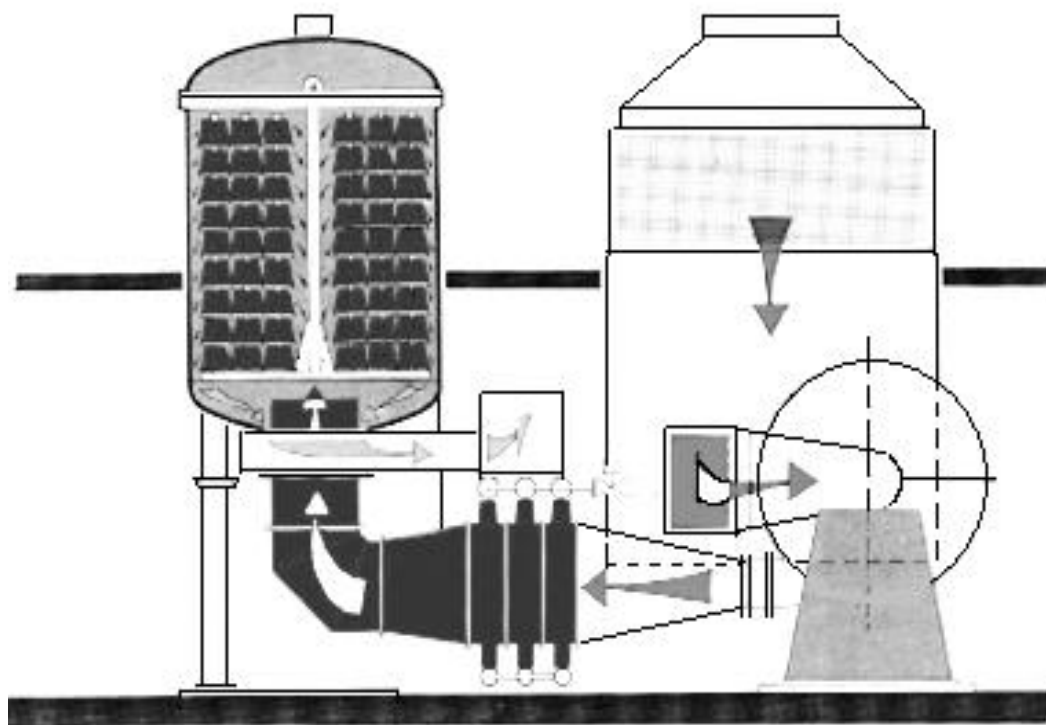


Рис.1.23. Сушилка с интенсивной циркуляцией для паковок

Таблица 1.10

Технические характеристики скоростной сушильной машины HT DIL-RD (DMS 14)

Номинальная загрузка	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	E, мм	F, мм	G, мм	Расход холодной воды, 2 бар/г	Расход свежего пара, 6 бар/г
600	3345	5500	5475	1700	3975	4775	4155	8,6	1159
1000	3465	5625	5900	2100	3975	5260	4155	14,4	1932

Таблица 1.11

Технические данные высокочастотных сушилок

Параметры	Материал		
	Шерсть	Хлопок	PE/PA/PAC
Начальная /конечная влажность, %	40–45/18	50–55/9	6–12/2
Расходы на электроэнергию*, ДМ/кг	0,093	0,160	0,040
Максимальная сушильная емкость установки кг/ч при мощности, кВт:			
60	300	180	660
80	400	240	880
100	500	300	1100
120	600	360	1320
160	800	480	1760
200	1000	600	2200

*Начальная влажность достигается центрифугированием высокочастотной центрифугой фирмы «Krantz».

Время сушки зависит от вида волокна, упаковки и размера партии: шерстяная пряжа 30 минут, хлопковая 50–90 минут. Расход электрического тока (для хлопка) 0,25 кВт·ч/кг. Рекуперация тепла в виде теплой воды 7000 л/ч от 60 °С, установленная мощность 110 кВт. Быстроходные сушилки «Krantz» обезвоживают и сушат паковки после окончания красильного процесса подогретым воздухом. Все сушилки фирмы «Krantz» оснащены автоматическим управлением для регулирования температуры на входе воздухопровода, а также для сигнализации окончания процесса (рис. 1.22–1.25).

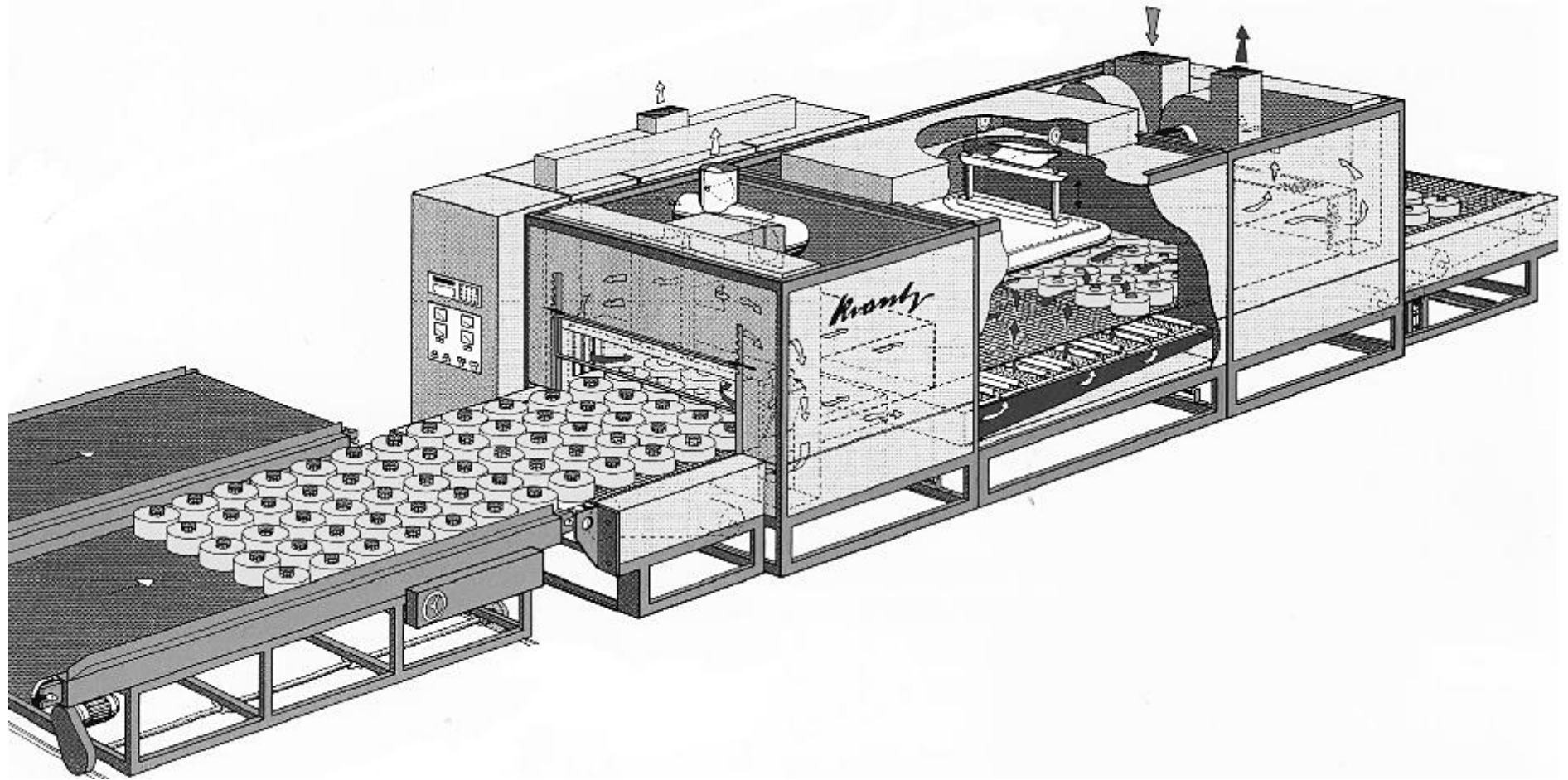


Рис.1.24. Высокочастотная непрерывная сушилка для овечьей шерсти, хлопка и прочих рыхлых волокон фирмы «Krantz»

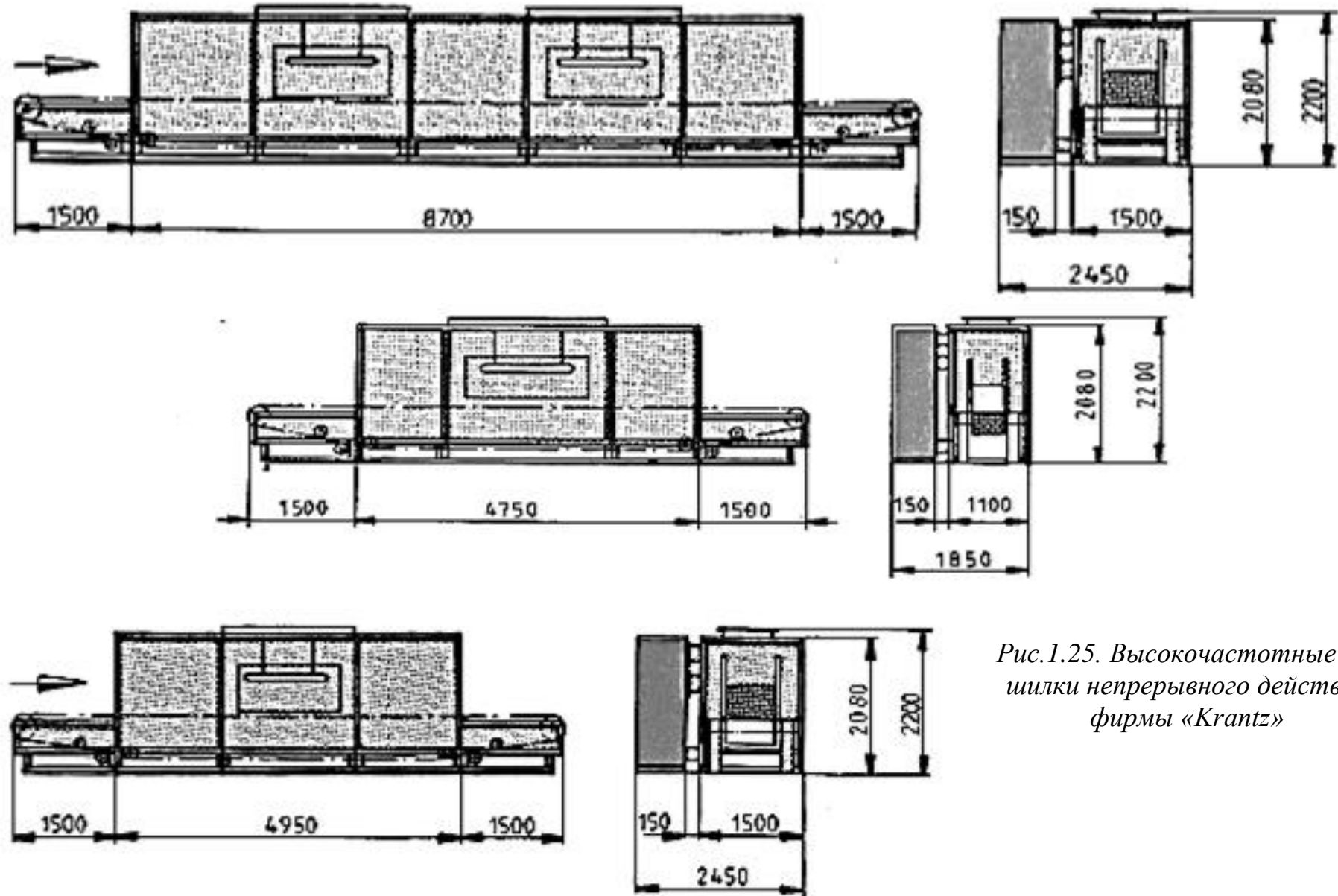


Рис.1.25. Высокочастотные сушилки непрерывного действия фирмы «Krantz»

Высокочастотная сушилка для пряжи фирмы «Сталам» (рис. 1.26) и высокоэффективная (экономичная) сушилка серии СМ97 (рис. 1.13) для катушек пряжи подходит для сушки в мотках (катушках) нитей из полиэстера и чистого хлопка после их окрашивания или отбеливания, возможна автоматическая регулировка (контроль) температур. В табл. 1.9 представлены технические параметры сушилки серии СМ97. Подробно о принципе ВЧ-нагрева см. главу 6.4.

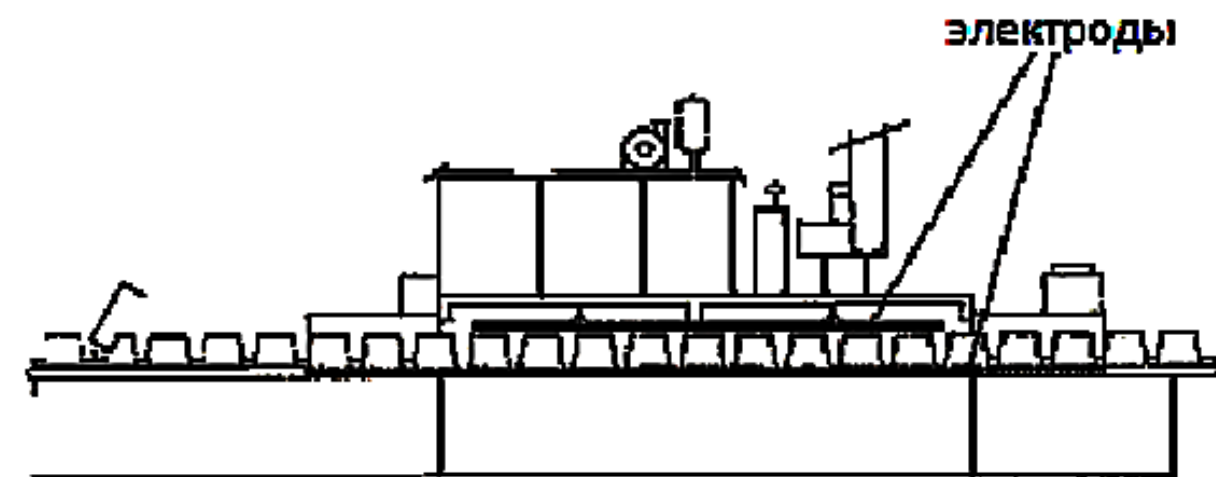


Рис.1.26. Высокочастотная сушилка для пряжи (STALAM)

2. Оборудование подготовительного и отбельного цехов

Совокупность процессов, которым ткань подвергается перед крашением или печатанием называют подготовкой к крашению. Ткани могут выпускаться в отбеленном виде. Неподготовленные ткани и трикотажное полотно, поступающие в отбельный цех, называют суровыми. Суровая ткань отличается жесткостью, загрязнена примесями, не смачивается холодной водой, не имеет капиллярности и имеет шлихту (технологическое загрязнение). Трикотажное полотно не шлихтуют, поэтому стадии расшлихтовки в технологическом режиме подготовки нет. Первый этап и заключительный этап обработки ткани или трикотажного полотна в подготовительном участке или на завершающей стадии отделки – это разбраковка.

2.1. Разбраковка тканей

На текстильных предприятиях для разбраковки и учета тканей используются машины и поточные линии. В линиях куски тканей, подобранные по артикулам, направляют в ячейки механизированного стеллажа 1 (рис. 2.1), из которого они вручную подаются на раскатное устройство РУ-1. Раскатное устройство состоит из валиков для укладывания на них кусков ткани, самовеса для их взвешивания и двух тянущих валиков для разматывания ткани в компенсатор. Здесь начало поступившего куска сшивают с концом ткани предыдущего куска на швейной машине 3. Затем ткань направляется в первый компенсатор 4 и на контрольно-разбраковочный стол 5, на котором производится предварительная чистка лицевой стороны ткани. Далее ткань поступает в компенсатор, находящийся перед стригально-чистильной машиной. Из компенсатора ткань проходит стригально-чистильную машину 7, где осуществляется ее двусторонняя чистка от выступающих узелков, пуха и концов кромочных нитей. Со стригальной машины ткань направляется в компенсатор 8, из него на стол 9 типа. Куски ткани перегоняют с высокой скоростью в компенсатор 10, который установлен перед вышивальной машиной 11 типа. Этой машиной ткань маркируют и ставят ярлык с оценкой качества куска. Затем куски самокладом 12 укладываются складками длиной 1 м в напольный транспортер для отправки в отделочное производство. Разбраковка тканей также может осуществляться на машинах с номинальными ширинами от 1200 до 3800 мм, предназначенных для контроля качества хлопчатобумажных, льняных, шелковых тканей, а также тканей из химических и смешанных волокон.

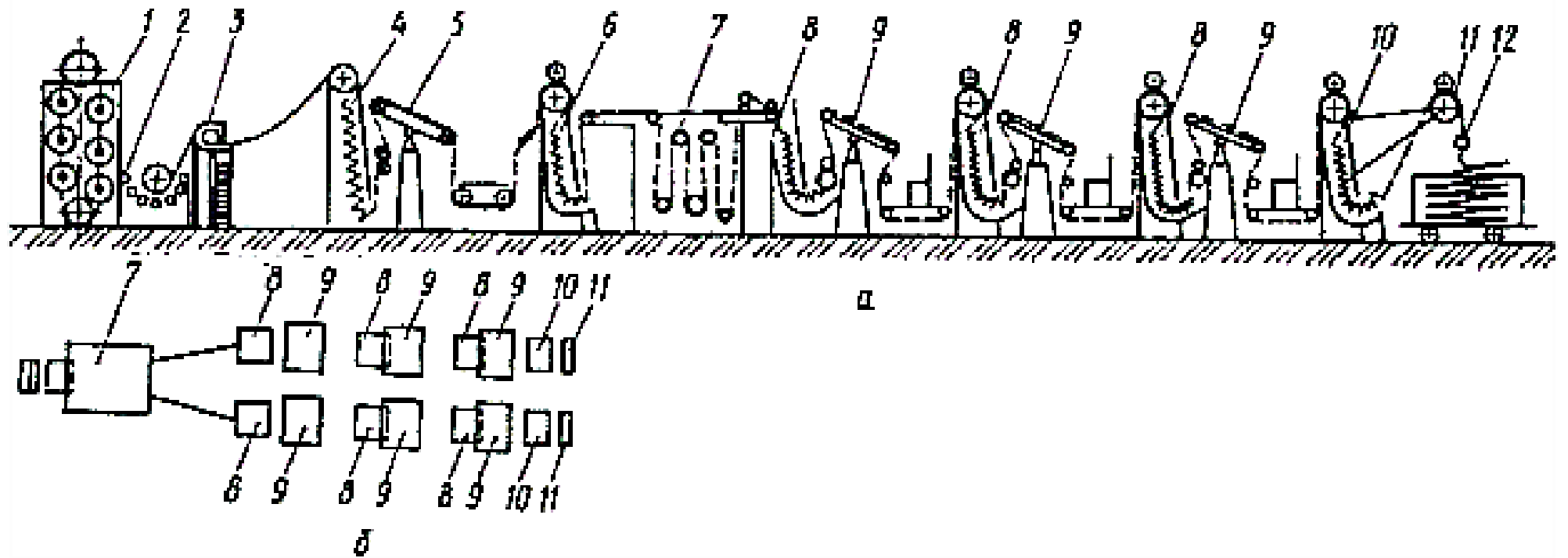


Рис.2.1. Принципиальная схема поточной линии для учета и разбраковки суровых тканей (а), двуручное расположение столов (б)

Выбор модификации машин определяется их назначением. Ткань с рулона 1 (рис. 2.2) или из тележки через заправочный ролик 8 пропускается на натяжной механизм 3, направляющий ролик швоуловителя 7, транспортируется приводным роликом 4, вращающимся с некоторым опережением относительно скорости движения ткани, и проходит через мерильные обрешиненные ролики 5, соединенные со счетчиком метража. После измерения длины расправленное полотно поступает на смотровой стол 6 для визуальной разбраковки, после чего накатным устройством 2 наматывается в виде товарного куска или ролика на гильзу. Накатное устройство выполнено в виде ролика переменного диаметра или специального механизма для установки картонной гильзы.

Смотровой стол снабжен подсветкой люминесцентными лампами. Машина имеет реверсивный ход для повторного просмотра порочного участка ткани. Остальные машины, показанные на рис. 2.2–2.7, отличаются, в основном, схемами заправки соответственно для разбраковки ткани из ролика в тележку, из тележки в большие рулоны, из тележки в тележку. Возможны и другие варианты заправки. Машины отличаются универсальностью, выполнены на единой конструктивной основе, оборудованы мерильным механизмом с корректирующим устройством, обеспечивающим первый класс точности промеривания готовых тканей с погрешностью, не превышающей $\pm 0,3\%$ против $\pm 0,4\text{--}0,6\%$ на машинах устаревших конструкций. На машинах типа МКМ можно обрабатывать ткани поверхностной плотностью до 350 г/м^2 ; диаметр раскатываемого рулона не более $1\ 100\text{ мм}$ и накатываемого рулона не более 400 мм , ролика переменного диаметра 160 мм и гильзы по внутреннему диаметру 65 мм ; скорость движения ткани регулируется плавно в диапазоне $3,5\text{--}63,0\text{ м/мин}$; установленная мощность электродвигателя $0,9\text{ кВт}$; габаритные размеры: $(1700\text{--}2900)\times 1\ 100\times 2200\text{ мм}$.

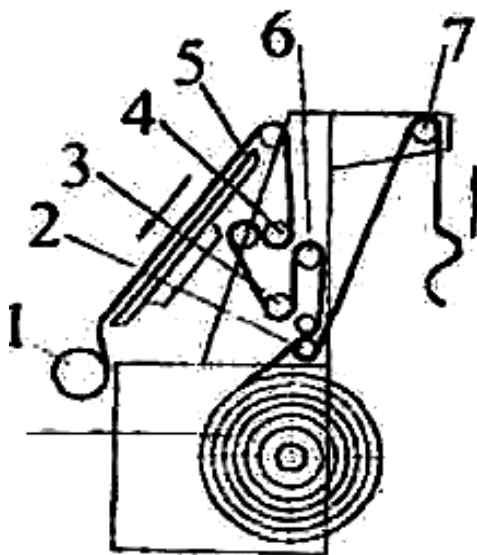


Рис. 2.2. Схема заправки контрольно-мерильной машины типа МКМ-150-240

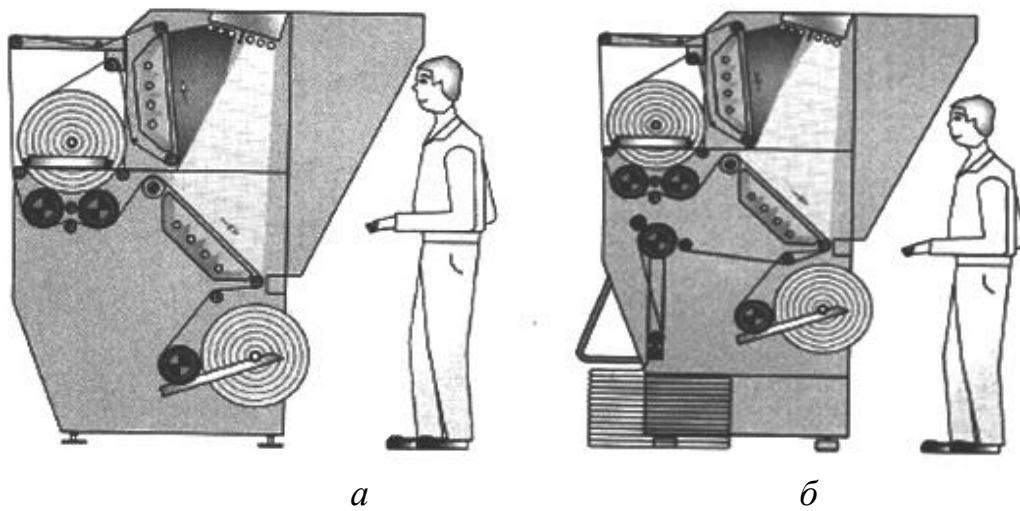


Рис.2.3. Схема оборудования для раскатывания ткани(Турция):
 Габаритные размеры, мм: ТКЗ 1700×1990(а); ТКЗ S1800×2225(б)

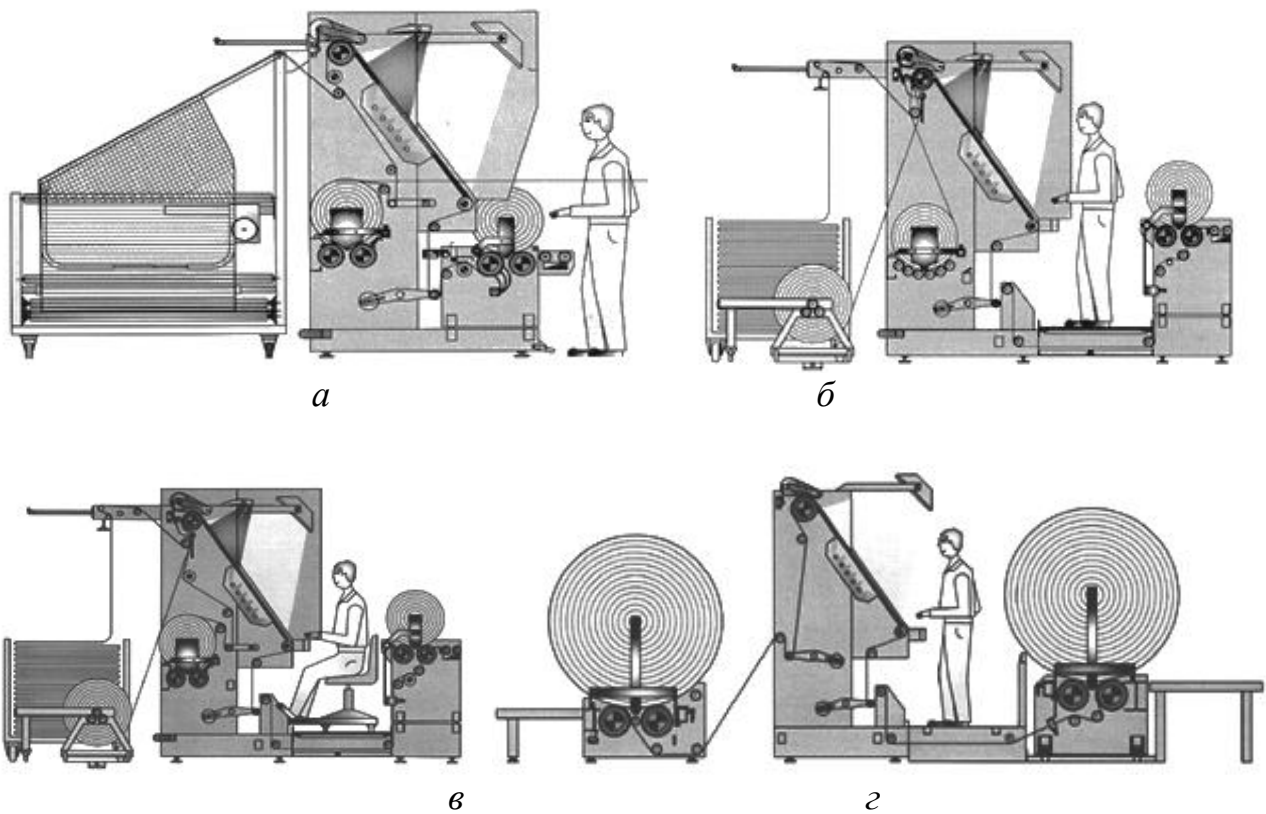


Рис.2.4. Схема оборудования для ширения трикотажа:
 габаритные размеры, мм: КМ5 3500×2400 (а); КМ6 4100×2450 (б);
 КМ6-В 4100×2450 (в); КМ6-ВR 6610×2500(г)

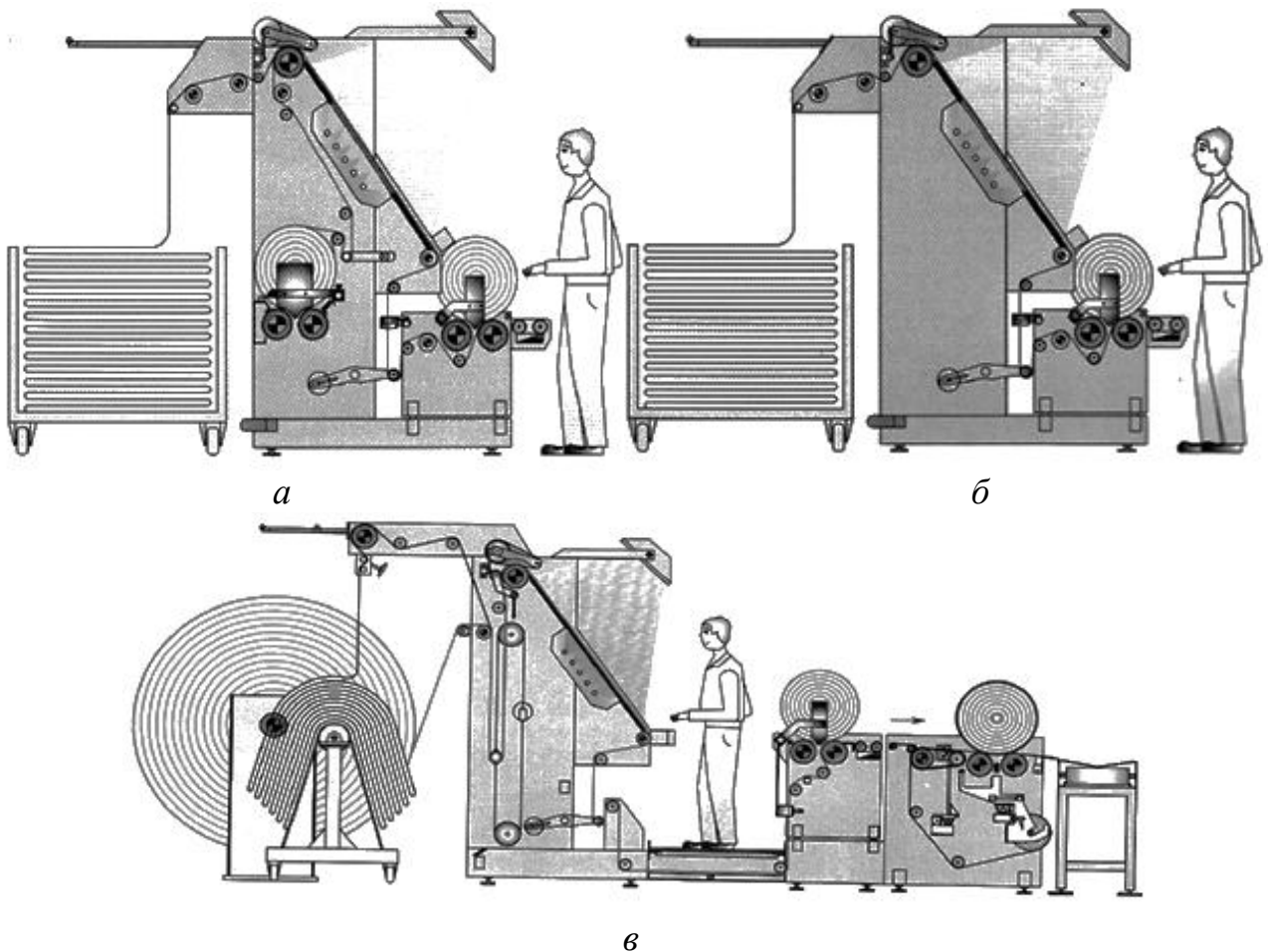
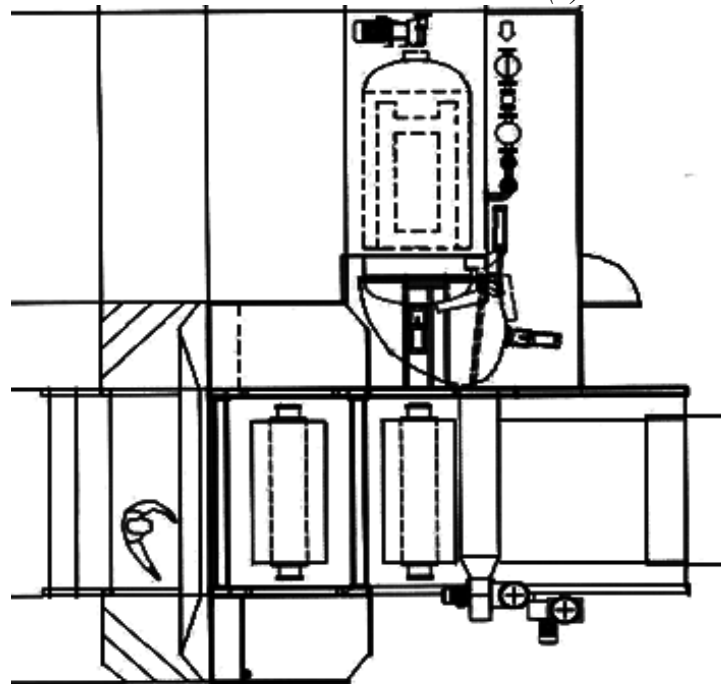
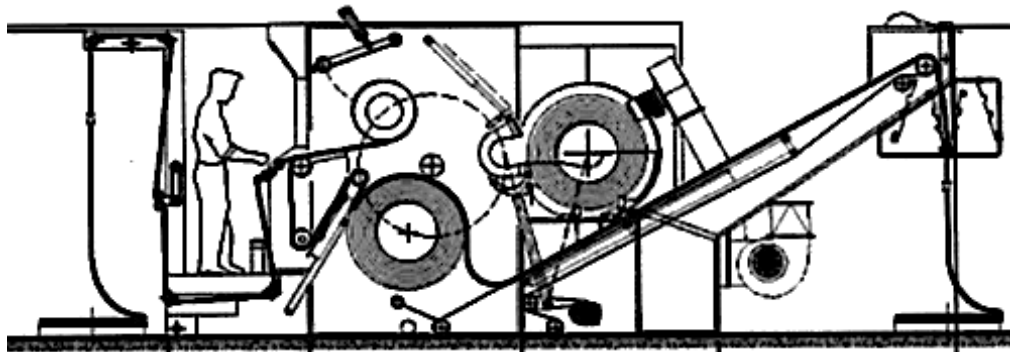


Рис. 2.5. Схема оборудования для автоматической упаковки рулонов ткани КМ6-D45:
 Габаритные размеры, мм: КМ5 3000×2300 (а); КМ5-А 3000×2300 (б);
 КМ6-D 456450×2550 (в)



а



б

Рис. 2.6. Вид сверху (а) и вид фронтальный (б) контрольно-мерильного оборудования съагрегированного с упаковочной машиной (габариты: ширина 8500–8970 мм, длина 6710–7060 мм, высота 2700–3000 мм)

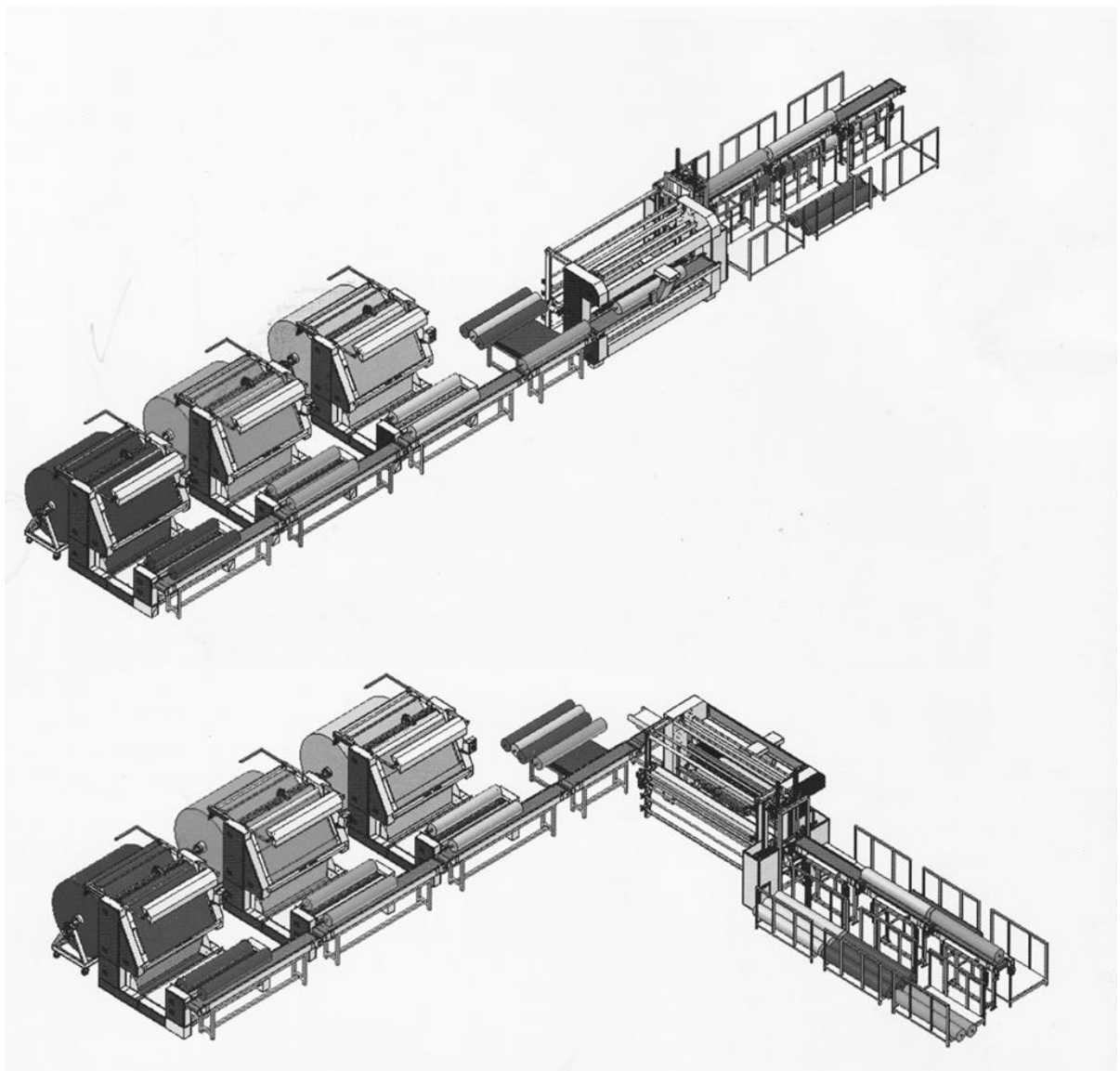


Рис. 2.7. Компановка контрольно-мерильного и упаковочного оборудования

2.2. Тканеопаливающие машины

Процесс опаливания заключается в сжигании ворсинок и волоконца, выступающих на поверхности пряжи или ткани и ухудшающих внешний вид изделий. Осуществляется опаливание раскаленной металлической поверхностью или пламенем газа (рис. 2.8). Опаливанию не подвергаются жаккардовые ткани, материалы из фактурной пряжи и ворсовые ткани. Тканеопаливающие машины не требуют предварительного разогрева рабочих органов, кроме того позволяют опаливать ткань с обеих сторон: при этом осуществляется сжигание ворсинок не только на поверхности, но и в толще.

Газоопальный отдел снабжен машиной МТО-240 (рис. 2.8). На агрегате предусмотрена возможность заправки для двустороннего опаливания (показано сплошной линией) и одностороннего опаливания, а также заправка при укладке в тележку сухой ткани. При останове машины горелки поворачиваются на 90°. Камера опаливания изготавливается из огнестойкого материала и закрыта ограждениями, исключающими доступ обслуживающего персонала внутрь работающего оборудования и выброс газовой смеси в зону обслуживания. В табл. 2.1–2.3 приведены технические характеристики газоопальной машины с пропиточной ванной фирмы «Беннингер» модель Singeing-LG.

Таблица 2.1

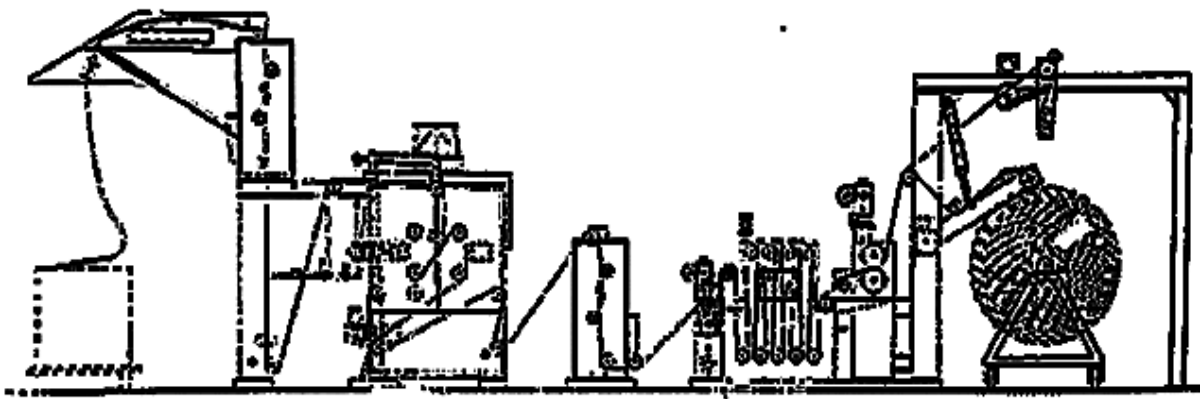
Техническая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Рабочая ширина (ширина ткани), мм	1800
Ширина валов, мм	2000
Диапазон регулирования электропривода, м/мин	10–100
Электрическая мощность, кВт	25
Расход на 1000 м ткани: воды, м ³ / пара, кг	0,14/12
Габаритные размеры, мм:	13218×5500×4250

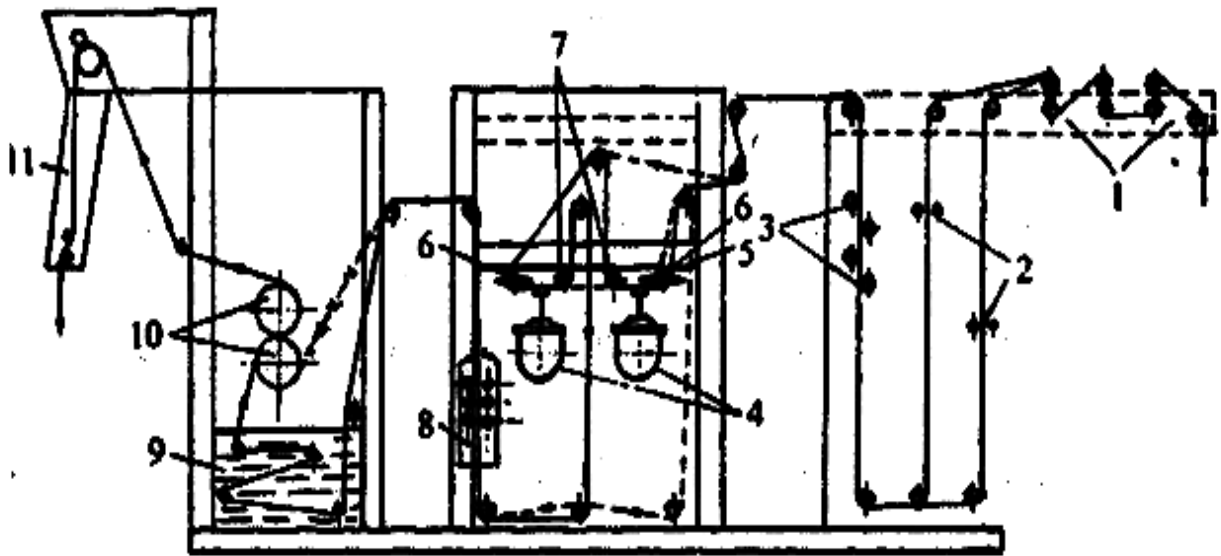
Таблица 2.2

Техническая характеристика

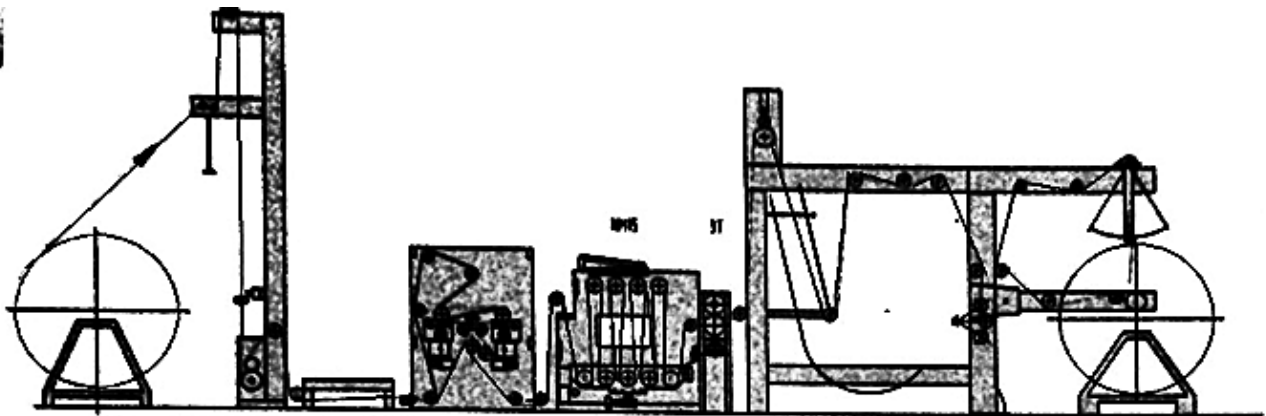
Наименование показателя	Спецификация
Рабочая ширина, мм	1600–3400 (200/ускоренный)
Скорость машины, м/мин	5–140
Ассортимент тканей	чистый хлопок, нейлон, спандекс, вискоза и т.д.
Паровая загрузка ткани, м	3100 (4 секции) – 4100 (6 секций)
НТW, НЕW загрузка ткани, м	НТW8 : 25 НТW5+5 : 25 НЕW/20 : 20 НЕW/25 : 25
Диапазон нагрузки, кг	1,5–60
Конструкция машины	Полномодульная конструктивная система



a



б



в

Рис. 2.8. Универсальная двухсторонняя тканеопаливающая машина фирмы "Osthorff" (а), схема машины МТО-240 (б), совмещенная машина опаливания и плюсования ферментным раслихтовывающим раствором (в): 1,2 – заправочные устройства; 3 – щетки пухоочистительной машины; 4 – радиационно-конвективные горелки; 5 – рама; 6,7 – ролики; 8 – паровой искрогаситель; 9 – ванна для пропитки рабочим раствором или водой; 10 – отжимные валы; 11 – роликовый тканеукладчик

Техническая характеристика

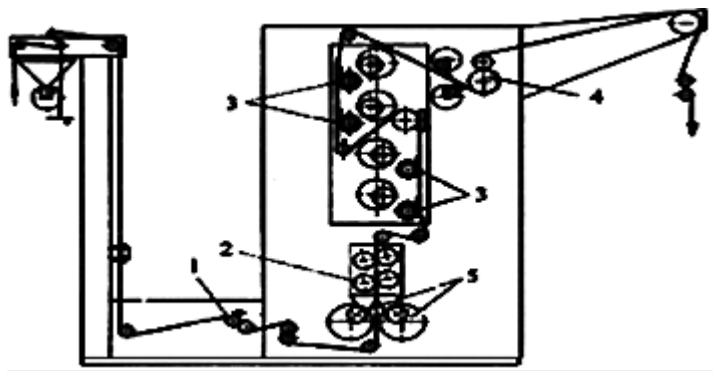
Наименование показателя	21-HWT	21-S	22-S
Ширина ролика, мм	1800–3600	1800–3600	1800–3600
Вместимость ткани, м	4,6	4,6	5,6
Объем раствора, л/м	600	600	610
Установленная мощность, кВт	14	11	18
Гравированные барабаны	Да	Да	Да
Опрыскиватель в барабане	б	б	б
Перегрев воды	Да	Нет	Нет
Двойное отделение	Нет	Нет	Нет

2.3. Стригальные машины

Стригальные машины могут быть горизонтальные и вертикальные. Стрижке не подвергаются жаккардовые, ворсовые и фактурные ткани. Представителем стригальных машин с вертикальной проводкой ткани является машина СВ-4-120 (140,160,180), показанная на рис. 2.9. Операция стрижки предназначена для очистки поверхности тканей от выступающих кончиков волокон, нитей, узелков, а также для подстрижки ворса в целях его выравнивания по высоте. Основными рабочими органами стригальных машин являются стригальные механизмы, состоящие из стригальных цилиндров (спиральных ножей) и плоских ножей, взаимодействующих друг с другом подобно ножницам.

По способу стрижки стригальные машины подразделяются на машины с нижней стрижкой, у которых стригальные цилиндры расположены под горизонтально движущейся тканью; машины верхней стрижки с расположением стригальных цилиндров над горизонтально движущейся тканью; машины с вертикальной заправкой ткани в зоне стрижки, у которых стригальные цилиндры расположены по обе стороны движущейся ткани.

В машине установлены две пары стригальных устройств, расположенных по обе стороны движущегося полотна, которые обеспечивают стрижку «с веса» по лицевой и изнаночной сторонам ткани, поступающей из блока пухоочистительных щеток и пылеотсасывающих устройств. Машина отличается универсальностью. Стригальные цилиндры имеют по 20 запрессованных спиральных ножей, вращающихся с частотой 1510 мин^{-1} при номинальной ширине 1600 и 1800 мм. Цилиндры взаимодействуют с осциллирующим механизмом, пропуск шва автоматически осуществляется путем мгновенного останова стригальных цилиндров по команде швоуловителя 1. Привод постоянного тока позволяет бесступенчато регулировать скорость продвижения ткани с помощью вытяжного вала 4 со скоростью 25–50 м/мин для тяжелых и 50–80 м/мин для легких тканей.



- 1 – швоуловитель;
- 2 – пухочистительные щетки;
- 3 – стригальные устройства;
- 4 – вытяжной вал;
- 5 – пылеотсасывающие устройства

Рис.2.9. Схема стригальной машины СВ-4

Основные механизмы универсальной стригально-очистительной машины УСД представлены на рис. 2.10: заправочное устройство 1, в состав которого входят расправительные валики а, натяжное устройство б и тканенаправитель; тормозное устройство 2; очистительная камера 8, состоящая из четырех круглых щеток и вытяжных отводов для пыли; стригальная камера 4 (имеет четыре стригальных аппарата, каждый из которых состоит из стригального цилиндра и плоского ножа), оборудованная вытяжными отводами; плоские щетки 5 с отводами для пыли; вытяжной вал 6; укладчик ткани 7.

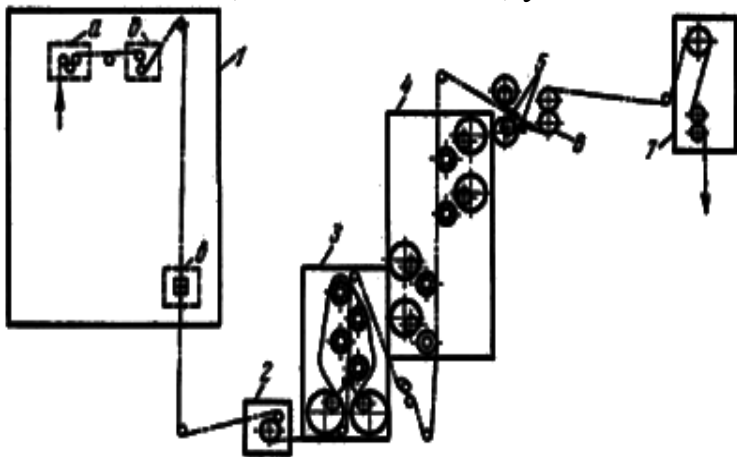


Рис.2.10. Схема универсальной стригально-очистительной машины УСД

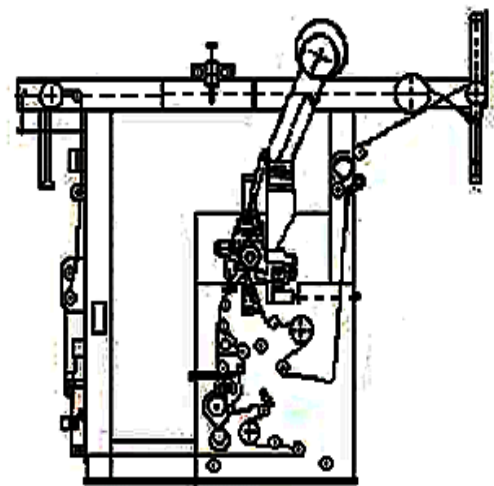


Рис.2.11. Схема стригальной машины ME508

В табл. 2.4 приведены основные технические параметры стригальной машины модели MB373. Скорость оборотов вращающегося винтового резца ступенчатая. Скорость ткани регулируется бесступенчатым преобразователем скорости с пиковым обратным напряжением. Подъем стригального цилиндра (резца): вручную. Смазка стригального цилиндра (резца): вручную. Тип измерения глубины шва: электрическая звуковая сигнализация, кнопка контроля (контроль

включения/отключения). Тип (ход) подачи ткани: вперед и точечное сползание назад. Высота стрижки задается и регулируется автоматически.

Стригальная машина модели ME503 применяется главным образом для стрижки поверхности велюра (вельвета), полотенец, плюша. Характерные особенности: наличие винтового ножа, скорость движения управляется частотным преобразователем, пневматический подъем резца, обеспечивается автоматическая смазка стригального цилиндра (резца). Основные технические параметры машины приведены в табл. 2.5. Стригальная машина модели ME508 (рис. 2.11) применяется главным образом для стрижки волокон или концов нитей на поверхности тканого, трикотажного, махрового (полотенечного) полотна, петлевой (кольцевой), а также применяется для стрижки поверхности шерстяной ткани.

Таблица 2.4

Техническая характеристика стригальной машины модели ME508

Наименование параметра		Значение параметра	
Рабочая ширина, мм		1800	2200
Скорость ткани, м/мин		7–31 (бесступенчатая)	
Стригальный цилиндр	Диаметр, мм	Ø 145	
	Пластины-резцы, шт.	20	
	Частота вращения, об./мин	750–1000 (2 ступени)	800–1000 (2 ступени)
Мощность электромотора, кВт (без вентилятора)		4,63	5,43
Внешние габариты (длина × ширина × высота), мм		3550×3710(4110)×2820	
Вес машины, кг		3500	4300

Таблица 2.5

Техническая характеристика машины ME503

Наименование параметра		Значение параметра	
Рабочая ширина, мм		1800	2200
Скорость ткани, м/мин		4–34 (бесступенчатая)	
Стригальный цилиндр	Диаметр, мм	Ø 180	
	Количество пластин-резцов, шт.	24	
	Скорость оборотов, об./мин	250–1200 (бесступенчатая)	
Мощность электромотора, кВт (без вентилятора)		9,17	
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм		3590 x 3760 (4160) x 2870	
Масса машины, кг		3000	3800

Обрезная платформа ME508 может быть изменена в зависимости от типа тканей для осуществления оптимального качества стрижки; стригальный цилиндр (вращающийся резак) поднимается пневматикой для облегчения ухода и технического обслуживания отрубного ножа (плоского резака); применяется детектор складок (при обнаружении складок или швов машина подает сигнал и поднимается режущая платформа для прохождения шва); автоматическая смазка стригального цилиндра. Основные технические параметры машины приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Техническая характеристика стригальной машины ME508

Наименование параметра		Значение параметра	
Рабочая ширина, мм		2600	3200
Максимальная ширина ткани, мм		2500	3100
Скорость ткани, м/мин		7–35 (плавное регулирование)	7–35 (плавное регулирование)
Стригальный цилиндр	Диаметр, мм	Ø 183	Ø 183
	Длина, мм	2610	3210
	Количество пластин-резцов, шт.	24	24
	Скорость оборотов, об./мин	250–1200 (плавное регулирование)	250–1200 (плавное регулирование)
Высота стрижки, мм		20	20
Мощность электромотора, кВт		13,7	13,7
Мощность всасывания пыли, кВт		11,0	11,0
Давление вакуума, Па		$5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$
Внешние габариты, мм		3860×4880 ×3155	3860×5480×3155
Масса машины, кг		5000	5500

2.4. Оборудование для расшлихтовки, отварки и беления на линиях непрерывного действия

Все отделочное оборудование для процесса подготовки классифицируется по принципу способа обработки: периодический, полунепрерывный или непрерывный. Отделка ткани или трикотажного полотна может осуществляться в жгутах или расправленным полотном. Поэтому в технических характеристиках должны быть указаны все особенности оборудования. Так, например, установка непрерывного беления, разработанная фирмой “SANDO”, применима для обработки ткани расправленным полотном по непрерывной технологии. Ткань укладывается на решетчатый конвейер в реакционной камере (рис. 2.12) с помощью парового перфорированного коллектора и подвергается действию пара с

химикатами в процессе спуска в нижнюю часть камеры. В нижней части уложенный материал перемещается решетчатым конвейером и центральным барабаном и кипятится в химическом растворе.

В зонах запаривания и кипячения обеспечивается достаточно эффективное воздействие химикатов на ткань; особенно это относится к стадии кипячения, обеспечивающей совершенную расшлихтовку, обезжиривание или беление ткани. В зоне запаривания ткань укладывается без приложения нагрузки, что позволяет избегать смятия ткани и образования складок. Благодаря равномерному перемещению ткань выходит из реакционной камеры без натяжения. В установке можно осуществлять беление, как легких, так и тяжелых тканей.

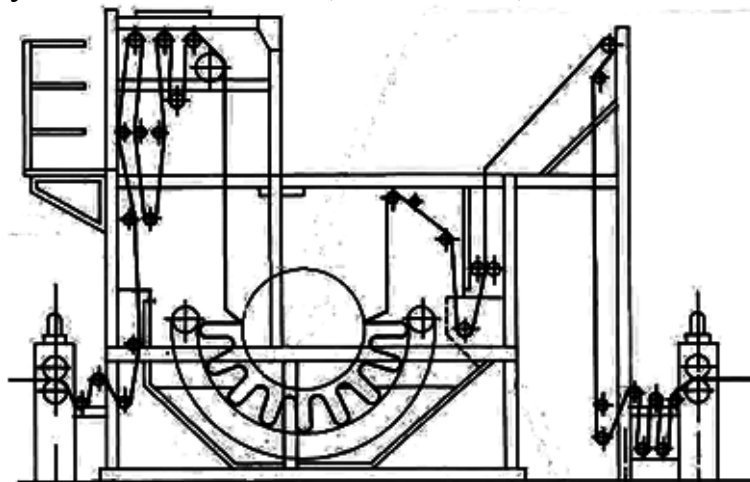


Рис.2.12. Конструкция реакционной камеры

Особенности камеры заключаются в равномерном перемещении ткани в реакционной камере при минимальном натяжении без смятия ткани и складок, равномерном белении ткани на стадиях запаривания. Управление установкой не требует квалифицированного оператора, т.к. перемещение ткани осуществляется плавно с помощью решетчатого конвейера и центрального барабана. Упрощение техобслуживания установки обеспечивается за счет того, что большинство деталей не являются быстроизнашивающимися (кроме того, решетчатый конвейер работает в растворе, т.е. постоянно находится в смазанном состоянии). Площадь, необходимая для установки реакционной камеры, сведена к минимуму. Отбельная линия «Амдес» (рис. 2.13) предназначена для расшлихтовки, отварки и беления. Скорость движения ткани до 100 м/мин. Привод линии осуществляется от электродвигателей; прижим валов пневматический; согласование скоростей производится с помощью роликовых компенсаторов.

Линия ЛХО внедрена на отделочное производство ряда Ивановских производств в период сбоя с энергообеспечением. Она предназначена для обработки ткани непрерывным способом расправленным полотном по холодной технологии беления, а именно по плюсовочно-накатной технологии. После пропитки ферментами и отжима ткань выдерживается без подогрева в течение 1–2 часов, а после пропитки белящим раствором от 12 до 24 часов (рис. 2.14).

Для энзимной технологии достаточно 3-х промывных машин «Экстракта». Рабочий раствор может содержать 8 г/л (смесь 8 % Аквазим Ультра 1200L и 8 % пектиназы), 2 г/л неионогенного ПАВ, 0,3 г/л соды для достижения рН = 7,0 – 7,5. Температура 65 °С. Для беления по холодной технологии необходимо уже не менее 7–8 промывных машин с промежуточной кисловочной ванной.

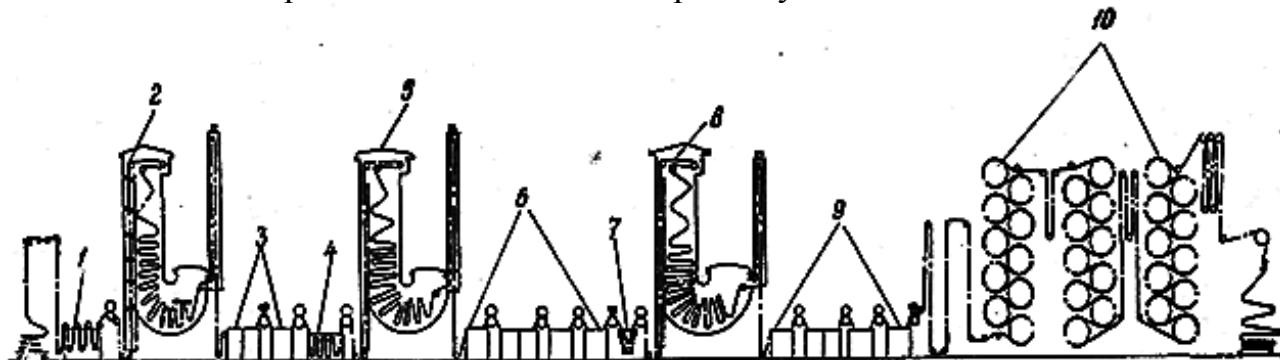


Рис. 2.13. Отбельная линия «Амдес»:

1 – пропиточная коробка с раслихтовочным раствором; 2, 5, 8 – запарной аппарат сапожкового типа; 3 – две промывные ванны; 4 – ванны для пропитки варочным раствором; 6, 9 – четыре коробки для промывки; 7 – плюсовки для пропитки белящим раствором; 10 – сушильные барабаны

В настоящее время широко разрекламировано оборудование фирмы «Беннингер» для беления льняных и полульняных тканей расправленным полотном различной ширины (рис. 2.14 – 2.16). В линиях вместо треххвальных установлены пятихвальные каландры, придающие гляцевую отделку тканям. В пятисекционной сушильно-ширильной машине переход с одного вида клуппов на другой осуществляется специальным механизмом. Последние три секции машины оснащены дополнительными электронагревателями для термофиксации ткани при температуре 220 °С. Линия оснащена контрольно-измерительными и регулирующими устройствами, предусмотрен обогрев клуппов, что препятствует возникновению отметок на кромке при термофиксации ткани.

Современной линией для отварки и беления хлопкольняных и льняных тканей может служить односекционная линия «Беннингер». В данном случае используется только первая секция, которая включает в себя пропиточную секцию, где ткань обрабатывается рабочим раствором. Далее после отжима ткань направляется в комбинированную запарную камеру, состоящую из роликовой и конвейерной частей. После ткань промывается, отжимается и направляется в сушильную барабанную машину. После всех операций ткань наматывается в рулон. Запарная камера (рис. 2.15) имеет эффективную систему движения ткани по роликам и расположена над промывной секцией, что существенно экономит производственные площади.

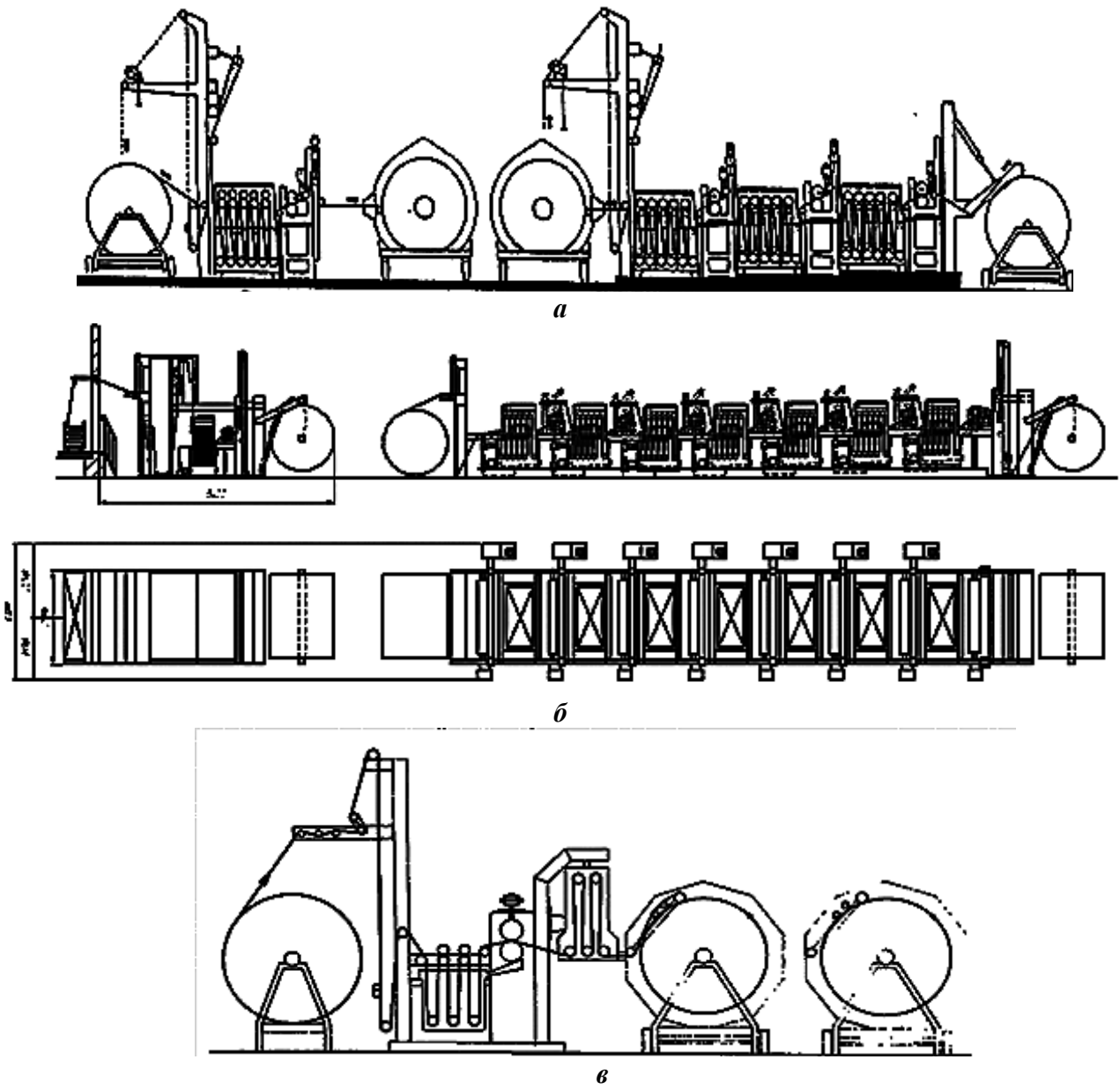


Рис.2.14. Линия ЛХО (фирма "Беннингер") для раслихтовки, энзиматической обработки (а), «холодного белия» тканей расправленным полотном (б), двойная пропитка с усиленным отжимом пропитка с усиленным отжимом (в)

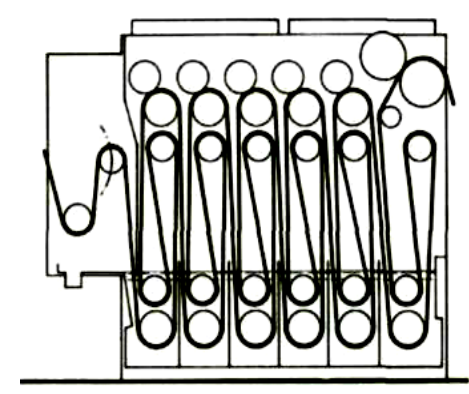


Рис.2.15. Схема пропитывающей камеры односекционной линии для белия «Беннингер» с системой заправки роликов «петля в петле»

Оригинальная система движения ткани по роликам «Экстракта» разработана фирмой «Беннингер» и успешно применяется в промывных и пропиточных машинах, а также в запар-

ных камерах. Она имеет ряд преимуществ по сравнению с классической проводкой ткани по роликам. Высокий эффект промывки и пропитки обеспечен за счет двукратного погружения ткани. Линия имеет малую потребность в площади, вертикальную двойную заправку материала и разделение каждой отдельной пары погруженных валиков внутри секции. Поточная линия фирмы «Беннинггер» автоматизирована и оснащена приборами для измерения давления воздуха в сети и пневмоприводах, указателями скоростей, центробежными насосами для подачи и циркуляции раствора и для поддержания требуемого давления в щелевых тефлоновых затворах. Линия изготовлена из нержавеющей стали. В табл. 2.7 и 2.8 приведены технические характеристики линии фирмы «Беннинггер».

Таблица 2.7

Техническая характеристика односекционной отбельной линии фирмы «Беннинггер»

Наименование показателя	Значение показателя
Рабочая ширина, мм	2000
Масса обрабатываемой ткани, г/м ²	до 500
Скорость движения ткани, м/мин	10–120
Объем ванны, м ³	0,8
Удельный расход на 1000 м ткани:	
пара, кг	676
воды, м ³	1,5–2
Габаритные размеры, мм	48000×4500×4500

Фирма «Беннинггер» предлагает агрегаты, скомбинированные по принципу конструктора. Так можно составить линию, не только отвечающую специфическим потребностям предприятия, но и такую, которую можно в будущем легко модернизировать. Примеры некоторых таких линий представлены на рис. 2.16– 2.25. Полностью укомплектованная предварительная отделка с запариванием включает следующие машины: «Инжекта» для расшлихтовки, «Экстракта» для промывки, «Импакта» для пропитки, комбинированный запарник «Ректа» с зонами принудительной проводки и вылеживания на рольганге, «Фортракта» для предварительной промывки и «Экстракта / Триколорфлекс» для заключительной промывки (рис. 2.22).

Таблица 2.8

Техническая характеристика двухсекционной отбельной линии фирмы «Беннинггер»

Наименование показателя	Значение показателя
Рабочая ширина (ширина ткани), мм	1600
Ширина валов, мм	1800
Расход на 100 кг ткани:	
Воды, м ³	1,1
Пара, кг	160
Габаритные размеры, мм:	70555×4100×5000

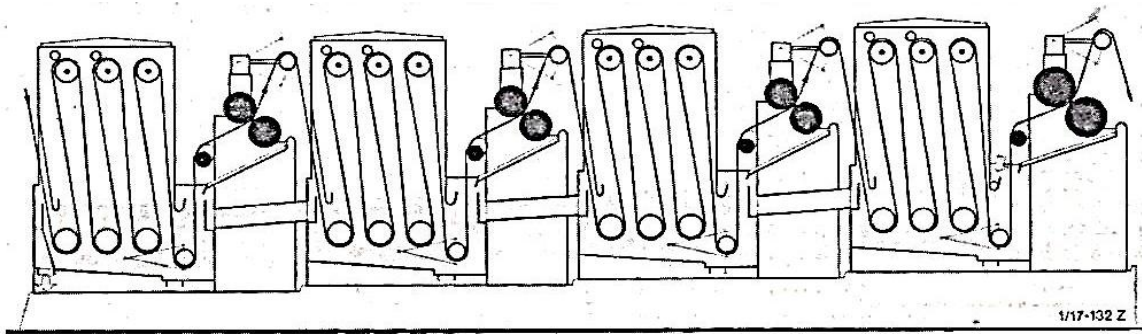


Рис. 2.16. Схема промывной секции линии (Babcock Textilmashinen)

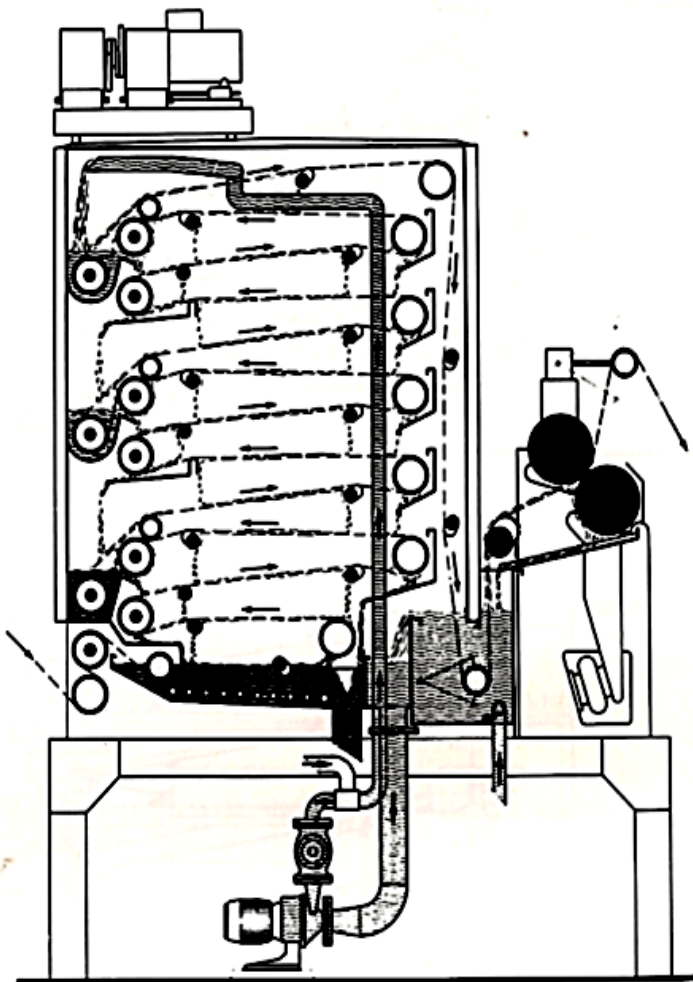


Рис. 2.17. Схема машины для промывки ткани гидротекс (Babcock Textilmashinen)

Одной из модификаций линии фирмы “Беннингер” является поточная линия «Бабкок» (рис. 2.16, 2.17), которая предназначена для непрерывного отбеливания льняных, полульняных и льнолавсановых тканей в расправленном виде. Ткань с рулона через тканенаправители подается в компенсатор, через тканенаправитель поступает в промывную ванну (рис. 2.16). Далее идет через отжимные валы, потом еще в одну промывную ванну. Через отжимную промывную ванну ткань поступает в пропиточную ванну, где пропитывается пропиточным раствором.

Далее через отжимные валы ткань поступает в запарную камеру (20 мин). Из запарной камеры в гидротекс (промывка горячей водой противотоком). Через отжимные валы ткань идет во вторую секцию – в пропиточную ванну (пропитка щелочно-перекисным раствором (рис. 2.16)). Затем ткань поступает в запарную камеру, потом в гидротекс (рис. 2.17), далее следуют отжим, компенсатор и намотка на рулон.

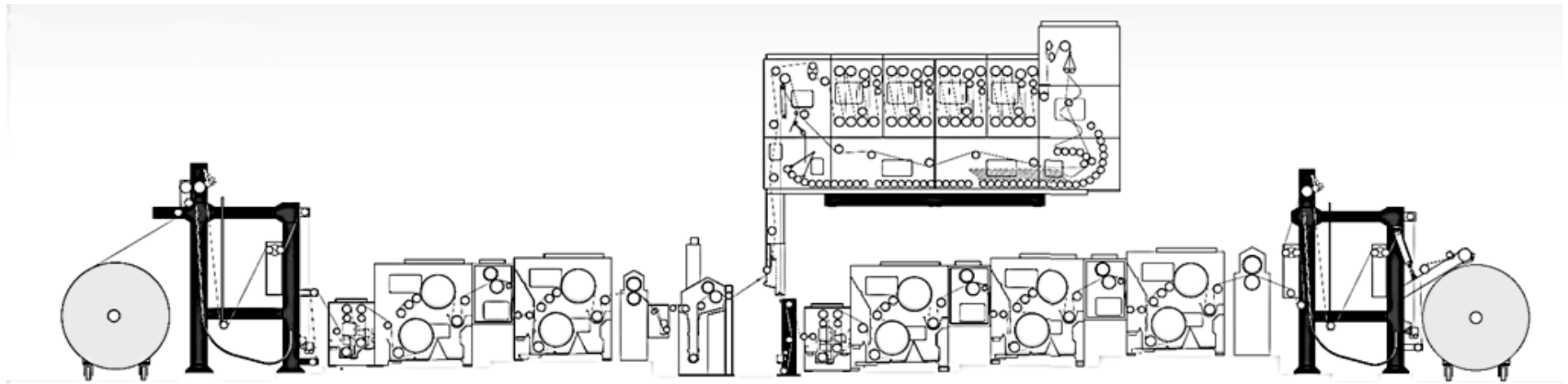


Рис. 2.18. Линия подготовки эластичных тканей с промывными машинами, оснащенными перфорированными барабанами

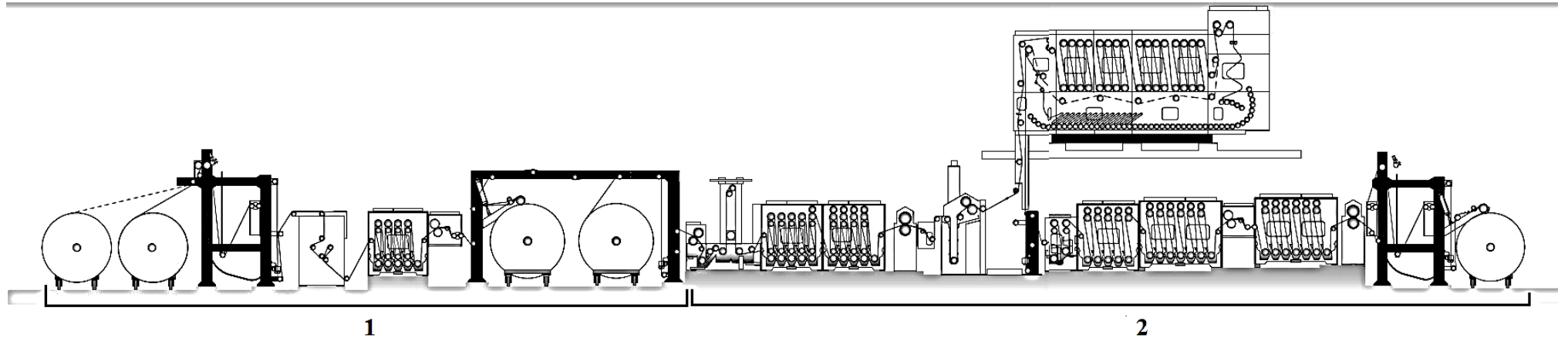


Рис. 2.19. Линия комбинированной подготовки тканей: 1-я секция - холодное беление или энзимная обработка, 2-я – плюсовочно-запарной способ обработки с промывными машинами роликового типа (BEN-BLEACH), фирма «Беннингер»

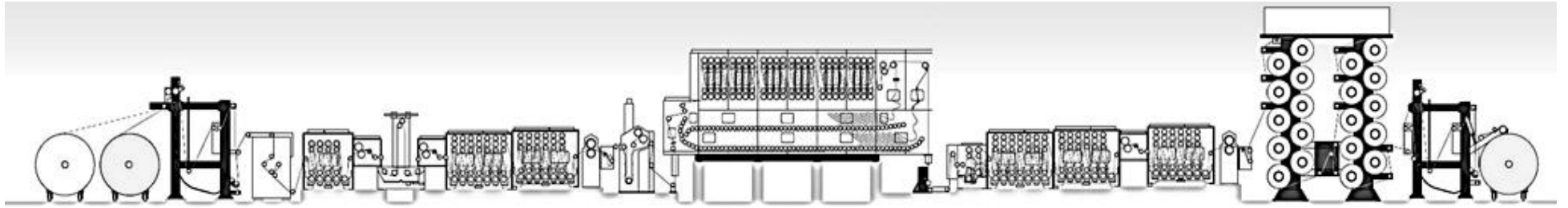


Рис. 2.20. Одностадийная линия опаливания, раслихтовки, отварки/беления расправленным полотном

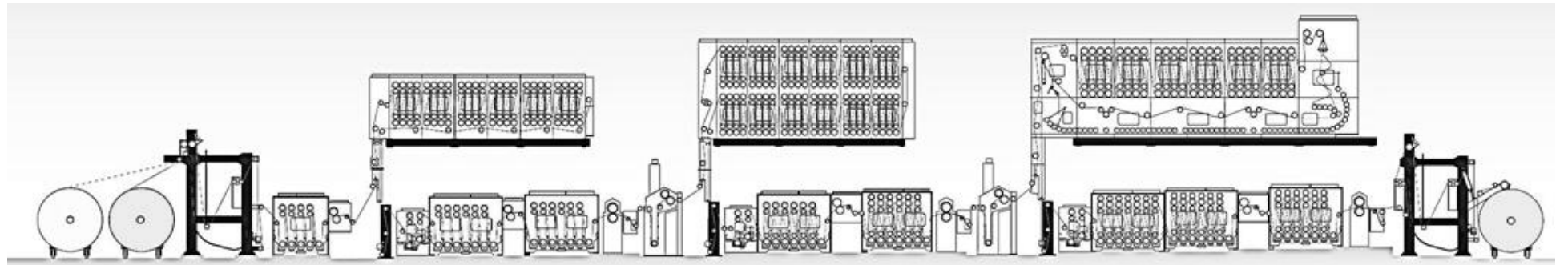


Рис. 2.21. Линия раслихтовки в три стадии, фирма «Беннингер»

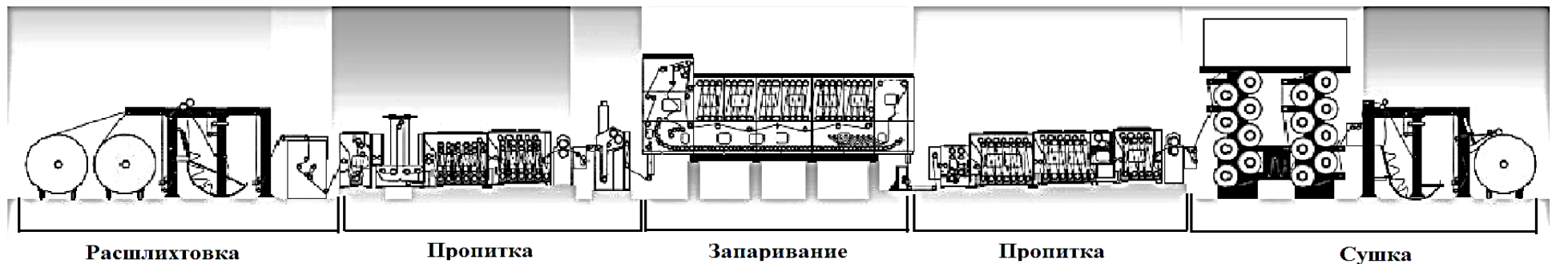


Рис. 2.22. Одностадийная линия непрерывной предварительной подготовки тканей с предварительной раслихтовкой высокотемпературными энзимами или промывкой ПАВ на роликовых машинах (Система BEN-BLEACH)

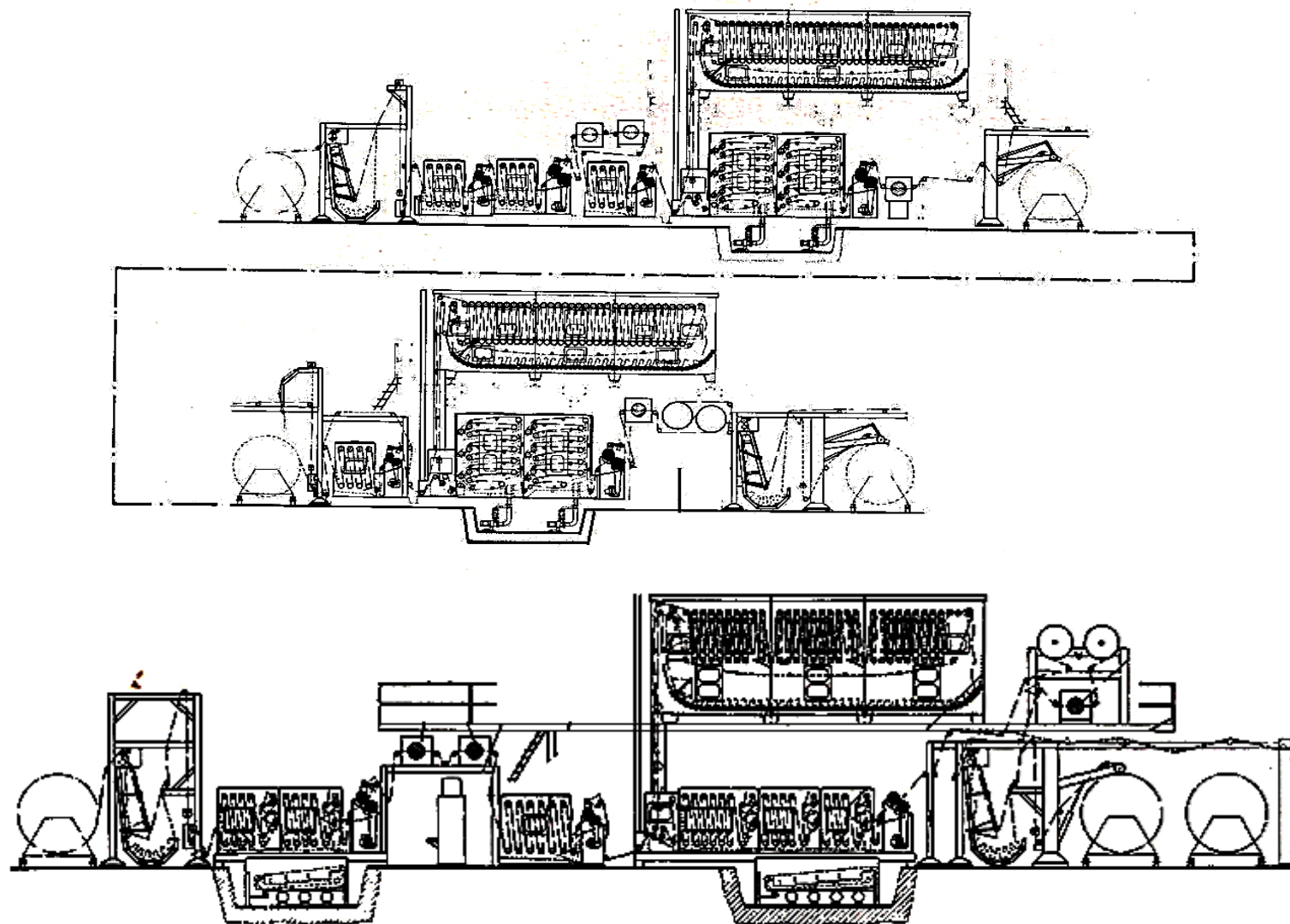
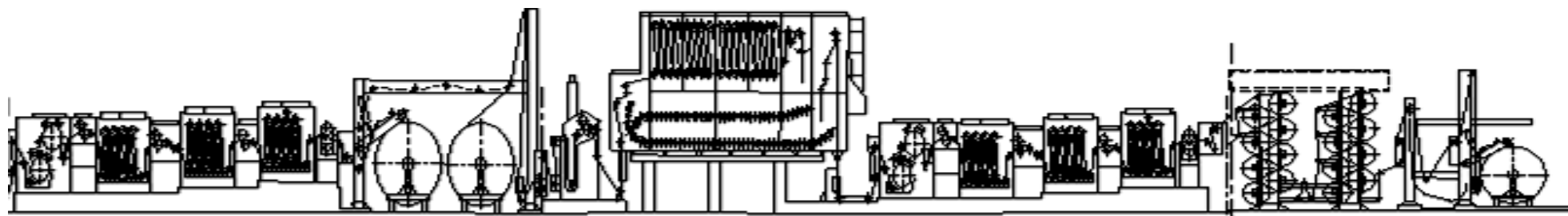
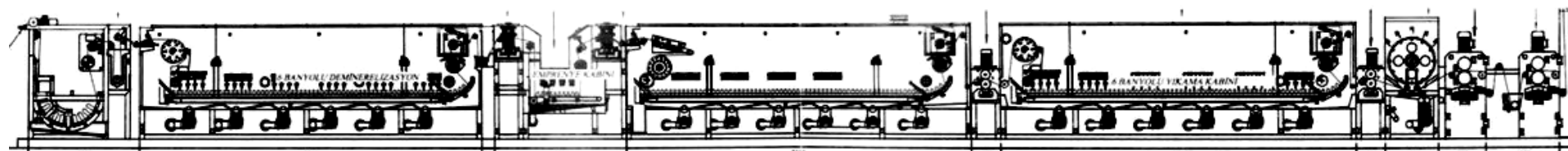


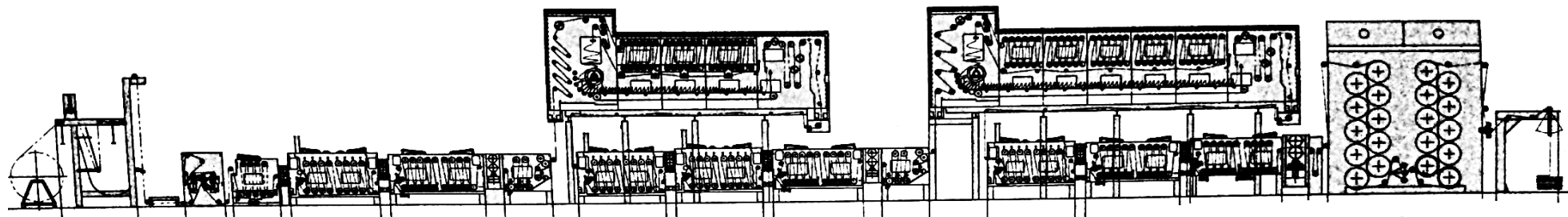
Рис. 2.23. Линии белия деликатных х/б, льняных, полульняных тканей (Babcock Textilmashinen)



a

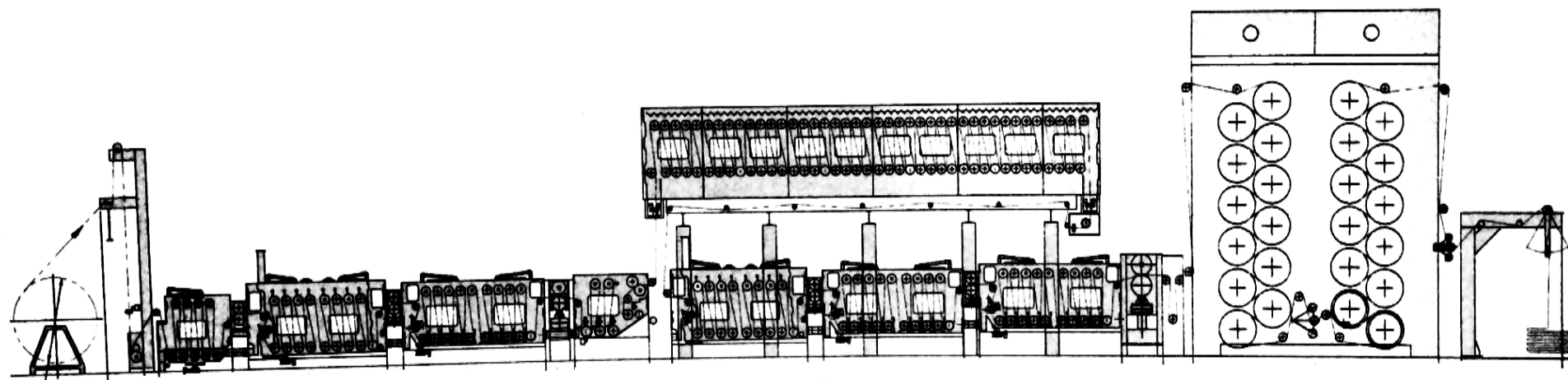


б

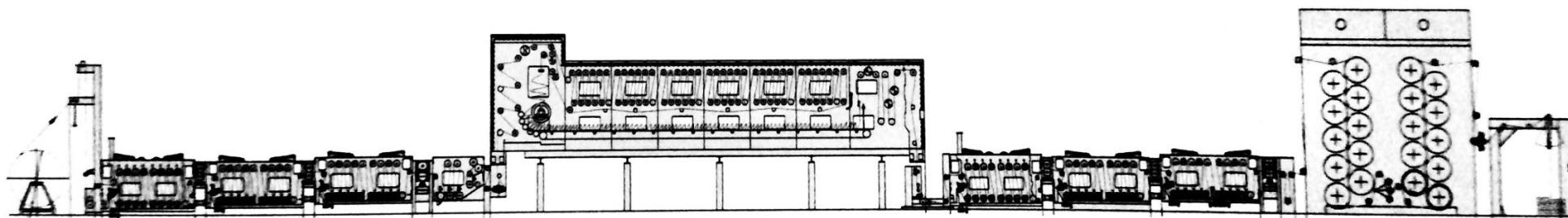


в

Рис. 2.24. Варианты компоновки секций в линии непрерывной двухстадийной подготовки: отварка и пероксидное беле-
ние (Babcock Textilmashinen, $l=30700$ м) (a) и линии «ДИЛ» – машина открытого типа для отбеливания и промывки
(б) ($l=58000$ м), линия опаливания, раслихтовки, беле-ния и промывки ($l=51040$ м) (в)



а



б

Рис. 2.25. Линия промывки и беления ($l=31705$ м) (а) и линия раслихтовки, промывки и беления ($l= 47636$ м) (б)

Линия подготовки и промывки VIBILAX фирмы «Mezzera» (рис. 2.26, 2.27) установка для обработки льняных и льносодержащих тканей. Полотно остается полностью погруженным в раствор в течение всей обработки и медленно поступает, перемещаясь с помощью реек, соединенных с боковыми направляющими. Установка VIBILAX может иметь длину от 2 до 12 м при ширине стола от 1400 до 2400 мм. Механическая скорость достигает 60 м/мин. Блок для подачи полотна и формирования складок работает по принципу overflow и регулируется в соответствии с плотностью полотна. Формирование складок автоматически синхронизировано со скоростью работы машины. Установлено устройство контроля и корректировки подачи полотна по цепочке направляющих реек и автоматического останова машины в случае неисправностей. Максимальная температура может достигать 98 °С. Первая машина представляет собой ванну для предварительной пропитки полотна с барабаном большого диаметра с перфорированной поверхностью и распыливающими трубочками, необходимыми для предварительного удаления субстанций. Ванна оснащена устройством для подогрева ванны и боковых стенок, необходимым для поддержания постоянной температуры и устранения бульканья. В табл. 2.9 представлены технические данные линии VIBILAX фирмы «Mezzera».

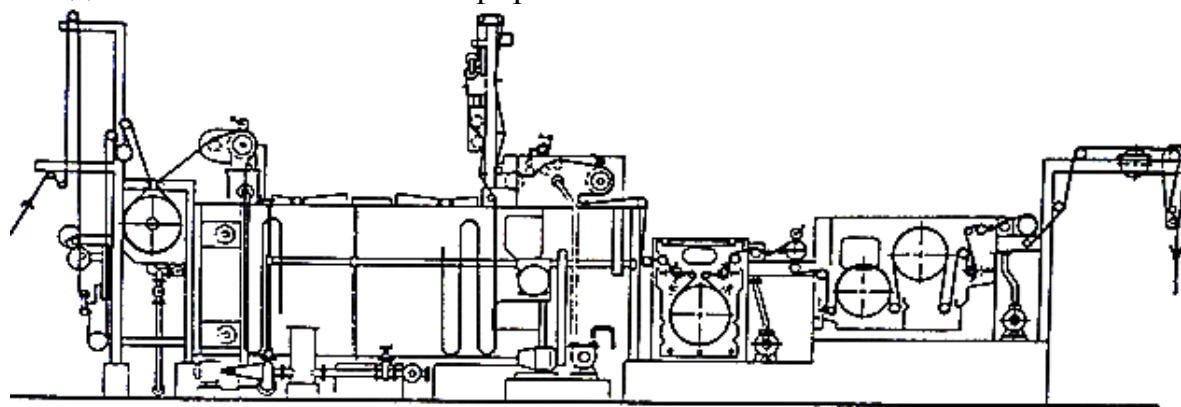


Рис. 2.26. Схема линии для белия деформируемых и эластичных тканей фирмы «Mezzera»

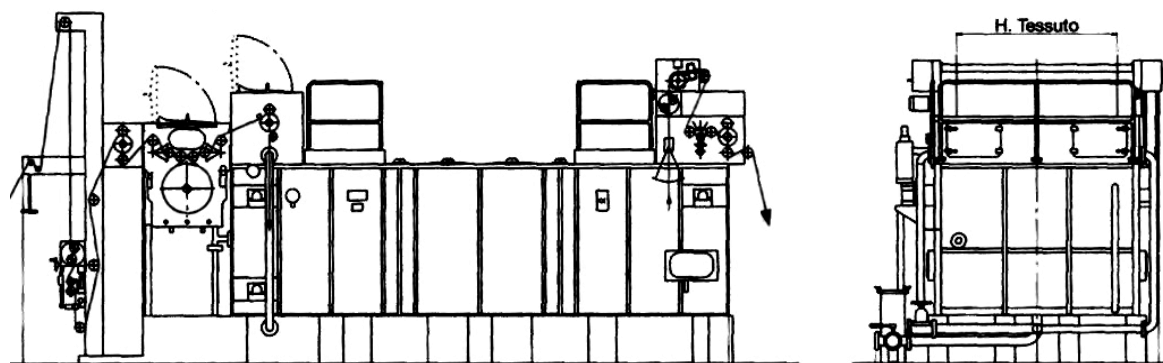


Рис. 2.27. Схема линии-установки VIBILAX фирмы «Mezzera» для белия эластичных полотен

Таблица 2.9

Технические данные линии VIBILAX фирмы «Mezzera»

Параметры	Значения				
	12000	10000	8000	6000	4000
Длина ванны, мм	12000	10000	8000	6000	4000
Время загрузки в линию при скорости движения ткани 45 м/мин	0,320	0,300	0,200	0,140	0,080
Время загрузки в линию при скорости движения ткани 10 м/мин	1,440	1,170	0,010	0,650	0,006
Скорость, м/мин	60				
Температура, °С	98				
Ширина полотна, мм	2200	2000	1800	1600	1200
Ширина стола, мм	2400	2200	2000	1800	1400

2.5. Оборудование для мерсеризации тканей

Цель мерсеризации – сообщение текстильным материалам повышенной адсорбционной способности, блеска, крепости, гигроскопичности и т.д. Мерсеризации подвергается пряжа, ткань и трикотажные полотна из хлопка и льна. Пряжу мерсеризуют периодическим способом в мотках (ММП-1 – машина мерсеризационная для пряжи), а также непрерывным способом в навоях или в жгуте. Ткань и трикотажное полотно также можно мерсеризовать непрерывным и периодическим способом.

Периодический способ осуществляется на джиггере, например, фирмы «Сибитекс» (Италия). В джиггере проводится мерсеризация малых партий ткани (их производительность составляет 3 т / ч). Ткань перематывается с валика на валик, проходя через емкость с щелочью. В джиггере имеется система охлаждения, поддерживающая низкую и температуру в ванне.

Непрерывным способом может осуществляться как холодная, так и горячая мерсеризация. Существуют комбинированные варианты. Линия горячей мерсеризации – ЛМО и фирмы «Бентеллер», комбинированные – «Дименза» (фирмы «Беннингер» Швейцария), холодная: валковые машины – «Текстима» и «Кляйневеферс» (Германия), «Беннингер» (Швейцария), цепные ЛМЦ-140-1, 180-1.

Состав валковых машин: 1) заправочное устройство с мощными дуговыми ширителями для максимального растяжения текстильного материала по ширине; 2) пропиточная ванна валкового типа, содержит 18 обрезиненных и 19 металлических валов; 3) промывная секция – имеет ту же конструкцию, что и пропиточная ванна, но с меньшим количеством валов (5 нижних); 4) пароводяной выщелачиватель (конструкция похожа на пропиточную ванну, только закрытого типа, куда под крышку подается пар; 5) промывная секция – может состоять из 2,4,6,8 ванн роликового типа. Ткань подвергается предварительному ширению на дуговых ширителях 1, (рис. 2.28) пропитывается и отжимается в трех мерсеризационных ваннах 2 и подвергается предварительной промывке в

стабилизационных ваннах 3 и 4, причем в ванне 3 часть валов заменена дуговыми тканенаправителями, что обеспечивает лучшую фиксацию ширины ткани. Промывка осуществляется в двух ваннах 6 пароводяной промывки, в ванне 7 для нейтрализации щелочи кислотой и в двух ваннах 8 для заключительной промывки ткани, после этого она выбирается либо на ролик, либо в тележку. Заправка ткани в ваннах 6, 7, 8 осуществляется по способу «петля в петле», что повышает эффективность обработки, позволяя ограничиться малым числом ванн перед направлением ткани на сушку. На линии предусмотрена возможность регулирования натяжения ткани по основе валами 5, изменяя положение их по высоте с помощью рычагов, соединенных с пневмоцилиндрами.

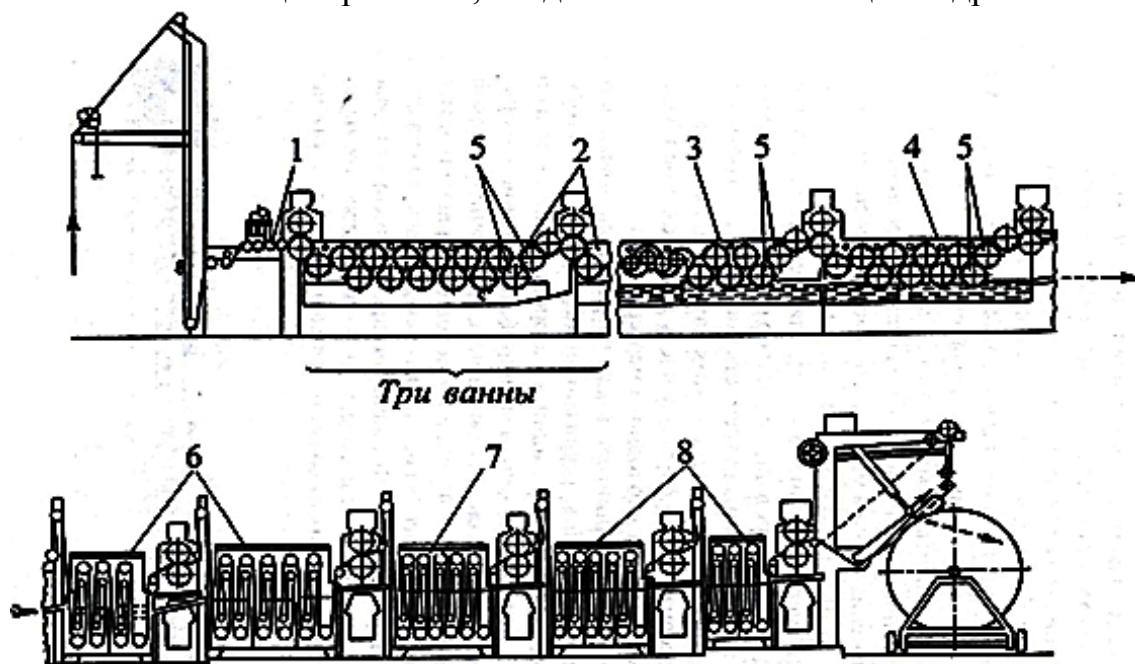


Рис. 2.28. Схема валковой мерсеризационной машины «Дименза» фирмы «Беннингер» - 220

Цепные мерсеризационные машины предназначены для мерсеризации плотных тканей, в которых под действием концентрированных растворов гидроксида натрия развиваются значительные силы усадки, преодоление их требует больших усилий, что возможно с помощью цепных ширильных машин.

На рис. 2.29 представлена схема мерсеризационной цепной линии ЛМЦ-180-1: 1 – раскатная машина МРП, 2 – две 3-х вальные плюсовки типа ПТЦ для щелочных пропиток, между которыми расположены стабилизационные цилиндры, 3 – мерсеризационная цепная машина – ММЦ, 4 – средний отжим – ОС, 5 – шесть машин башенного типа – ВМБ – для промывки, 6 – пропиточная машина типа ВЦП с воздушным зрельником для нейтрализации щелочи, 7 – трехвальный отжим – ОТ. Линия завершается сушильно-барабанной машиной – МСБ-2-3/180 и накатной периферической машиной.

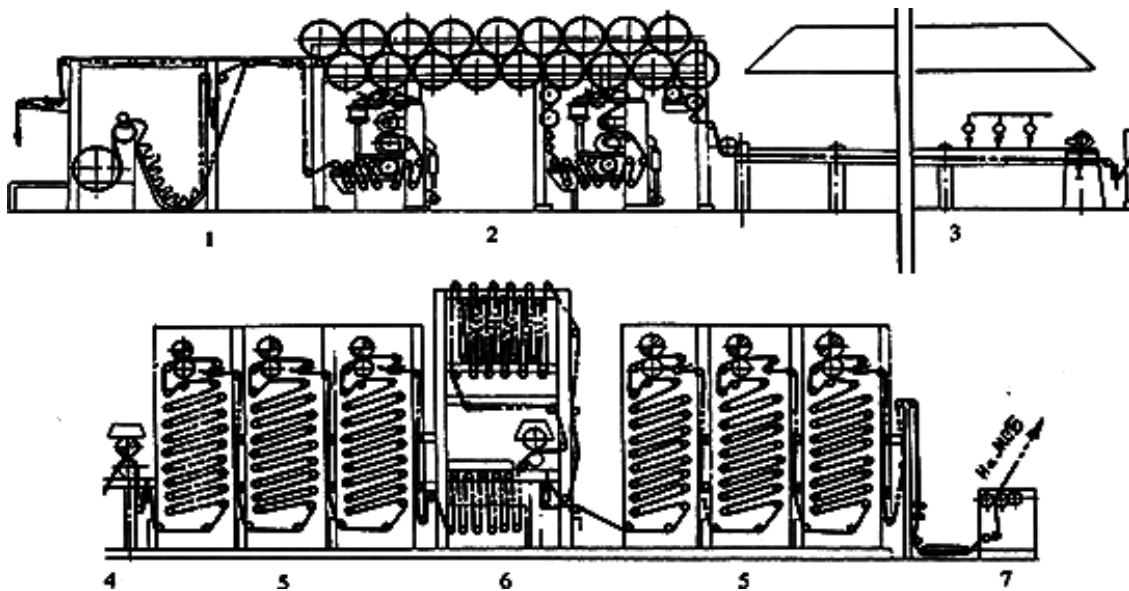


Рис. 2.29. Схема мерсеризационной цепной линии ЛМЦ-180-1

Группа стабилизирующих цилиндров способствует снижению усадки тканей по ширине за счет сил трения полотен на поверхности цилиндров, очень близко расположенных друг относительно друга, а также позволяет увеличить время воздействия гидроксида натрия на ткань. Это дает возможность увеличить скорость продвижения полотна в линии и повысить ее производительность, не снижая эффективности мерсеризации.

Ткань растягивается в клуппных цепях, промывается горячим щелочным раствором, подаваемым в спрыски противотоком из первых трех активных промывных машин башенного типа ВМБ. Смывные щелока направляются в специальные сборники для их утилизации или упаривания. Нейтрализация щелочи на ткани осуществляется в пропиточной машине с воздушным зрельником, после чего ткань снова промывается на трех машинах ВМБ, отжимается на усиленном трехвальном отжиме до остаточной влажности 70–80%, высушивается на сушильных барабанах и накатывается в ролик или укладывается в тележку.

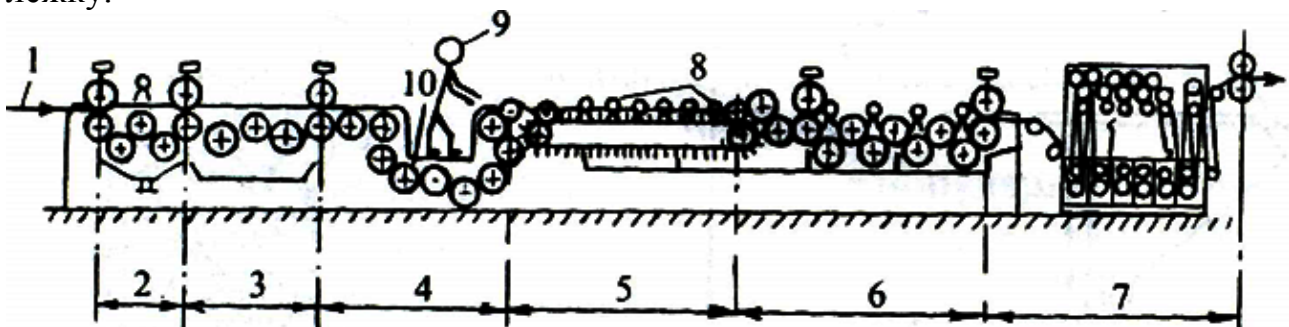


Рис. 2.30. Принципиальная схема комбинированной линии Деменза для горячей мерсеризации

Фирма «Беннингер» разработала новый вариант комбинированной мерсеризационной машины для горячей и холодной мерсеризации, сочетающей вал-

ковые ванны с цепной мерсеризационной машиной, назначение которых несколько изменилось с требованием новой технологии (совмещенный вариант мерсеризации) – линия называется «Деменза» (рис. 2.30). В состав линии входят: раскатная машина 1; зона пропитки 2, включающая компактную секцию интенсивной обработки ткани, объемом 150 л, где ткань в течение нескольких секунд равномерно пропитывается горячим раствором щелочи $T = 60^{\circ}\text{C}$, раствор постоянно обменивается посредством циркуляции; зона охлаждения и выдержки 3, где ткань проходит по валам, охлаждаясь до комнатной температуры; зона продолжения выдержки 4 для достижения наибольшего эффекта стабилизации, включающая также цепное поле 5 и валковую камеру 6. В цепном поле происходит обрызгивание полотна горячим щелочным раствором малой концентрации. В валковой секции полотно натягивается, и происходит стабилизация линейных размеров ткани. В зоне нейтрализации происходит выщелачивание в двух и четырех ваннах роликового типа.

Камеры запарные роликовые – КЗР (рис. 2.31) предназначены для запаривания подготовленных хлопчатобумажных, льняных и вискозно-штапельных тканей.

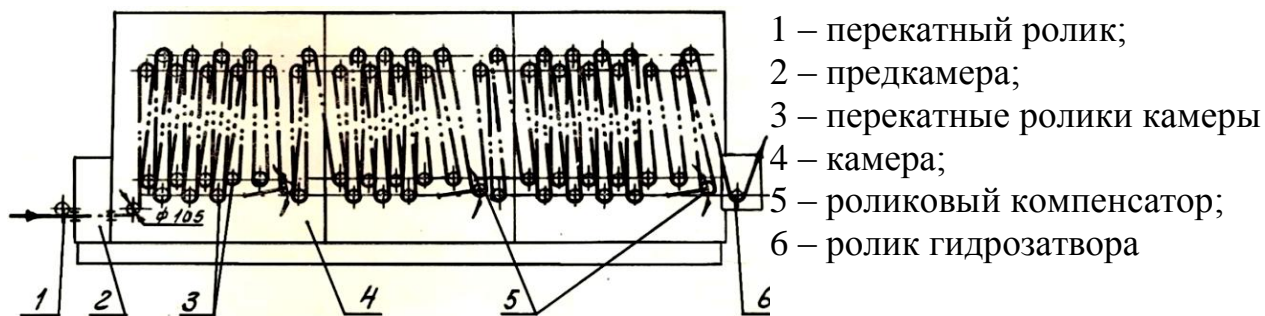


Рис. 2.31. Схема запарной роликовой камеры

Камера обогревается острым паром через перфорированные трубы. Влажная паровая среда в камере создается змеевиками глухого пара, погруженными под водяное зеркало в поддоне. Поддон отделен от камеры двойными перфорированными решетками, чтобы водяные брызги не попадали на ткань и пар равномерно распределялся между петлями ткани. Потолочная плита обогревается во избежание возникновения капли. Предусмотрено автоматическое регулирование избыточного давления пара внутри камеры, давления глухого пара в потолочных плитах, уровня водяного зеркала в поддоне, контроль температуры среды в камере, давления пара в камере и масла в системе централизованной смазки. Пряжу мерсеризуют в мотках или в виде непрерывного жгута, применяя соответствующее оборудование. Мерсеризация пряжи в мотках складывается из следующих операций: первой раструски, пропитки раствором щелочи, промывания, кислования-нейтрализации, промывания, аппретирования, отжима, второй раструски, сушки, сортировки, упаковки. Для осуществления этих операций применяют раструсочные, мерсеризационные, промывные, кисловочные и аппретирующие машины, центрифуги для отжима пряжи и другое оборудование.

3. Универсальное оборудование для подготовки и крашения тканей

Широкая возможность комбинирования сырьевого состава тканей ставит на повестку дня вопрос о проведении универсализации текстильных предприятий по видам продукции. Размывание границ между производством по отраслевому признаку: хлопчатобумажные, шелковые, льняные, шерстяные, на основе химических волокон и их смесей с натуральными — должно решаться путем закупки современного и/или модернизации действующего оборудования, а также корректировки — унификации технологических режимов с учетом возможного варьирования сырьевого состава тканей, сезонности поставок и стоимости сырья, покупательской активности, изменения модных тенденций. Таким образом, универсализация и унификация технологических режимов современного оборудования позволяют производству стать более экономичным, экологичным и гибким.

К оборудованию универсального типа можно отнести эжекторы и джиггеры. На одной единице оборудования можно проводить процесс подготовки, крашения и пропитки аппретом тканей различного сырьевого состава и поверхностной плотности. Данное оборудование может быть использовано для биохимических технологий подготовки с применением ферментных препаратов. Выбор способа крашения зависит от способа подготовки, типа материала, химической природы волокна, размера партии красителя и требований к качеству окрашенного изделия. Отбельное и красильное оборудование должно быть устойчиво к действию кислот, щелочей, других вспомогательных химических препаратов и красителей. Все части оборудования, контактирующие с красителем, обычно изготавливаются из нержавеющей стали.

Аппараты периодического действия наиболее распространены в текстильном крашении. Масса окрашиваемых изделий в одной партии может достигать 500 кг. Периодическое крашение иногда называют вытяжным, т.к. краситель постепенно переходит из красильной ванны в материал. Текстильные полуфабрикаты могут окрашиваться периодическим способом почти на любой стадии их превращения в текстильный продукт. Общее правило таково: чем ближе стадия крашения к концу производственного процесса, тем больше возможностей для выбора цвета продукта и ниже стоимость крашения. Некоторые красильные аппараты периодического действия работают при температурах до 100 °С. Если корпус красильного аппарата герметичен, то при повышении давления можно проводить крашение в большем интервале температур. Хлопок, вискоза, нейлон, шерсть и некоторые другие волокнистые материалы хорошо окрашиваются при температурах 100 °С или ниже. Полиэфирные и некоторые другие синтетические волокна лучше окрашиваются при температурах выше 100 °С.

Существуют три типа красильных аппаратов периодического действия: с перемещением изделия; циркуляцией красителя; перемещением изделия и циркуляцией красителя. В процессе крашения тканей и предметов одежды, как

правило, перемещаются изделия; краситель взбалтывается при движении окрашиваемого материала. Волокна, пряжа и ткани могут окрашиваться в аппаратах, где циркулирует краситель. Струйное крашение в аппаратах эжекторного типа – наилучший пример процесса, при котором находятся в движении и изделие и краситель. Аппараты струйного крашения наиболее подходят для вязаных изделий, однако в них можно окрашивать и тканые изделия.

Непрерывное крашение лучше всего подходит для тканых изделий. Большинство установок непрерывного крашения предназначено для окрашивания материалов, сотканых из смеси полиэфирных и хлопковых волокон. Нейлоновые ковры иногда окрашиваются непрерывным способом, однако предназначенные для этого аппараты конструктивно отличаются от аппаратов для крашения безворсовых материалов. Оборудование для непрерывного крашения эффективно и экономично при крашении длинных полос тканей с целью получения определенного однородного цвета (гладкое крашение). Поскольку для загрузки установки непрерывного крашения требуется 450–720 м ткани, этот способ не подходит для коротких полос. Установка непрерывного крашения окрашивает до 9000 м ткани в час. Допуск на изменение цвета должен быть больше для непрерывного крашения, чем для периодического, ввиду большей скорости процесса и большего числа переменных, влияющих на нанесение красителя. Смешанная полиэфирно-хлопковая ткань может быть окрашена за один проход. Полиэфирные волокна окрашиваются в первых ступенях установки посредством процесса термофиксации (при высокой температуре); хлопковые и вискозные волокна окрашиваются в последующих ступенях с использованием пара для закрепления красителя. Незакрепленный краситель и вспомогательные химические препараты вымываются из ткани после окончания процесса. Обычно ткань сушится на горячих каландрах перед выводом из красильного аппарата.

3.1. Оборудование периодического действия

3.1.1. Оборудование навойного типа для подготовки (беления) и крашения тканей расправленным полотном

Красильная машина DMS 24 НТ для крашения в навоях (рис. 3.1, 3.2) обладает наиболее приемлемым, экономичным и всемирно признанным методом осуществления жидкостной химической обработки тканей врасправку. Машина может использоваться для тканей различных размеров и в широком диапазоне работ текстильной отрасли.

Давление и количество раствора красителя при помощи регулировочного модуля может быть отрегулировано в соответствии с соответствующей тканью, подлежащей обработке. Насос создает постоянно регулируемое и контролируемое статическое давление; данное давление остается на одном уровне в процессе крашения, независимо от температурных показателей. Посредством высоконапорного дозировочного насоса красители и вспомогательные вещества на лю-

бом этапе могут быть введены в машину инъекционным способом. Различные виды красильных навоев разного диаметра, а также насадки навоев предусмотрены в соответствии с типом и шириной ткани. В комплект оборудования также входит ручная тележка для навоев. Технические характеристики аппарата приведены в табл. 3.1.

Современные навойные аппараты различных модификаций (рис. 3.3) разработаны для товарных навоев с диаметром от 350 до 1000 мм, в сосудах с диаметром от 750 до 1600 мм. В этих аппаратах можно красить шерсть, хлопок, вискозу, а также их смеси и все синтетические материалы. Синтетические трикотажные изделия могут подвергаться в этом устройстве процессам промывания, отбеливания, крашения и фиксации. Дополнительно аппарат может снабжаться каретками для шпульт крестовой мотки.

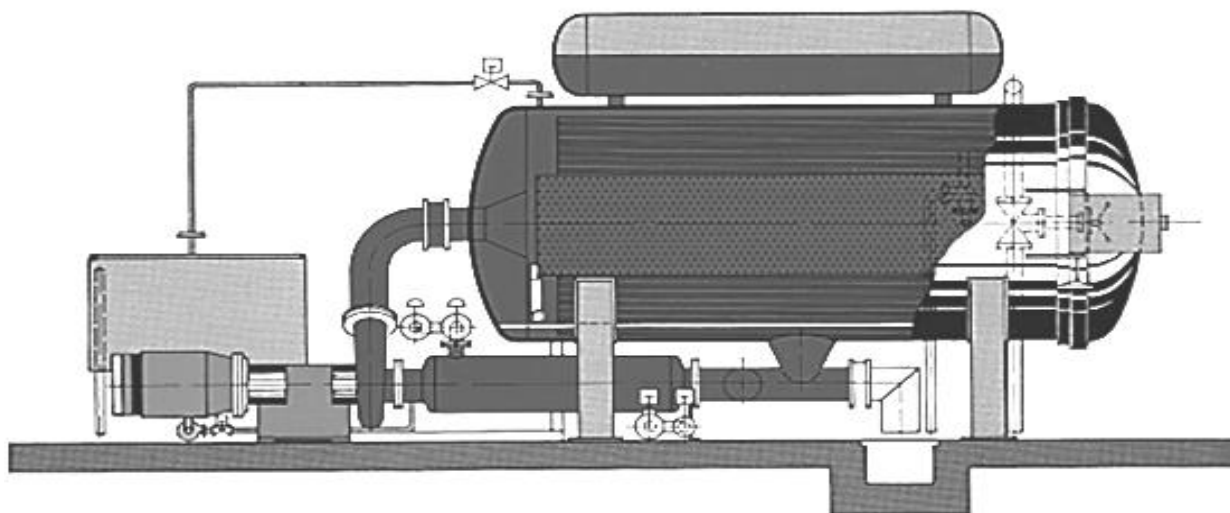


Рис. 3.1. Высокотемпературный красильный аппарат DMS 24 HT для крашения в навое, фирмы «Krantz»

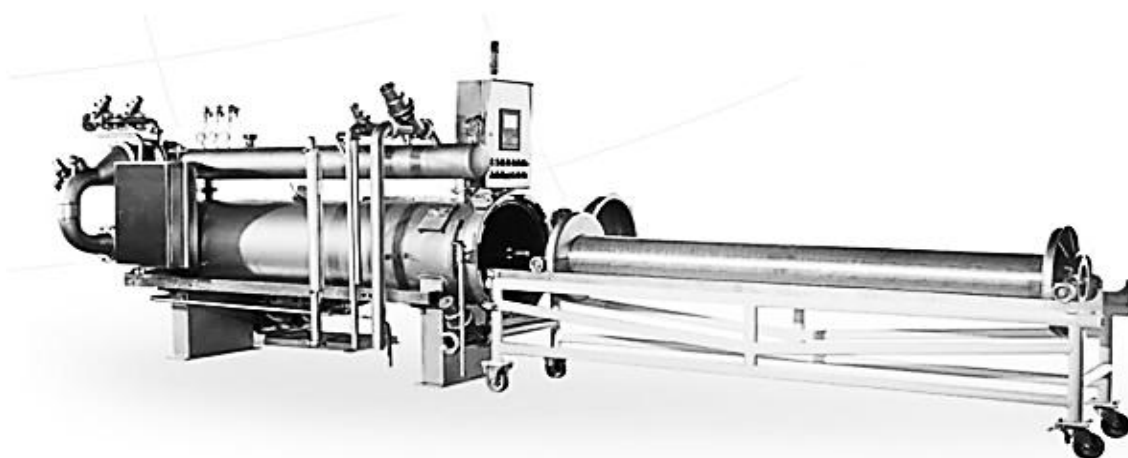


Рис. 3.2. Внешний вид красильной машины DMS 24 HT фирмы “Dilmenler” для крашения тканей в навоях

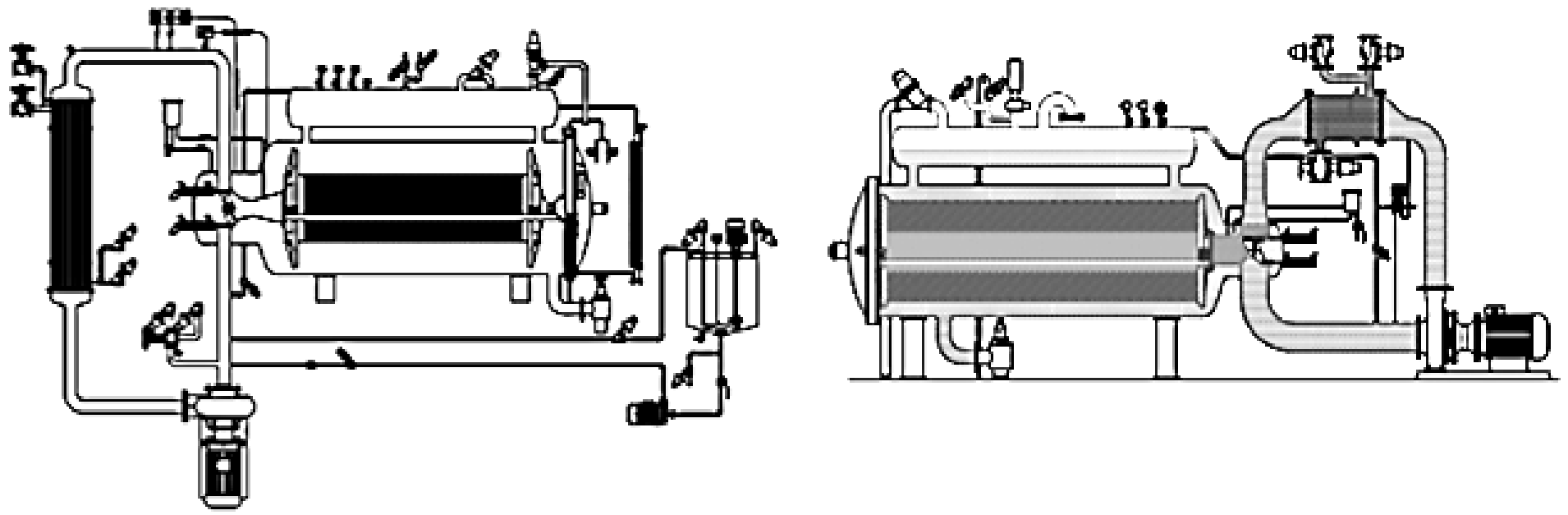


Рис. 3.3. Схемы красильных машин фирмы «Dilmenler» для обработки тканей в навоях

Таблица 3.1

Технические данные красильного аппарата фирмы «Krantz»

Величина аппарата, мм	Ширина ткани, мм	Двойной навой, мм
400	1800	–
1000	1400–3200	2·800–2·1400
1200	1400–3200	2·800–2·1400
1600	1400–3200	2·800–2·1400

3.1.2. Универсальное оборудование эжекторного типа для подготовки и крашения тканей и деформируемых полотен в жгуте

Эжекторное оборудование относится к самому перспективному и востребованному на рынке текстильного отделочного оборудования. Важнейшим достоинством эжекторных машин является возможность реализации проектов универсализации технологий, использования низко модульных ресурсосберегающих биотехнологий подготовки и совмещенных технологий, сокращения операций отделки за счет исключения стадий сушки после подготовки, загрузки и выгрузки с линии. Модуль ванны большинства машин не превышает 10 л/кг, а в машинах некоторых конструкций 2 л/кг. Этим достигаются большая экономия воды, пара, красителей и химических материалов, снижение загрязнения окружающей среды. В среднем низко модульная технология обеспечивает снижение расхода воды на 50 % пара на 20 %, материалов на 40—50 %. Соответственно снижается количество сточных вод.

При низко модульной технологии обеспечивается высокая интенсивность циркуляции рабочего раствора, который перекачивается через полотно в единицу времени. Интенсивность циркуляции во многом зависит от мощности насоса, сопротивления материала и других факторов. Степень интенсивности пропитывания полотна раствором зависит от кратности контакта раствора с полотном. Кратность контакта определяется как отношение интенсивности потока к модулю ванны. Красильный раствор вступает в контакт с полотном 2,5 раза в минуту. При скорости перемещения полотна 300 м/мин кратность контакта возрастает до 3 раз. Повышение числа контактов раствора с полотном способствует интенсификации процесса крашения и обеспечению равномерной окраски полотна. При низком модуле ванны концентрация красителя в растворе увеличивается пропорционально снижению модуля, но вследствие высокой интенсивности циркуляции впитывание красителя полотном и его глубокое прокрашивание происходят быстрее, и в целом расход красителя на 1 кг полотна снижается. Известны десятки разнообразных типов и моделей эжекторных красильных машин. Все они подразделяются по особенностям конструкции основного каркаса на котловые и трубные.

На эжекторной красильной машине NOV (рис. 3.4 , 3.5), для 100 % хлопка модуль красящей ванны составляет 1:5~6. Быстрая система окрашивания, при которой материал движется с высокой скоростью (максимальная скорость 450 м/мин), значительно сокращает время обработки, что, в свою очередь, уменьшает стоимость производства и сокращает расход энергии. Машина подходит для всех видов качественного 100 % хлопка, вискозы, шерсти с лайкрой и т.д.

Использование метода переливания и эжектора низкого давления (минимум 0,2 Бар) гарантирует уменьшение трения материала во избежание пилинга и деформации структуры текстильного материала. Сочетание этого метода с полнопоточной системой циркуляции красильного раствора увеличивает проникновение красителя в материал, способствуя, таким образом, более равномерному окрашиванию.

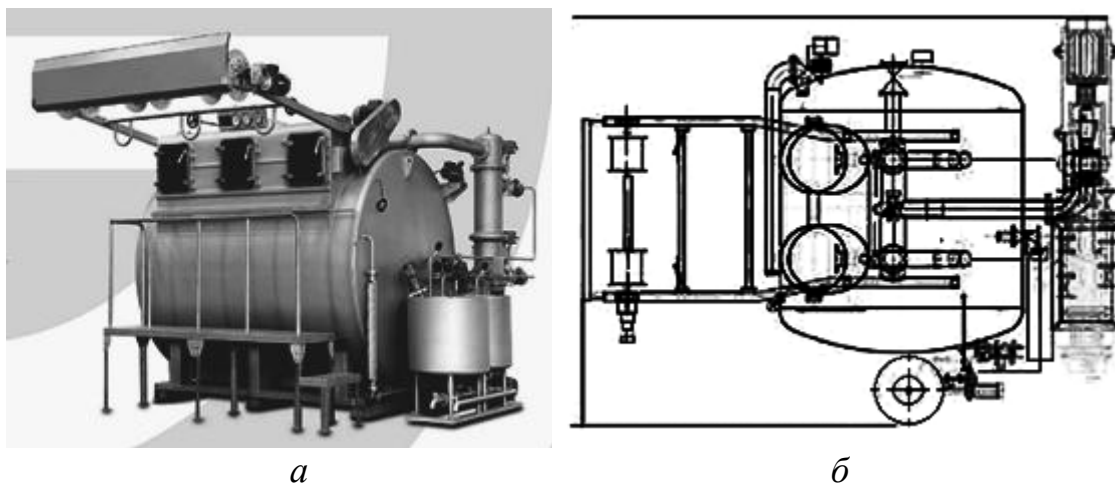


Рис. 3.4. Внешний вид (а) и схема эжекторной красильной машины NOV (вид сверху)(б)

Эжекторные машины оборудованы регулируемой форсункой инжектора с различными профилями, которая позволяет красить материалы весом от 50 до 500 г/м². Благодаря системе разделения материала и воды, ткань движется более гладко. Основной ролик и укладчик материала оборудованы инвертером для контроля скорости. Ткань укладывается естественными складками без спутывания, в результате этого увеличивается производительность и уменьшается вероятность запутывания материала. Обычный объем загрузки составляет 150 – 200 кг на одну секцию.

Камера машины спроектирована в форме овала, что позволяет увеличить срок службы машины и сократить расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Внутренняя камера сделана в форме J-бокса, в результате материал гладко двигается внутри камеры. Пена собирается в специальный коллектор и отделяется от материала. Это может предотвратить всплывание материала и устранить проблему образования пятен от пены. В автоматическом режиме можно задавать программы промывки при определенном уровне заполнения ванны, с переливом (с установкой времени), рециклирующей охлажденной водой / CCR (опция). Это позволяет значительно уменьшить общее время окра-

шивания (минимум 5 часов для темных цветов), сокращая объем потребляемой энергии и снижая стоимость обработки. Машина оснащена микропроцессором, который обеспечивает автоматизацию контроля дозирования (постоянное качественное дозирование). Техническая характеристика вышеописанной машины представлена в табл. 3.2.

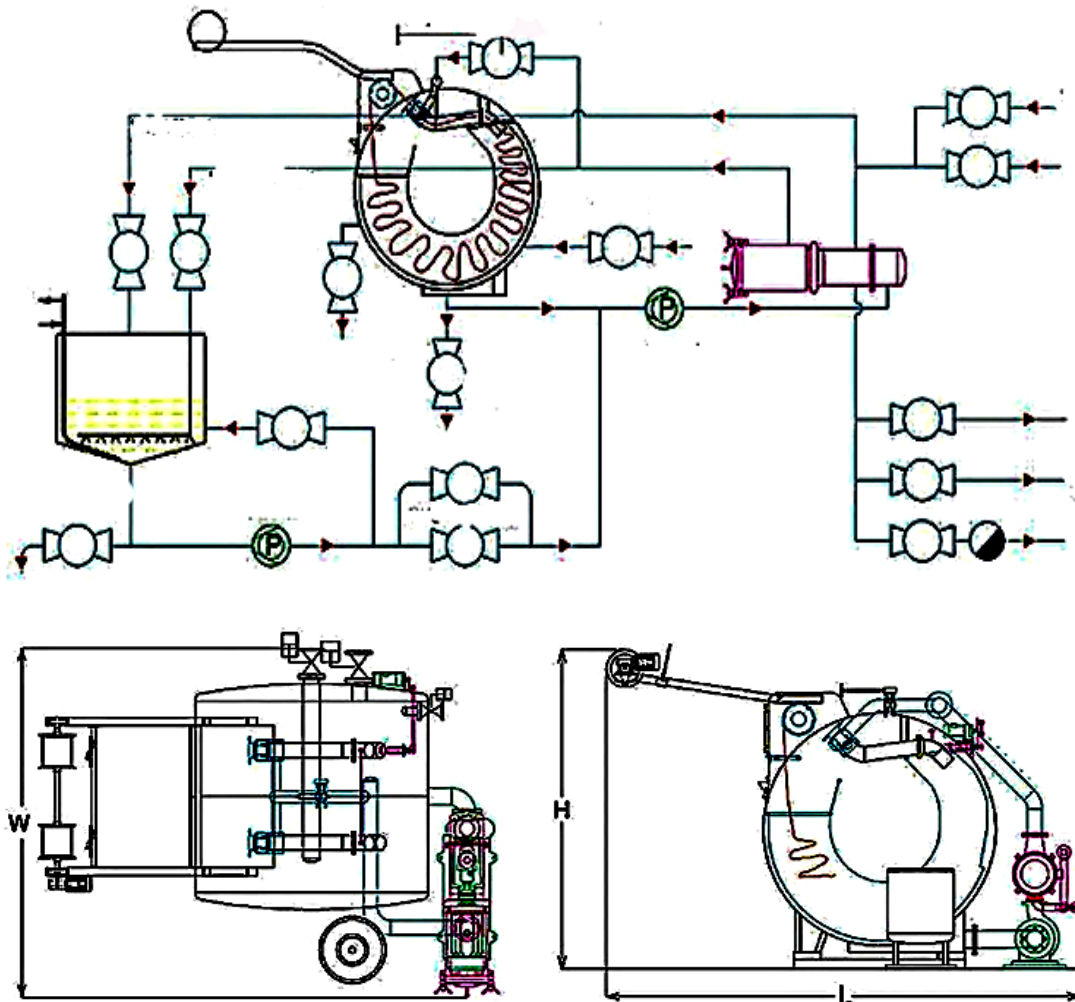


Рис. 3.5 . Схема эжекторной красильной машины NOV котлового типа для обработки тканей и трикотажа в жгуте

Отличием данной машины является вращающаяся внутренняя камера с запатентованным «W» профилем. Этот уникальный профиль обеспечивает равномерность и непрерывность цикла крашения. Он помогает значительно сократить затраты электроэнергии (экономия электричества более 30 %). Машина работает при очень низком модуле ванны — 1:4 и при высокой скорости движения жгута (максимальная скорость 600 м/мин). Подходит для всех видов трикотажных и вязаных материалов, а также различных видов волокон, например, полиэстер, нейлон, акрил, 100 % качественный хлопок, искусственный шелк, шерсть с лайкрой и т.д. В табл. 3.3 представлены технические характеристики машины типа ROR.

Таблица 3.2

Техническая характеристика эжекторных машин

Характеристика		Модель							
		NOV-1 200	NOV-2 400	NOV-3 600	NOV-4 800	NOV-61200	NOV-81600	NOV-10 2000	NOV-12 2400
Максимальная температура, °С		98 °С							
Уровень ванны		1:5~6							
Скорость движения материала, м/мин		0~450							
Необходимое пространство, мм	Длина	5076	5076	5177	5177	5177	5279	5279	5279
	Ширина	2216	3218	4131	5021	6915	8815	1059	1257
	Высота	3069	3069	3069	3069	3069	3069	3069	3069

Таблица 3.3

Технические характеристики машин типа ROR

Характеристика		Модель					
		ROR-1 200	ROR-2 400	ROR-4 800	ROR-6 1200	ROR-8 1600	ROR-10 2000
Максимальная температура, °С		140	140	140	140	140	140
Ванна, л		800	1600	3200	4800	6400	8000
Скорость движения материала, м/мин		600	600	600	600	600	600
Необходимое пространство, мм	Длина	5722	5722	5722	5822	5822	5822
	Ширина	2652	3629	5736	7843	9950	12057
	Высота	3413	3413	3413	3413	3413	3413

Универсальная красильная машина с мягкими трубами (рис. 3.6) предназначена для окрашивания легкой и тяжелой трикотажной ткани из полиэстера и хлопко-смесовых тканей, а также подходит для легких тканей из льна. “Мягкие трубы” были специально разработаны для мягкой обработки поверхности материала. Все части машины изготовлены из нержавеющей стали AISI 316 / 316 L, имеющей высокую коррозионную устойчивость. Техническая характеристика машин марки TOT 25 (рис. 3.7) приведена в табл. 3.4.

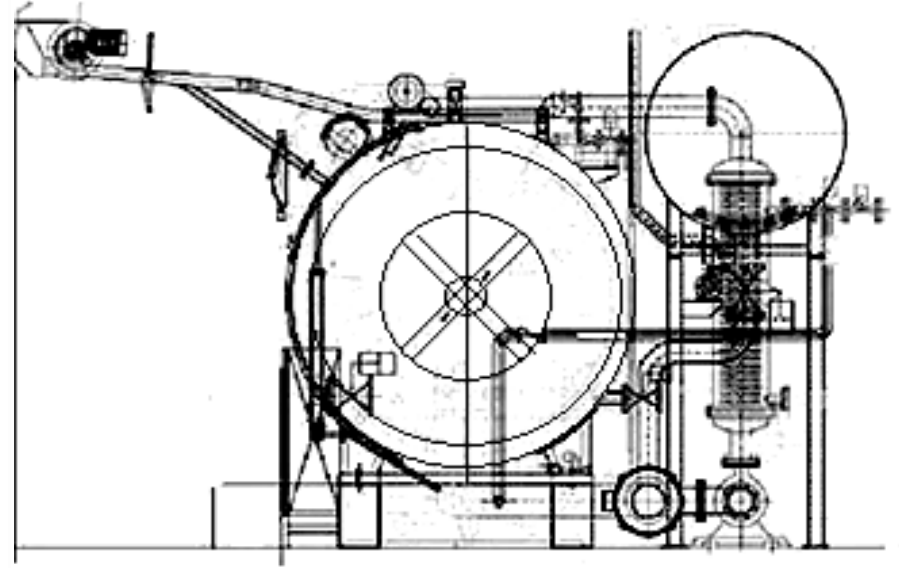
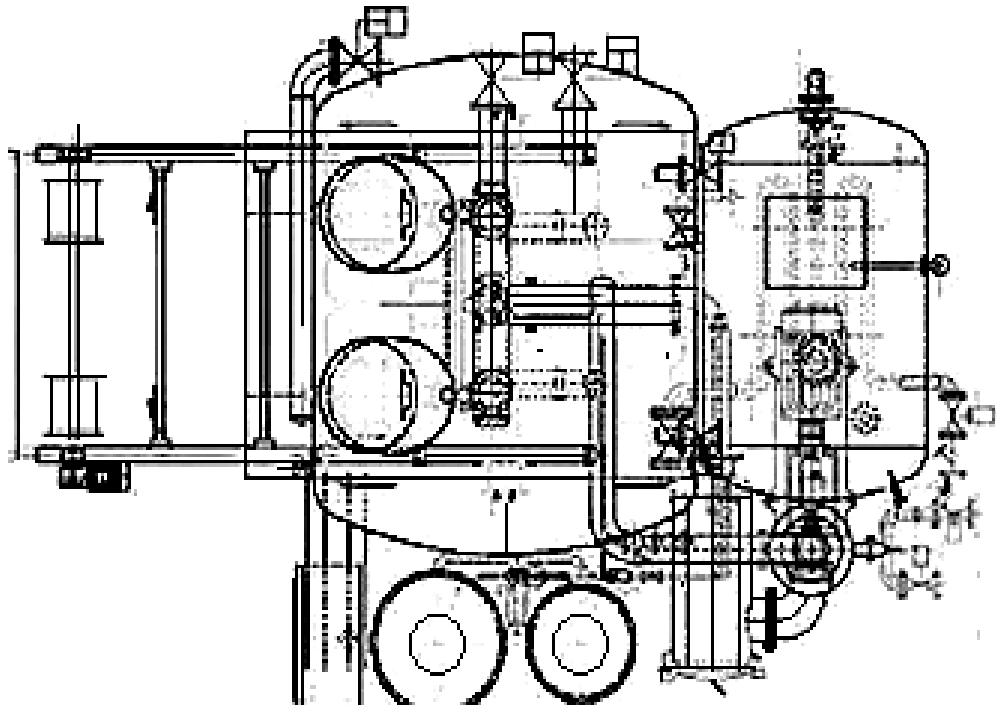
Таблица 3.4

Техническая характеристика машин марки TOT 25

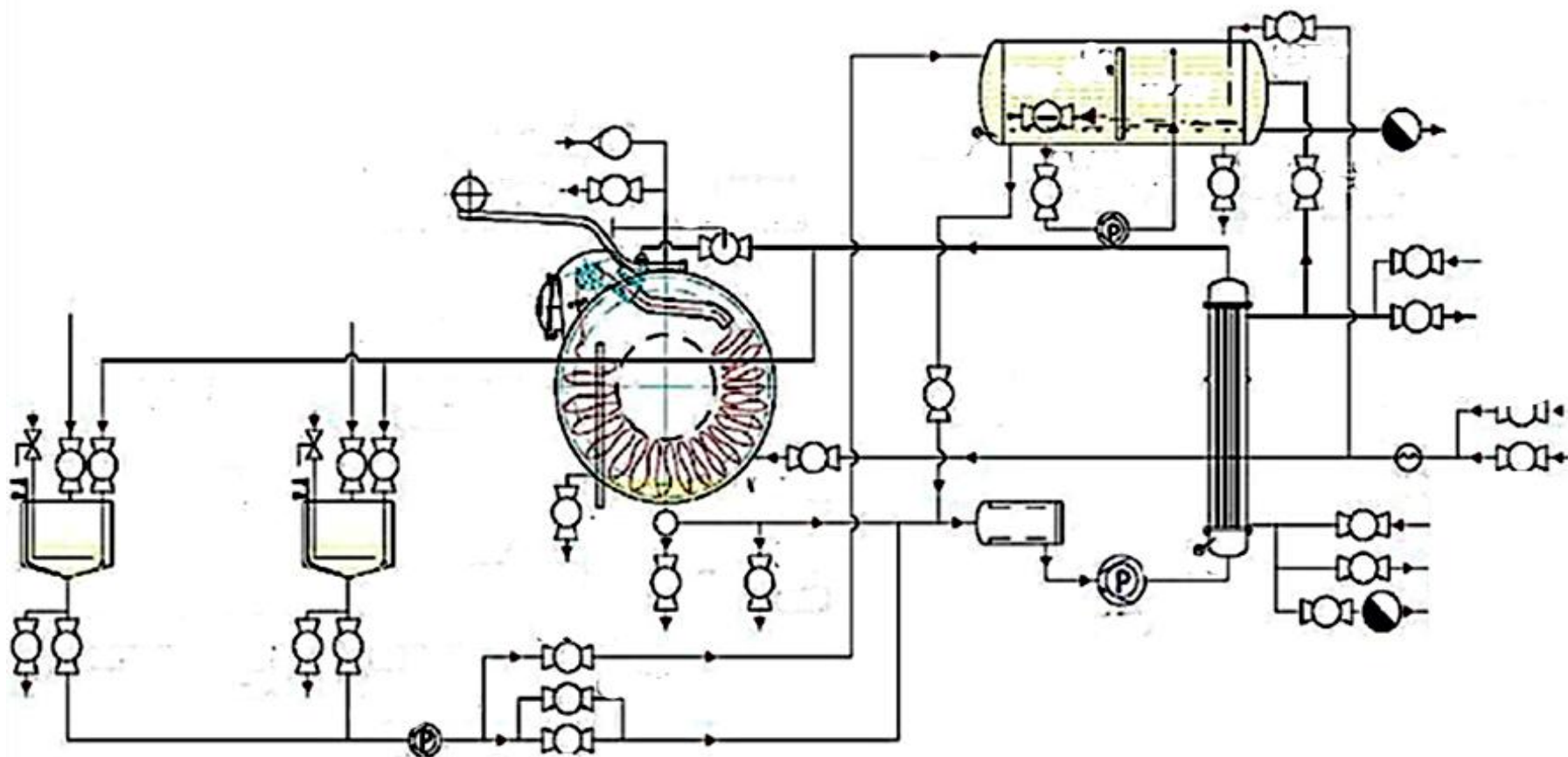
Характеристика	Модель					
	TOT 25-I	TOT 25-II	TOT 25-III	TOT 25-IV	TOT 25-VI	TOT25-VIII
Емкость, л	750-900	1500-1800	2250-2700	3000-3600	4500-5400	6000-7200
Максимальная температура, °С	130	130	130	130	130	130
Максимальное рабочее давление, кг/см ²	3	3	3	3	3	3
Время нагрева 30–130°С, мин	30	30	45	60	75	90
Время охлаждения 130–85°С, мин	15	15	20	40	45	60
Скорость движения ткани, м/мин	250	250	250	250	250	250
Длина В, мм	4380	4380	4380	4380	5180	5180
Ширина Е, мм	3000	3900	4850	5500	7050	8450
Высота F, мм	3110	3110	3110	3110	3110	3110

Красильная машина фирмы «Brazoli», схема которой изображена на рис. 3.8 и 3.9, предназначена для отварки, беления и крашения тканей и трикотажных полотен в жгуте из натуральных и химических волокон и их смесей при температуре не более 140 °С под избыточным давлением не более 0,4 МПа. Данная машина обеспечивает работу в программном автоматическом и дистанционном управлении технологическим процессом. Новые струйные красильные машины предназначены для синтетических и смешанных тканей (на основе полиэстера, полиамида, хлопка, капрона, микрофибры, льна и др.). Наибольшим преимуществом данной системы является обеспечение горизонтального уравнивания окрашиваемого материала и короткого времени покрасочного процесса, без сминания или нахлестки материала

Преимущества аэродинамической системы в том, что перемещение тканей производится посредством смеси из воздуха и пара, а процесс крашения выполняется в газовой среде, в которую непосредственно инъекционным методом вводятся красители, а также химические и вспомогательные вещества (рис. 3.10). Постоянное движение ткани в ходе процесса крашения, начиная от процесса загрузки тканей до разгрузки, водослива и процесса заправки; чистота и незначительное количество остаточных продуктов в отработанной воде благодаря высокой степени вытяжки раствора красителя.



a



б

Рис. 3.6. Принципиальная схема и внешний вид (а) и схема и тепло- водообеспечения эжекторной красильной машины ROR котлового типа (б)

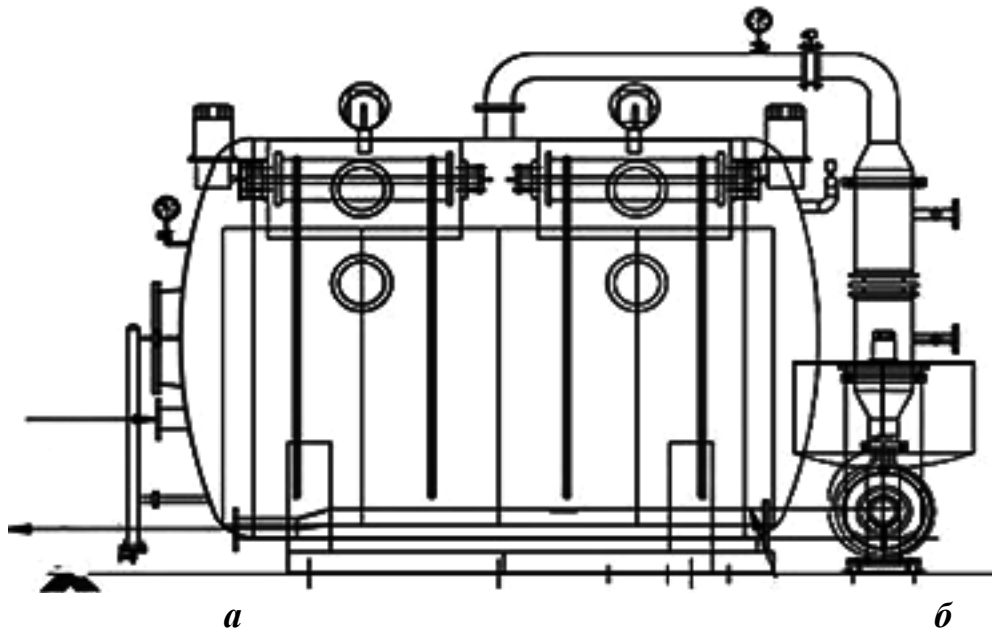


Рис.3.7. Внешний вид (а) и схема универсальной красильной машины ТОТ 25-1 котлового типа (б)

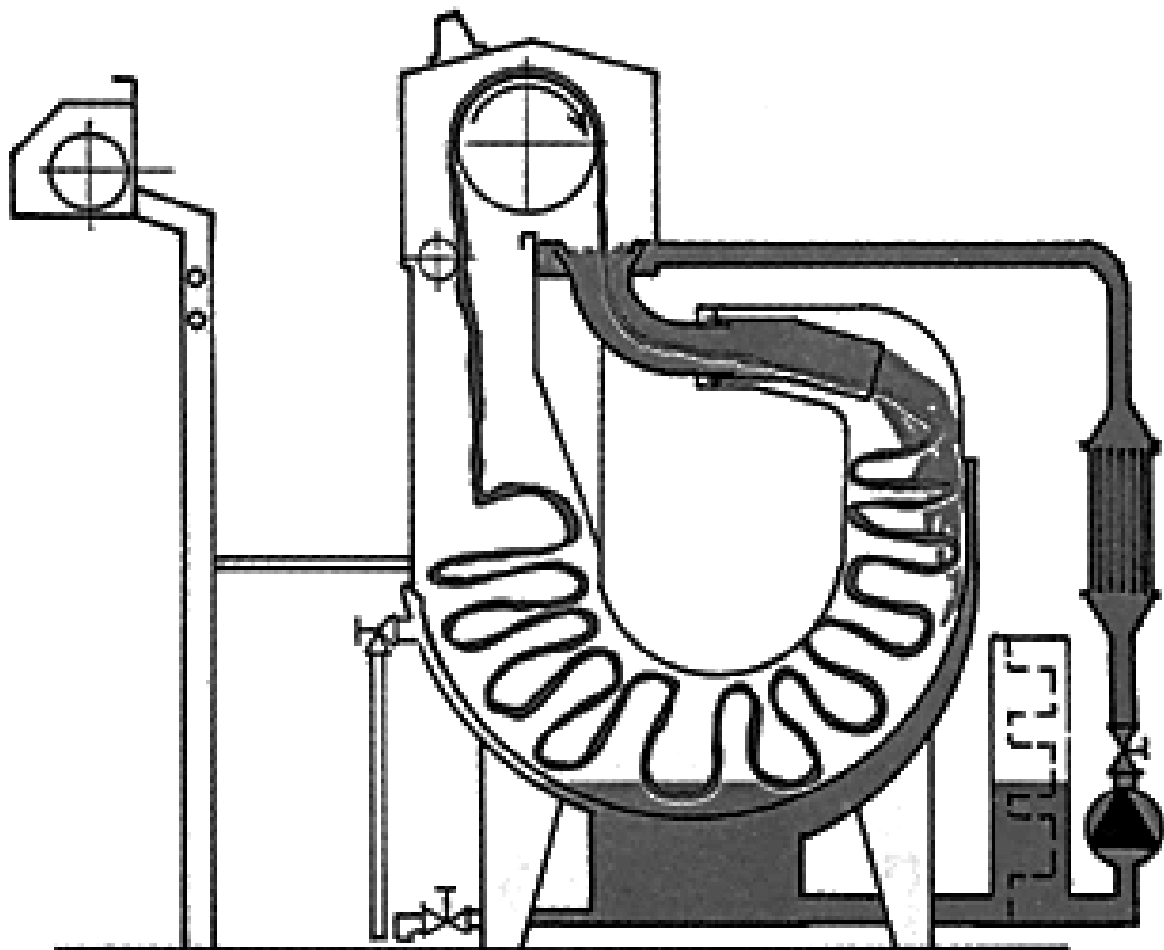
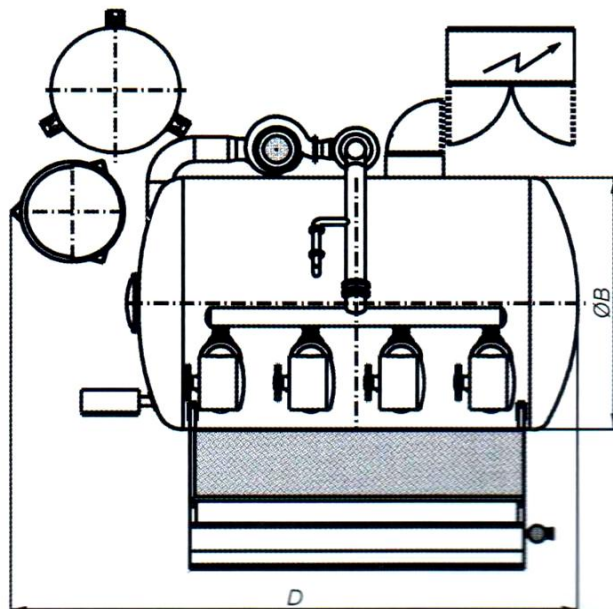
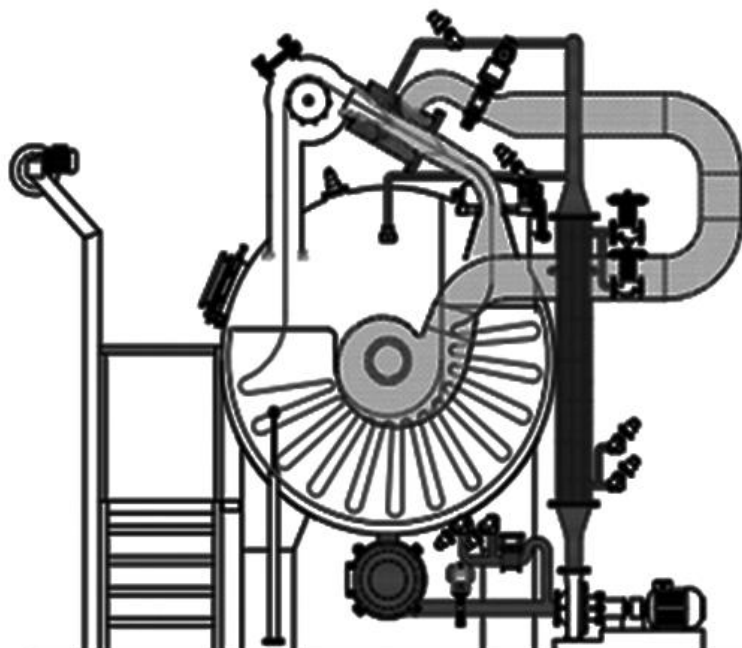
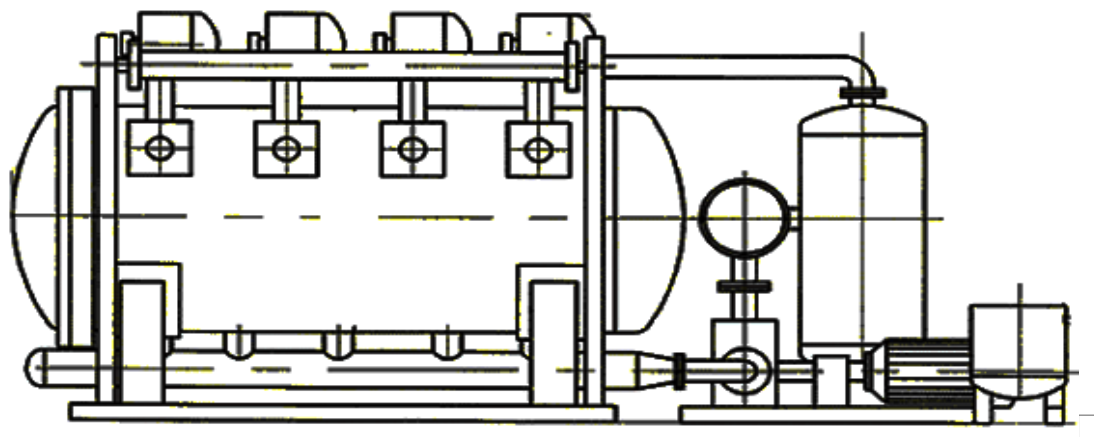


Рис. 3.8. Эжекторная красильная машина (Brazzoli) для крашения в жгуте



б

Рис. 3.9. Схема эжекторной красильной машины для обработки ткани и трикотажа в жгуте фирмы «Dilmenler» котлового типа

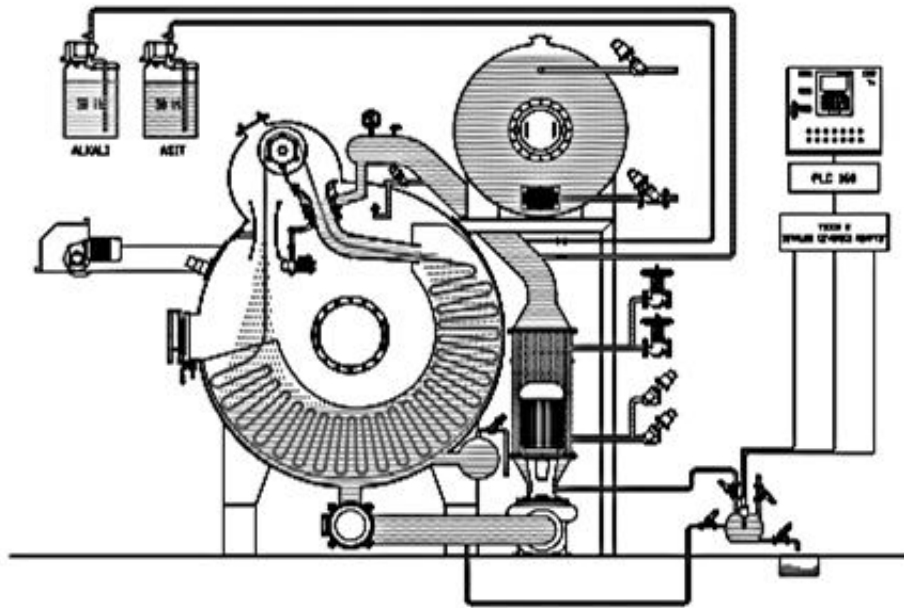
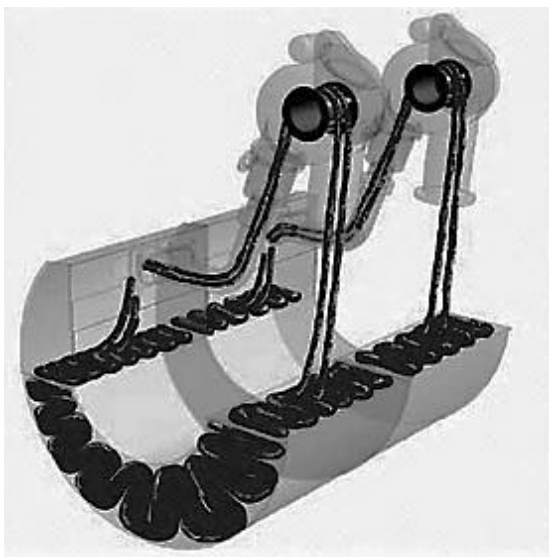


Рис.3.10. Схема красильной машины для ткани фирмы «Dilmenler» котлового типа



а



б

Рис. 3.11. Вид оборудования трубного типа INNOTWIN фирмы «Brazzoli» в разрезе (а) и внешний вид машины (б)

Оборудование Innotwin (рис. 3.11) фирмы «Brazzoli» позволяет проводить подготовку (отварку или беление, крашение и пропитку аппретом) тканей различного сырьевого состава и фактур, в том числе деликатных тонких шелковых тканей и трикотажных полотен. Данная машина позволяет на 10 % уменьшить модуль ванны по отношению к традиционной модели Innoecology и сократить время окрашивания более чем на 20 % (по сравнению с классической системой крашения), а также сократить потребление энергии на 15–20 %. В качестве примера на рис. 3.12. представлена схема красильной машины для полиэфирных тканей фирмы «Alkan» (Турция). Техническая характеристика красильной машины представлена в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Техническая характеристика красильной машины, модель 03-С

Мощность, кг	A	B	L	H
50	780	1880	3000	2600
150	1020	2120	3950	2900
300	1860	2960	3950	2900
450	2700	3800	3950	2900
600	3540	4640	3950	2900
750	4380	5480	3950	2900
900	5220	6320	3950	2900

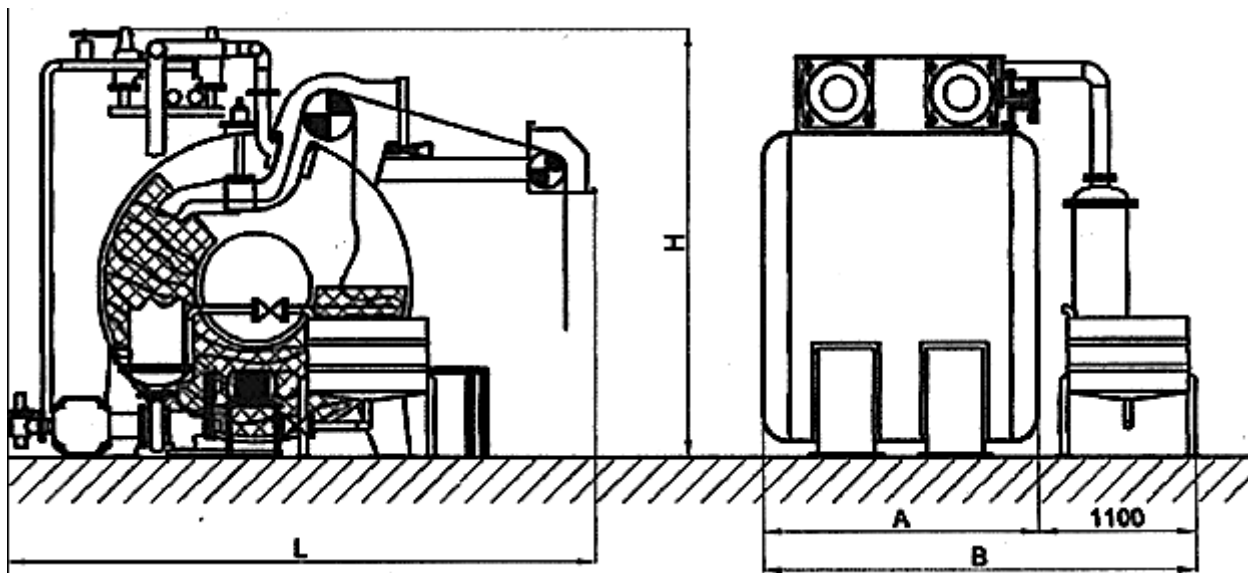


Рис. 3.12. Красильная машина для полиэфирных тканей 03-С, фирмы «Alkan» котлового типа

Таблица 3.6

Технические характеристики эжекторной машины
котлового типа Athena (Турция)

Загрузка ткани, кг	Параметры, мм					
	А	В	С	Д	Е	Ф
150	3380	4300	1250	875	3330	4380
250	3490	4300	1250	875	3330	4380
500	5030	4300	1250	875	3380	4430
750	6290	4530	1480	875	3380	4430
1000	7880	4670	1620	875	3530	4580
1500	10640	5490	2440	875	3530	4580

Таблица 3.7

Техническая характеристика Water Floor 800 котлового типа

Число жгутов	Загрузка					
	А	кг	А	кг	А	Кг
1	2850	130/150	2850	180/200	3200	225/250
2	3500	260/300	3800	360/400	4450	450/500
3	4250	390/450	4750	540/600	5700	675/750
4	5050	520/600	5700	720/800	6950	900/1000
5	5850	650/750	6650	900/1000	8200	1125/1250
6	6650	780/900	7600	1080/1200	9450	1350/1500

Таблица 3.8

Технические характеристики эжекторных машин ALLFIT котлового типа

Модель	Количество камер	Объем, кг	Размер, мм		
			Длина	Ширина	Высота
1	1Т	1–2	1100	1050	1780
5	1Т	4–6	1400	1400	2000
10	1Т	8–12	2100	1400	2250
30	1Т,	20–30,	4350	1280	2650
	2Т	40–60	4350	2080	2650
60	1Т,	40–60,	4500	1400	2650
	2Т	80–120	4500	2300	2650
120	1Т,	80–120,	4800	1450	2800
	2Т	160–240	4800	2450	2800

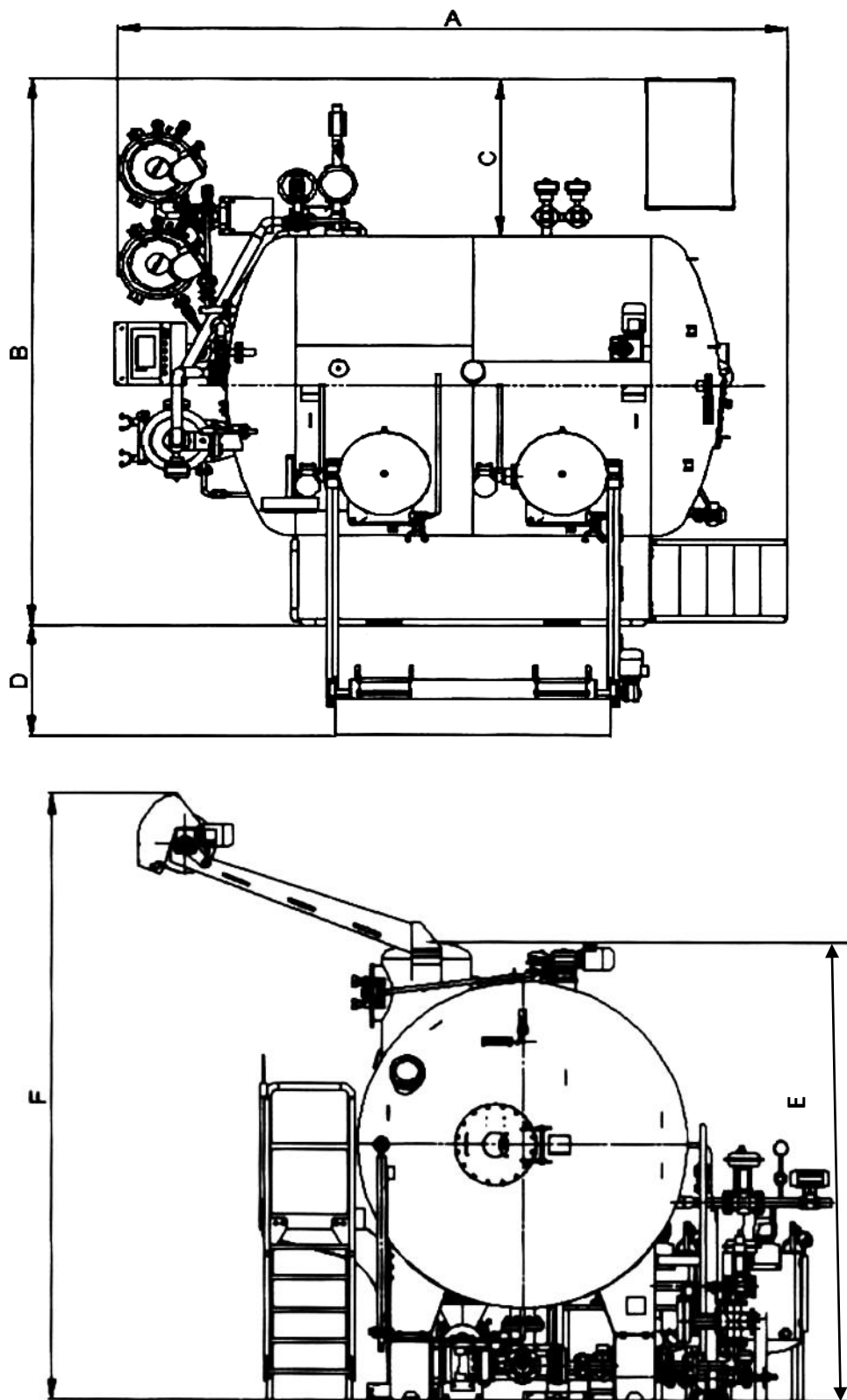


Рис. 3.13. Машина для крашения Athena 3 (Sclavas, Греция) котлового типа

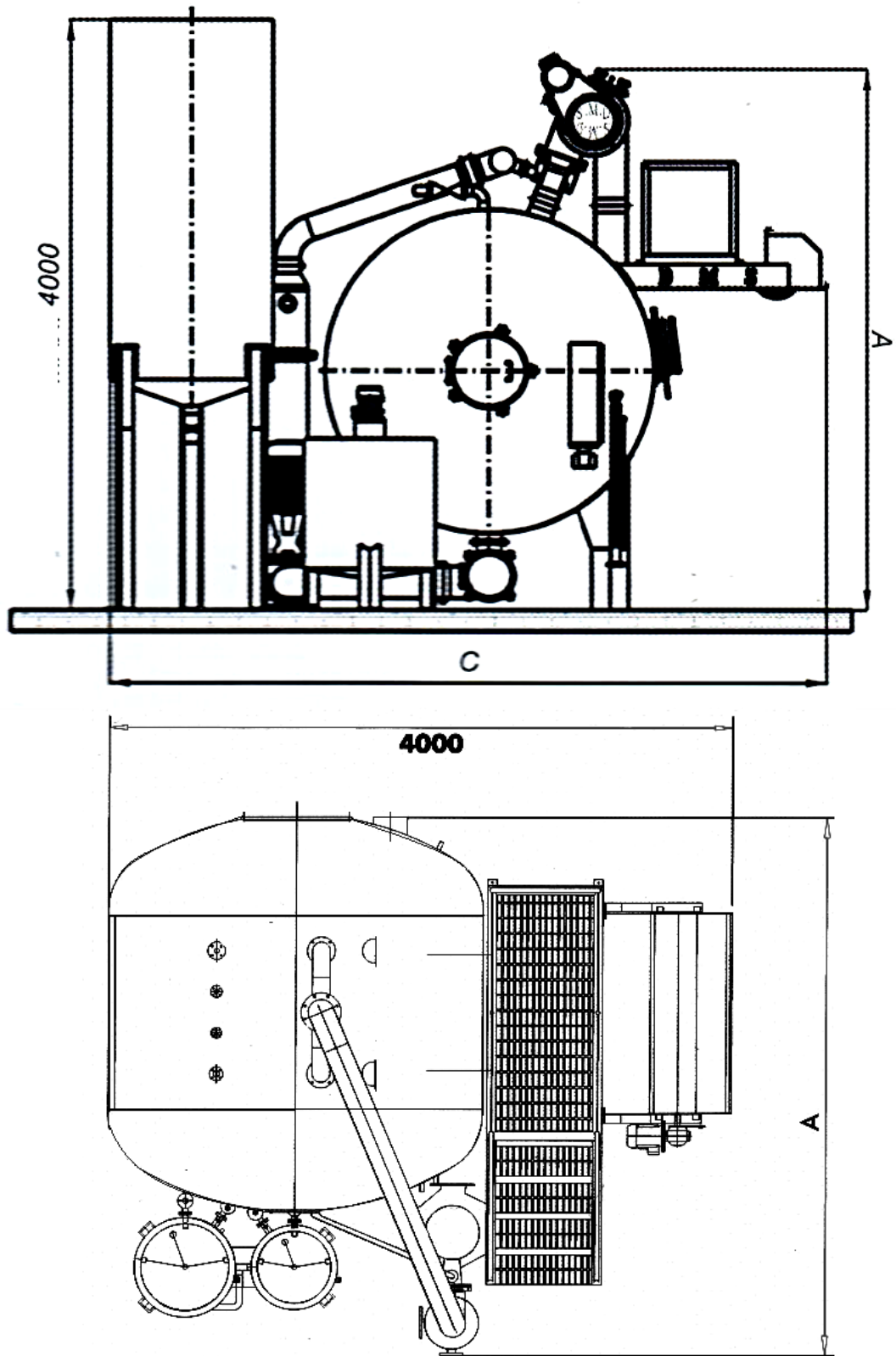


Рис. 3.14. Схема эжекторной машины котлового типа Water Floor 800 (Acimit Italian Textile Machinery)

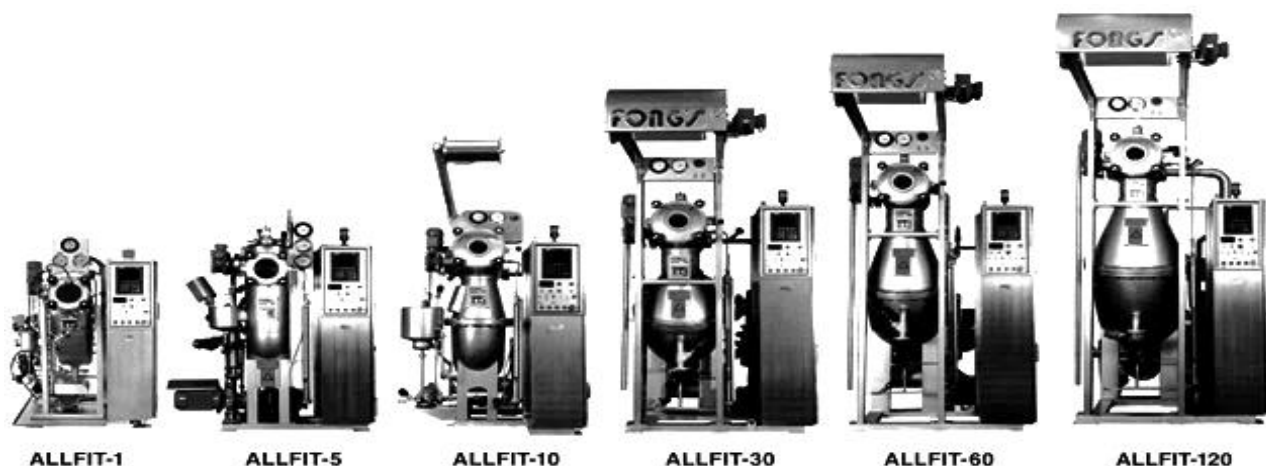


Рис. 3.15. Вид с торца эжекторов ALLFIT (Member Company of CHTC Fong's Group) различной емкости

Таблица 3.9

Техническая характеристика эжекторной машины First котлового типа

Мощность, кВт	Длина, мм	A	B	C	D	E	F	G	H	Расход пара, 6 атм.	Мощность, кВт
15	3400	1475	250	9000	1300	3910	4835	120	3800	180	6,5
30	3400	1500	306	9000	1500	3910	4835	168	3800	350	8
50	3400	1600	500	9000	1900	3910	4835	250	3800	500	10
100	3400	1660	600	9050	2000	3910	4835	273	3800	1000	12,5
200	3400	2400	750	9100	2100	3910	4835	323	3800	1400	24,5
300	3400	2655	900	9150	2400	3910	4835	400	3800	2000	32,5
400	3400	2655	1050	9150	2270	3910	4835	500	3800	2670	39,5
500	1700	2700	1250	5750	2500	2210	3135	600	2100	3400	57,5
600	1700	3000	1400	5750	2700	2210	3135	600	2100	4000	92,5

Таблица 3.10

Техническая характеристика эжекторной машины DMS 11 НТ

Диаметр, мм	Ширина, мм	Ткань, мм	Обмотка, мм	Ширина, мм	Обмотка, мм	Ткань					
						GSM, г/м ²	Нити		Длина, м	Плотность, кг/м ³	Вместимость, кг
							уток	основа			
1050	3800	3000	877	500	189	210	75D	75D	317	163	200
1050	3800	2900	922	500	211	192	75D	75D	400	163	223
1050	3800	2000	827	500	164	135	70D	70D	1112	440	300
1050	3800	2900	790	500	145	66	70D	70D	2094	470	400
1050	3800	3000	954	500	227	18	20D	20D	8000	278	432
1050	3800	3000	667	500	83	128	75D	75D	706	591	270
1050	3800	2900	974	500	237	88	-	-	1200	192	305
1050	3800	3000	637	500	68	75	150D	70D	900	553	203

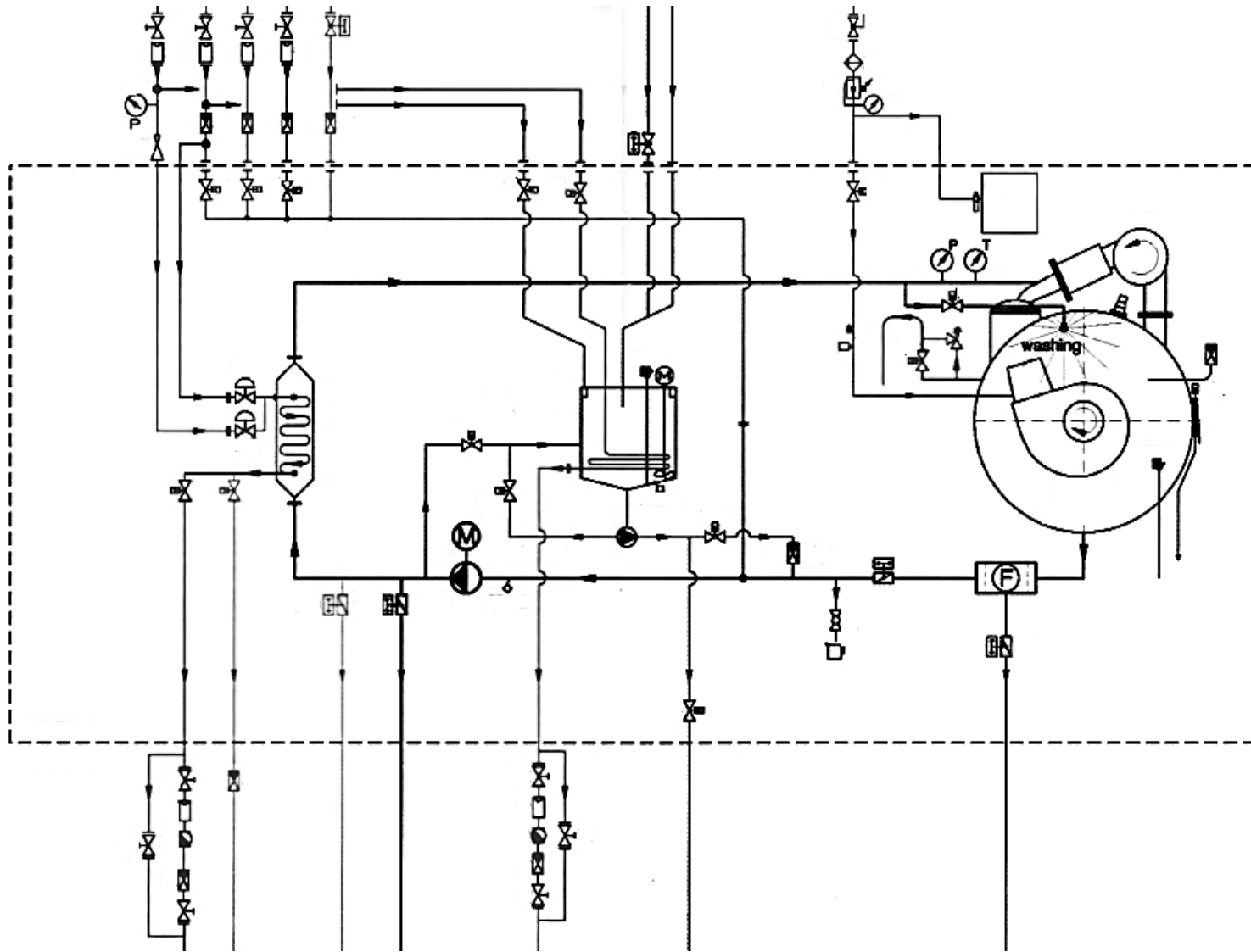
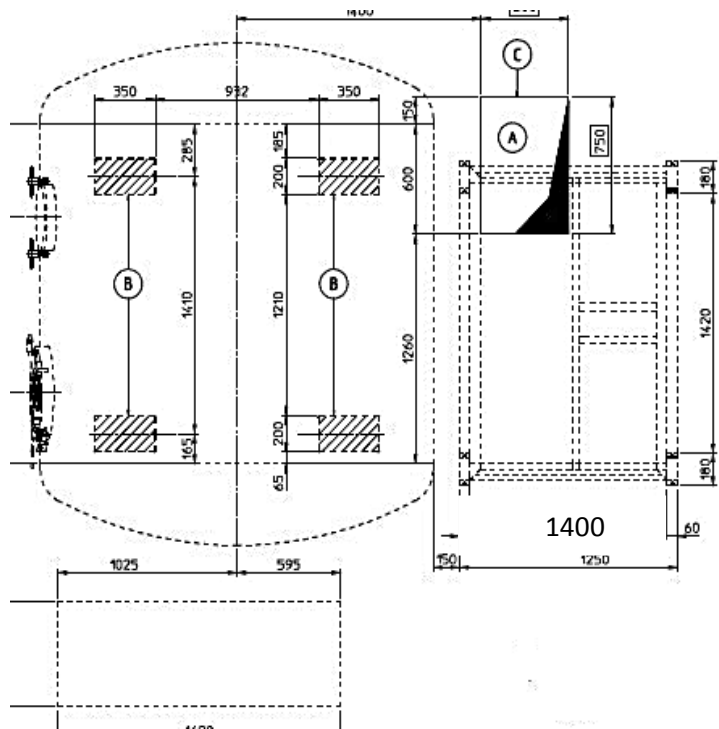
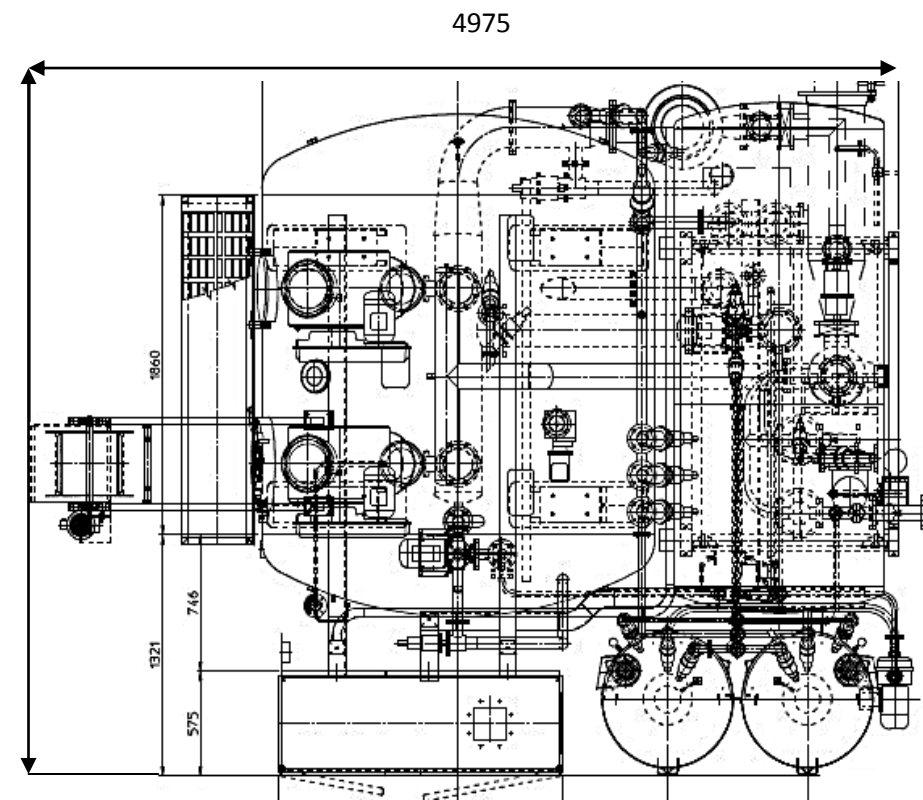


Рис. 3.16. Принципиальная схема автоматизации эжекторной машины



3171



a

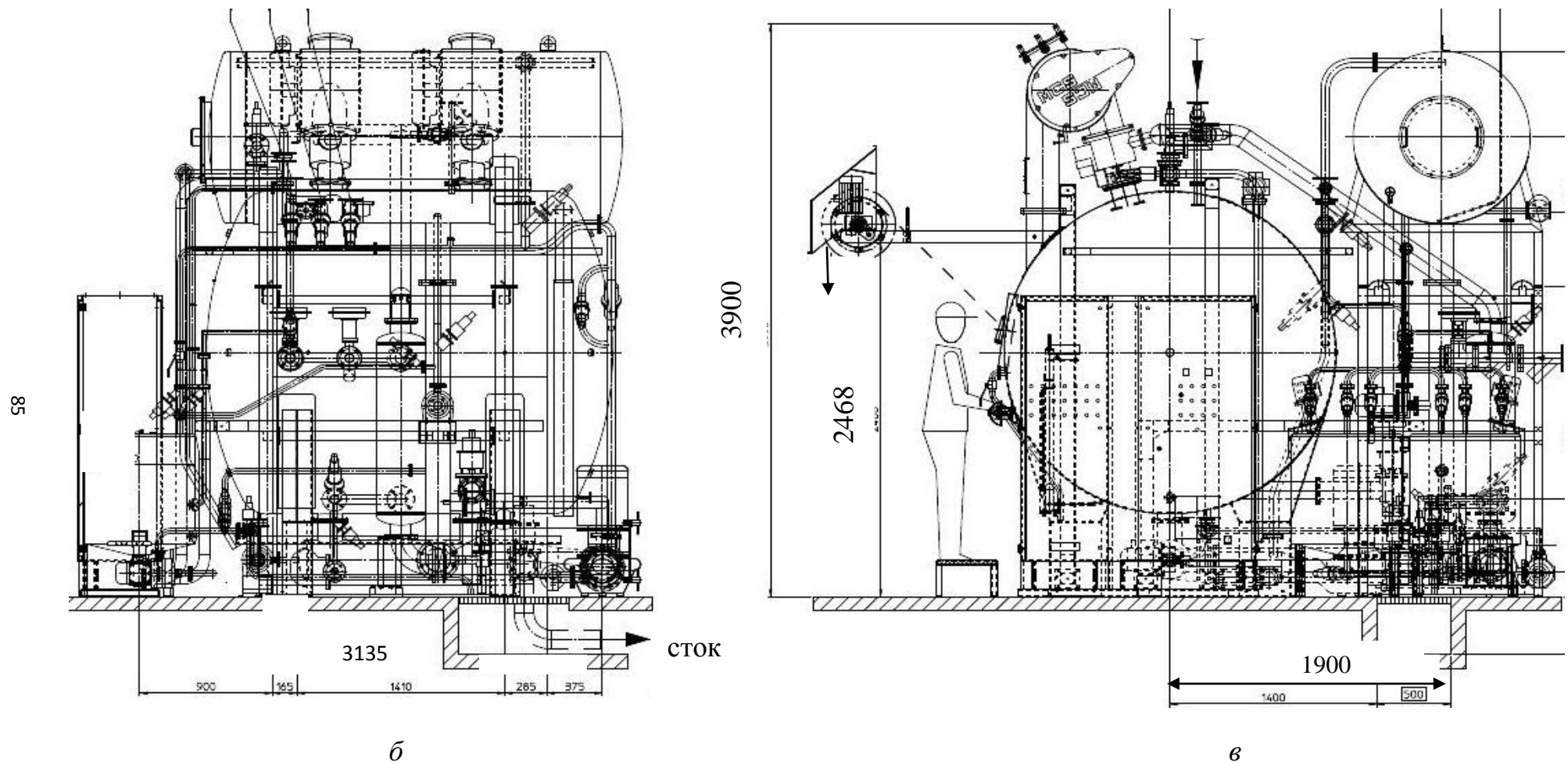


Рис. 3.17. Схема-чертеж эжекторной машины котлового типа First: а – вид сверху; б – вид с торца; в – вид с боку

Трубные эжекторы от машин котлового типа отличаются тем, что имеют более высокий модуль обработки, что обеспечивает более качественную подготовку и крашение (рис. 3.13–3.18). Максимальная рабочая температура обработки достигает 135 °С. Насыпной вес, приходящийся на двойную трубу составляет максимально 250–280 кг. Максимальный объем рабочего раствора составляет приблизительно 2800 л, а минимальный 1200 л. Скорость мотвила регулируется бесступенчато от 40 до 220 м/мин. Степень нагревания при давлении пара 6 бар при нагреве с 20 до 100 °С скорость нагрева составляет 4 °С/мин. А с 100 °С до 135 °С – 2 °С/мин. Скорость охлаждения со 135 °С до 80 °С приблизительно 3,5 °С/мин. Размеры: одноствольной трубы составляют: 2×7,5 м, двойной трубы 2,5×7,5 м, а тройной трубы соответственно 3×7,5 м. Технические характеристики эжекторных машин представлены в табл. 3.6 – 3.12.

На рис. 3.19 изображена схема U - образной трубной красильной машины высокого давления, крупные части которой изготовлены из нержавеющей стали AISI 316/316L очень стойкой к коррозии. Техническая характеристика красильной машины (модель 03-B) представлена в табл. 3.13.

Высокоэффективный теплообменник для быстрого нагрева и охлаждения. Имеется панель управления машиной и магнитный индикатор уровня жидкости. В табл. 3.14 приведены технические характеристики машин марки TUT.

Таблица 3.11

Расходные нормы для эжекторных машин DMS трубного типа

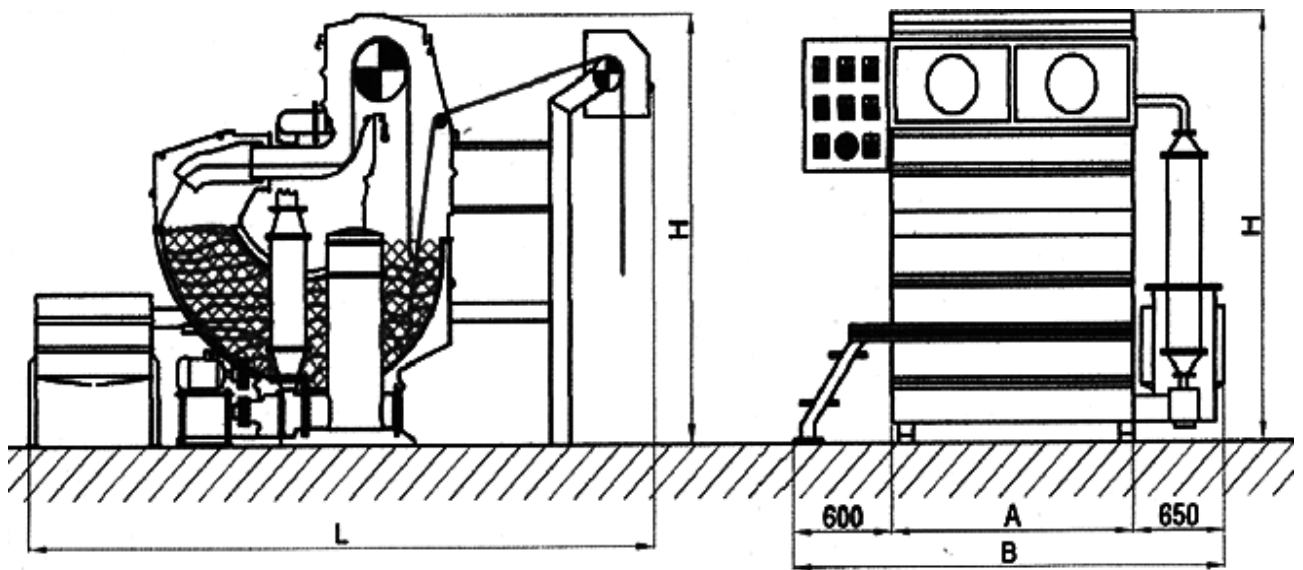
Расход	Хлопок/темные тона	Полиэстер	Хлопок/светлые тона	Вискоза
Вода (25°С) Модуль, л/кг	60,1/35,5*	27,1/16	46,6/27,5	33,9/20
Пар (8 атм), кг пара/ кг ткани	5,67/3,52	2,51/1,56	3,58/2,22	2,11/1,31
Мощность, кВт/ кг ткани	0,29/0,26	0,23/0,2	0,25/0,22	0,2/0,18
Длительность, мин	440/383	276/240	368/320	299/260

* В числителе – для базовой модели, в знаменателе – для DMS 11

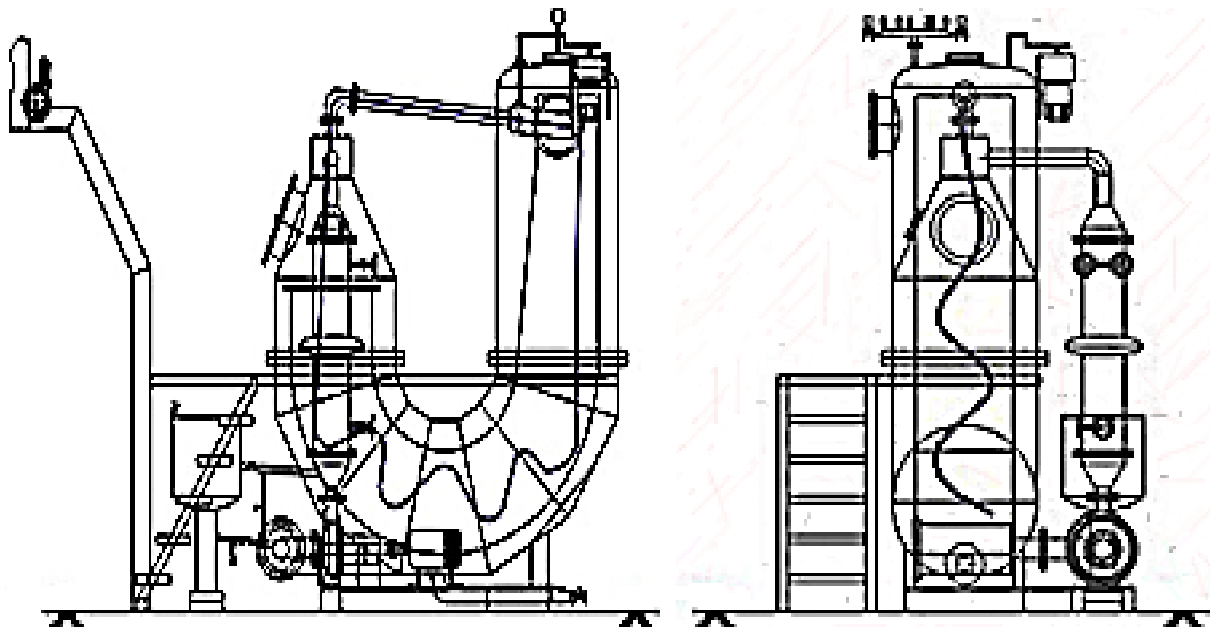
Таблица 3.12

Техническая характеристика DMS 11 НТ трубного типа

Загрузка, кг	Камеры	А, мм	В, мм	С, мм	Д, мм	Расход пара (6 атм)	Мощность, кВт
15	1	2540	1250	2750	1490	0,055	6,14
25	1	3250	1750	3000	1880	0,091	6,84
50	1	3250	1750	3000	1980	0,183	7,64



a



б

Рис. 3.18. Красильная машина и принципиальная схема эжектора для смесовых многокомпонентных и полиэфирных тканей 03-В фирмы «Alkan»

Таблица 3.13

Техническая характеристика красильной машины (модель 03-В)

Мощность, кг	А	В	Л	Н
50	700	1300	3300	2650
150	880	2130	4450	2650
300	1720	2970	4450	2650
450	2560	3810	4450	2650
600	3400	4650	4450	2650
750	4240	5490	4450	2650
900	5080	6330	4450	2650

Таблица 3.14

Технические характеристики машин марки TUT

Параметры	Модель						
	TUT-50	TUT-100	TUT-150	TUT-250	TUT-300	TUT-350	TUT-500
Загрузка, кг	50	100	150	250	300	350	500
Объем, л	175	350	525	875	1050	1225	1750
Температура, °С	130	130	130	130	130	130	130
Рабочее давление, кг/см ²	3	3	3	3	3	3	3
Время нагрева в минуту 30 – 130 °С	25	30	30	40	45	50	60
Время охлаждения в минуту 130 – 85 °С	15	15	15	25	25	30	40
Длина, мм (А)	1800	2300	2470	2535	2655	2720	3000
Ширина, мм	1700	2165	2335	2400	2420	2505	2565
Высота, мм	2975	3100	3425	3425	3825	3925	3905

В данных машинах (рис.3.19) мягкие насадки имеют большой диаметр. Основная насадка регулируется. При увеличении и уменьшении зазора сопла расход и давление увеличиваются или уменьшаются с повышением качества ткани. Эксклюзивные функции: низкий модуль ванны; нет эффекта пилинга; низкий расход красителей (30 – 500 г/м): машина универсальна; счетчик потоков, а также обратный поток; сниженное загрязнение сточных вод; высокая температура до 140 °С; емкость до 300 кг. Возможности красильной машины, приведенной на рис. 3.16: полностью съемная корзина; расход красителей 30 – 500 г/м; обрабатываемые ткани: полиэстер, хлопок, трикотажные ткани; обработка производится при минимальном натяжении; идеальная система промывки обработанной ткани; доступная емкость от 100 до 800 кг; низкое натяжение и

объемные мягкие насадки; полностью демонтируемые конструкции; основные детали машины выполнены из стали SS 316L; низкая температура - до 90 ° C (макс.).

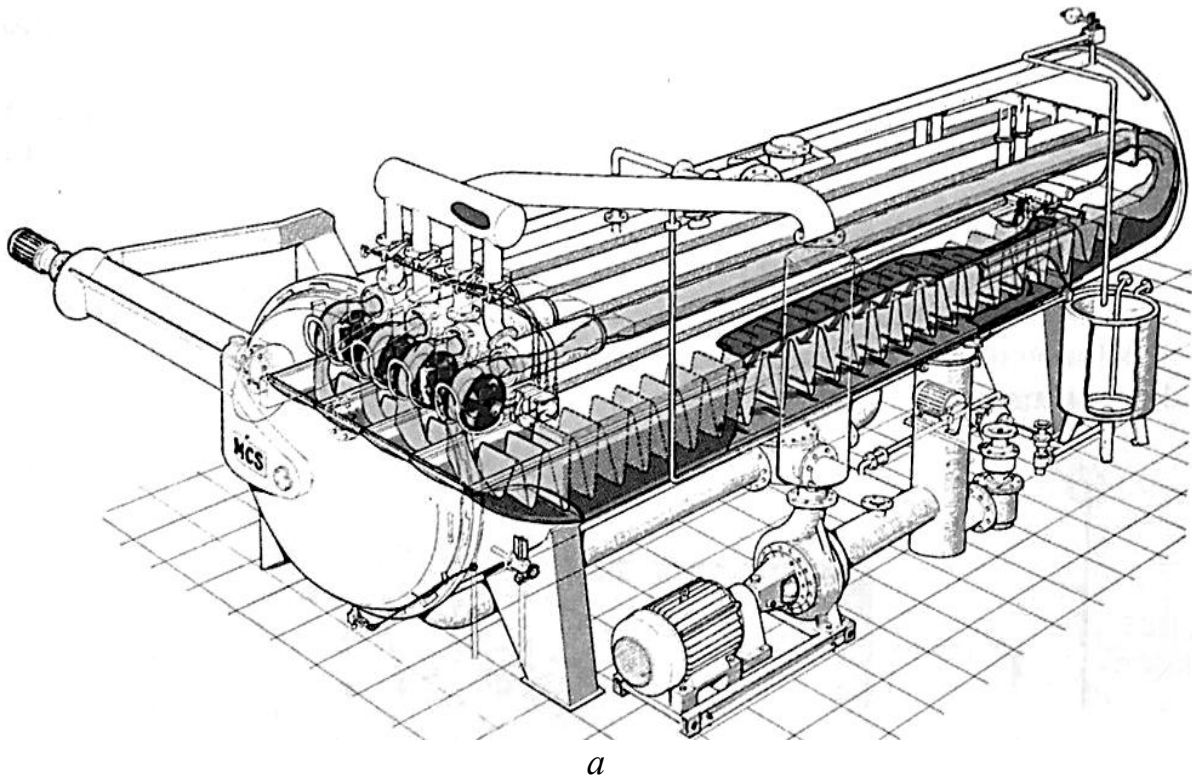
Таблица 3.15

Технические данные эжекторной красильной машины «Surfer»

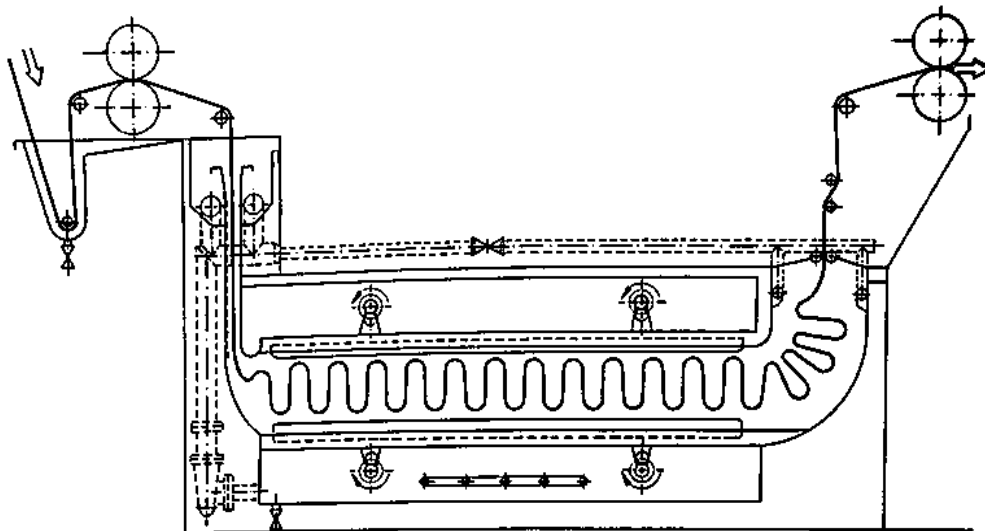
Параметры	Тип машин при глубине 2,5- 3,2 м											
	K.S.100		K.S.200		K.S.300		K.S.400		K.S.500		K.S.600	
	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2
Погрузочный вес, кг	100	120	200	240	300	360	400	480	500	600	600	720
Объем раствора, 10 ² л	6	7,2	12	14,4	18	21,6	24	28,8	30	36	36	43
	15	18	30	36	45	54	60	72	75	90	90	108
Ширина, м	2		3.1		4		5		5.9		6.8	
Глубина, м	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2	2.5	3.2
Высота, м	2.7		2.7		2.7		2.7		2.7		2.7	

На рис. 3.20 – 3.22 изображены схемы высокоскоростных машин для крашения, а также приведены технические данные эжекторной красильной машины в табл. 3.15. Они получили широкое признание благодаря своей высокой производительности. Высокоэффективный теплообменник обеспечивает кратчайший цикл окрашивания ткани с быстрым нагревом и охлаждением. Емкости высокого давления и части машины изготовлены из нержавеющей стали AISI316/316 с высокой коррозионной устойчивостью. На рис.3.23 изображена схема длиннотрубной высокопоточной красильной машины. Техническая характеристика машин марки ТТJ представлена в табл. 3.16.

Красильные машины Jet 250/HT (рис. 3.25) и Overflow (рис. 3.24) были разработаны для трикотажа и деликатных тканей на основе натуральных и синтетических волокон. Принципиальное различие между машинами эжекторного типа, например, рис. 3.19 – 3.27 в том, что в некоторых материал транспортируется в ванной с высокой скоростью через сопло, а в других эта транспортировка осуществляется путем переполнения ванны.



a



б

Рис. 3.19. Схема U-образной трубной красильной машины TUT-50 (а) и JIS-55, Италия (б)

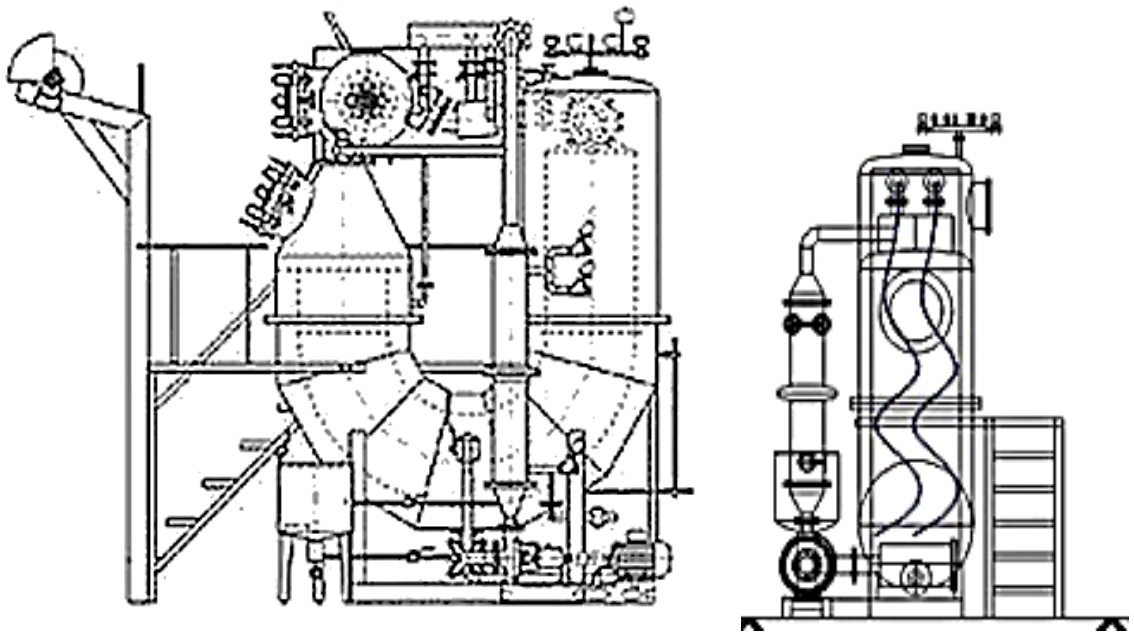


Рис. 3.20. Схемы красильной эжекторной машины трубного типа с мультисоплом для мягкого потока

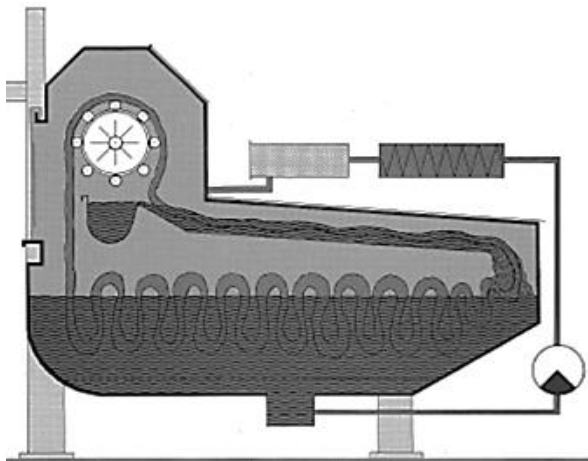


Рис. 3.21. Эжекторная машина трубного типа «Surfer» для подготовки и крашения фирмы «Krantz»

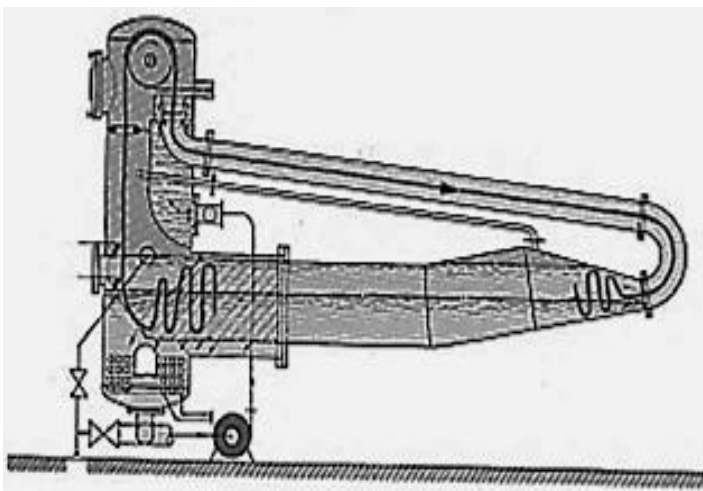


Рис. 3.22. Высокотемпературная трубная красильная машина К.ФМ6 фирмы «Krantz»

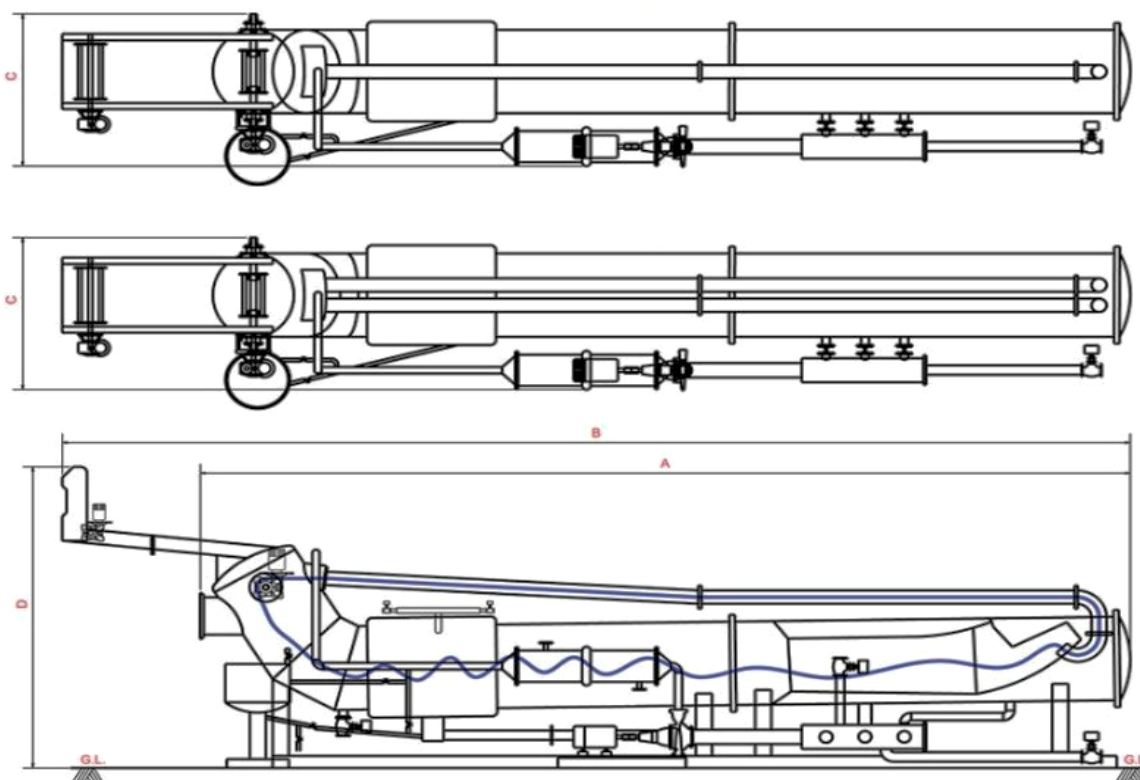
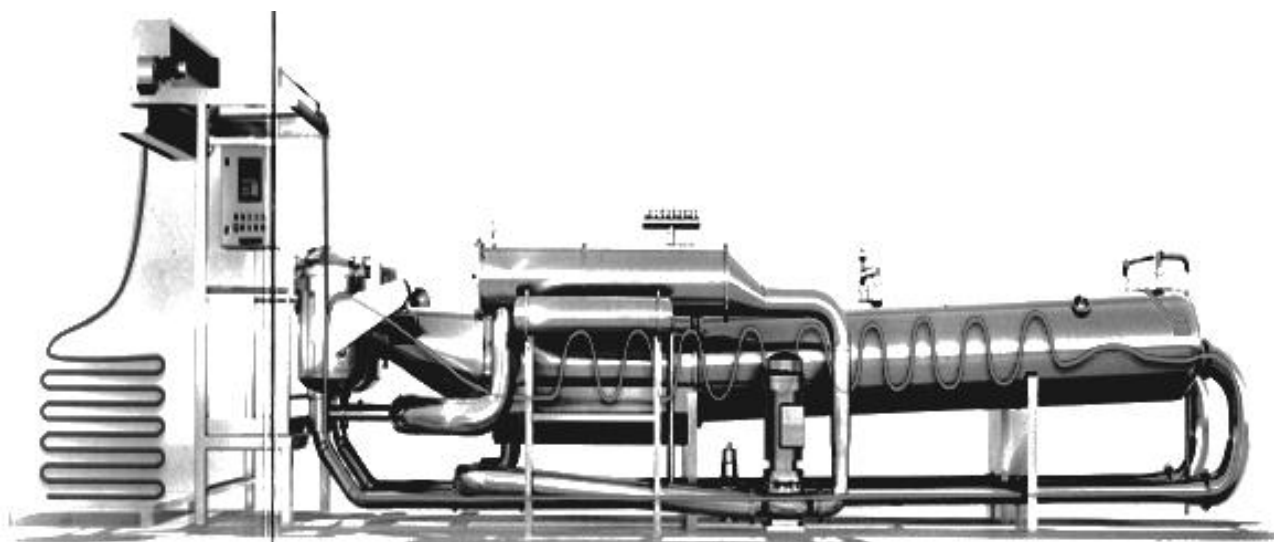


Рис. 3.23. Схема длиннотрубной высокопоточной красильной машины ТТJ-I-150



6

Рис. 3.24. Пример эжекторной трубной машины Jet 250/HT (длина – 10700мм, ширина – 5200мм, высота 3600мм, загрузка – 180кг)

После выгрузки материала из эжектора, требуется удаление избыточной влаги и расправление жгута. Эти операции могут выполняться на отдельных машинах или на комбинированных машинах, например, турецкой фирмы «Al-

кан» 05А (рис. 3.29). Схемы современных вакуум-отсосных машин этой же фирмы приведены на рис. рис. 3.28. Эти машины снабжены перфорированными барабанами, которые огибают текстильный материал. Внутри барабанов размещен вакуум-отсос. Для эффективности работы жгуторасправителя, целесообразно применять оригинальные пластиковые емкости, в днище которых установлен подшипник, позволяющий в процессе раскрутки жгута исключать натяжение. После жгуторасправителя полотна поступают на сушильно-ширильное оборудование (глава 5).

Таблица 3.16

Техническая характеристика машин марки ТТJ

Параметры	Модель			
	ТТJ-I-150	ТТJ-I-200	ТТJ-II-300	ТТJ-II-400
Загрузка, кг	150	200	150x2	200x2
Объем, л	750	1000	1500	2000
Температура, °С	135	135	135	135
Рабочее давление, кг/см ²	3	3	3	3
Время нагрева 30–130°С, мин	40	45	50	60
Время охлаждения 130–85°С, мин	20	25	30	35
Длина В, мм	10025	11200	9425	10425
Ширина С, мм	1750	1750	2300	2300
Высота D, мм	2875	2875	3425	3425

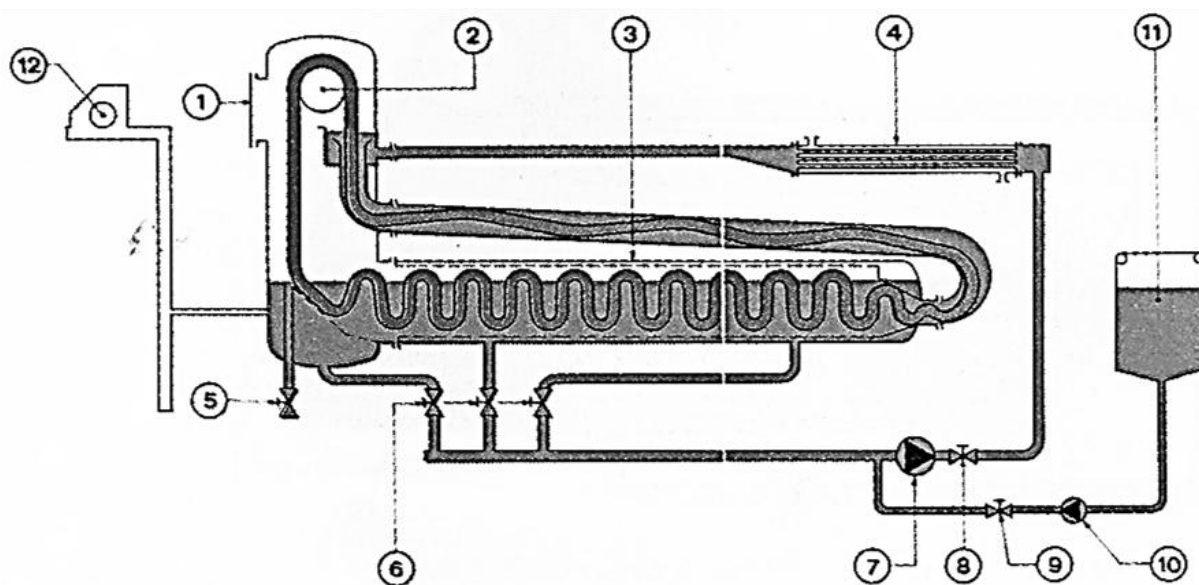


Рис. 3.25. Красильная машина OverflowHTF «Mezzera»:

1 – окно для загрузки ткани; 2 – ролик; 3 – резервуар для крашения; 4 – теплообменник; 5, 6 – клапан; 7 – основной насос для циркуляции раствора; 8 – регулировка расхода; 9 – клапан регулировки введения раствора; 10 – насос для введения раствора; 11 – бак с красильным раствором; 12 – катушка с тканью

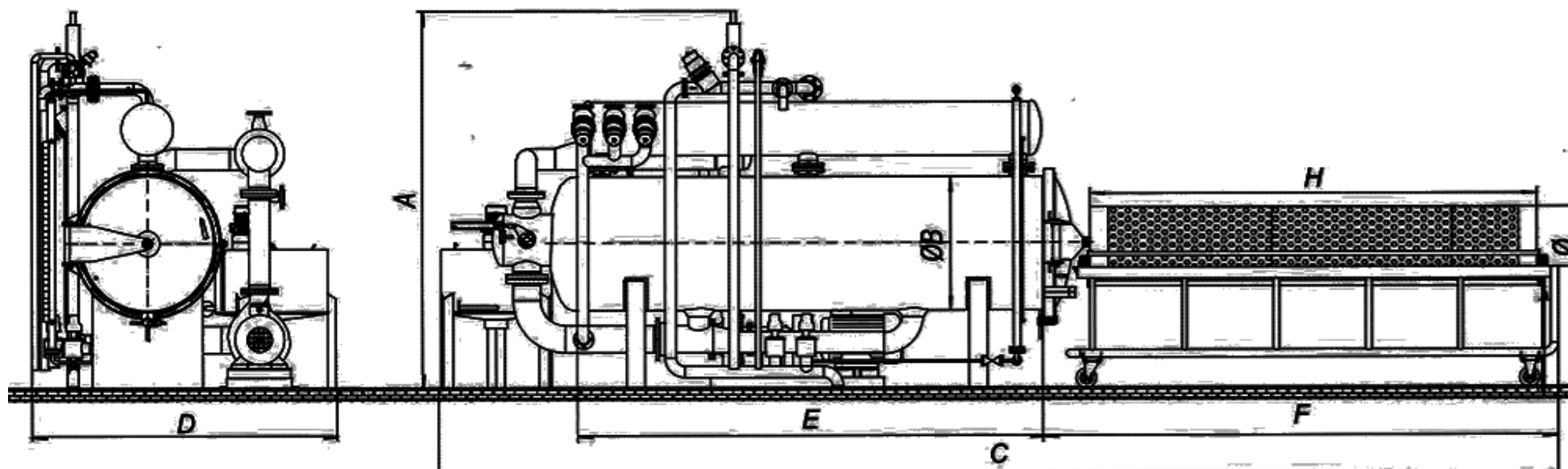


Рис. 3.26. Схема эжекторной машины трубного типа DMS 11 HT периодического действия

94

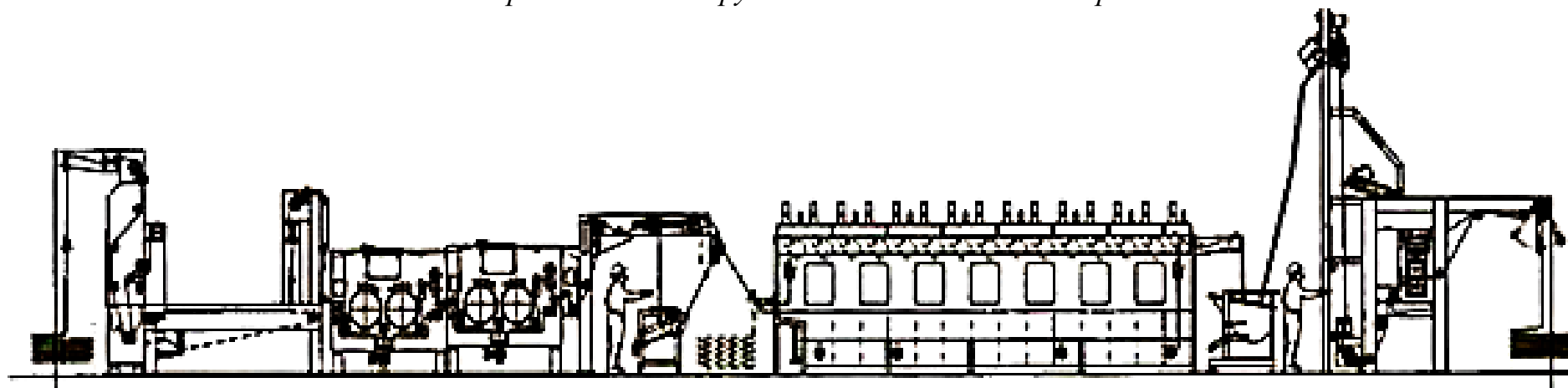


Рис. 3.27. Схема агрегированных эжекторных красильных машин трубного типа «Concord» универсал для непрерывной обработки фирмы «Меццера» (Италия)

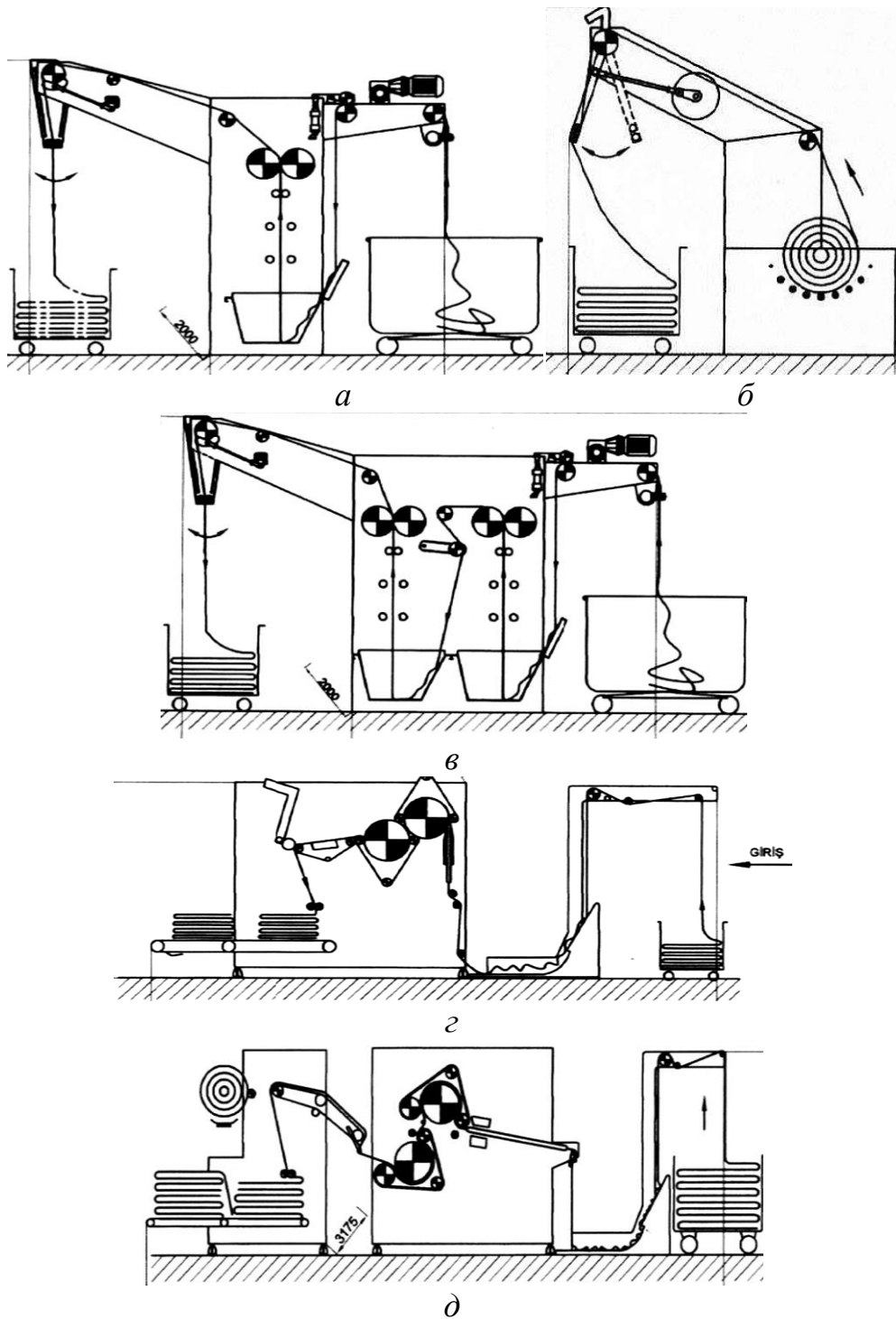


Рис. 3.28. Схемы вакуум-отсосных машин турецкой фирмы «Alkan» для удаления избыточной влаги с различными вариантами расположения перфорированных барабанов: а – габариты 2935×2470, ширина от 1000 – 3000; б – габариты 2200×2350; ширина от 1000 – 3000; в – габариты 3750×2470; ширина от 1000 – 3000; г – габариты 6000×2400; ширина от 1000 – 3000; д – габариты 6000×2400; ширина от 1000 – 3000; д – (габариты 6000×2400; ширина от 1000 – 3000)

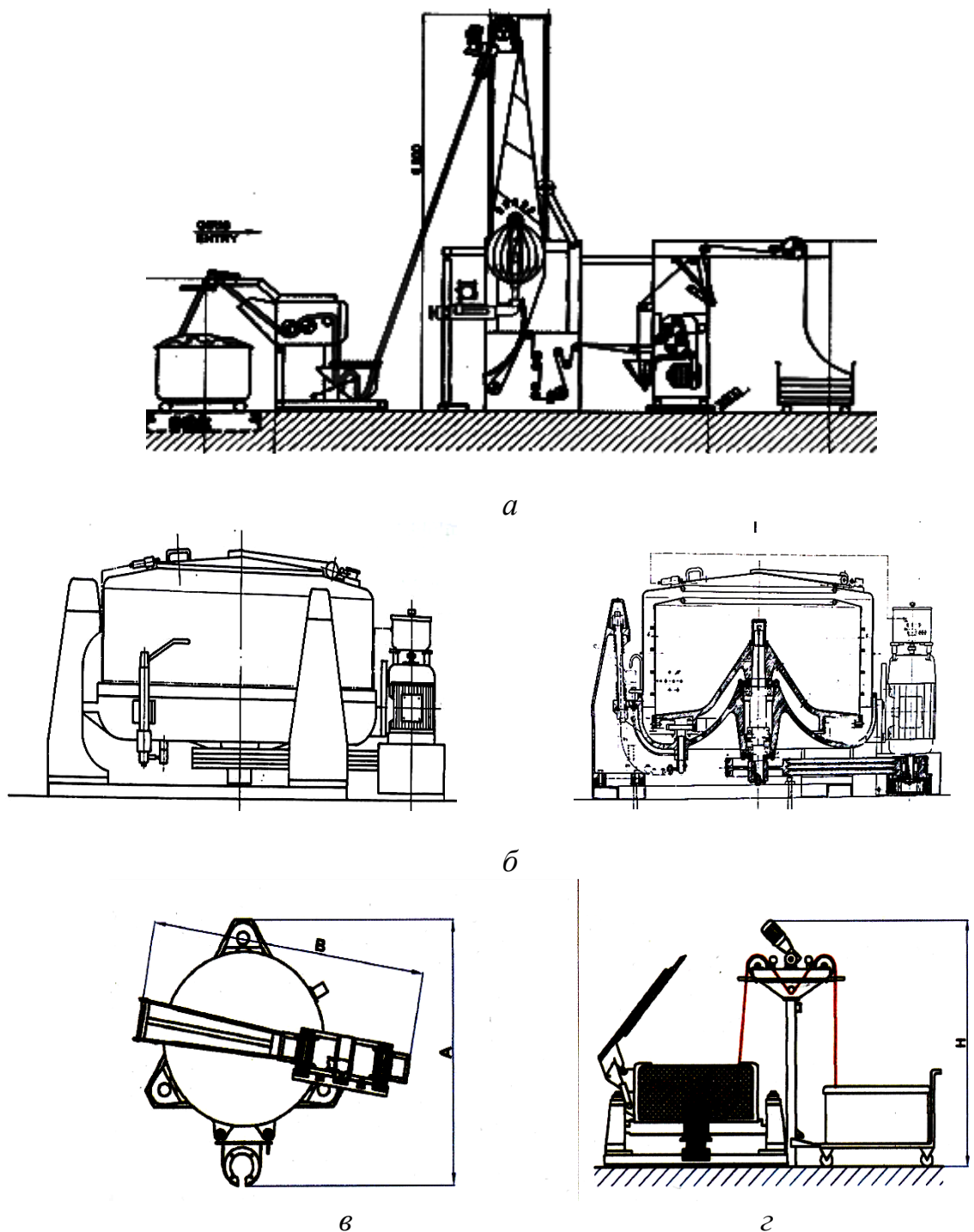


Рис. 3.29. Схема вакуум – отсосной машины непрерывного действия, с агрегированной с жгуторасправителем; габариты: длина 8500 мм, высота 6000 мм (а), центрифуга IMMster (Италия) периодического действия (б), автоматическая центрифуга фирмы «Alkan»

Габариты автоматической центрифуги фирмы «Alkan» составляют: диаметру 125 мм соответствуют следующие размеры: длина 2250 мм, ширина 2670 мм, высота 2500 мм; диаметру 150 мм: длина 2650 мм, ширина 2970 мм, высота 3000 мм).

3.1.3. Джиггеры для подготовки и крашения расправленным полотном

Джиггеры относятся к универсальному оборудованию. Они позволяют производить различные процессы на тканях поверхностной плотности в широком диапазоне и сырьевым составом от натуральных до многокомпонентных (табл. 3.17-3.20). Джиггер предназначен для расшлихтовки, отварки, беления, крашения различными классами красителей и промывки тканей шириной до 1650 мм и поверхностной плотностью не более 600 г/м^2 при атмосферном давлении. Длительность процесса определяется циклом времени перемотки с рулона на рулон (10 – 15 мин) в зависимости от длины полотен партии. В длительность необходимо также включать время слива и налива раствора. Джиггеры могут быть атмосферные и работающие под давлением.

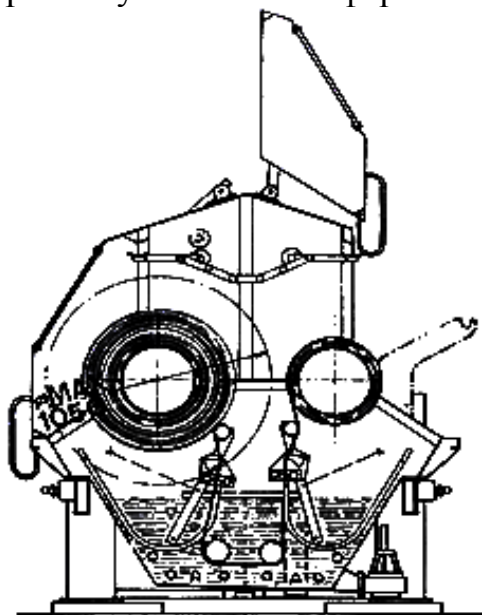


Рис. 3.30. Схема джиггера VGC.
«Mezzeria»

Джиггер VGC (рис.3.30) используют для всех видов полотен из хлопка, льна, вискозы, ацетата, нейлона и шелка. Внутри ванны находится змеевик для непрямого подогрева, две поворотные штанги и пульверизаторная трубка с двойной направляющей планкой. Установленный гидравлический блок управления обеспечивает постоянное натяжение во время цикла обработки. Терморегуляторы регулируют подогрев или поддерживают постоянную температуру желаемых параметров, которые затем легко воспроизводятся для изготовления промышленных партий. Машина имеет боковую ванночку для подготовки химических препаратов. В табл. 3.17 представлены технические характеристики джиггера VGC фирмы «Меццера».

В джиггере VGSO фирмы «Меццера» (рис.3.31) наматывающие цилиндры имеют диаметр 322 мм и один цилиндр, установленный на дне ванны, предусмотрен с перфорацией для благоприятного сцепления ткани с его поверхностью и устранения трения. Имеется балансир на основной оси, поддерживаемый сферическими подшипниками с точным соединением и мягкой амортизацией, которые способствуют лучшему сцеплению полотна с наматывающим

цилиндром без натяжения (рис. 3.31). Натяжение полотна остается неизменным в течение всего прохода. Кроме того, для достижения результата более равномерной обработки вводится в действие циркуляционный насос для рабочего раствора и подогрев корпуса, предупреждающий образование конденсата внутри джиггера. В табл. 3.18 представлены технические данные джиггера VGSO фирмы «Mezzera».

Таблица 3.17

Технические характеристики джиггера VGC фирмы «Mezzera»

Ширина стола А, мм	1400 – 2400
Рабочая ширина, мм	1200 – 2200
Объем ванн, л	35 на 1 м стола
Установочная мощность, кВт	1,5
Скорость движения полотна, м/мин	0 – 30
Вместимость полотна, м	52
Диаметр рулона, мм	300
Длина машины С, мм	А+840
Ширина машины, мм	950
Высота с открытой крышкой, мм	1850

Машина модели JIGG-TRONIC 1100 – электронный джиггер с электрическим двигателем, который контролирует и регулирует натяжение ткани. В данном джиггере используется сложная компьютерная программа, которая регулирует скорость движения обоих двигателей, автоматически приспосабливаясь к постоянным изменениям диаметра рулонов ткани. Главные технические особенности: твердая блочная конструкция; цилиндры ведущей системы servomotors – это диспетчеры, которые являются управляющим компьютером; полностью электрическое открытие и закрытие дверей; возможность программировать производственный процесс от удаленного компьютера с помощью системы TVE-ESCALE.

Таблица 3.18

Технические данные джиггера VGSO фирмы «Mezzera»

Ширина стола А, мм	1200 – 3400
Рабочая ширина, мм	1000 – 3200
Объем ванны, л/1м стола	220
Установочная мощность, кВт	4
Скорость движения полотна, м/мин	30 – 120
Вместимость полотна, м	303
Натяжения полотна, кг	0 – 50
Диаметр рулона, мм	700
Длина машины С, мм	А+1735
Ширина машины, мм	1550

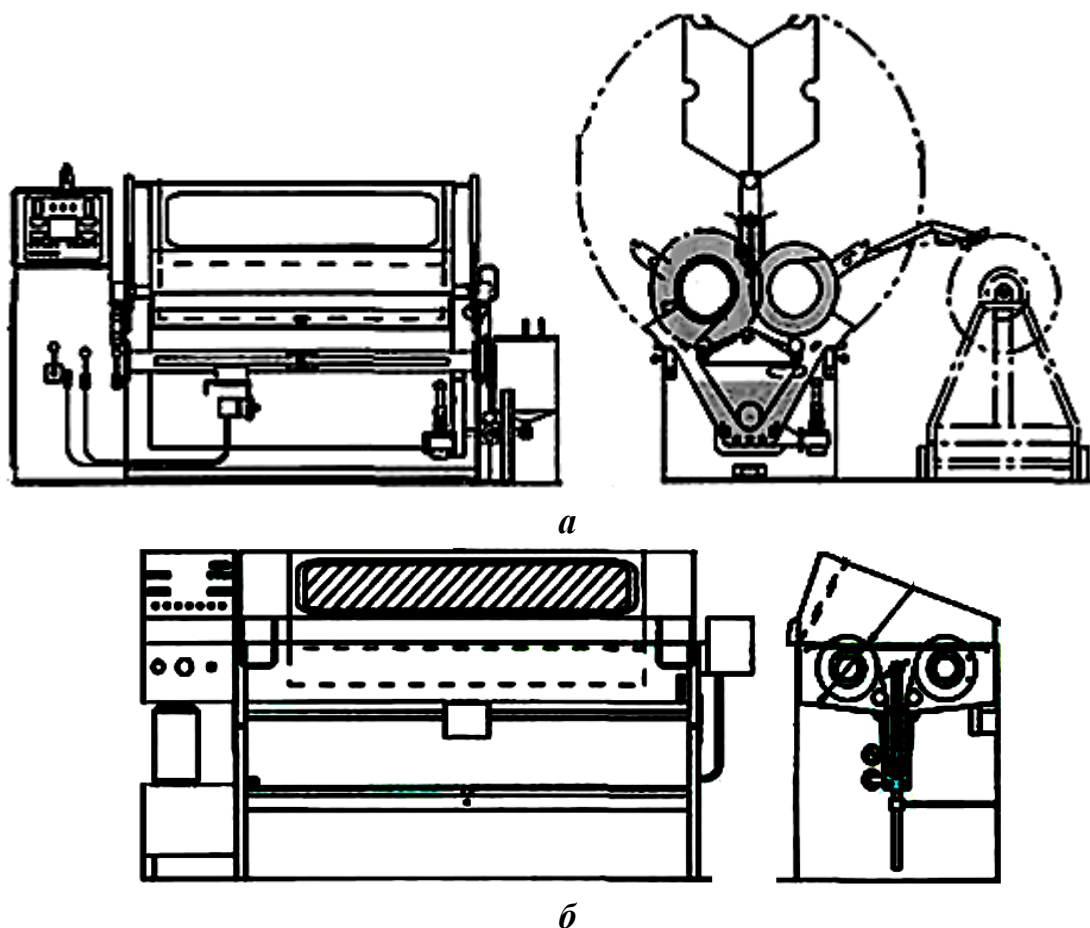


Рис. 3.31. Схема джиггера VGSO (а) VGC (б) фирмы «Мецера»

Таблица 3.19

Технические данные джиггера ZHGR1800

Диаметр ролика, мм	219
Максимальная ширина, мм	1800
Максимальный диаметр, мм	680
Рабочая скорость, м/мин	40 – 110
Максимальное давление, МПа	0,28

Эти технические особенности позволяют получить большую производительность, лучшее качество, более низкое потребление энергии (экономия 80 % электрической энергии по сравнению с гидравлическими джиггерами), низкий шумовой уровень. Главные особенности: твердая блочная конструкция с нержавеющей сталью AISI-316, ширина с 1600 до 3400 мм, диаметр роликов 320 мм, максимальный диаметр ролика 1100 мм.

Джиггер крашения под давлением, модель: HD618-1200 (рис.3.32) применяется главным образом для осуществления расшлихтовки, отварки, отбелики и крашения врасправку тканей из нейлона, шелка, хлопка, лавсана, пеньки, а также смесовых тканей. Подходит для широкого применения в отрасли сухой пе-

чати и крашения, отвечает развивающимся потребностям для производства малых партий товара при многообразном его ассортименте.

Применяется привод переменного тока с преобразователем, компьютерное (PLC) управление и техника обмена и передачи данных. Прямое (непосредственное) измерение и регулирование натяжения и скорости движения ткани. Наличие замкнутой системы управления: применяется сенсорный экран оператора для диалога человека и машины; машина оснащена автоматической регулировкой температуры, автоматической перемоткой, автоматической сменой направления, автоматической остановкой машины и функцией маятникового выкладывания ткани.

Аппарат оснащен системой циркуляции красящего раствора, что позволяет обеспечивать равномерность температуры и густоты красящего раствора. В системе циркуляции имеется фильтрующее устройство для предотвращения забивания трубопровода. Машина оснащена устройством нагревания и поддержания температуры, расположенным в верхней части, что повышает ее производственную эффективность. Аппарат оснащен лампами общего освещения в верхней части корпуса (кожуха), сигнальными и аварийными лампочками, рычагом аварийной остановки машины и прочими вспомогательными устройствами. Полностью автоматическое управление производственным процессом позволяет реализовывать различные технологические комбинации.

Основные технические параметры машины: диаметр основного валика 245 – 325 мм; максимальный диаметр рулона ткани 1200 мм; ширина ткани 1800 – 3400 мм; регулируемая сила натяжения ткани 20 – 90 кг; регулируемая скорость подачи ткани 20 – 120 м/мин; максимальная рабочая температура 140 °С; максимальное рабочее давление 0,3 мПа; установленная мощность электродвигателей 20,5 кВт; уровень шума, не более 60 дБ; давление выходного отверстия сжатого воздуха 6-10 бар; толщина стенок корпуса 6 мм.

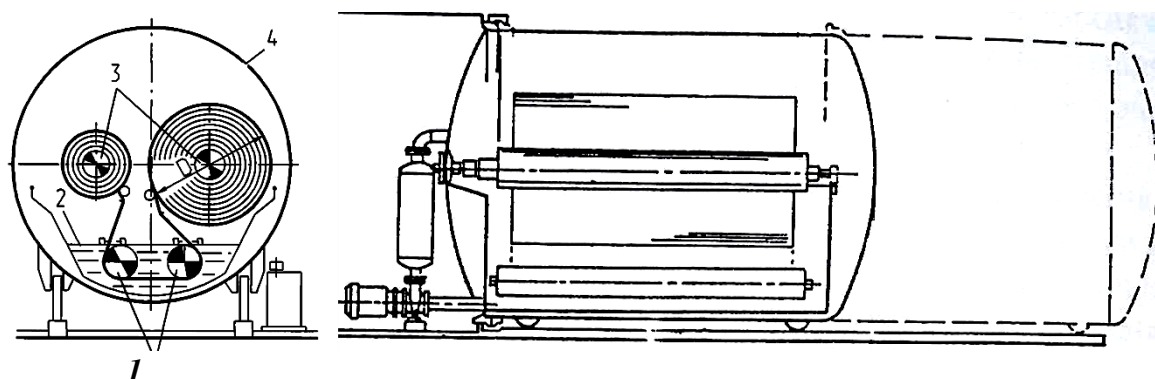


Рис. 3.32. Схема джиггера крашения под давлением HD618-1200: 1 – ролики; 2 – раствор красителя; 3 – тянущие валы с тканью; 4 – корпус.

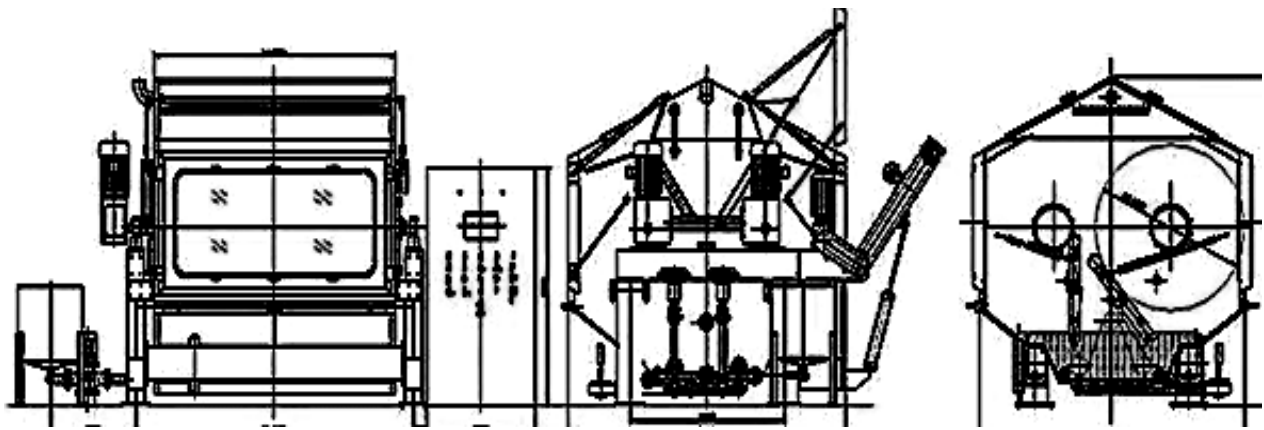


Рис.3.33. Схема атмосферного джиггера QJR102-220 (рабочая ширина 2200 (3400) мм))

Атмосферный джиггер модель QJR102-220(340) (рис.3.33) применяется для расшлихтовки, отварки, отбели, промывки, крашения, пропитки аппретами. Подходит для производства широкого ассортимента тканей и небольших партий товара. Технические параметры джиггера: диаметр товарного валика 350 мм; механическая скорость машины составляет 20 – 120 м/мин; давление подачи пара $\geq 0,2$ мПа; сжатый воздух $\geq 0,4$ мПа; давление подачи воды $\geq 0,2$ мПа; сеть электропитания 380 В, 50 Гц. Установленная мощность при рабочей ширине от 1800 до 2600 мм составляет 20 кВт; при рабочей ширине от 2800 до 3600 мм составляет 28 кВт. Давление сжатого воздуха в системе обеспечивается до 6-10 бар. Ширина дверцы машины 2200 (3400) мм. Регулируемая сила натяжения ткани 15 – 100 кг, диаметр наматывания ткани не более 1400 мм, устройство управления PLC. Привод переменного тока с частотным преобразователем. Используется электропривод с частотным преобразователем и современная техника управления и обмена данными с PLC, автоматизация производственного процесса. Применяются высококачественные (импортные) детали электроуправления, чем достигается длительный срок эксплуатации, надежность работы.

Данный джиггер обладает устройствами автоматического распознавания неполадок, автоматической сигнализации, блокировки работы машины, высоким уровнем безопасности. Благодаря датчикам измерения скорости и датчикам силы натяжения с обратной связью осуществляется поддержание постоянной скорости и постоянной силы натяжения. Приводная конструкция джиггера компактна, характеризуется низким рабочим уровнем шума. Гидравлический привод снижает расход электроэнергии. Электрооборудование произведено французской компанией «Shinaide». Низкое потребление воды, низкий расход электроэнергии, намного снижает себестоимость производства.

Автоматический джиггер атмосферного давления и постоянной температуры для крашения ткани в рулонах (модель SWR-1000 и SWR-1200) оснащен автоматическими функциями подсчета в движении, подсчета, изменения направления, обратного движения, остановки и пр. Благодаря высокой автомати-

зации процесс производства может быть более стабильным надежным и точно. Красильная машина занимает в настоящее время лидирующие позиции в Китае. Машина подходит для крашения и отбеливания врасправку различных тканей из шелковых, шерстяных, хлопковых и полиамидных волокон при постоянном атмосферном давлении и постоянном натяжении. Основные параметры крупногабаритной роликовой машины приведены в табл. 3.20.

Таблица 3.20

Технические характеристики роликовой машины SWR1000

Наименование параметра	Значение параметра	
	SWR-1000	SWR-1200
Модель машины	SWR-1000	SWR-1200
Диаметр основного ролика (барабана), мм	Ø 325	Ø 325
Максимальный диаметр рулона ткани, мм	Ø 1000	Ø 1200
Максимальная ширина ткани, мм	1600~3400	1600~3400
Скорость ткани, м/мин	20~100	20~100
Натяжение ткани, кг	2~55	2~55
Габаритные размеры, мм	1800~3515×1900×2267	1800~3515×1900×2267
Масса машины, т	4	4

3.2. Оборудование для непрерывных способов крашения тканей

Способы непрерывного крашения тканей как наиболее производительные получили широкое распространение в хлопчатобумажной, льняной и шелковой промышленности. Линии и агрегаты для непрерывного крашения тканей комплектуются на основе базовых, унифицированных машин, которые можно агрегировать друг с другом в различных комбинациях, отвечающих задачам конкретного технологического процесса. В составы линий входят плюсовки, пропиточные машины с ваннами малого и большого объема, запарные машины, воздушные зрельники, промывные машины с ваннами открытого и закрытого типов с устройствами для интенсификации промывки, отжимные устройства, сушилки и термокамеры.

На отдельных предприятиях России довольно широкое распространение получили линии типа ЛТК для термозольного крашения смесовых тканей. Эти линии отличаются повышенной универсальностью и многоцелевым назначением, они обеспечивают более равномерную окраску больших партий ткани, но при этом имеют более высокий расход красителей и химикатов и менее благоприятные условия прокрашивания из-за кратковременной пропитки ткани красильным раствором. Большой популярностью пользуется оборудование фирмы «Вакаяма» (Япония), которое состоит из двух автономных линий: секции для

термозольного крашения и секции для плюсовочно-запарного крашения. Эти секции могут быть установлены в едином агрегате или работать индивидуально.

Линии термозольного крашения отличаются универсальностью, пригодны для крашения многими классами красителей (кроме кубозолей). Основные направления развития оборудования для непрерывного крашения заключаются в разработке и совершенствовании устройств для нанесения раствора; совершенствовании конструкции промывных ванн роликового и башенного типов, ванн с вакуумными барабанами; в разработке высокоэффективных отжимов с плавающими валами; в повышении коэффициента автоматизации.

Фирмы «Кюстерс» (Германия) и «Беннингер» (Швейцария) предлагают использовать пропитку «мокрое по мокрому». Красильная линия фирмы «Кюстерс» с использованием устройства «Флекснип» показана на рис. 3.34. Красильная линия фирмы «Беннингер» схематично изображена на рис. 3.35. Благодаря малому модулю этого устройства, происходит быстрая смена раствора; контролируемое и воспроизводимое нанесение раствора, осуществляемое одновременно с обеих сторон и по всей ширине ткани; обеспечивается большая степень выбирания раствора. Красильная плюсовка фирмы «Кюстерс» и вариации ее исполнения отдельно показаны на рис. 3.34. Схема красильной плюсовки фирмы «Кюстерс» представлена на рис. 3.35.

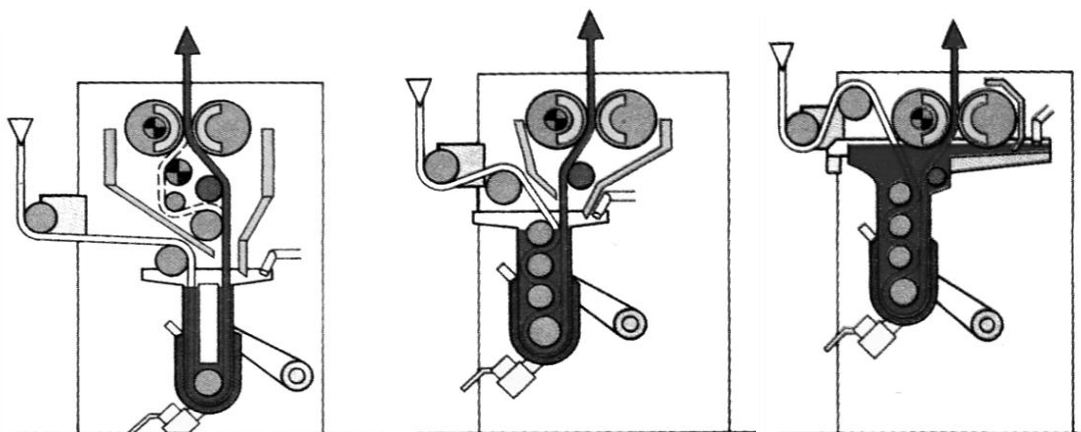


Рис. 3.34. Плюсовка различного исполнения фирмы Кюстерс

Состав линий для термозольного крашения (рис. 3.36) для агрегата из 2-х секций представлен следующим набором машин: раскатное устройство, двухвальные плюсовки (2 шт.), инфракрасная сушилка, воздушно-роликовая сушилка, цепная сушильно-стабилизационная машина 3-х секционная, роликовая термокамера, двухвальные плюсовки (2 шт.), машина запарная роликовая, ванны роликовые мойные (6 шт.), воздушный зрельник, накатное устройство (рис. 3.36). Также на рис. 3.37 представлена линия термозольного крашения фирмы «Вакаяма». В таблице 3.21 приведена техническая характеристика линии термозольного крашения.

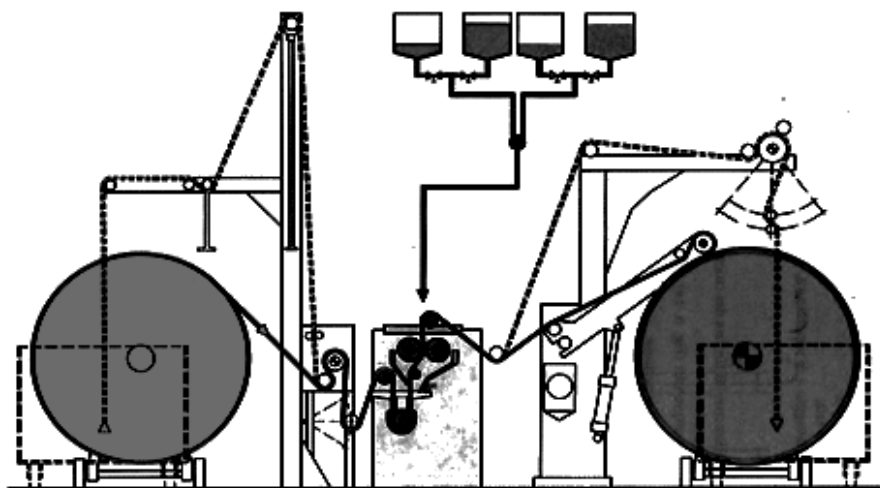


Рис. 3.35. Схема красильной плюсовки фирмы «Кюстерс»

Таблица 3.21

Техническая характеристика линий термозольного крашения

Техническая характеристика	Агрегат из 2-х секций	2-х секционная
Рабочая ширина, мм	1800	1800
Масса обрабатываемой ткани, г/м ²	100 – 300	100-350
Скорость движения ткани, м/мин	до 80	25-120
Установленная мощность электродвигателей, кВт	1132	1200
Максимальный расход: воды, м ³ /ч; пара, кг/ч;	28,7/5000	15/2800
электроэнергии, кВт·ч/ч	-----	740
Максимальная температура термофиксации, °С	230	235
Остаточная влажность ткани после ИК-зоны, %	15 – 20	до 18
Габаритные размеры, мм: длина×ширина×высота	83245×4200×5620	88400×5500×5200

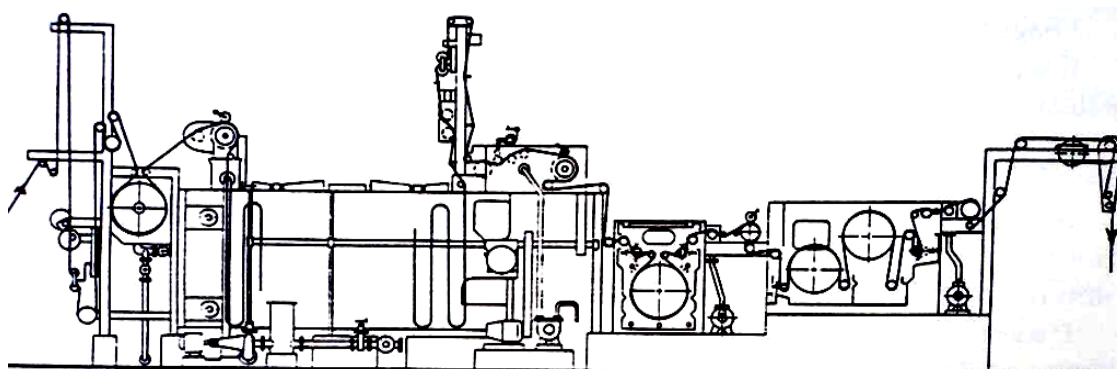


Рис. 3.36. Красильная линия фирмы «Меццера» S 711 + S 722 (Италия) для легкодеформируемых тканей и трикотажа

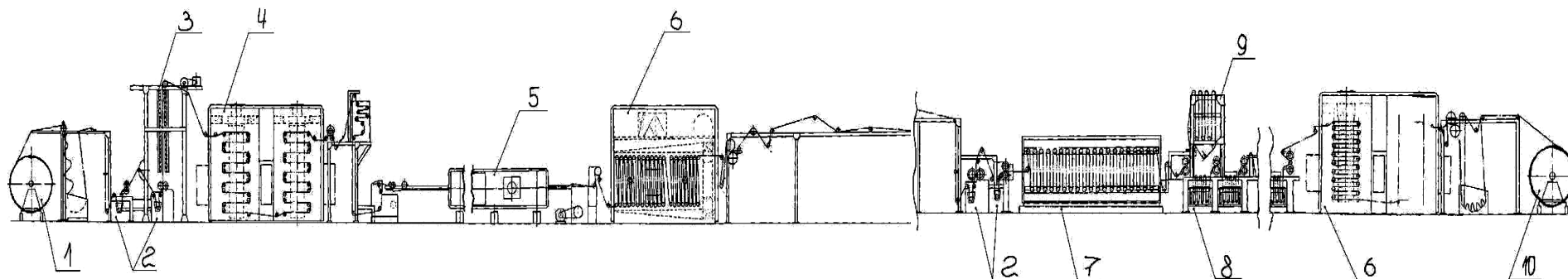


Рис. 3.37. Линия термозольного крашения фирмы «Вакаяма»:

1 – раскатное устройство; 2 – двухвальная плюсовка (4 шт.); 3 – инфракрасная сушилка; 4 – воздушно-роликовая сушилка; 5 – цепная сушильно-стабилизационная машина 3-х секционная; 6 – роликовая термокамера; 7 – машина запарная роликовая; 8 – ванны роликовые мойные (6 шт.); 9 – воздушный зрельник; 10 – накатное устройство



Рис. 3.38. Красильная линия фирмы «Кюстерс» с использованием устройства «Флекснип»:

1 – раскатное устройство; 2 – устройство «Флекснип»; 3 – запарная камера; 4 – промывные машины (7-8 шт.); 5 – машина сушильная барабанная; 6 – накатное устройство

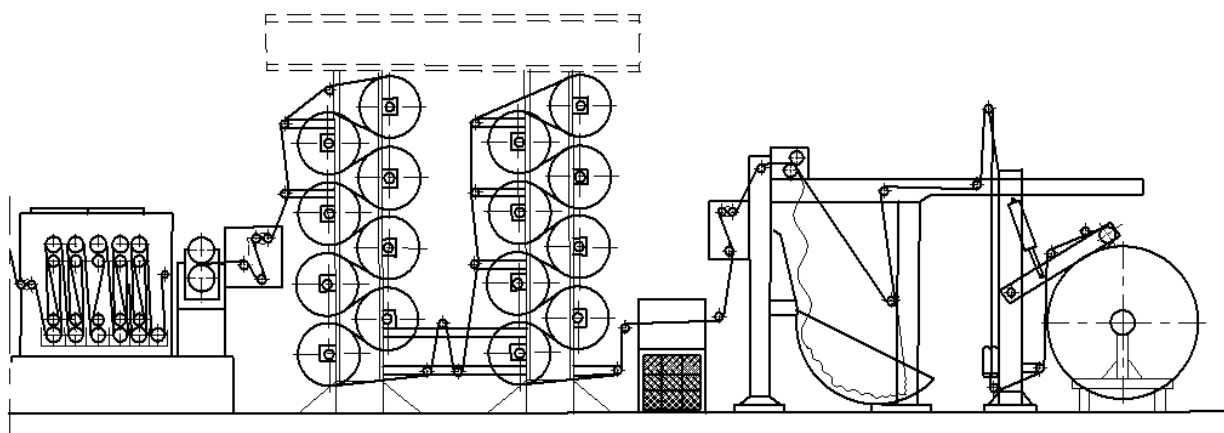
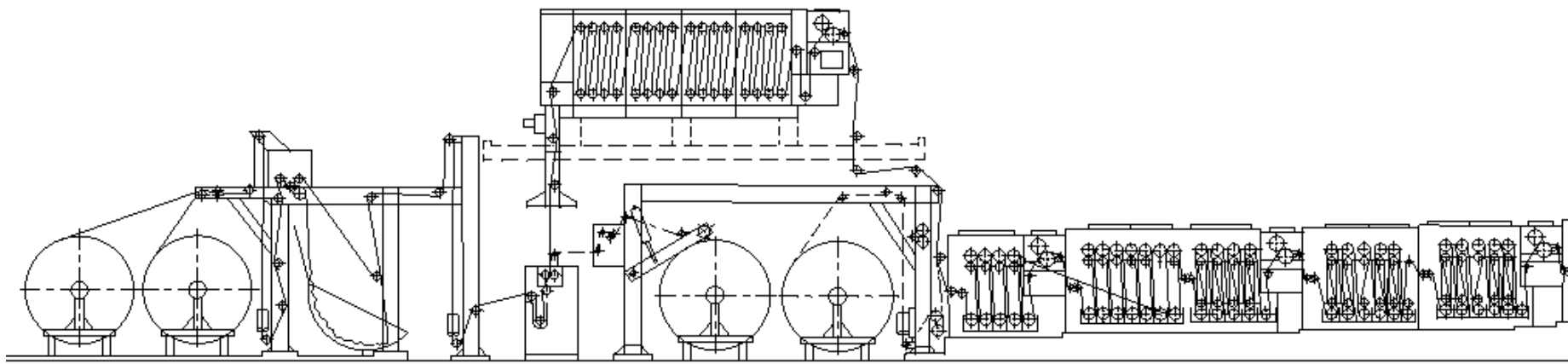


Рис. 3.39. Красильная линия «Беннинггер»

Преимущества плюсовочно-запарного способа крашения: нет колебаний оттенка с одной партии к другой как при крашении в джиггере или по плюсовочно-роликовому способу; лучшая воспроизводимость; равномерность оттенка по кромкам и на концах ткани; экономия в химикатах, красителях, воде, паре и энергии, потребности площади, обслуживающем персонале, угарах ткани. На рис. 3.38, 3.39 представлены схемы линий крашения «Кюстерс» и «Беннингер», базирующихся на плюсовочно-запарной технологии крашения.

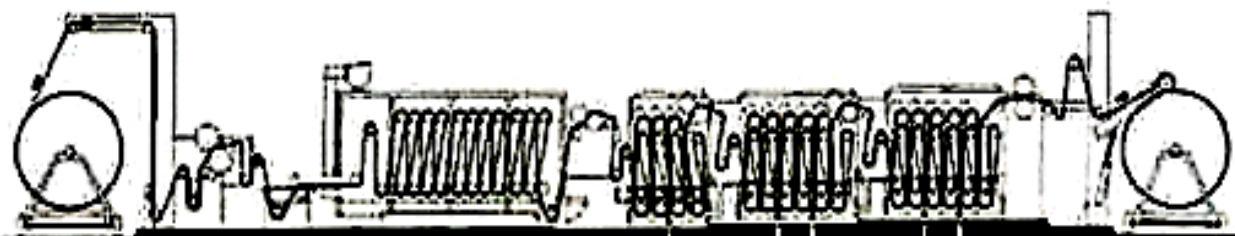


Рис. 3.40. Установка для крашения по плюсовочно-запарному способу фирмы «Беннингер»

Состав линии крашения по плюсовочно-запарному способу фирмы «Беннингер» (рис.3.40): устройство ввода ткани с двумя тянущими валами и тканенакопителем; плюсовка; запарной аппарат; промывная машина с односторонней заправкой ткани; машина промывная Vesoflex LGD-6/2; машина сушильная барабанная; устройство накатки ткани в ролик.

Современная линия для непрерывного крашения по плюсовочно-запарному способу должна быть применима для всех классов красителей и всех видов хлопчатобумажной ткани, льна, махровой ткани, корда, вискозы, смеси с синтетическими волокнами. Конструкции машин, входящих в состав модификаций линий «Беннингер» показанны на рис. 3.41 – 3.45.

В табл. 3.22 приведена техническая характеристика линии крашения по плюсовочно-запарному способу фирмы «Беннингер».

Таблица 3.22

Техническая характеристика линии крашения по плюсовочно-запарному способу фирмы «Беннингер»

Наименование показателя	Значение показателя
Рабочая ширина (ширина ткани), мм	1800
Ширина валов, мм	2000
Диапазон регулирования электропривода, м/мин	36 – 72
Электрическая мощность, кВт	95
Расход на 1000 м ткани:	
воды, м ³	1,9
пара, кг	315
Габаритные размеры, мм:	
длина	44000
ширина	4395
высота	4515

Плавающий вал Кюстерс запатентован в 1956. С этого времени красильная плюсовка с валом Кюстерс надежно служит текстильщикам. С выпуском модели «Basic» этой классической плюсовки фирма «Беннингер» предлагает своим заказчикам ясное и простое использование зарекомендовавшей себя технологии S-валов. Это уникальная гидравлическая система дает высококачественные, воспроизводимые результаты во всей обширной области применения плюсовки.

Краткая характеристика красильной плюсовки Кюстерс: для каждого артикула – правильный концепт с соответствующим покрытием валов, формой ванны и типом ширителей; равномерное от начала до конца партии, линейное нанесение раствора при помощи двух регулируемых гибких валов; равномерное давление отжима по ширине артикула как для толстых, так и для тонких полотен (никаких пережатых кромок); никакой разнооттеночности благодаря бережной обработке кромок; простое обслуживание и наблюдение благодаря хорошему обзору.

В специальных случаях можно использовать плюсовку с крашением в жале валов. В данном исполнении полотно проводится сверху вниз через горизонтальную щель между валами, причем альтернативно возможна проводка и через ванну.

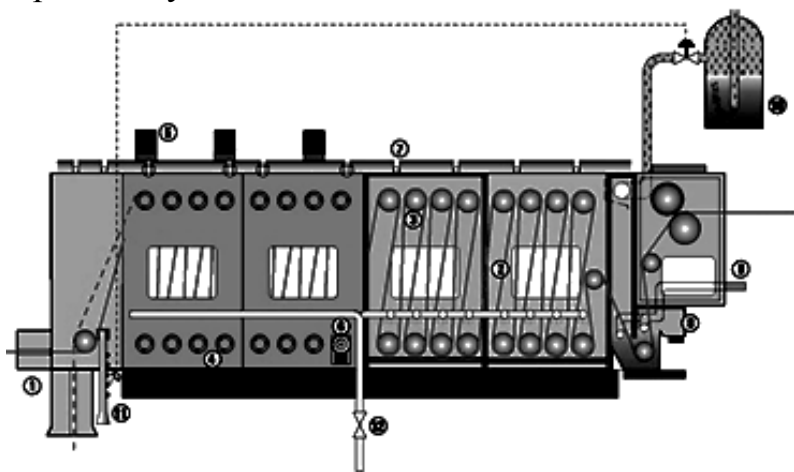


Рис. 3.41. Красильный зрельник Reacta:

*1 – горизонтальный или вертикальный ввод полотна с отоплением входных губ и вытяжкой пара;
2 – секция на 25 м загрузки;
3 – большой диаметр ведущих валов (193 мм) для проводки полотна без складок;*

4 – подшипники валов со смазкой на весь срок службы;

5 – привод верхних валов от собственных моторов переменного тока;

6 – подшипники для измерения натяжения, для регулировки привода;

7 – отопление крыши;

8 – водяной затвор с малым объемом раствора и равномерным распределением воды;

9 – регулируемый по температуре или объему подвод свежей воды для водяного затвора;

10 – станция пароподготовки;

11 – измерение параметров пара (под днищем зрельника);

12 – автоматика для чистки (дополнительно)

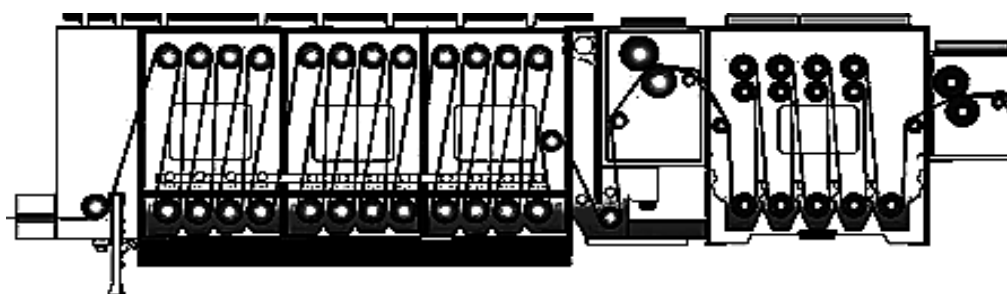


Рис. 3.42. Бифункциональный красильный зрельник

Конструкция зрельника, а также постоянное наблюдение за параметрами пара вне паровой зоны гарантируют абсолютное отсутствие воздуха в зрельнике. Малейшие отклонения приводят к незамедлительной автоматической корректировке подачи пара (рис. 3.41). Геометрия и приводы зрельника REACTA обеспечивают у проводка полотна без складок. Диаметры валов до 193 мм. Валы имеют собственные приводы с моторами переменного тока, не требующими специального сервисного обслуживания. Обогрев входных губ и вытяжка избыточного пара предотвращают капле конденсата в зоне ввода полотна. Крыша зрельника имеет косвенное отопление. В водяном затворе на выходе зрельника, технологически критической части, температура регулируется подводом воды. Небольшой объем способствует постоянству технологических условий.

Зрельник REACTA имеет легкий доступ вовнутрь и легко очищается. Дополнительно поставляется система очистки. В силу многофункциональности, красильная плюсовочно-запарная установка PadSteam часто используется как промывная машина, тогда полотно нужно проводить мимо или через отключенный зрельник. Бифункциональный зрельник REACTA фирмы «Benninger» (рис. 3.42) можно заполнять водой. Таким образом зрельник служит при необходимости полноценным промывным отделением, например: для предварительной промывки после холодного крашения. Вода для промывки может подводиться противотоком из последующего промывного отделения или регулируется через 2 спрыскные трубы у водяного затвора. Уплотнения валов выполнены таким образом, что гарантирована герметичность как в атмосфере пара, так и в воде.

Высокая экономичность достигается благодаря минимальному времени наладки. Перерывы производства происходят только из-за смены красителя или артикула при крашении. При большом различии цвета и оттенка нужно полностью очистить промывную зону, включая ванны окисления и мыловки и вновь заново подготовить всю линию. На BEN-COLOUR перерывы сводятся к минимуму и экономичность повышается благодаря следующим мерам: малый объем раствора (выбор модели EXTRACTA/TRIKOFLEX соответственно процессу); секционный слив внутри зоны промывки; автоматическое наполнение и слив; автоматический нагрев; автоматическая чистка плюсовки и зрельника REACTA; легкий доступ, никаких мертвых зон, большие смотровые окна, легко снимаемые крышки, отсутствие насосов.

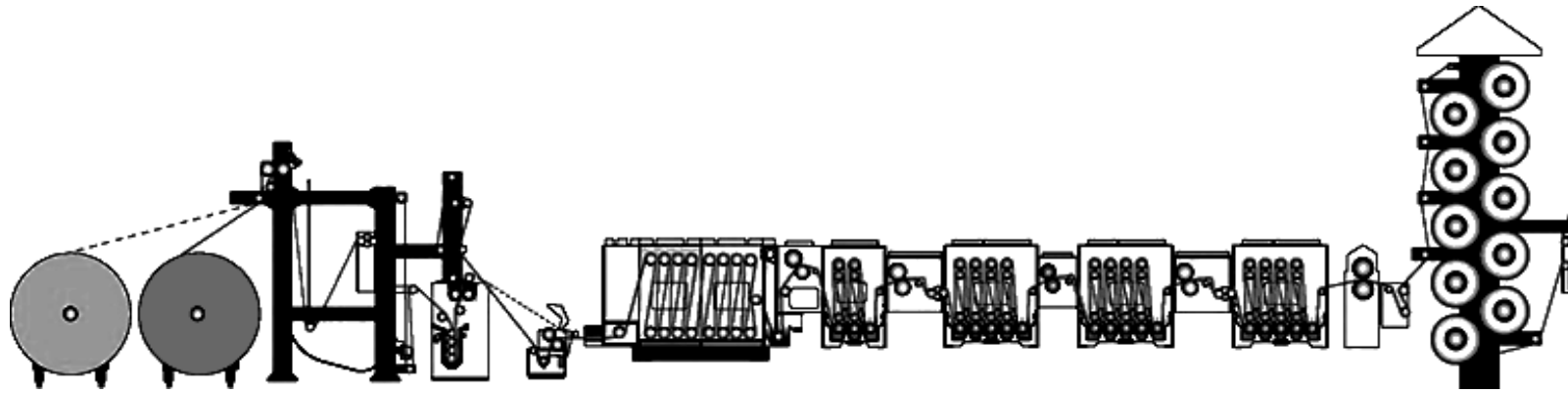


Рис. 3.43. Полностью непрерывный плюсовочно-запарной способ крашения

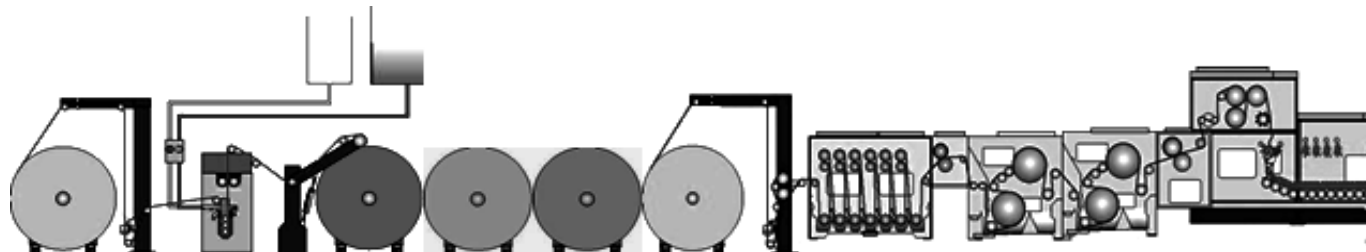


Рис. 3.44. Полунепрерывный способ крашения

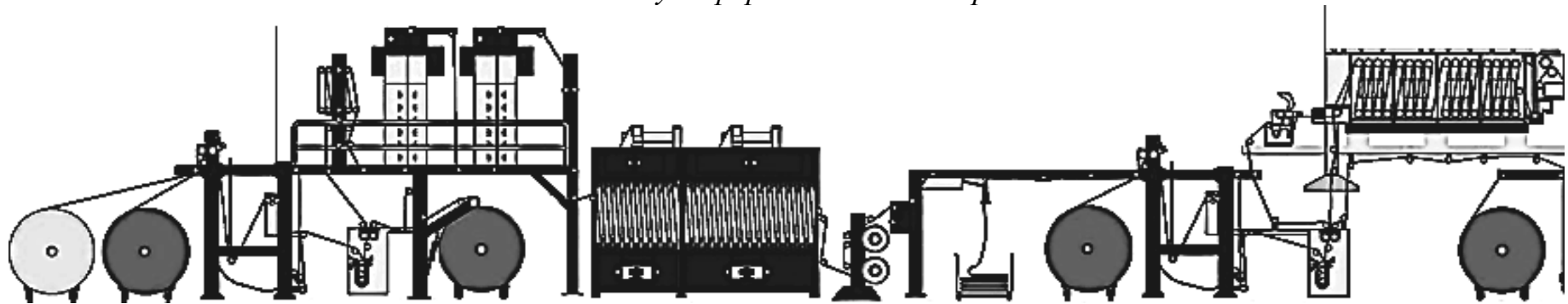


Рис. 3.45. Полностью непрерывный плюсовочно-запарной способ крашения

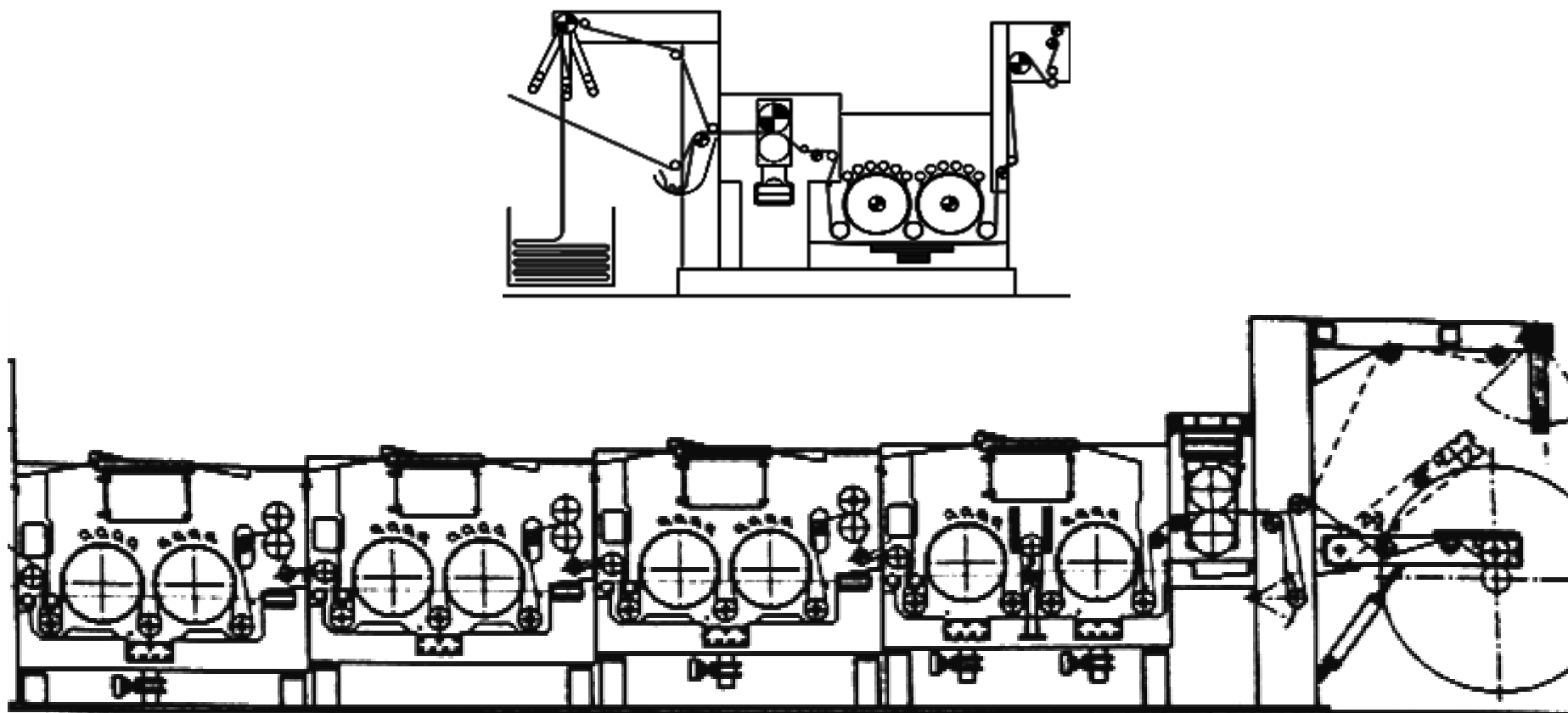
4. Специализированное оборудование для промывки тканей и трикотажа

В условиях красильно-отделочного производства большинство мокрых обработок тканей химическими реактивами или красителями требует последующей промывки, интенсификация которой оказывает существенное влияние на экономическую эффективность всего процесса отделки тканей.

Промывка представляет собой сложный гетерогенный физико-химический процесс удаления загрязнений из текстильного материала в моющий раствор (водный или органический). Сложность процессов промывки определяется большим разнообразием факторов, влияющих на ее эффективность. К ним можно отнести различную природу волокнистых материалов и самих загрязнений, так или иначе связанных друг с другом в зависимости от их свойств. Как и в любом технологическом процессе, промывка может осуществляться на оборудовании как периодического, так и непрерывного действия. На рис. 4.1 представлена схема промывочной машины DMS 24 с функцией возобновляемой промывки тканей врасправку. Процессы, осуществляемые в промывочной машине с функцией возобновления промывки тканей врасправку: промывка врасправку до и после печатания, до и после крашения в пропиточной ванне и промывка врасправку тканей с окрашенной пряжей, а также многие другие процессы, в сравнении с другими методами, могут осуществляться более оперативно и с более низкими затратами.

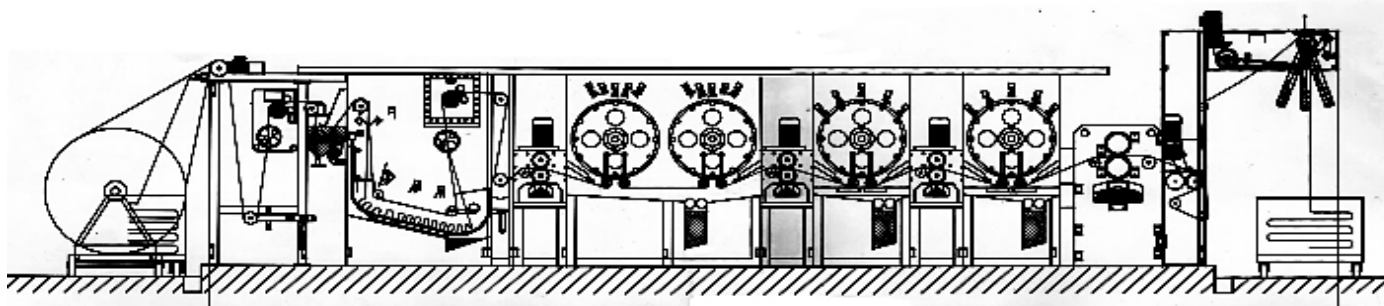
Модифицированным аналогом данной машины является промывочная машина DMS 25 для промывки тканей врасправку (рис. 4.1). В машине используются датчики нагрузки, которые определяют и максимально снижают натяжение ткани. После промывки ткань проходит отжим посредством отжимных цилиндров и подготавливается к следующему процессу. При эксплуатации данной машины в комбинации с сушильно-ширильной машиной обеспечивается возможность непосредственной поставки ткани с окрашенной пряжей или ткани с влажной стабилизацией заказчику без необходимости обработки таких тканей в красильне.

На рис.4.2. изображены модификации промывной линии DMS-24, относящихся к мологаборитному оборудованию, так длина версии (а) составляет вместе с релаксационной камерой 7,7 м, версии (б) - 33,68 м, версии (в) – 34,8 м. Высота линий ограничивается высотой тканеукладчика

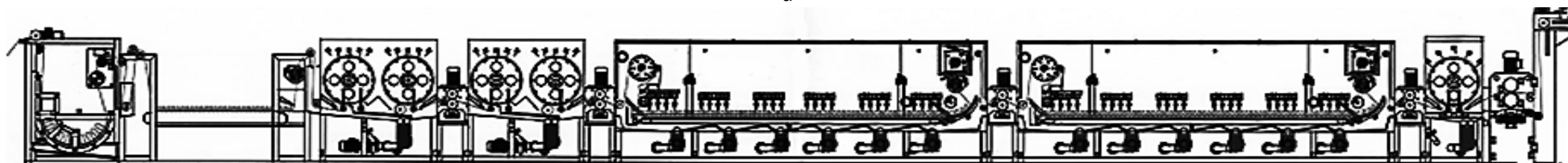


(длина линии 28725 мм, высота линии 5975 мм)

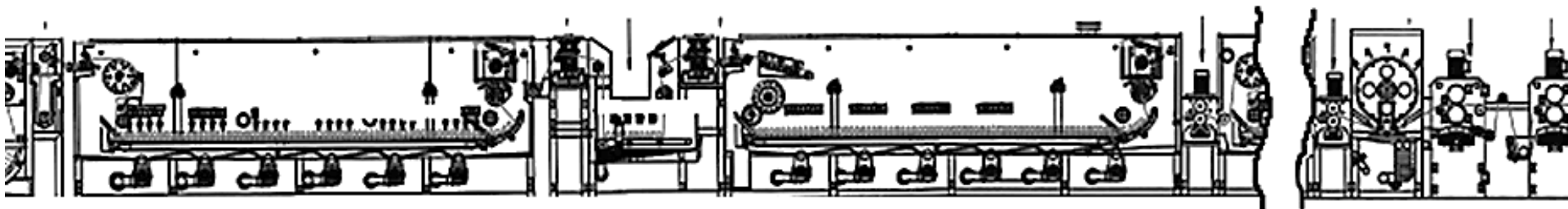
Рис. 4.1. Схема модификаций маломодульной промывочной машины DMS 25



а



б



в

Рис. 4.2. Линия промывки для деликатных материалов с перфорированными барабанами: а – линия промывки для тканей, содержащих лайкру (нейлон), а также для трикотажа, мощность 700 кг/ч, скорость работы 25 м/мин, расход воды 5 – 10 л/кг ткани, пара 0,04 – 0,85 кг/кг ткани, электроэнергии 0,05 кВт/кг ткани; б – для промывки после крашения активными и дисперсными красителями, мощность 900 кг/ч, скорость работы 50 м/мин, расход воды 6 – 20 л/кг ткани, пара 0,3 – 1,2 кг/кг ткани; в – для промывки после печатания активными и дисперсными красителями, мощность 1200 кг/ч, скорость работы 80 м/мин, расход воды 6 – 40 л/кг ткани, пара 0,5 – 1,2 кг/кг ткани 0,06 кВт/кг ткани

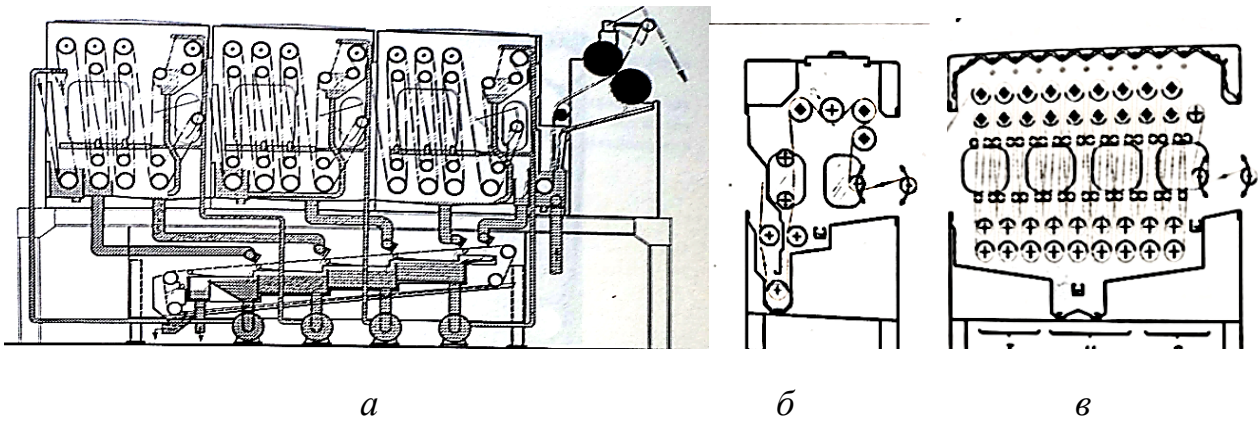


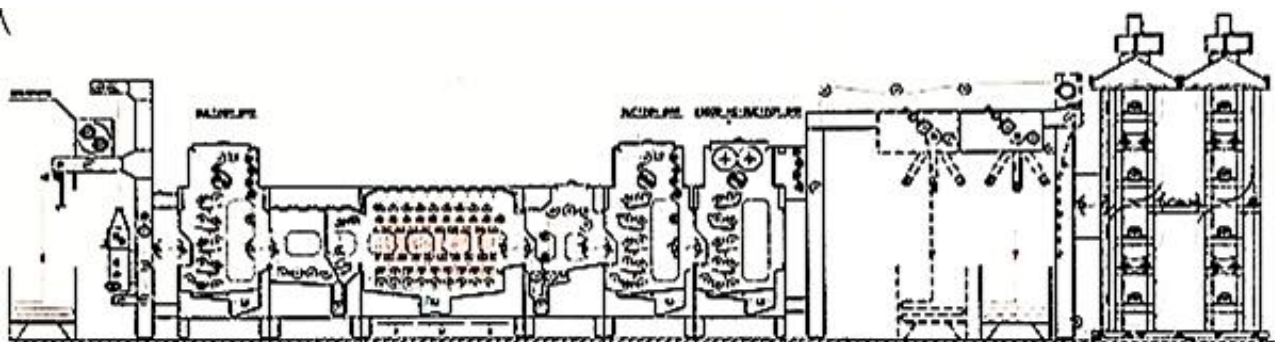
Рис. 4.3. Промывные модули с системой противотока (а) для промывки (фирмы «Мецера», Италия) и промывные машины с системой гидропресса периодического действия с загрузочной массой 7000 кг (б) и 15000 кг (в)

Модифицированным аналогом данной машины является промывочная машина DMS 25 для промывки тканей врасправку (рис. 4.2). В машине используются датчики нагрузки, которые определяют и максимально снижают натяжение ткани. После промывки ткань проходит отжим посредством отжимных цилиндров и подготавливается к следующему процессу. При эксплуатации данной машины в комбинации с сушильно-ширильной машиной обеспечивается возможность непосредственной поставки ткани с окрашенной пряжей или ткани с влажной стабилизацией заказчику без необходимости обработки таких тканей в красильне.

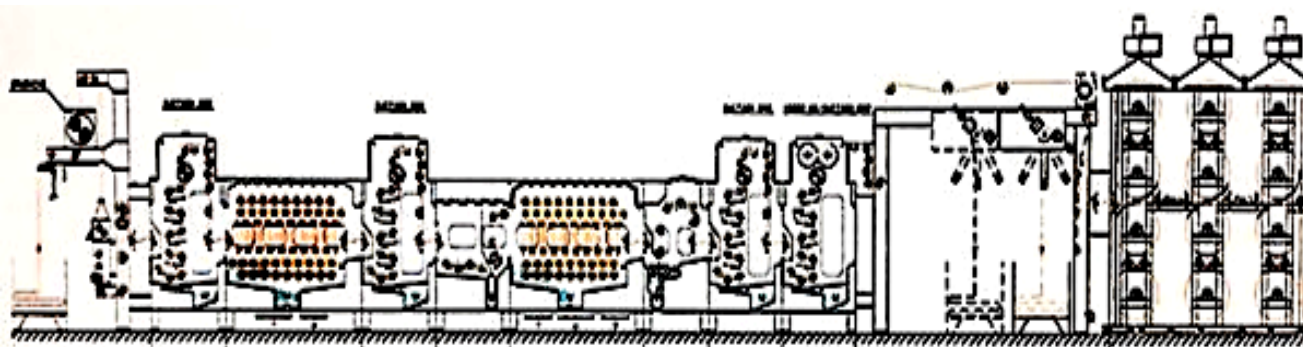
Технические параметры малогабаритных промывных машин (рис. 4.3) варьируются в зависимости от загрузки. Минимальный размер составляет 3360 x 2900 x 3000 мм. Установленная мощность не превышает 4 кВт. Скорость движения ткани не более 70 – 80 м/мин. Емкость промывочной ванны 1800 л.

Линии Porta-Wash, изображенные на рис. 4.4, представляют собой модульные линии. Выпускается четыре типа модулей, которые могут комбинироваться произвольным образом. Температура раствора в ванне каждого из модулей может быть независимо установлена в пределах от начальной температуры холодной воды до 80 °С. Нагрев раствора и поддержание его температуры производятся электрическими нагревателями.

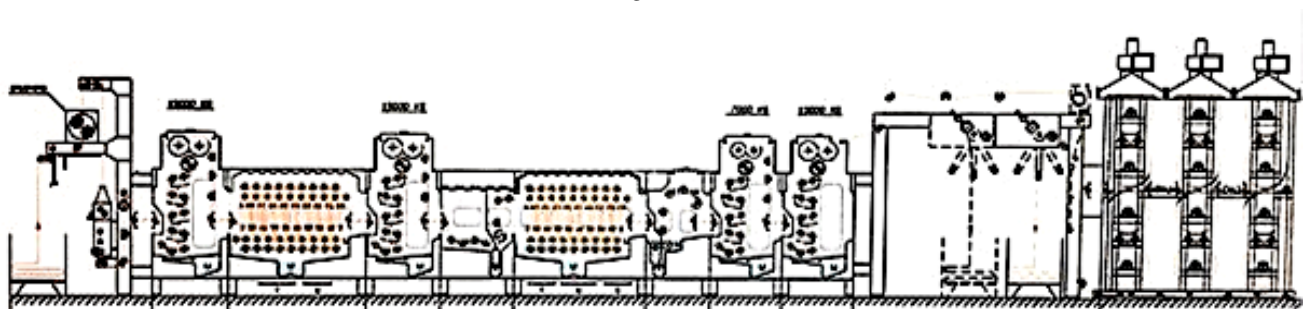
Для промывки тканей врасправку без натяжения можно выбирать линии SETeMaPorta-Wash (рис. 4.4) и фирмы «Рамиш», «Кляйневеферс» (рис. 4.5 и 4.6). Эти линии оснащены с промывными ваннами с вакуумными перфорированными барабанами и релаксационными машинами различных конструкций.



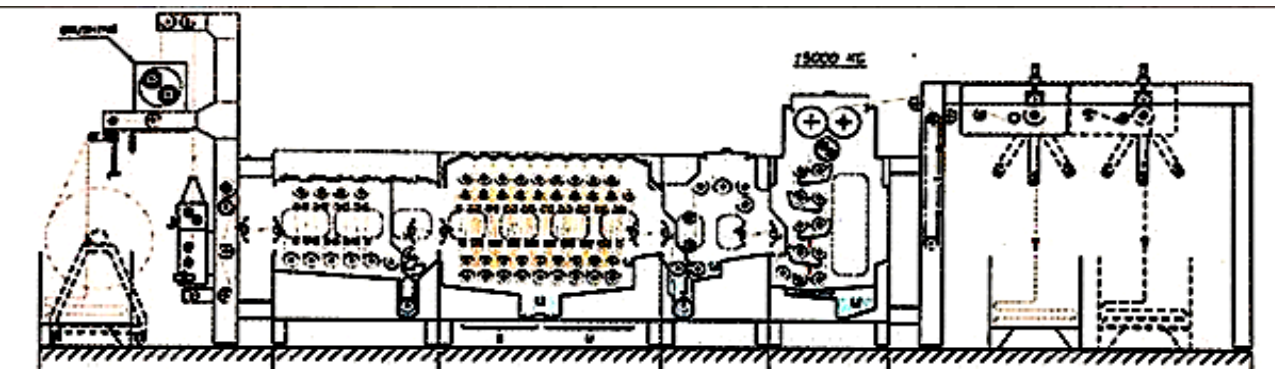
a



б



в



г

Рис. 4.4. Внешний вид устройства SETeMaPorta-Wash – многомодульной системы промывочных горячих/холодных ванн с вакуумным отжимом, мм:
 а – длина 18585; б – длина 23857; в – длина 23571; г – длина 23571

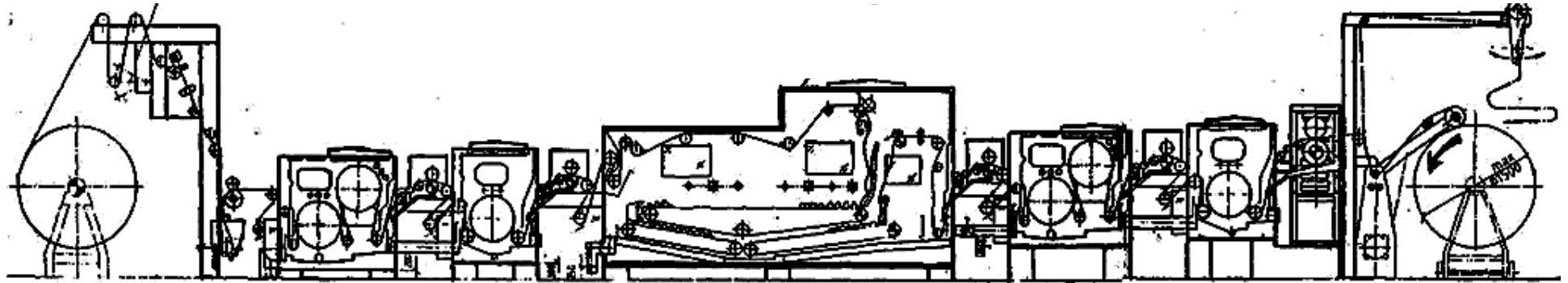


Рис. 4.5. Линия промывки и релаксации фирмы «Рамини»

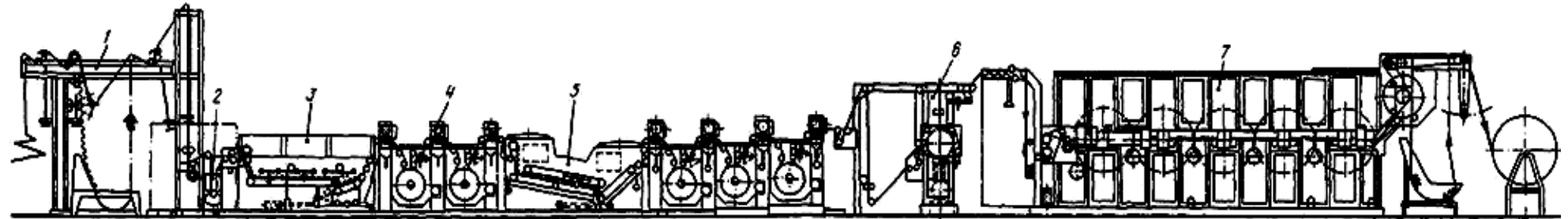


Рис.4.6. Линия промывки и сушки фирмы «Кляйневерс»:

1 – заправочное устройство; 2 – ванна предварительного замачивания; 3 – ванна предварительной промывки; 4 – ванны интенсивной промывки; 5 – релаксационная ванна; 6 – машина для обезвоживания ткани; 7 – сушильная машина

5. Линии и машины для сушки и механического экстрагирования влаги

Сушильное оборудование подразделяется по принципу подвода тепла, например контактная сушка или конвективная. К первым относятся сушильные агрегаты, например, модель LMH-180 барабанного типа (рис. 5.1), которая применяется для сушки хлопчатобумажных тканей, может входить в состав технологических линий по расшлихтовке, промывке, отбелке тканей.

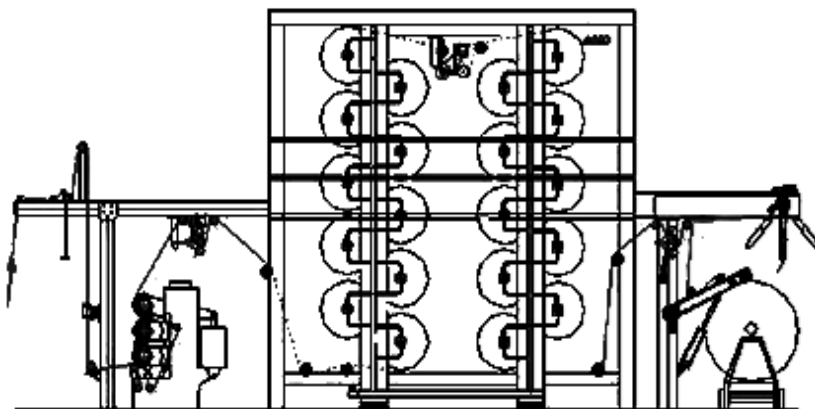


Рис. 5.1. Двухсекционный сушильный агрегат барабанного типа LMU-180

Технические характеристики: ширина машины: 1800 мм; скорость: 10-70 м/мин; мощность: 16,3 кВт; размеры: 10820x2600x4200 мм

В современных производствах цеха и линии все чаще комплектуются ширильно-стабилизационными машинами с конвективным обогревом, позволяющие производить сушку и ширение не только плотных тканей, но и деликатных легко деформируемых материалов. Например, модели KZM-280 (180) подходит для ширения, сушки и стабилизации текстильных тканей из чистого хлопка шерсти и их смеси с полиэфирным волокном. В машине применяются современные сушильные камеры модульного типа. Машина оснащается инфракрасной системой зондирования кромки ткани, приводом переменного тока с частотным преобразователем и пультом управления с монитором. В табл. 5.1 приведены технические параметры машины. *Технологический процесс*: вход ткани врасправку → двухвалковая наклонная машина каландрования → фотоэлектрическое упорядочивание → питание (заправка) → обдирание кромки (отслаивание), инфракрасное зондирование кромки → удержание ткани тисками или игольчатой платформой или применение тисков двойного действия → поступает в 8-ми секционную сушильную камеру для ширения и сушки → группа охлаждения распылением воздуха → группа охлаждения валками холодной воды → выход ткани маятником.

Машина комплектуется двухвальной плюсовкой наклонного типа с диаметром отжимного вала \varnothing 400 мм. Нагнетание давления осуществляется посредством нижнего натяжения, т.е. силой тяги пневмоцилиндра. Коэффициент соотношения момента силы рычага составляет 1:2,8. Диаметр пневмоцилиндра до \varnothing 250 мм, а суммарное давление 10 т.

Сушильно-ширильная стабилизационная машина модели М5469 применяется для заключительной отделки тканей и трикотажных полотен плотностью 70 – 400 г/м², изготовленных из хлопка, шерсти, полиэстера и их смеси (табл. 5.2). В системе электропривода машины используются двигатели переменного тока с частотными преобразователями, позволяющие плавно регулировать скорость рабочих органов и обеспечивать их синхронную работу. Значительно улучшается электромеханическая интеграция машины (объединение) в единое целое. Машина удовлетворяет всем современным требованиям техники безопасности и охраны окружающей среды. Система управления цифрового типа PLC с сенсорным экраном. Данная машина комплектуется двухвальнoй плюсовкой и образует отжимной сушильно-ширильный стабилизационный агрегат. В табл. 5.2 приведены ее технические параметры.

Таблица 5.1

Технические параметры сушильного агрегата барабанного типа LMY-180

Наименование параметра	Значение параметра
Рабочая ширина, мм	2800 (2400, 2000)
Максимальная ширина ткани, мм	2600 (2200, 1800)
Источник нагрева	Пар, газ или пар, электроэнергия
Метод фиксации ткани	Зажимы-тиски или иглы
Скорость машины, м/мин	25 – 80
Превышение питания (переподача), %	от – 10 до + 30
Тип выпуска ткани	В книжку или в рулон
Носитель тепла	Масло
Количество секций сушильной камеры	8 (секция 3м. с двумя циркуляционными вентиляторами)
Температура сушильной камеры, °С	120~220
Установленная мощность, кВт	160
Габаритные размеры, мм	40830x4868x4250 (включая плюсовку)

Таблица 5.2

Параметры сушильно-ширильной стабилизационной машины М5469

Наименование параметра	Значение параметра
Рабочая ширина, мм	2800 (2400, 2000)
Диапазон регулировки ширины, мм	700 – 2600 (2200, 1800)
Источник нагрева	Пар, газ или пар, электроэнергия
Метод фиксации ткани	зажимы-тиски или иглы
Скорость машины, м/мин	15 – 100
Превышение питания (переподача), %	от – 10 до + 40
Тип выпуска ткани	В книжку или в рулон
Носитель тепла	Масло
Количество секций сушильной камеры	8 секций (секция 3 м, оснащена двумя циркуляционными вентиляторами, горячий воздух вверх и вниз циркулирует независимо)
Температура сушильной камеры, °С	120~220
Установленная мощность, кВт	185
Габаритные размеры, мм	36700x4868x4250 (включая плюсовку)

Последовательность технологических операций заключается следующая: стойка входа ткани → центрирующее устройство → плюсовка → фотоэлектрическое выпрямление по утку → механическая расправка в ширину (растягивание) → расправление кромки → инфракрасный детектор кромки → фиксация кромки зажимами-тисками → сушка и стабилизация → охлаждение воздухом → снятие фиксации зажимами → охлаждение водным барабаном → выход ткани в рулон или в книжку.

В сушильной машине неконтактной сушки модели: WMH874B применяется принцип неконтактной сушки потоком горячего воздуха. Конструкция обеспечивает движение ткани в свободном (ненатянута) состоянии с минимально возможным натяжением. Внутри сушильной камеры ткань вибрирует под воздействием потока горячего воздуха, что позволяет сохранять на минимально возможных значениях силу поверхностного натяжения и внутреннее (собственное) напряжение ткани, достигая тем самым эффекта пышности (пушистости) и мягкости (эластичности). Особенно подходит для непрерывной сушки махровых тканей, трикотажных полотен и длинноворсовых пуховых тканей (бархат, лебяжий пух, вельвет-корд и прочие толстые и тяжелые ткани).

Основные технические параметры: рабочая ширина: 1800 мм, 2200 мм; емкость (вместимость) 28 м; диапазон регулировки скорости 1–25 м/мин (для тяжелых видов тканей), 1–65 м/мин (легких видов тканей); нормальная (рабочая) скорость 6–10 м/мин (тяжелые ткани, 600–750 г/м²), 25–55 м/мин (легкие ткани); рабочая температура 125–145 °С; рабочее давление пара 0,588 мПа; установленная мощность машины 36 кВт; масса машины 10,5 т.

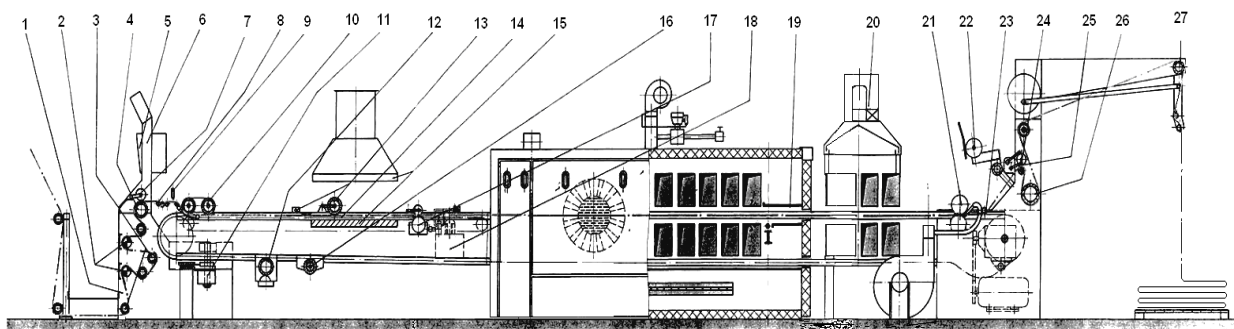


Рис.5.2. Схема сушилки фирмы «Текстима» (длина – 6900, ширина – 2300, высота – 3565)

На рис. 5.2. приведено сушильное оборудование фирмы «Текстима»: 1 – варианты исполнения выхода в различных комбинациях для ткани и трикотажа; 2 – ширильный вал; 3 – тянущий вал с дополнительным диапазоном регулировки $\pm 15\%$ относительно вводного вала; 4 – вводный вал для короткого пути накалывания, скорость которого регулируется в диапазоне от -15 до $+50\%$ относительно скорости цепи; 5 – экран для визуализации процесса и автоматика для различных процессных величин; 6 – узел обслуживания и инструментальный мостик; 7 – датчик измеряемых величин; 8 – регулируемый трёхпальцевый

кромкорасправитель; 9 – улавливатель кромок материала; 10 – устройство наиглывания с контактным ведением кромок; 11 – система электрического управления кромками для перестановки вводных стенок шпинделем или зубчатой рейкой; 12 – устройство импрегнирования игольчатых планок; 13 – контрольный прибор наиглывания; 14 – приводимая срединная поддержка в зоне ввода для чувствительных к растяжению материалов; 15 – подпаривающее устройство в зоне ввода с колпаком отсоса; 16 – устройство отчистки игл; 17 – устройство проклеивания кромок для трикотажа и вязаных изделий; 18 – полуавтоматическая смазка цепи; 19 – воздушные шлюзы на входе и выходе сушильной камеры; 20 – зона охлаждения; 21 – колпак отсоса; 22 – устройство обрезания кромок; 23 – устройство прорезания середины; 24 – валик съема игл; 25 – ролик для измерения усадки и растяжения; 26 – измерительный прибор; 27 – приводной тянущий вал на выходе.

Оптимизированная система нагрева и вентиляции ширильных машин «ТЕХТИМА» и «Alkan» (рис 5.3, 5.4) отличается высокой производительностью сушки и экономичным использованием энергии. Вентиляционные секции сдвинуты относительно друг друга, благодаря чему достигается абсолютно равномерное распределение воздуха. Вентилятор, специально согласованный с системой циркуляции воздуха и имеющий высокий КПД, а также усиленная мощность нагрева обеспечивают оптимальное использование тепловой энергии при максимальной сушильной производительности. Для чувствительного трикотажного товара может применяться запатентованная сопловая воздушная система. В табл. 5.3 представлены возможные варианты исполнения СШМ модели 6596.01. На рис. 5.5 – 5.12 изображены схемы различных машин для сушки тка-

ней.

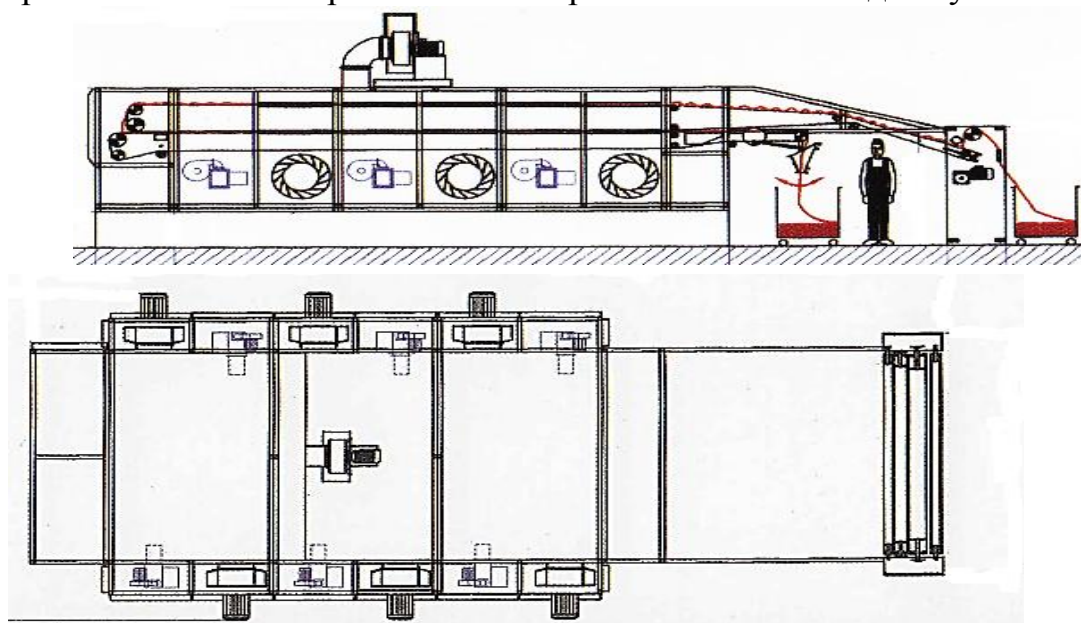


Рис. 5.3. Двухсекционная конвейерная машина для релаксации и сушки фирмы «Alkan» Турция (длина 11650, ширина 5520, высота 4000) с загрузкой и выгрузкой с одной стороны

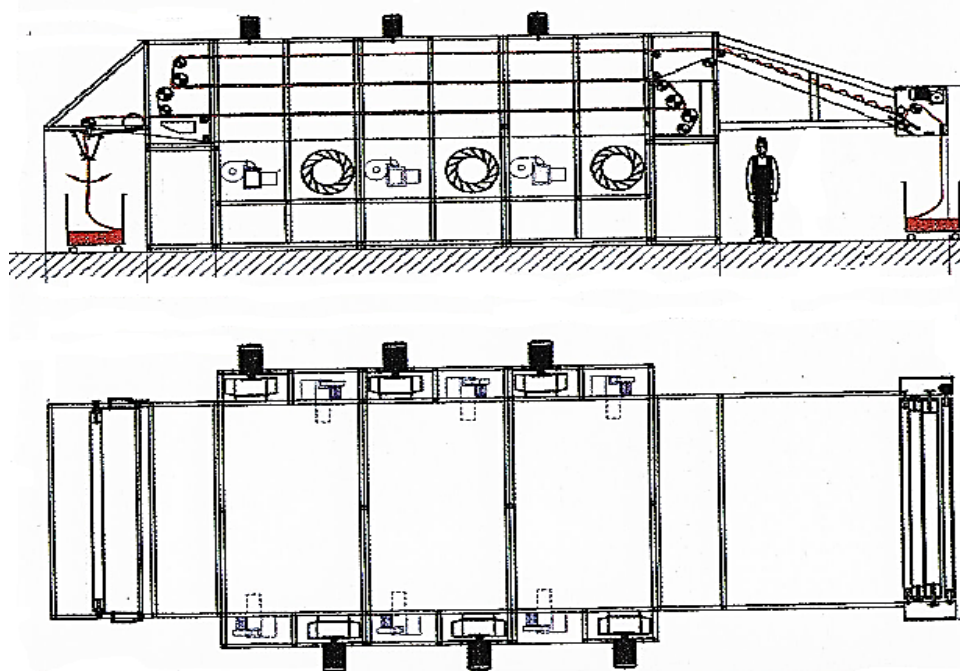


Рис. 5.4 .Трехсекционная конвейерная машина для релаксации и сушки фирмы «Alkan» Турция (длина 13100, ширина 5520, высота 4000)

Таблица 5.3

Технические параметры вариантов исполнения СШМ модели 6596.01

Наименование параметров	Значение параметра
Номинальная ширина (максимальная ширина полотна), мм	1000 – 2400 (шаг 200, 2800, 3200, 3600 мм)
Число зон	1 – 10
Диапазоны скорости, м/мин	от 1 до 6; 2, 5 – 40 ; 6, 3 – 100; 10 – 160
Зона ввода, мм	2700, 4500, 5700
Варианты цепей	Игольчатая цепь без защиты снятия с игл, игольчатая цепь с защитой снятия с игл, комбинированная игольчато-крупная цепь, крупная цепь
Варианты обогрева	Городской газ, природный газ (прямой) Жидкий газ
Варианты приводов	Двигатель постоянного тока с тиристорным регулятором, Двигатель постоянного тока с транзисторным импульсным преобразователем
Длина зоны, мм	3000
Ширина камеры (внешняя кромка изоляции при толщине изоляции 100 мм), мм	Номинальная ширина + 2230
Высота камеры (со 100 мм изоляцией), мм	1805
Расход энергии на сушильную зону	Вентиляция циркулирующим воздухом: $2 \cdot 6,7 = 13,4$, значения подключения обогрева газом 240 кВт, средний расход при газовом обогреве 30 – 50 % подключаемого значения

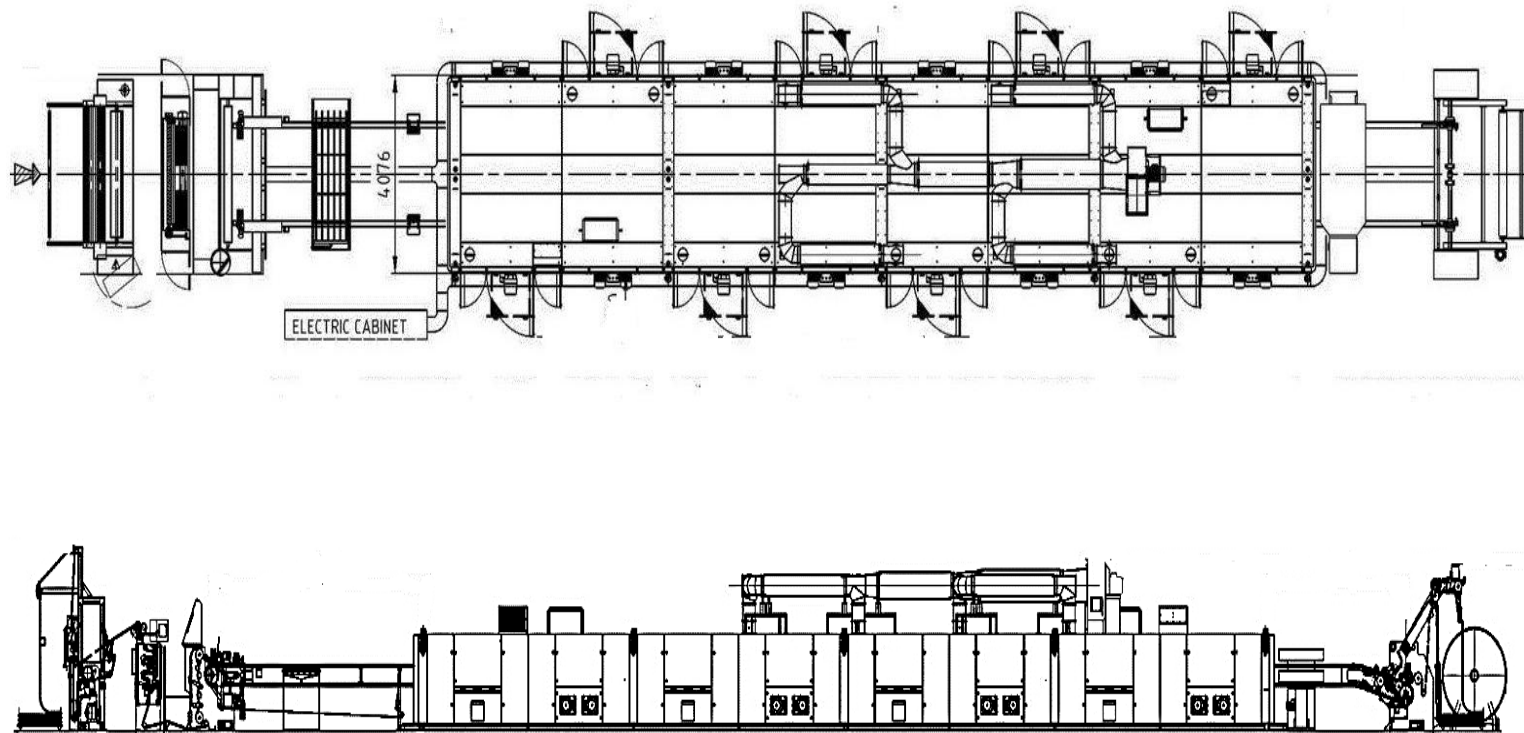


Рис. 5.5. Сушильно-ширильная машина Унитеч (Турция) (длина 47657; ширина 6981; высота 3275)

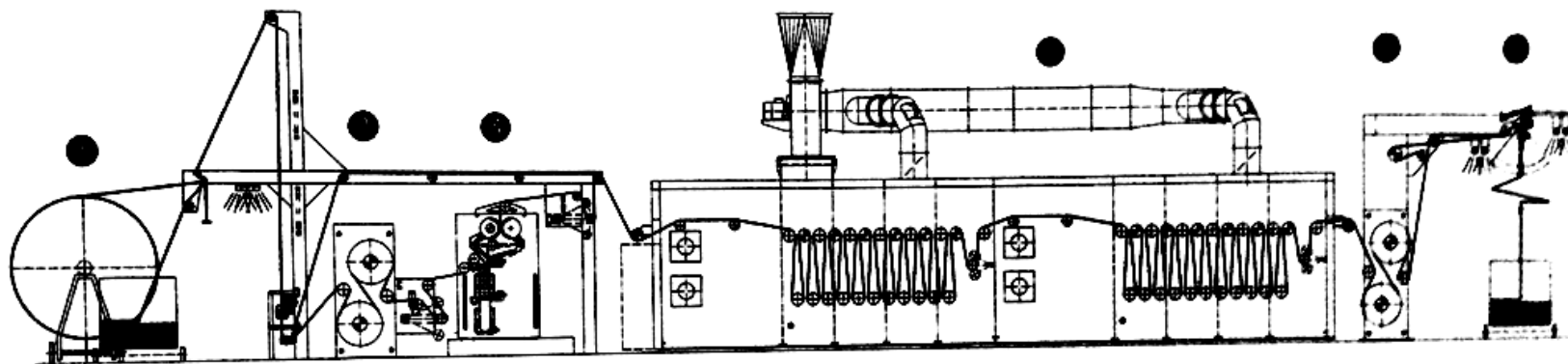


Рис. 5.6. Линия для термообработки тканей в процессе крашения активными и кубовыми красителями Eltego (Турция)

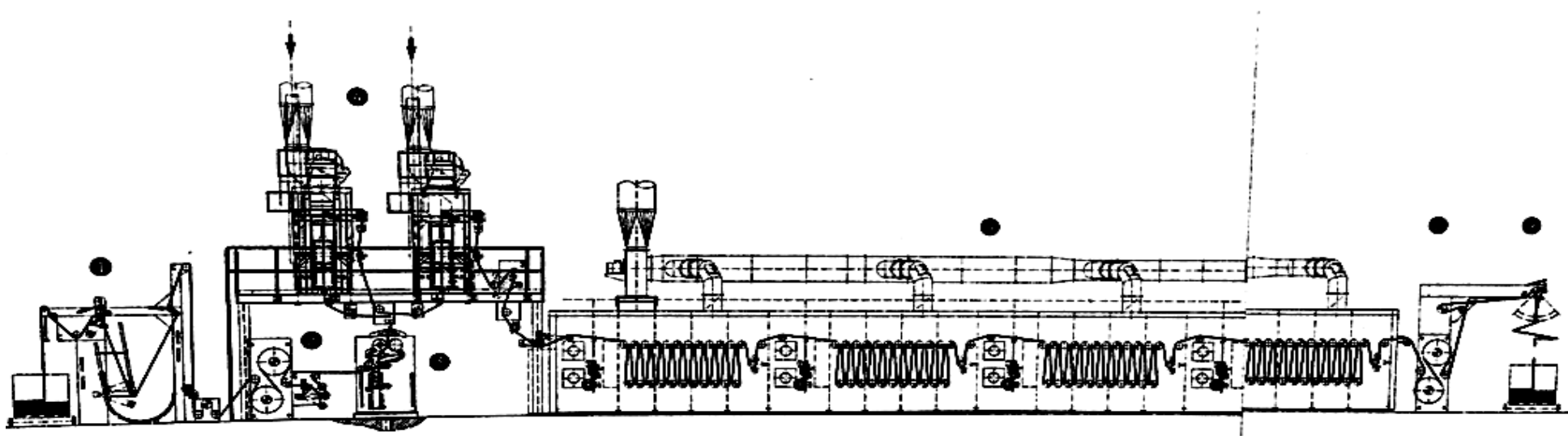


Рис. 5.7. Линия для термофиксационного процесса для сушки одежных тканей с активными красителями Eltego (Турция)

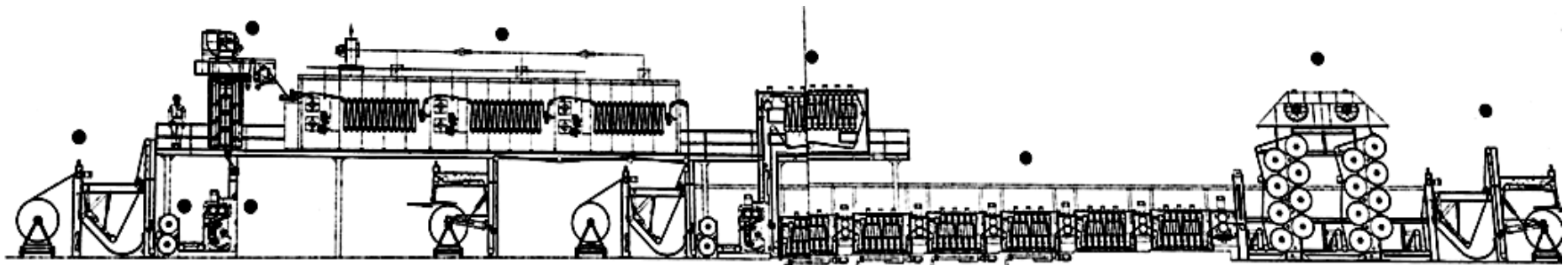


Рис. 5.8. Линия сушки для крашения материалов дисперсными и кубовыми красителями Dilmenler

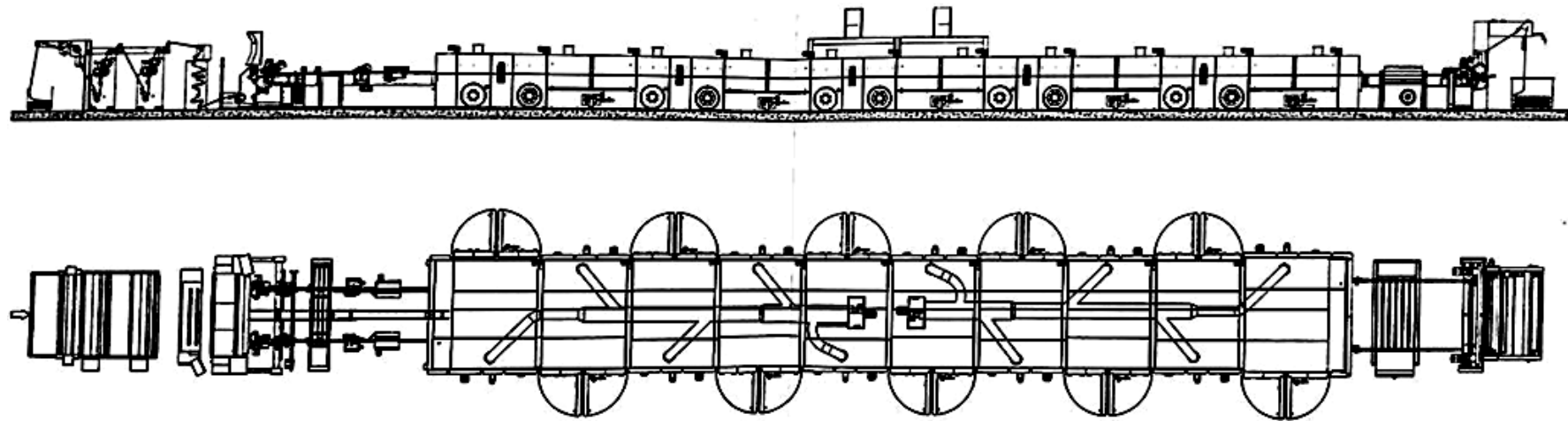
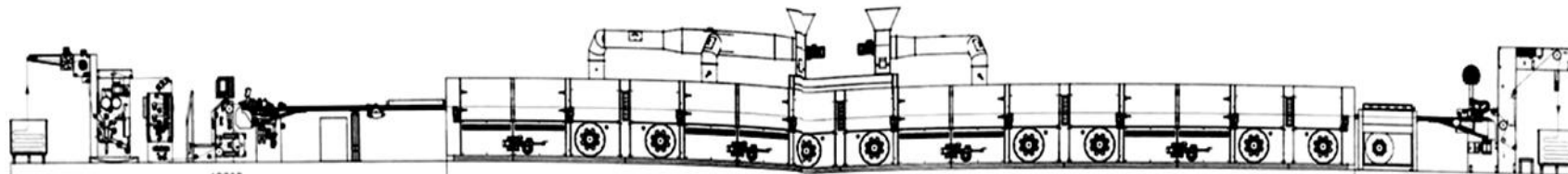
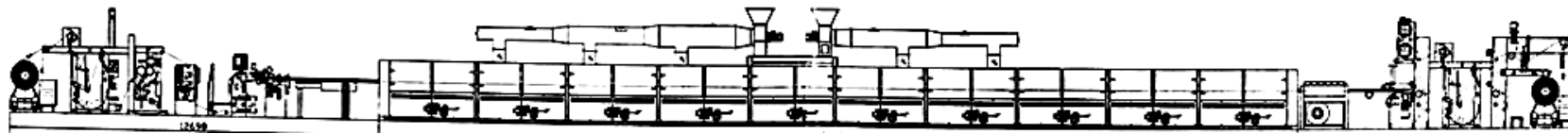


Рис. 5.9. Линия окончательной отделки «Shrinkcom»



a



б

Рис. 5.10. Сушильно-ширильные линии для трикотажа (а) (длина 43094) и для тканых материалов (б) (длина 52979) Dilmenler (Турция)

125

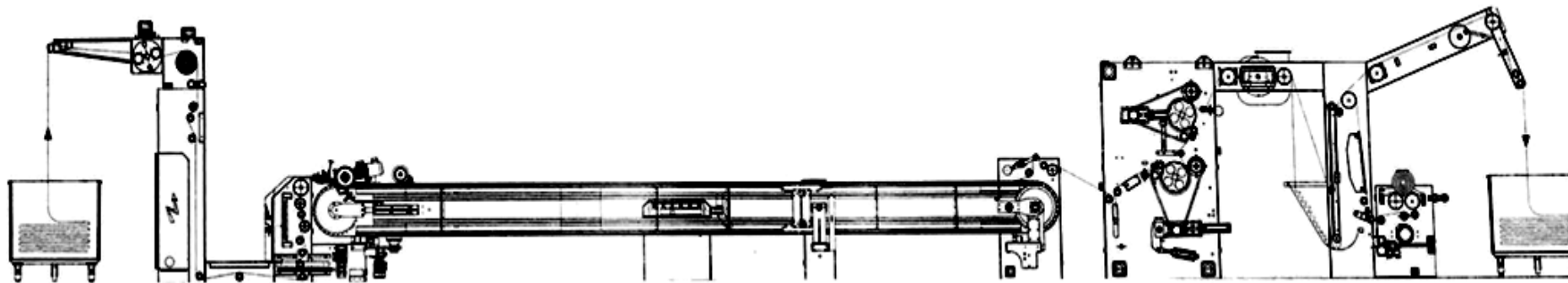


Рис. 5.11. ДИЛ – компактная машина открытого типа для уплотнения по ширине Dilmenler (Турция)

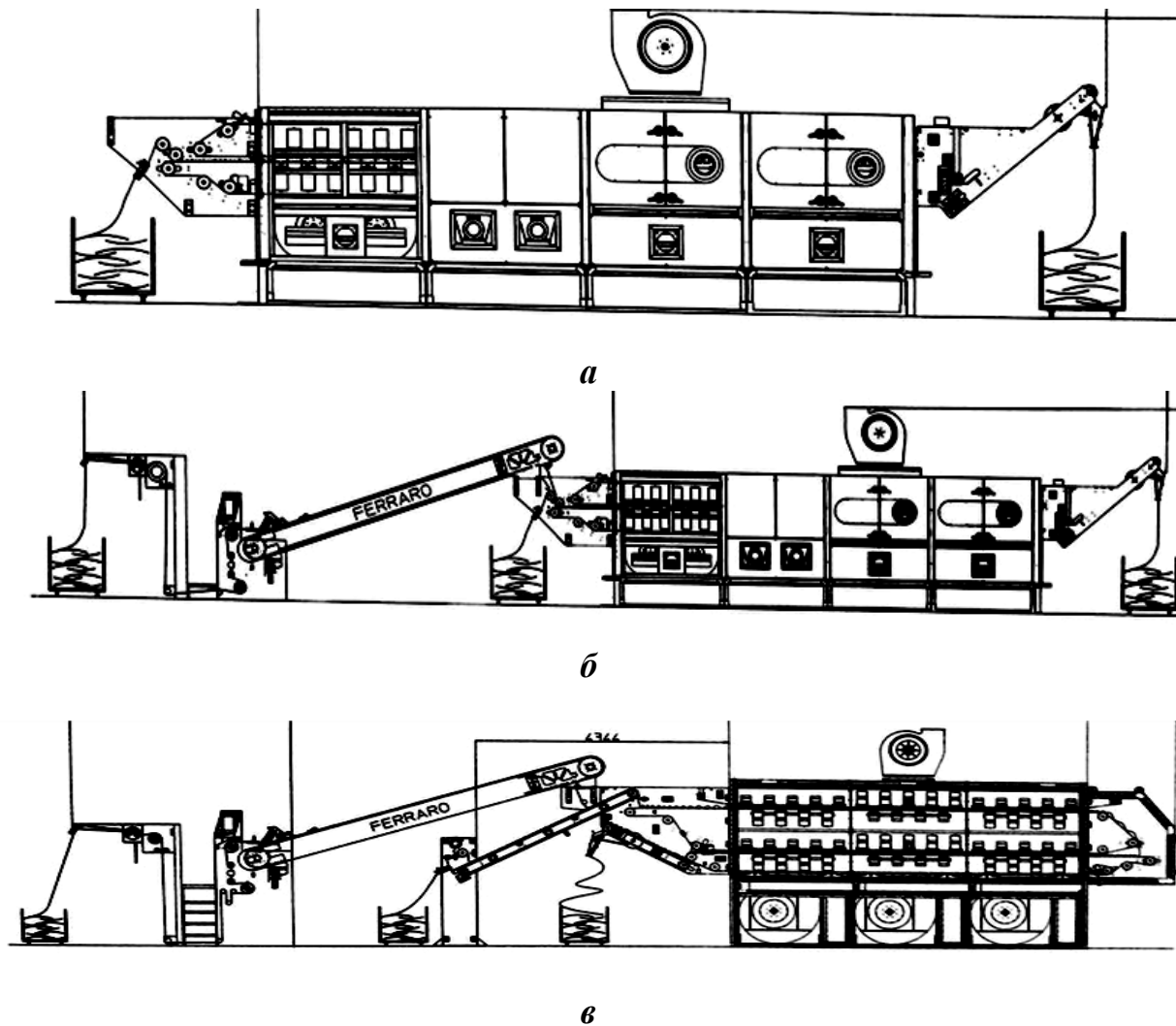


Рис. 5.12. Сушильные машины: а – длина 10566, высота 3764 в один проход; б – длина 20628, высота 3764 в один проход с контактными цепями; в – длина 18820 двойной проход с контактными цепями Ferraro (Турция)

6. Альтернативные виды оборудования для обработки текстильных материалов

6.1. Теоретические основы плазмохимической обработки

Применение нетрадиционных технологий, основанных на использовании электрохимических, плазменных, лазерных, электроимпульсных и других высокоэффективных способов обработки материалов, существенно изменяет свойства изделий различной структуры и назначения.

Новым перспективным направлением модификации свойств материалов является применение источников частиц высоких энергий, в частности, низкотемпературной плазмы. Применение плазменного воздействия для улучшения свойств различных волокон, пленок, рулонных материалов широкого профиля позволит осуществить такие процессы отделки, которые невозможны в обычных условиях. Обработка плазмой позволяет изменить поверхностные свойства материалов, не изменяя их объемных характеристик. Появляется возможность получать материалы с принципиально новыми физико-химическими и физико-механическими характеристиками.

В связи с широким распространением синтетических полимерных материалов появилось много новых проблем. Эти материалы имеют хорошие объемные свойства – прочность, гибкость, несминаемость при неудовлетворительных с технологической и потребительской точки зрения поверхностных свойствах. Модифицирование свойств поверхностей синтетических полимерных материалов улучшает их гидрофильность, окрашиваемость, печатные свойства, адгезию к металлическим и неметаллическим покрытиям.

Текстильное отделочное производство отличается высоким водопотреблением: удельные расходы воды отделочных фабрик колеблются от 100 до 300 – 400 л на кг выпускаемой ткани. Это приводит к большим объемам промышленных стоков и требует дополнительных вложений на их очистку. Использование плазмы, обладающей поверхностным действием, позволит заменить некоторые жидкостные процессы, требующие применения химических реагентов, на кратковременную обработку текстильного материала в газовом разряде, практически без выделения вредных веществ. Это дает возможность снижения водо- и материалопотребления и улучшения целого комплекса потребительских и технологических свойств текстильных материалов. Комплексно воздействуя на текстильные материалы и интенсифицируя технологические процессы их отделки, плазменные технологии имеют широкие перспективы внедрения в текстильно–отделочное производство.

Плазмой называют ионизированный газ, содержащий достаточно большое количество заряженных частиц. Обычно газ переходит в ионизированное состояние при сильном нагреве.

Чтобы частично ионизированный газ можно было назвать плазмой, ему необходимо сообщить температуру от 3000 К до 6000–7000 К. Это происходит

при пропускании через газ, находящийся при атмосферном или низком давлении ($< 100\text{Па}$), электрического тока. Если к электродам, находящимся в замкнутом пространстве в вакууме, приложить разность потенциалов, достаточную для пробоя, то в зазоре между электродами можно получить разряд в виде диффузного тлеющего свечения.

При приложении к двум электродам разности потенциалов ΔU напряженность поля между ними достигает высоких значений и обеспечивает направленное движение электронов и ионов из катода по направлению к аноду. Приобретенная под действием приложенного внешнего электрического поля энергия свободных электронов расходуется ими в результате упругих и неупругих столкновений с нейтральными тяжелыми частицами газа, передача энергии которым приводит к образованию различного рода новых компонентов газовой среды: метастабильных частиц, атомов, ионов, свободных радикалов резонансного излучения. Таким образом, двигаясь в электрическом поле, электроны вызывают образование электронной лавины (рис. 6.1).

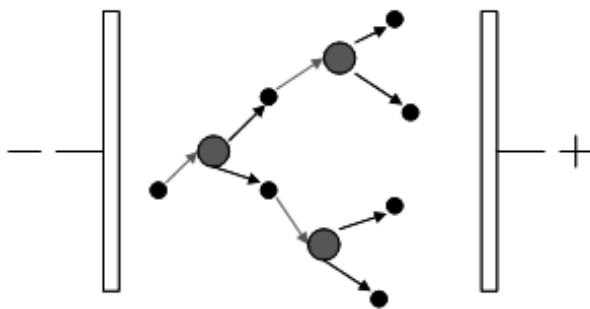


Рис. 6.1. Ионизация и развитие лавины в разряде

Тлеющий разряд – один из наиболее распространенных видов газового разряда, что связано с легкостью его получения и поддержания. Это самостоятельный разряд, возникающий в газе при пониженном давлении (рис. 6.2).

Низкотемпературная плазма представляет собой состояние ионизированного газа с достаточно высокой степенью ионизации ($10^{-8} - 10^{-6}$). Приобретенная под действием приложенного внешнего электрического поля энергия ($1-10\text{ЭВ}$) свободных электронов расходуется ими в результате упругих и неупругих столкновений с нейтральными тяжелыми частицами газа, передача энергии которым приводит к образованию различного рода новых компонентов газовой среды: метастабильных частиц, атомов, ионов, свободных радикалов резонансного излучения. Реакции отдельных промежуточных частиц называются элементарными процессами. В случае химически реагирующей газоразрядной плазмы к элементарным процессам относят и генерацию промежуточных частиц, протекающую в основном под действием электронных соударений и образующую вместе с процессами взаимодействий промежуточных частиц и реакциями образования и распада заряженных частиц единую самосогласованную систему.

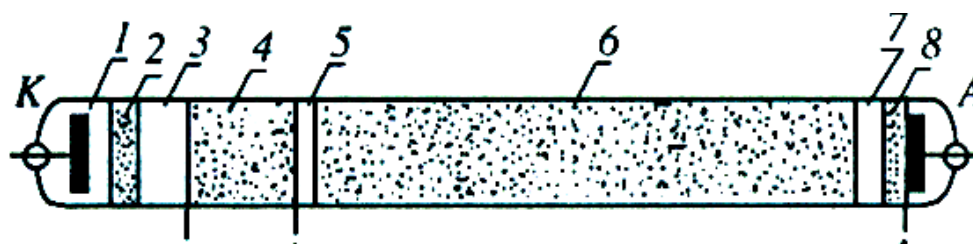


Рис. 6.2. Основные зоны тлеющего разряда:

- 1 – Астоново темное пространство; 2 – первое катодное свечение;
 3 – катодное темное пространство; 4 – второе катодное свечение;
 5 – Фарадеево темное пространство; 6 – положительный столб;
 7 – анодное темное пространство; 8 – анодное свечение

Можно выделить несколько элементарных процессов, имеющих место в плазме газовых разрядов, независимо от способа их возбуждения:

Возбуждение		$A + e \rightarrow A^* + e$
Излучение		$A^* \rightarrow A + h\nu$
Ионизация:	электронным ударом	$A + e \rightarrow A^+ + 2e$
	излучением	$A + h\nu \rightarrow A^+ + e$
	соударением	$M^*_2 + X \rightarrow M_2 + X^+ + e$
Диссоциация		$O_2 + e \rightarrow 2O + e$
		$AB + e \rightarrow A^+ + B^- + e$
Образование свободных радикалов в плазме молекулярных газов		$AB + e \rightarrow A^\cdot + B^\cdot + e$
Ион-молекулярные реакции		$N^+_2 + O \rightarrow O^+ + N_2$
Процессы рекомбинации		$A^+ + e \rightarrow A$
		$A^+ + B^- \rightarrow AB$
		$A^\cdot + B^\cdot \rightarrow AB$

Суть происходящих явлений, вызывающих модификацию материалов и приводящих к улучшению их технологических и потребительских свойств заключается в следующем. В ионизированном газе наблюдается широкий спектр процессов, активными участниками которых являются ускоренные электроны, концентрация которых составляет $10^9-10^{12} \text{ см}^3$, а кинетическая температура 10^4-10^5 К , кванты резонансного излучения (УФ, γ и рентгеновское излучение), заряженные частицы, нейтральные атомы и молекулы в различных электронно-возбужденных состояниях, свободные радикалы, а также различные кластеры, являющиеся нейтральными или заряженными многочастичными образованиями, возникающими за счет сил межмолекулярного взаимодействия.

Физико-химические процессы, происходящие при плазменной обработке полимерного материала и вызывающие изменения в химическом составе и структуре поверхностного слоя, оказывают влияние на определенные свойства полимерного материала, зависящие от состояния его поверхности и, в первую

очередь, проявляются: в увеличении гидрофильности и сорбционной способности; повышении адгезионной активности; улучшении противозагрязняемых свойств; придании безусадочности и малосвойлачиваемости; повышении прочностных свойств.

В зависимости от конкретных технологических условий, поставленной задачи и имеющегося оборудования низкотемпературная плазма может быть возбуждена различными типами электрического разряда (тлеющим, коронным, искровым, факельным, дуговым и барьерным). Несмотря на значительные отличия условий возбуждения и аппаратного оформления, общим для всех используемых в настоящее время устройств является наличие пространства, заполненного ионизированным газом, в котором электроны и ионизированные и возбужденные частицы перемещаются с достаточно высокими скоростями под влиянием сильных электрических полей.

В настоящее время для обработки материалов, используемых в текстильной промышленности, в основном применяется оборудование непрерывного действия. Проектированием и изготовлением пилотных и промышленных установок для обработки полимерных материалов в виде пленок, волокон и тканей занимается группа ученых, возглавляемая Горбергом Б.Л., работающая в течение двух десятилетий в Ивановском НИЭКМИ, а с 2003 года в ГОУВПО ИГХТУ. За годы работы группой в сотрудничестве с иностранными фирмами создано 14 видов плазменного оборудования, предназначенного как для проведения научных исследований, так и для работы в условиях производства. Часть оборудования установлена на отечественных предприятиях – Павлово-Пасадская платочная мануфактура, завод «Импульс» г. Иваново, другие – на текстильных предприятиях Италии, Китая и Южной Кореи.

Особенностью этих установок является конструкция электродной системы, разработанная еще в начале 80-х годов прошлого века. Расположение электродов относительно друг друга таково, что обработка рулонного материала происходит в области перекрытия зон тлеющего разряда противоположных электродных пар.

Любое лабораторное и промышленное технологическое оборудование для плазменной обработки текстильных материалов (волокно, лента, пряжа, ткань) включает следующие необходимые узлы (системы):

- средства для создания и поддержания необходимого пониженного давления (порядка 10 – 150 Па) и средства его контроля;
- средства для обеспечения и поддержания горения газового разряда;
- средства транспортировки текстильного материала.

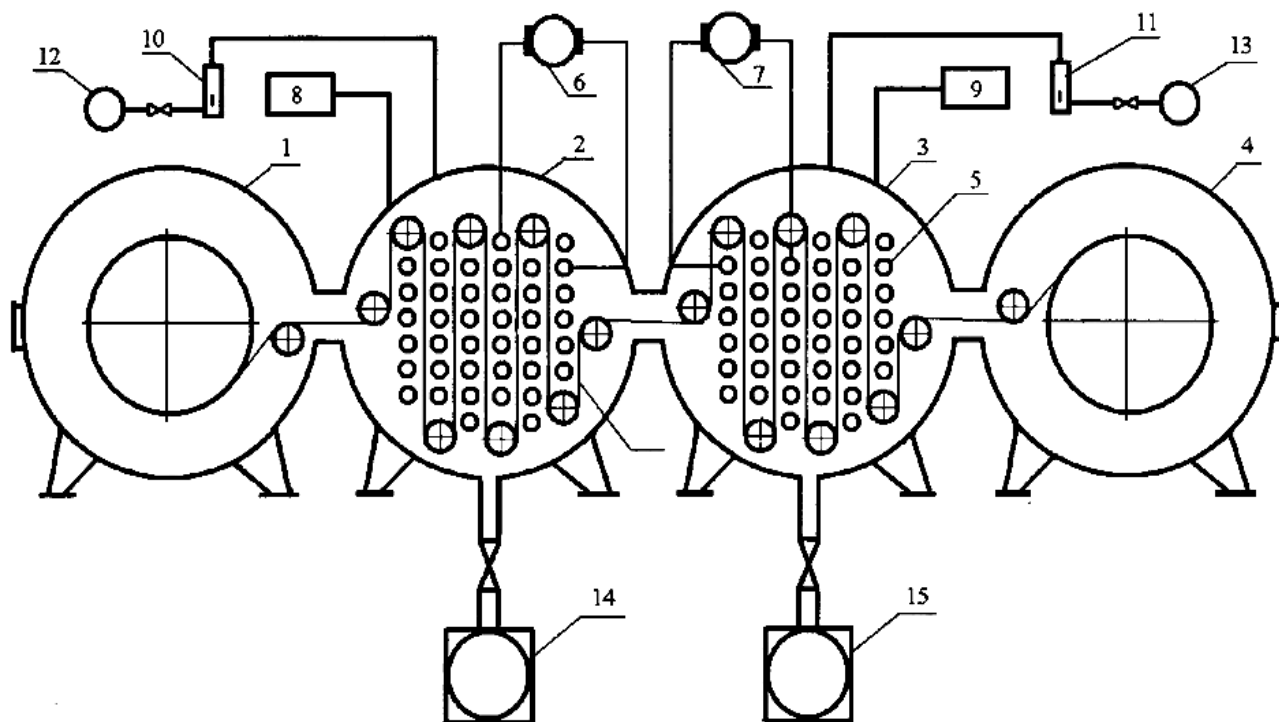
Средства создания пониженного давления: вакуумные насосы откачивают воздух; вакуумметры, манометры – контролируют, измеряют давление; ротаметры – контролируют расход плазмообразующего газа; вакуумные затворы, краны – обеспечивают герметичность системы и соединение (отключение) насоса от зоны плазменной обработки.

Средства, обеспечивающие горение плазмы: источник питания – подает повышенное напряжение, необходимое для пробоя газового промежутка; электродная система – зона горения разряда; резервуары с плазмообразующим газом; измерительные приборы, контролирующие условия горения плазмы (напряжение, ток разряда): вольтметры, амперметры.

Плазменное оборудование, в котором используется тлеющий разряд, относится к оборудованию периодического действия, хотя обработка в зоне плазмы осуществляется непрерывным образом. В оборудование загружается рулон ткани, происходит откачка до требуемого значения вакуума (~ 100 Па), включается разряд и путем перемотки ткани она протягивается через электродную систему (зону плазмы). Регулируя скорость, можно изменять время нахождения в плазме. После разгерметизации системы ткань извлекается и цикл обработки повторяется.

Ниже (на рис. 6.3–6.7) приведены некоторые виды лабораторного и промышленного оборудования, установленного на текстильных предприятиях. В табл. 6.1 представлены технические характеристики.

Установка предназначена для обработки текстильных материалов различного волокнистого состава шириной до 25 см



*Рис. 6.3. Принципиальная схема плазменной установки УПХ-140:
1,4 – камеры раскатки, накатки; 2,3 – реакторы; 5 – электродная система; 6,7 – ВЧ - генераторы; 8,9 – вакуумметры; 10,11 – ротаметры;
12,13 – емкости с плазмообразующим газом; 14, 15 – вакуумные насосы*

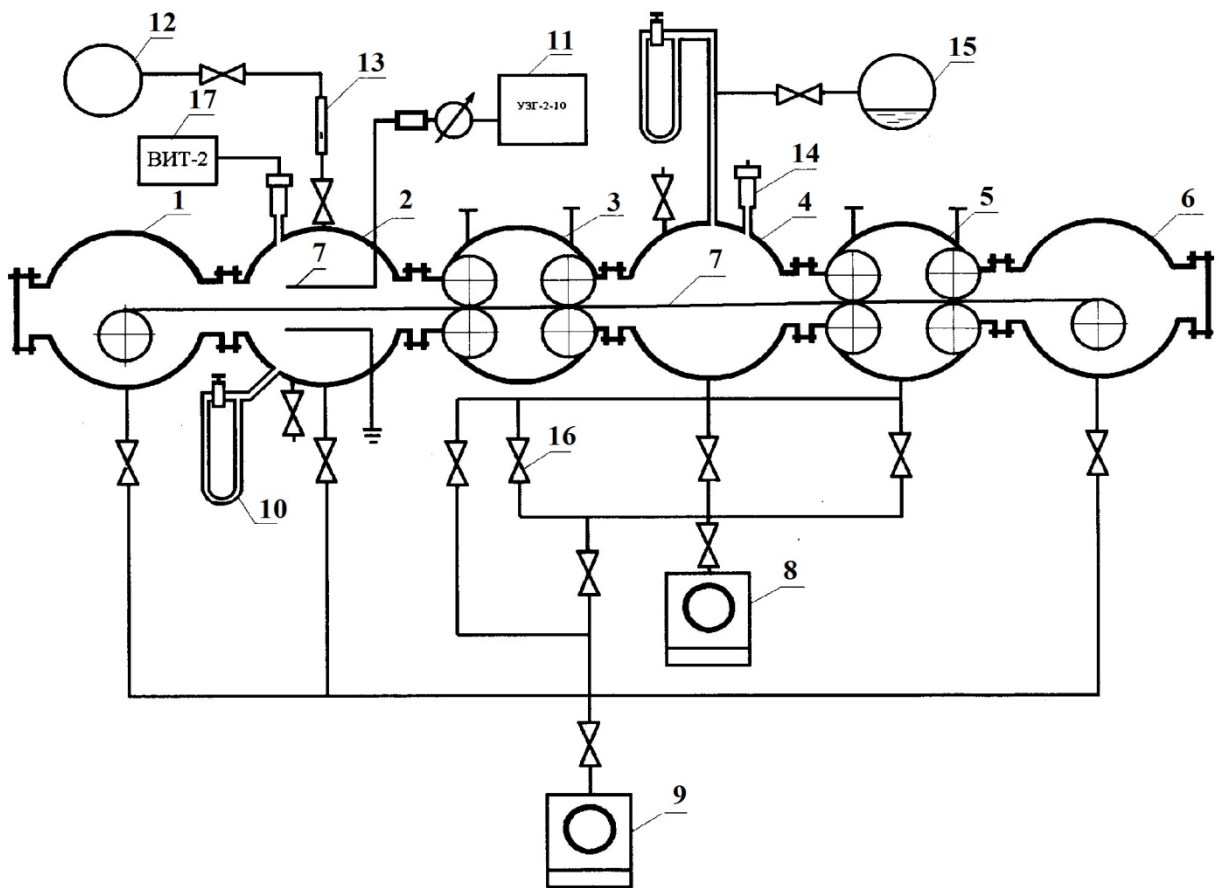


Рис. 6.4. Пилотная установка плазменной обработки УПО-25: 1 – камера раскатки; 2 – плазмохимический реактор; 3,5 – затворы; 6 – камера накатки; 7 – электродная система; 8,9 – вакуумные насосы; 10 – манометр; 11 – генератор; 12 – плазмообразующий газ; 13 – ротаметр; 14 – датчик давления; 15 – манометр; 16 – вакуумный вентиль; 17 – вакуумметр

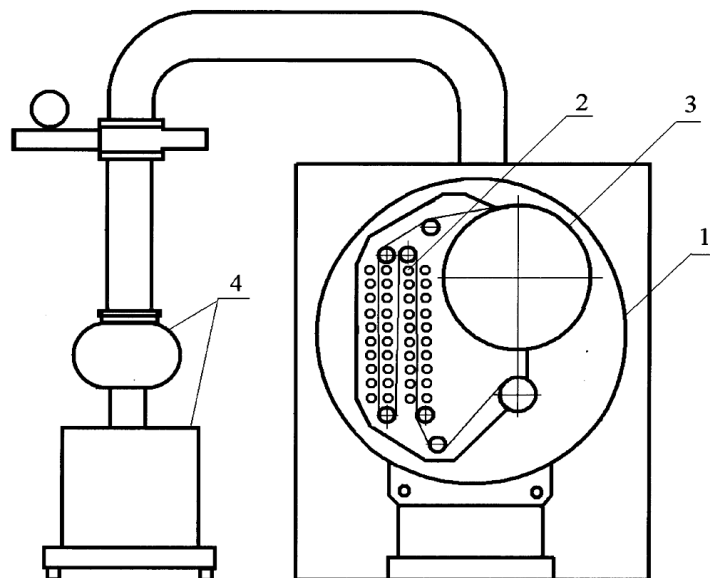


Рис. 6.5. Принципиальная схема лабораторной установки KPR 50/50: 1 – вакуумная камера; 2 – электродная система; 3 – рулон ткани; 4 – вакуумные насосы

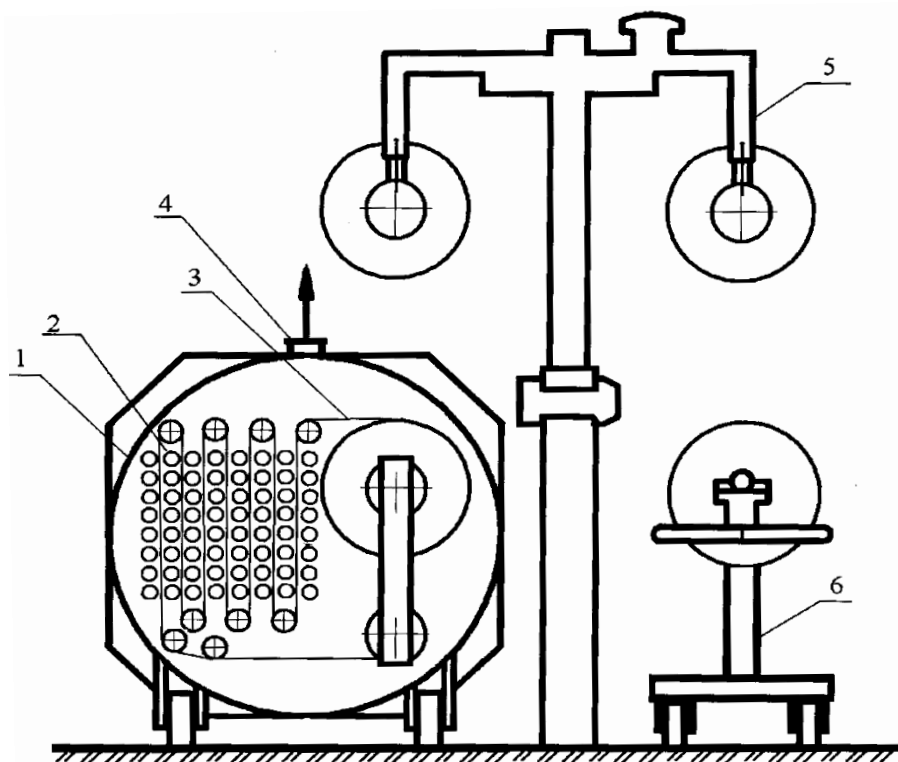


Рис. 6.6. Принципиальная схема промышленной установки КПР -180: 1 – вакуумная камера; 2 – электродная система; 3 – ткань; 4 – откачка; 5 – загрузочное устройство; 6 – транспортное устройство

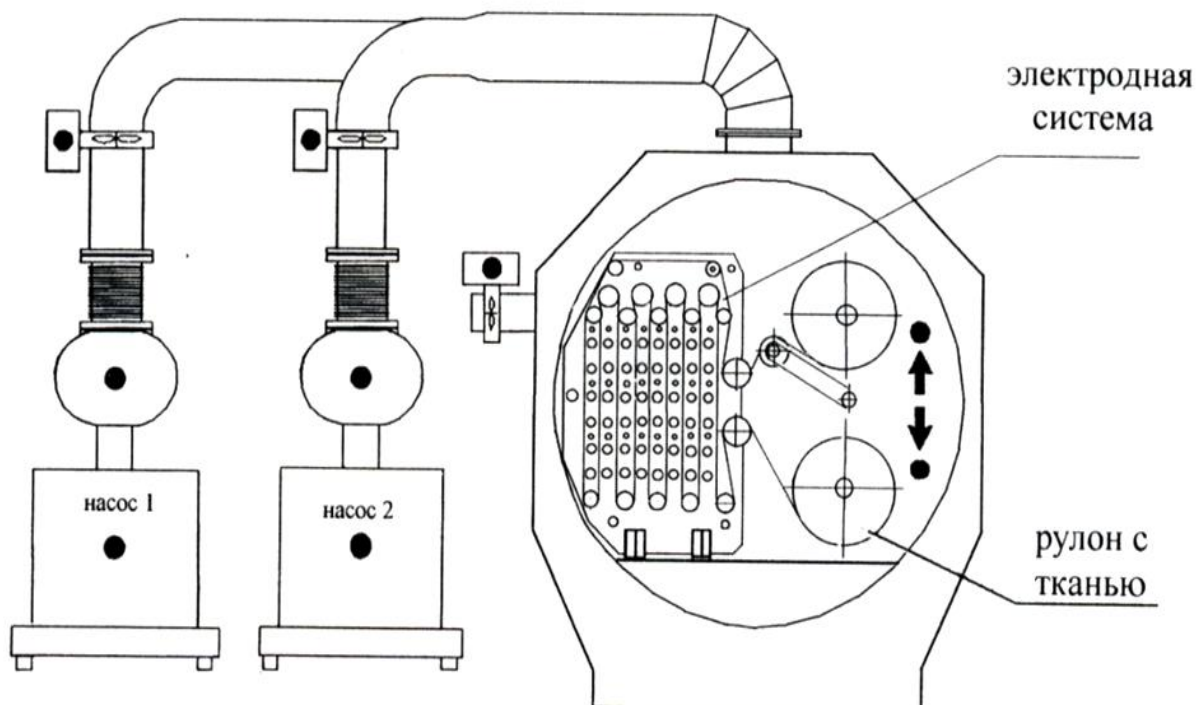


Рис. 6.7. Схема промышленной установки КРР-270 для обработки полиэтифрных тканей, идущих на изготовление сетчатых шаблонов

Плазмохимическая технология представляет большой интерес для модификации поверхностных свойств синтетических тканей и пленок. Так, на итальянской фирме плазмохимическое оборудование применяется для обработки полиэфирных тканей из монофиламентных нитей, используемых для изготовления печатных шаблонов, с целью улучшения прочности сцепления фоточувствительного слоя с тканью. В этом случае плазмохимическая обработка употребляется вместо ручной обработки специальной абразивной пастой. Для изготовления печатных шаблонов обычно применяются специальные ткани из прочных высокомолекулярных монофиламентных полиэфирных нитей. Однако адгезия фоточувствительного слоя к таким тканям недостаточна. В связи с этим, при изготовлении каждого фотошаблона приходится вручную обрабатывать его специальной абразивной пастой. Плазмохимическая обработка позволяет в 5-6 раз увеличить прочность сцепления фоточувствительного слоя с тканью и, таким образом, исключить ручную обработку.

Установка позволяет обрабатывать полотна шириной до 260 см. Она полностью автоматизирована, имеет бескомпенсаторный векторный привод, может работать как в ручном, так и в автоматическом режимах. В ручном режиме управляется с помощью сенсорного экрана.

Таблица 6.1

Технические характеристики лабораторного и промышленного оборудования, установленного на текстильных предприятиях

Тип оборудования,	Мах. ширина материала, см	Мах. диаметр рулона, см	Скорость обработки, м/мин	Длина заправки в зоне плазмы, м	Мах. мощность разряда, кВт	Скорость откачки, м ³ /ч	Диаметр вакуумной камеры, см
УПХ-40	30	16	0-2	2	3	972	57
УПО-25	25	10	0-2	0,2	0,5	300	20
УПМ-300	20 x 30	-	-	-	0,3	18	30
УПХ-140	120	20	0-20	1,6	20	648	120
ЛПХ-180Щ,	170	135	0-80	8,5	90	5400	160
КПР- 180-1	170	105	0-80	6,66	80	5400	200
КПР 180-2	170	105	0-80	6,66	80	5400	200
КПР- 180-3	170	105	0-80	6,66	80	5400	200
КПР- 180-4	170	70	0-80	6,66	80	5400	200
КРК-270	260	70	0-80	5,0	85	5000	200
КРК-200	200	70	0-80	5,4	80	6000	200
КРК-50/50-1	500	50	0-50	2,5	3,2	1000	105
КРК-180	1800	70	0-80	6,66	80	5000	200
КРК 50/50	500	50	0-50	2,5	5,3	840	105

Плазма, воздействуя на поверхность обрабатываемого материала, способна переводить шлихтующие препараты в водорастворимое состояние и повысить капиллярность в 1,5–5 раз, водопоглощение в 1,3–2 раза, резко ускорить смачиваемость. Обработка суровых тканей сообщает им гидрофильность на уровне хорошо отваренных материалов, поэтому плазму целесообразно применять для тех материалов, придание гидрофильности которым носит временный характер: например, тканям, идущим на водоотталкивающую или олеофобную отделку. Колорирование плазмоактивированных материалов любыми классами красителей сопровождается улучшением колористических показателей: возрастает интенсивность, ровнота и чистота расцветок и окрасок. Использование плазмы в процессах заключительной отделки сопровождается повышением технических результатов отделки, а также устойчивостью отделки к стиркам и химическим чисткам. Таким образом, применение плазмы в текстильно-отделочном производстве позволяет облегчить пропитку, интенсифицировать технологические процессы, эффективность которых определяется состоянием поверхности материала, и получить качественно новые показатели отделки, чего невозможно достичь традиционными способами.

6.2. Фотохимическая (УФ) активация в технологиях беления и крашения текстильных материалов

Как известно, протекание любых фотохимических процессов обусловлено воздействием на вещество УФ или видимого света. УФ-лучи являются частью электромагнитного спектра и занимают область с длиной волн от 10 до 400 нм между ионизирующим излучением и видимым светом. Область УФ-излучения условно делится на ближнюю 400–200 нм и далекую, или вакуумную (200–10 нм). УФ-излучение с длиной волны 10–200 нм сильно поглощается воздухом, и его применение возможно только в вакууме. Фотохимические процессы, которые нашли применение в промышленности, базируются на использовании УФ-излучения с диапазоном длин волн от 200 нм, определяемым пропусканием кварца, (который является конструкционным материалом для изготовления источников УФ-излучения) до 700 нм, где начинается ИК-область. УФ-излучение, обладающее достаточно большой энергией фотона, способно, поглощаясь веществом, активно изменять его физические и химические свойства. При поглощении могут происходить процессы, не связанные с изменением облучаемого вещества, сопровождающиеся излучением энергии возбужденными молекулами (фотоэффект). При других условиях взаимодействие со светом может нарушать химическую связь в молекулах, что вызывает различные химические реакции (окисление, восстановление, разложение, полимеризацию и др.). Указанные фотохимические превращения могут использоваться в различных технологических процессах отделки текстильных материалов. Так, явление фотодеструкции может являться основой для осуществления процесса беления тканей, в которых разрушение хромофорной системы окрашенных компонентов волокна

происходит под воздействием УФ-света. Необратимые повреждения молекул ДНК при УФ-облучении, дают возможность осуществлять бактерицидную обработку. Реакции окисления и фотолиза лейкоэфиров кубовых красителей положены в основу при создании фотохимического способа крашения тканей кубозолями. Реакция фотополимеризации может быть применена для УФ-отверждения фотоактивных компонентов в заключительной отделке, а также для прививки полимеров на волокне с целью модификации его свойств и т.д.

6.2.1. Экспериментальное оборудование для УФ-обработки тканей

Техническая задача практического осуществления фотохимической технологии крашения тканей решалась в рамках деятельности научно-технической фирмы "ВПК ЛТД" (г. Иваново). Созданию экспериментального образца промышленного оборудования предшествовал анализ и обоснование выбора типа источника УФ-излучения. Так, в качестве источников УФ-излучения для осуществления фотохимических реакций в технологических процессах наиболее часто используют ртутные лампы. Такая лампа представляет собой изготовленный из кварцевого стекла – сосуд (трубку), из которого удален воздух и в который введено небольшое количество ртути и инертного газа. Питание лампы электрическим током производится через электроды, впаянные в концы трубки. При наложении напряжения на электроды молекулы газа в межэлектродном пространстве ионизируются, и возникает электрический разряд. Имеющаяся в лампе ртуть испаряется и в результате возбуждения электрическим разрядом начинает люминесцировать. Спектры излучения ртутных ламп линейчатые и могут состоять из двухсот и более линий различной интенсивности. Однако, максимальная энергия излучения ртутной лампы всегда содержится в какой-либо одной эмиссионной полосе. Например, порядка 90 % энергии излучения ртутной лампы среднего давления приходится на полосу 253,6 нм.

В технике нашли широкое применение дуговые ксеноновые трубчатые лампы типа ДКСТ, мощность которых лежит в пределах от 1 до 20 кВт. По конструкции ксеноновые лампы сходны с ртутными и отличаются от последних тем, что в качестве газоразрядной среды применяется инертный газ ксенон. Он является непрерывным и включает в себя как УФ, так и видимую и ИК-области. Отмеченный факт явился определяющим при выборе УФ-источника, т.к. для большинства кубозолей зона максимальной спектральной чувствительности заключена в пределах 300—500 нм. Присутствие в спектре ИК-излучения может оказаться полезным в том случае, когда технологический процесс предусматривает тепловое воздействие на ткань (например, при совмещении процессов сушки и крашения). Это делает ксеноновые лампы универсальными для осуществления как фотохимических, так и термических процессов.

При альтернативном выборе типа источника учитывались также и другие обстоятельства. Характерной особенностью ртутных ламп является наличие

достаточно длительного начального периода разгорания, в ходе которого процесс горения лампы выходит в номинальный режим. Другой особенностью является то, что повторный розжиг лампы возможен только после ее охлаждения и конденсации паров ртути. Это вызывает определенные трудности при осуществлении непрерывных технологических процессов обработки ткани, связанных с транспортировкой обрабатываемого материалов через зону УФ-облучения.

Одним из нежелательных побочных явлений, возникающих при эксплуатации ртутных ламп, является образование озона в результате поглощения кислородом коротковолнового излучения с длиной волны в районе 200 нм. Озон сильно поглощает свет в УФ-области и его присутствие в воздухе может приводить к существенным нежелательным флуктуациям интенсивности УФ-излучения лампы. С другой стороны, озон является взрывоопасным газом и оказывает вредное воздействие на здоровье человека. Недостатком ртутных ламп является также и то, что при их разрушении выделяющаяся ртуть представляет экологическую опасность для окружающей среды.

Ксеноновые лампы в отличие от ртутных являются взрыво- и пожаробезопасными и экологически чистыми. У них отсутствует период возгорания, т.е. они являются безынерционными, а коэффициент мощности сети близок к 1. Важно отметить, что нижняя граница спектра ксенона лежит в районе 300 нм. Это обуславливает отсутствие образования озона в процессе горения ксеноновых ламп, что делает их более безопасными и экологически чистыми в эксплуатации. Таким образом, принимая во внимание отмеченные положительные факторы при конструировании экспериментального оборудования в качестве источника УФ-излучения большой мощности были выбраны дуговые ксеноновые лампы.

В результате научно-исследовательских и проектно-конструкторских изысканий, проведенных фирмой "ВПК ЛТД", для практического осуществления фотохимической технологии крашения был разработан новый способ крашения тканей, основанный на кратковременной обработке материала УФ-излучением от дуговых ксеноновых ламп, а также создано принципиально новое терморadiационное оборудования для УФ-обработки тканей. Оно представляет собой малогабаритную ультрафиолетовую термическую камеру (УФТК), снабженную ксеноновыми лампами.

На рис. 6.8 приведена схема УФТК. Она включает корпус камеры 1 с теплоизоляцией, внутри которого размещены система транспортировки 2 полотна ткани 3 и источники УФ-излучения 4. Установка также снабжена вытяжной 5 и приточной 6 вентиляцией. Для удобства эксплуатации в камере имеются двери обслуживания 7.

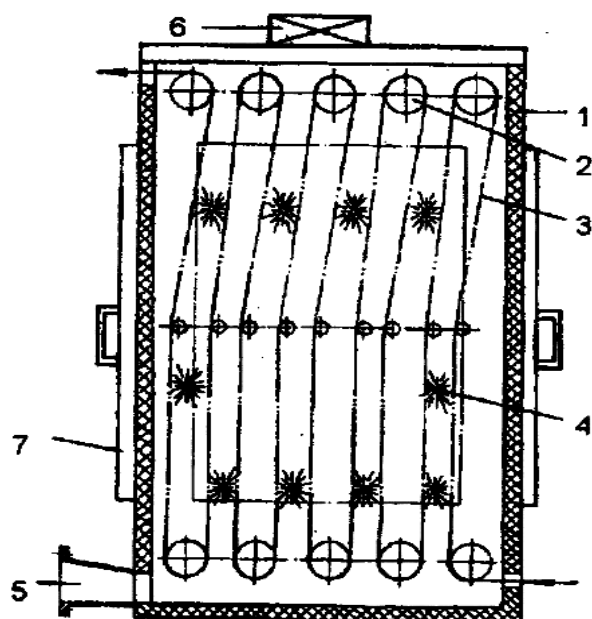


Рис. 6.8. Схема ультрафиолетовой термической камеры

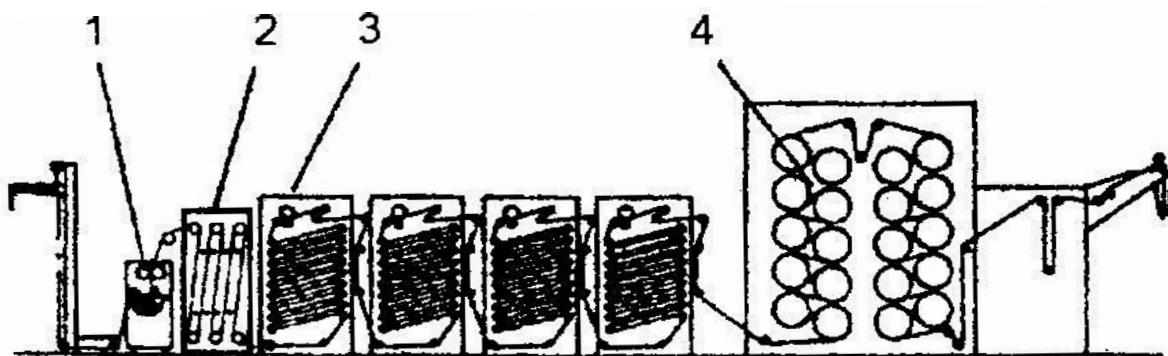


Рис. 6.9. Технологическая схема линии ультрафиолетового крашения тканей

Фирмой "ВПК ЛТД" совместно с машиностроительным заводом "Ивтек-маш" изготовлено два экспериментальных образца УФТК на рабочую ширину 140 и 180 см. Ниже в табл. 6.2 представлены технические показатели оборудования.

Таблица 6.2

Технические показатели оборудования УФТК

Показатели	УФТК—140	УФТК—180
Длина заправки, м	11	11
Количество УФ источников	10	6
Мощность одного УФ источника, кВт	10	20
Суммарная мощность, кВт	100	120
Длина линии, мм	1600	1600
Ширина линии, мм	2000	2500
Высота линии, мм	2000	2000
Вес, кг	1500	1800

Для осуществления фотохимического способа крашения требуется специальная красильная линия, имеющая в своем составе плюсовку 1, УФ-камеру 2, промывное 3 и сушильное 4 оборудование (рис. 6.9). Как видно, состав линии (за исключением УФ-камеры) традиционен для большинства поточных красильных линий. Это делает возможным модернизацию существующего красильного оборудования путем дополнительного его укомплектования УФТК.

На основании проведенных испытаний можно констатировать, что фотохимический способ и созданное оборудование позволяют окрашивать ткани в светлые и средние тона при скорости проводки 30–60 м/мин. Следует отметить, что для получения более интенсивных окрасок ткани, соответствующих крашению в темные тона, требуется применение в составе красильной линии двух единиц УФ-оборудования.

Проведена проверка в промышленных условиях действия интесификатора процесса фотопроявления кубозолей (восстановителя гидросульфита натрия) на примере крашения хлопчатобумажной ткани в сложный цвет "хаки" смесью красителей серого С и золотисто-желтого ЖХ.

Цветовой анализ окрашенных образцов ткани показал, что наблюдается смещение цветового тона окраски в желтую область. Это свидетельствует об интенсификации процесса фотопроявления кубозоля золотисто-желтого ЖХ, который является наиболее труднопроявляемым красителем. Из табличных данных видно, что при наличии в красильном составе гидросульфита насыщенность окраски ткани, окрашенной желтым красителем, возрастает на 9 %.

В ходе испытаний представляло интерес сопоставить по эффективности фотохимический способ крашения с традиционным нитритным способом. С этой целью провели оценку влияния параметров оборудования (числа одновременно работающих УФ-источников и скорости проводки ткани) на результаты крашения хлопчатобумажной ткани бязь. Использовали красильный состав, содержащий кубозоли (г/л): серый С (3,5), красно-коричневый (3,2) и ярко-розовый Ж (0,6).

На основе метода множественного регрессионного анализа получили математическую модель в виде полинома второй степени, адекватно описывающую зависимость интенсивности окраски ткани (K/S) от числа работающих УФ-ламп и скорости проводки ткани. С ее помощью определили параметры работы УФ-оборудования для воспроизведения результатов крашения, аналогичных нитритному способу. Для получения окраски ткани, соответствующей нитритному способу, например, при скорости проводки ткани 20 м/мин необходимо, чтобы работали 4 УФ-источника, при скорости 40 м/мин 5 источников, а при 50 м/мин требуется работа 6 источников.

В ходе испытаний установлено, что разработанное оборудование обеспечивает однотонное закрашивание хлопкового и лавсанового волокон смесовой ткани, а также равномерное крашение ткани по ширине полотна. Показатель цветового различия (ΔE), измеренный по краям полотна тканей, свидетельствует о достаточно высокой равномерности окраски тканей по ширине.

Технико-экономическая оценка одностадийной фотохимической технологии крашения хлопколавсановых тканей. В сравнении с двухстадийным способом крашения хлопколавсановых тканей смесью дисперсных и кубовых красителей (линия крашения и сушки ЖС – 180, и линия крашения, сушки и термообработки ЛКСТ – 180). Показала, что УФ-способ позволяет сократить число необходимых стадий обработки ткани с 8 до 4. Это возможно за счет исключения из технологической цепочки операций предварительной сушки, термообработки и запаривания ткани, и соответствующего оборудования для их реализации. Как следствие, применение УФ-оборудования обеспечивает снижение удельных расходов электроэнергии, пара и воды соответственно в 3,7, 3,9 и 3,6 раза, а занимаемых площадей под оборудование и металлоемкости в 1,4 и 2 раза.

Фотохимический способ крашения является на сегодняшний день единственной технологией колорирования, которая удачно совмещает в себе два важнейших преимущества – простоту осуществления и экологическую чистоту. Так, процесс крашения включает в себя минимальный набор технологических операций (пропитку ткани красильным раствором, УФ-облучение влажной ткани, промывку и сушку). Экологическая чистота процесса крашения обусловлена тем, что красильный раствор не содержит помимо красителя других химических веществ. Поэтому отсутствуют какие-либо вредные выделения в атмосферу производственного помещения, а промывочные воды содержат только незначительное количество смывого с ткани кубового красителя.

Отметим также универсальность фотохимической технологии, т.к. она применима для крашения тканей не только из натуральных волокон, но и из смеси натуральных (целлюлозных, белковых) с синтетическими волокнами. Это оказывается возможным благодаря закрашиванию синтетического волокна в условиях фотохимического способа крашения. Таким образом, создается весьма привлекательная возможность упрощенного одностадийного крашения смесовых тканей и в первую очередь хлопколавсановых, которые на сегодняшний день считаются наиболее перспективной группой тканей.

Экономические выгоды в сравнении с другими технологиями складываются из отмеченных выше факторов и подтверждаются технико-экономическими расчетами и проведенными технологическими испытаниями нового оборудования. Внедрение фотохимической технологии в практику красильно-отделочного производства позволит дать "вторую жизнь" кубозолям, которые в последнее время из-за их дороговизны и экологической вредности нитритного способа крашения практически вышли из употребления на отечественных текстильных предприятиях.

6.3. Применение ультразвука для обработки текстильных материалов

Применение ультразвуковых колебаний в текстильной промышленности является новым и прогрессивным направлением. Использование ультразвука возможно для интенсификации процессов беления и крашения, различных пропиток тканей, отмывания загрязнений, обезжиривания материалов и улучшения некоторых свойств природных и синтетических волокон.

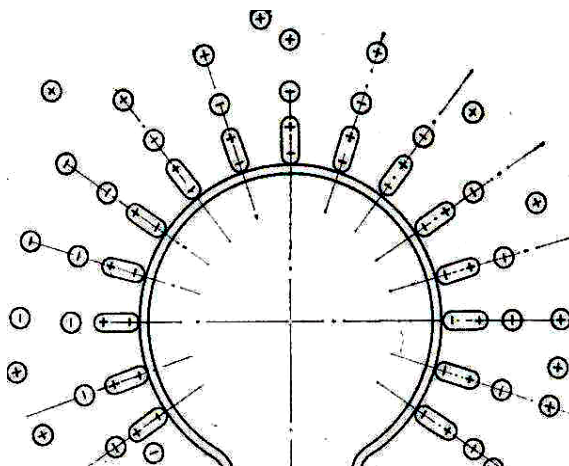


Рис. 6.10. Схема образования ионного двойного слоя у поверхности кавитационного пузырька

Известно, что частицы грязи связываются с тканью главным образом силами электростатического притяжения (рис. 6.10). Если с помощью ультразвукового излучателя привести воду в состояние высокочастотных колебаний, то быстро меняющееся давление отрывает частицы грязи от ткани гораздо скорее, чем это возможно обычными методами. Ультразвуковые колебания благоприятствуют эмульгированию и пептизации, способствуют нарушению граничных слоев и пенообразованию. В результате процессы отмывания различных загрязнений на волокнах и тканях значительно ускоряются и дают лучшие качественные показатели.

Анализ зарубежной литературы показал, что исследования в области применения ультразвука в процессах отмывки от загрязнений текстильных материалов уже проводились в 40–50-х гг. XX века.

В результате опытов Шиллинга, Рудника хлопчатобумажное полотно, сильно загрязненное жирной сажой, удалось отмыть акустическим методом в мыльной воде в течение 1 ч при пятикратной смене воды столь же чисто, как при обычном методе стирки за 1–6 ч при пятнадцатикратной смене воды. При этом прочность ткани не снизилась в отличие от обычного способа стирки. Другие исследователи приводят примеры использования ультразвука частотой 300–1600 кГц для очистки загрязненной шерсти. Они отмечают, что при таком способе мытья уничтожается также микрофлора, например, зародыши бактерий. Вармоескеркен исследовал эффект очистки тканей, искусственно загряз-

ненных специальной смесью, в широком диапазоне частот упругих колебаний. Автор приводит данные о радиусе действия звуковых волн (до спада интенсивности наполовину) в чистой воде и в воде с погруженной тканью. Отмечается, что повреждение тканей зависит от частоты колебаний, причем решающую роль играет кавитация. При слышимых звуках низкой частоты повреждений практически не наблюдается. При частоте 10 кГц повреждения значительны, так как на этой частоте эффект кавитации максимален. Если частоту колебаний увеличить и перевести в область ультразвуковых частот, то степень повреждения уменьшится или пропадет совсем. Степень повреждения зависит от структуры материала: сильнее повреждаются необработанные волокна, менее сильно – нити, незначительно – ткани.

Разработкой новых ультразвуковых технологий беления в настоящее время занимаются различные школы ученых. В.В. Сафонов предлагает способ беления хлопчатобумажных тканей с использованием ультразвуковых колебаний с частотой 20 кГц, который позволяет увеличить скорость процесса беления и сократить расход отбеливателя.

Широкое применение ультразвук находит и в области крашения текстильных материалов. Крашение является сложным гетерогенно-диффузионным процессом, в котором существенную роль играет диффузия красителя и накопление его на волокне. При этом краситель распределяется между волокном и раствором (дисперсией) красителя и характеризуется тем, что объемная концентрация красителя в волокне при равновесии значительно выше, чем в растворе. Многообразие явлений, присущих процессу крашения, исключает возможность создания простой теории крашения. Однако, в любом случае большое значение имеет степень дисперсности красителя и скорость его диффузии. Поскольку крашение, как правило, проводится в водной среде, то существенной является способность окрашиваемого материала к пропитке водой. Для материалов на основе гидрофильных волокон пропитка не затруднена, что способствует нормальному протеканию процесса крашения. Однако в связи с производством синтетических гидрофобных волокон возникла проблема крашения материалов на основе синтетических волокон, например нитрона, лавсана и других.

Впервые А. Соколов и С. Туманский в 1941 г. указали на возможность промышленного применения ультразвука для ускорения процессов крашения тканей. Испытания в области ультразвукового крашения тканей из искусственных и синтетических волокон, показали, что наибольший эффект достигается через 2 минуты после начала облучения. Дальнейшее продолжение ультразвуковой обработки уже не дает ощутимых результатов. В ходе крашения вискозного волокна при температуре 60 °С ультразвуковое облучение увеличивает поглощение красителя на 30 %. Окраска акрилонитрильного волокна протекала при температуре 77 °С за 30 с.

Проводятся работы по применению ультразвука для интенсификации процесса крашения вискозного волокна и нейлона в бобинах. Испытания пока-

зали возможность сокращения длительности процесса крашения при комнатной температуре на 70 %. В качестве излучателей, одновременно служащих телом для самой бобины, в этих опытах использовались цилиндры из керамики титаната бария мощностью 200 Вт, работающие в диапазоне частот до 29 кГц.

Разработка опытной ультразвуковой аппаратуры для интенсификации крашения тканей ведется по двум основным направлениям. Первое направление связано с проектированием недорогих импульсных ультразвуковых установок, работающих за счет создания через определенные короткие промежутки времени импульсов большой мощности. Мощность генератора на выходе 2 кВт, а в среднем 500 Вт. Высокая (пиковая) мощность генератора достаточна для интенсификации окраски тканей и обеспечивает экономичное использование излучателей с большими поверхностями. Второе направление связано с разработкой высокочастотных машинных генераторов, выпускаемых, например, фирмой «Acoustic Associate» с диапазоном частот до 20 кГц, мощностью от 2 до 150 кВт. С помощью этих генераторов, монтируемых на общем горизонтальном валу с двигателем, вызывается возбуждение магнестрикторов, которые используются для интенсификации крашения тканей.

Приведенные выше данные по крашению текстильных материалов в ультразвуковом поле бесспорно показывают, что ультразвук способствует ускорению процессов крашения, увеличивает глубину прокраса, способствует улучшению равномерности и прочности крашения, позволяет снизить температуру красильной ванны.

Промывка тканей – один из самых распространенных и энергоемких массообменных процессов отделочного производства в текстильной технологии. На реализацию процессов промывки расходуется значительное количество технологической воды (до 5 м³/ч на одну промывную машину), до 40 % электроэнергии и до 15–20 % тепловой энергии, потребляемой отделочными фабриками. Кроме того, работа промывного оборудования сопровождается сбросом сточных вод и загрязнением окружающей среды моющими средствами.

Одним из перспективных способов решения этой задачи является интенсификация промывки ткани с помощью ультразвукового воздействия на этот процесс. Положительный эффект этого воздействия изучен в работах М.К. Кошелевой, которые заключаются в снижении диффузионного сопротивления переносу технологического загрязнения из ткани в промывной реактор. В работе А.А. Булековой представлены исследования процессов промывки тонких хлопчатобумажных тканей с применением ультразвука.

Новой областью применения ультразвука является его использование для улучшения некоторых свойств текстильных материалов. Ультразвуковые волны, проходящие через слой жидкости, встречая на своем пути твердые тела, например волокна, оказывают на их поверхность давление звуковой радиации. Если величина давления больше, чем сила сопротивления перемещению волокон в жидкости, то волокна начинают двигаться по направлению звукового луча, удаляясь от источника звука.

Интересными являются работы по улучшению прочности волокна в ультразвуковом поле. Для исследования были взяты волокна ПВХ с пятикратной вытяжкой. Образцы облучали ультразвуком в воде при температуре 85–90 °С на частоте 1 МГц с интенсивностью 5–6 Вт/см² в напряженном состоянии.

Можно стимулировать одноосную ориентацию волокон в ультразвуковом поле для улучшения их механических свойств. В работе Фридмана проведены опыты по облучению ультразвуком образцов ПВХ на частоте 22 кГц с интенсивностью до 2 Вт/см² в напряженном состоянии при температуре 90–95 °С. Обработка ПВХ в воде без облучения сначала также приводила к повышению прочности волокна, а затем, с увеличением времени обработки, к ее падению. Облучение ультразвуком волокон ПВХ способствует повышению их прочности с увеличением времени действия в определенном интервале.

В гетерогенных диффузионных процессах жидкостной обработки тканей существенным является способность ткани к смачиванию в жидкой среде. В работе Прохоренко показано, что ультразвук влияет на процесс смачиваемости и капиллярность ткани, а также на способность ткани сохранять смачиваемость. Образцы тканей, предварительно облученные ультразвуком на частотах 7,4 кГц (интенсивность 6 Вт/см²) и 800 кГц (интенсивность 15 Вт/см²), имели после сушки большую капиллярность, чем необлученные образцы. Последующие испытания образцов на капиллярность через разные промежутки времени показали, что ткань со временем теряет свойство капиллярности, приобретенное при облучении, но некоторая остаточная капиллярность обычно сохраняется. Данные табл. 6.3 показывают, что характер изменения смачиваемости в результате облучения – общий для всех суровых тканей. На разные ткани ультразвук действует неодинаково, вследствие чего они не только приобретают различную капиллярность, но и сохраняют ее в течение различного времени. Обсуждая механизм действия ультразвуковых колебаний, А.Г. Лифшиц решил, что облучение ткани в холодной воде приводит к обратимой деформации волокна и, следовательно, облегчает проникание жидкости в ткань. Вероятен и другой процесс. Звуковые волны заставляют пульсировать капиллярные полости и тем самым способствуют продавливанию жидкости в ткань. Холодная вода не вымывает из волокна гидрофобные примеси, поэтому после высушивания волокно вследствие высокоэластичной деформации постепенно возвращается к первоначальной форме. Однако при интенсивном действии ультразвука деформация волокна частично сохраняется, что обуславливает повышенную капиллярность этих образцов по сравнению с необлученной суровой тканью.

Таблица 6.3

Влияние времени облучения на смачиваемость хлопчатобумажных суровых тканей

Ткань	Время облучения ткани, мин	Время растекания капли			
		одни сутки	двое суток	трое суток	один месяц
Фланель	2	8 мин	10 мин	16 мин	16 мин
	5	30 с	30 с	45 с	4 »
	7	3 »	3 »	2 »	2 с
	10	2 »	2 »	2 »	2 »
Сатин	2	5 мин	16 мин	Не смачивалась	
	5	4 »	9 »	Не смачивалась	
	7	60 с	3 »	8 мин	2 с
	10	45 »	50 сек	7 »	2 »
Диагональ	2	60 мин	60 мин	Не смачивалась	
	5	55 »	»	Не смачивалась	
	10	140 с	23 мин	50 мин	50 мин
	12	100 »	5 »	36 »	38 »
Кирза	10	10 мин	16 »	34 »	Не смачивалась

Конструктивные решения для осуществления процесса ультразвукового беления тканей различного ассортимента представляют собой погружные ультразвуковые излучатели, предназначенные для различных технологических процессов, могут быть легко установлены на действующем производстве оборудования. Ультразвуковой излучатель крепится к дну или стенкам ультразвуковой ванны, где на него подается переменное напряжение соответствующей частоты от ультразвукового генератора (рис. 6.11).

Производственное оборудование для реализации способа ультразвукового беления определяется главным образом смесовым составом тканей. На оборудовании периодического действия целесообразно отбеливать смесовые ткани с высоким содержанием синтетической составляющей.

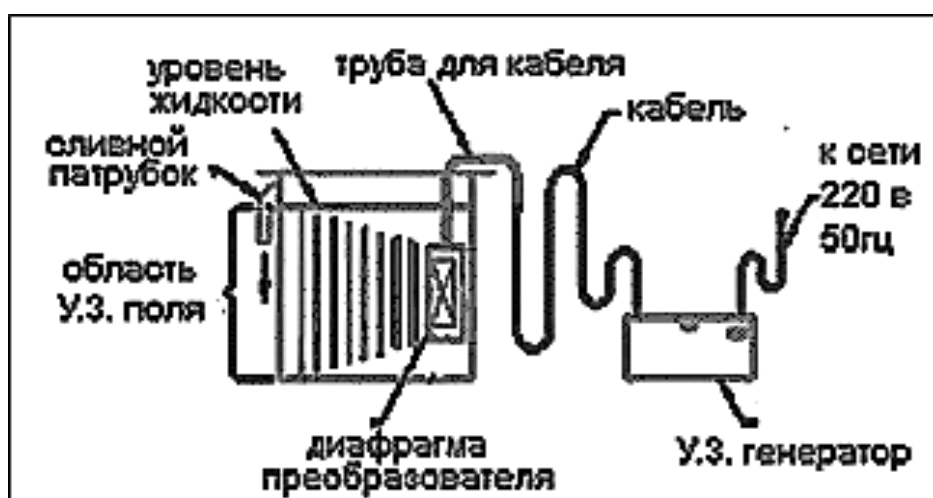


Рис. 6.11. Схема пьезокерамического излучателя и его монтаж на оборудовании

Например, для осуществления способа ультразвукового беления смесовой ткани (33% ХВ, 67% ПЭ) возможно применение рулонно-перемоточных машин. Для трикотажных полотен и смесовых тканей с высоким содержанием хлопковой составляющей рационально применять оборудование непрерывного действия, которое обеспечивает обработку с минимальным натяжением при увеличении времени пребывания материала в белящем растворе. Этим требованиям отвечает промывная линия ЛРП-220Т, оборудованная релаксационными камерами, в которых полотно транспортируется, находясь в свободном состоянии, на сетчатой конвейерной ленте в среде раствора. Установка ультразвуковых излучателей на релаксационную камеру позволяет использовать её для осуществления процесса ультразвукового беления.

6.4. Диэлектрический (ВЧ, СВЧ) нагрев

Современные тенденции развития технологии красильно-отделочного производства таковы, что экстенсивный путь интенсификации технологических процессов, основанный на количественном росте параметров обработки (повышении температуры, давления, концентрации реагентов и т.д.) давно исчерпал себя, так как приводит к нежелательным изменениям структуры волокнистых материалов и ухудшению их потребительских свойств. Это вызывает необходимость разработки таких методов обработки, которые, наряду с ускорением физико-химических процессов, обеспечивали бы сохранение и улучшение свойств текстильных материалов, способствовали бы снижению экологической вредности отделочного производства.

В силу своих специфических особенностей диэлектрический нагрев, включающий в себя ВЧ и СВЧ (микроволновый) способы нагрева, позволяет интенсифицировать тепломассообменные и диффузионные процессы в условиях тепловлажностной обработки текстильных материалов. При этом, как правило, достигается улучшение физико-механических свойств волокнистых материалов вследствие благотворного воздействия электромагнитного излучения на структуру волокнообразующего полимера. Возможности диэлектрического нагрева как метода интенсификации достаточно широки, что делает его практически универсальным методом повышения эффективности технологических процессов, основанных на тепловой обработке влажных волокнистых материалов в текстильном и красильном отделочном производствах.

Сушка токами высокой частоты основана на способности ВЧ электромагнитного поля выделять тепловую энергию во влажном текстильном материале. Сам текстильный материал, являясь диэлектриком, не взаимодействует с ВЧ-излучением, и его тепловая энергия направлена на нагревание влаги. Снижение влажности на текстильном материале приводит к снижению выделяющейся тепловой энергии, при этом исключается миграция красителя и возможность пересушки продукта.

Таблица 6.4

Технические данные высокочастотных сушилок

Параметры	Материал	
	Хлопок	Синтетические волокна
Начальная влажность, %	50 – 55	6 – 12
Конечная влажность, %	9	2
Расходы на электроэнергию, ДМ/кг	0,160	0,040
Сушильная емкость, кг/ч, при мощности, кВт:		
60	180	660
80	240	880
100	300	1100
120	360	1320
160	480	1760
200	600	2200

Фирма «Кранц» разработала целый модельный ряд ТВЧ-сушилок с суммарной мощностью генераторов ТВЧ в одной машине от 60 до 200 кВт и соответственно производительностью от 300 до 1000 кг/ч (натуральные волокна) и 660–2200 г/ч (синтетические волокна типа ПЭ, ПА, ПАН). В табл. 6.4. представлены технические данные высокочастотных сушилок. Обезвоживание и сушка паковок (носители материала) после окончания красильного процесса подогретым воздухом автоматически управляются, при помощи регулировки температуры на входе воздухопровода, а также дает сигнализацией по окончании процесса.

Основным конструктивным элементом ТВЧ-сушилок является сушильная камера коробчатой формы, собранная из металлических рамных конструкций, покрытых теплоизоляционными щитами. Камера разделена на равновеликие модули, количество которых зависит от ТВЧ. В нижней части камеры смонтирован ленточный транспортер, плоскость которого перемещается по металлическим роликам. На верхней плоскости камеры размещены генераторы и вентиляционное оборудование. Лента транспортера изготовлена из специального полимерного материала, устойчивого к температуре, деформациям и воздействию возможных электрических разрядов. Корпус сушильной камеры имеет экранирующую защиту, исключая воздействие ВЧ-излучения на окружающую среду, а также средства автоматической блокировки открытых проемов в местах загрузки и выгрузки продукта на случай несанкционированного проникновения обслуживающего персонала.

Примером оптимальной технологической цепочки участка пряжекрасильного производства является схема, в которую включены: красильный аппарат, центрифуга и ТВЧ-сушилка. Производственный процесс начинается с того, что бобиноноситель с окрашенной пряжей извлекается из автоклава кра-

сильного аппарата. Далее колонки паковок электротельфером перегружаются в центрифугу. После завершения гидроэкстракции колонки тем же способом перегружаются из центрифуги на металлические стояки, установленные на площадке напольной тележки. Для удобства съема бобин стояки из вертикальной позиции поворачиваются вместе с площадкой в горизонтальное положение. Далее паковки вручную перегружаются на ленточный транспортер накопителя, одна из частей которого подготавливается к загрузке в сушильную камеру, другая работает в режиме загрузки. Скорости ленточных транспортеров накопителя в ТВЧ-сушилки синхронизированы. По мере завершения загрузки накопитель смещается, позиционируется второй своей частью в положение, соосное относительно сушильной камеры.

Процесс сушки начинается в момент входа паковок в зону первого модуля, где под влиянием высокочастотного поля с параметрами в 13,56 МГц и 15000 ед. текстильный материал с соответствующим влагосодержанием подвергается тепловому воздействию. На этой стадии скорость испарения влаги наибольшая, поэтому необходимо энергичное вентилирование внутри объема модуля и отвод испарений. Во втором модуле с ВЧ-генератором процесс сушки продолжается, влагосодержание текстильного материала снижается. В третьем модуле при достижении влагосодержания 8 % нагревание текстильного материала, пропорциональное его влажности, прекращается. В последнем модуле, перед выходом паковок из сушильной камеры, вытяжной вентилятор выбрасывает из сушильной камеры нагретый влажный воздух, а приточный нагнетает свежий воздух, что способствует процессу кондиционирования пряжи.

ТВЧ-сушка бобин в колонке по системе ТНД имеет некоторые преимущества по сравнению со способом ВЧ-сушки, заключающиеся в размещении паковок, которые имеют постоянно ориентировочное положение в высокочастотном электромагнитном поле переменного тока, поэтому масса волокнистого материала равномерно распределена между электродами. Линии электромагнитного поля равномерно пронизывают диэлектрик, каким является колонка бобин. Время сушки зависит от вида волокна, упаковки и размера партии: синтетические нити и пряжа 20–30 минут, хлопковая 50–90 минут. Расход электрического тока для хлопка составляет не более 0,25 кВт·ч/кг. Рекуперация тепла в виде теплой воды 7000 л/ч от 60 °С, установленная мощность 110 кВт.

6.4.1. Физические основы диэлектрического способа нагрева

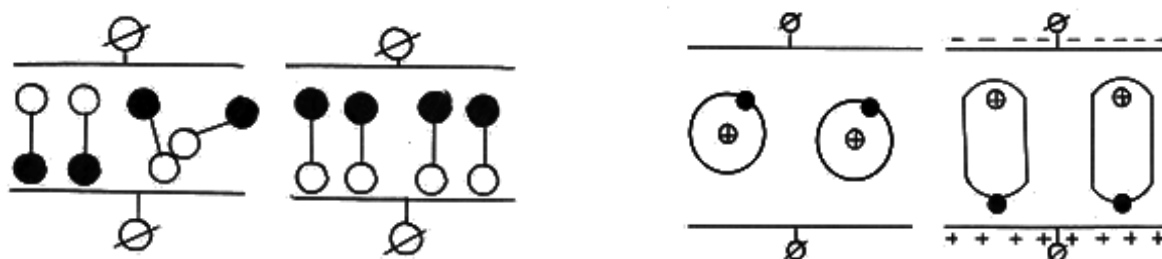
По своим электрофизическим свойствам текстильные материалы относятся к диэлектрикам (веществам, плохо проводящим электрический ток). В отличие от проводников, для которых характерно наличие свободных электронов, у диэлектриков свободных электронов нет. В зависимости от распределения зарядов внутри молекулы волокнообразующего полимера, наличия полярных групп диэлектрики подразделяются на полярные и неполярные.

Нагрев диэлектриков происходит в результате генерации внешнего поля в тепловую энергию внутри всего объема обрабатываемого материала. При помещении диэлектрика в электромагнитное поле в нем возникают поляризационные процессы. Различают два вида поляризации:

- упругая, при сильной межмолекулярной связи;
- релаксационная, при слабой межмолекулярной связи.

Наиболее часто встречаемым видом релаксационной поляризации является дипольная поляризация, имеющая место в полярных диэлектриках, у которых центры тяжести положительных и отрицательных зарядов не совпадают и образуется диполь. Поляризация может осуществляться также за счет деформации атомов, т.е. смещения электронных оболочек относительно ядер.

При помещении такого материала в электрическое поле молекулы диполя будут ориентироваться в нем таким образом, чтобы положительные заряды были ближе к отрицательному электроду, а отрицательный заряд диполя – к положительному электроду, т.е. дипольная поляризация сопровождается принудительной ориентацией диполей по направлению вектора напряженности. В общем случае полярные молекулы или более крупные структурные единицы макромолекул полимера вследствие дипольной поляризации, ориентируясь в электрическом поле согласно вектору напряженности, совершают колебательные движения в такт пульсации электрического тока, т.е. с частотой работы ВЧ-генератора. Для подобного перемещения молекул затрачивается энергия, которая из-за наличия межмолекулярного трения выделяется в материале в виде теплоты (рис. 6.12). Таким образом и осуществляется разогрев обрабатываемого материала.



Дипольная поляризация

Электронная поляризация под действием электрического поля

Рис. 6.12. Схема поляризационных процессов в диэлектрике, помещенном в электрическое поле

Потенциальная энергия переменного электрического поля, которая необратимо рассеивается в диэлектрике в виде теплоты, называется диэлектрическими потерями. Для их характеристики используют *тангенс угла диэлектрических потерь* ($tg\delta$) и диэлектрическую проницаемость ϵ .

Тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$, изменяющийся для текстильных материалов в пределах 10^{-4} – 10^{-1} , является основной электрофизической характеристикой материала, определяющей возможности его нагрева в поле токов

высокой частоты (ТВЧ). Угол диэлектрических потерь дополняет до 90° угол смещения по фазе тока в цепи конденсатора относительно напряжения.

Диэлектрическая проницаемость ε материала для каждой определенной частоты внешнего электромагнитного поля представляет собой величину, пропорциональную числу диполей, которые ориентируются в направлении вектора напряженности данного поля. Эта характеристика является безразмерной величиной и определяется отношением емкости электрического конденсатора, заполненного материалом, к емкости конденсатора в вакууме.

Произведение $\text{tg}\delta \cdot \varepsilon$ называется *фактором или коэффициентом диэлектрических потерь κ* . Это интегральный показатель, является постоянной для данного диэлектрика величиной и зависит от частоты изменения напряженности диэлектрического поля и температуры. Если κ больше $2 \cdot 10^{-2}$, то диэлектрики будут хорошо нагреваться в поле ТВЧ.

Эффект нагрева также зависит от *частоты (f)* внешнего электрического поля и *напряженности* поля E Вт/м.

Величина диэлектрических потерь в значительной мере зависит от химического строения повторяющейся в макромолекулярной цепи мономерной единицы, которая оказывает влияние на внутри- и межмолекулярные взаимодействия, а следовательно, и на подвижность звеньев и время релаксации. Сильное влияние оказывает природа и число полярных групп, размеры заместителей, изомерия бокового радикала, стерические факторы.

Существенное значение имеет степень кристалличности полимера. Диэлектрические свойства волокнистых материалов напрямую зависят от их *влажности*. Если материал обезвожен и освобожден от всех примесей, то он является хорошим изолятором. Поэтому природные материалы, имеющие довольно высокие показатели кондиционной влажности, лучше нагреваются в поле ТВЧ по сравнению с синтетическими гидрофобными тканями. Повышению коэффициента диэлектрических потерь текстильного материала способствует присутствие на нем красителей (являющихся диполями), электролитов и аппретирующих веществ. Диэлектрические свойства зависят и от температуры, но температурная зависимость для синтетики проявляется намного ярче, чем для хлопка.

При расчете *мощности*, выделяющейся в виде тепла в единице объема диэлектрика, используется формула, Вт/м³ :

$$P = 5,55 \cdot 10^{-11} E^2 \cdot f \cdot \varepsilon \cdot \text{tg}\delta,$$

где ε – диэлектрическая проницаемость;

$\text{tg}\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь;

E и f – напряженность и частота поля.

Таким образом, количество выделяемой энергии в материале в процессе ВЧ-обработки зависит от частоты электрического поля, квадрата его напряженности и диэлектрических свойств материала.

6.4.2. Конструкционные особенности ВЧ-оборудования

Технологический процесс ВЧ-нагрева материалов осуществляется переменным электрическим полем, создаваемым пластинами конденсатора. К конденсатору подводится напряжение от ВЧ-генератора.

Отечественной промышленностью серийно выпускаются генераторы мощностью от 1 до 160 кВт с частотой в диапазоне 13–81 МГц, большинство из них работают на частоте 13,56 МГц.

Основным элементом ВЧ-оборудования является *система электродов*, образующих рабочее пространство (зону нагрева), в котором и осуществляется процесс обработки текстильного материала.

Техническое устройство, которое создает ВЧ- поле заданной конфигурации, в котором осуществляется диэлектрический нагрев материала, называется *аппликатором* системы электродов.

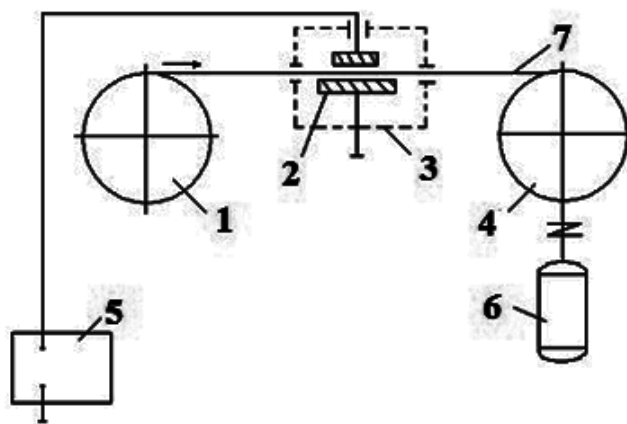
Наиболее простым аппликатором является обычный плоский конденсатор. Электроды в виде конденсаторных пластин являются наиболее подходящими для обработки объемных текстильных материалов, например рулонов, паковок, мотков, бобин. Обычно они представляют плоские конденсаторные пластины, создающие вертикальное электрическое поле.

Для непрерывной же обработки плоских текстильных материалов (волокно, полотно ткани, ковровые, штучные изделия и пр.), наряду с конденсатором, чаще применяют стержневые электроды с параллельными соединениями одноименных полюсов. Такое расположение электродов способствует тому, что силовые линии поля пересекают текстильный материал под острым углом. При этом достигается большая напряженность поля в плоскости обрабатываемого материала, что обеспечивает его эффективный нагрев.

Для обработки нитевидных текстильных материалов могут быть использованы аппликаторы в виде колец. В этом случае силовые линии концентрируются по центру вдоль линии симметрии, обеспечивая эффективный нагрев таких материалов. Реже в качестве электродов используются элементы конструкций сушильных камер – транспортирующие устройства (например, металлические ролики), крышки герметизирующихся емкостей, стойки и т.п. Таким образом, к основным конструкционным частям ВЧ-оборудования относятся: высокочастотный генератор, работающий на частоте 13,56 МГц; камера с электродной системой (аппликатор); система подогрева и циркуляции воздуха; система рекуперации тепла; транспортирующее устройство; пульт управления. Принципиальная схема ВЧ-обработки текстильных материалов представлена на рис. 6.13.

Транспортирующие ленты изготавливаются из материала с низкими диэлектрическими потерями с целью исключения его нагрева в ВЧ-поле. Обычно в качестве такого материала используют полипропилен. Во всех конструкциях ВЧ-оборудования корпус камеры или корпус машины предусматривает защиту окружающей среды от электромагнитных излучений с целью предотвращения

радиопомех и обеспечения безопасности обслуживающего персонала. Системы обогрева и циркуляции воздуха, рекуперации тепла в ВЧ-оборудовании традиционны для многих видов стандартного сушильного оборудования.



*Рис. 6.13. Схема ВЧ-машины с ленточным транспортером:
1 – подающий барабан; 2 – электродная система; 3 – защитный экран; 4 – приемный барабан; 5 – ВЧ-генератор; 6 – электродвигатель; 7 – ткань*

Для обоснования режима диэлектрического нагрева необходимо определить параметры ведения процесса: скорость нагрева, желаемое изменение влагосодержания, начальную и конечную температуру материала. Для этого необходимо знать диэлектрические характеристики материала и его компонентов, теплоемкость, структуру, форму и массу обрабатываемых материалов. Важным является правильный выбор рабочей частоты. Рабочая частота должна обеспечивать требуемую интенсивность нагрева, которая задается технологическим процессом, равномерное распределение напряжения по всей длине электродов конденсатора, возможность согласования параметров нагрузки с параметрами источника питания и работы при максимальном КПД установки.

6.4.3. Высокочастотная сушка текстильных материалов

Современные тенденции развития текстильной ВЧ-техники и технологии таковы, что наиболее массовое применение диэлектрический способ нагрева получил для осуществления процессов сушки текстильных материалов. Это является закономерным и обусловлено тем, что ВЧ-сушка, являясь чисто физическим процессом, значительно проще поддается управлению и автоматизации при практической реализации по сравнению с крашением и отделкой тканей, в которых совместно протекают как физические, так и химические процессы. Отметим, что в настоящей главе вопросы теории ВЧ-сушки не рассматриваются.

ВЧ-сушка текстильных материалов основана на диэлектрическом нагреве воды, содержащейся в высушиваемом изделии. Важными особенностями диэлектрического нагрева по сравнению с нагревом от внешних источников тепла является то, что в процессе ВЧ-сушки происходит равномерный подъем темпе-

ратуры обрабатываемого материала и одновременно начинается испарения влаги по всему его объему. В условиях тепло- и массообмена с окружающей средой температура и давление пара внутри тела оказываются выше, нежели в поверхностных слоях. В результате градиенты температуры и давления направлены из центра материала к периферии, что способствует переносу влаги в процессе сушки из глубинных слоев к поверхности высушиваемого материала. Специфические особенности диэлектрического нагрева обуславливают ряд важных преимуществ ВЧ-способа сушки. Так, ВЧ-нагрев высушиваемых материалов происходит быстрее по сравнению с нагревом от внешних источников тепла и равномерно по всей толщине изделия, в результате чего возрастает скорость сушки. Практически исключается опасность перегрева обрабатываемого материала в поле ТВЧ, т.к. при атмосферном давлении температура нагрева не превышает 100 °С. В процессе ВЧ-сушки нагреваемый материал является элементом электрического контура и при изменении параметров, влияющих на диэлектрические характеристики материала, изменяется и поглощаемая мощность. Например, количество энергии, поглощаемой материалом, пропорционально влагосодержанию волокна. Отсюда – саморегулируемость процесса сушки. Нагрев материала приостанавливается одновременно с прекращением действия ВЧ-поля, что обуславливает тепловую безынерционность процесса сушки. Применение диэлектрического нагрева дает возможность передачи значительных мощностей к единице объема материала, благодаря чему реально уменьшение габаритов сушильных установок. К числу достоинств относится гибкость в перестройке режима сушки при смене технологических операций, переходах с одного вида материала на другой. Важным моментом является то, что ВЧ-сушка оказывает благоприятное воздействие на качество волокнистых материалов: снимаются внутренние напряжения в материале, достигается свободная усадка волокон по всей толщине, улучшается гриф текстильных материалов.

Среди перспективных областей применения ВЧ-нагрева для целей сушки можно отметить следующие: сушка текстильных материалов в паковках (хлопчатобумажная, льняная, шерстяная, смешанная пряжа); ниток из натуральных и синтетических волокон после облагораживания и крашения; льняной пряжи мокрого прядения в плотных паковках больших размеров; шерстяной ленты после крашения; искусственного шелка в куличах; текстильных материалов (ткани, трикотажные полотна, нетканые материалы) в жгуте и расправленным полотном в непрерывных процессах; ковровых изделий, войлока; швейных и трикотажных изделий и т.д.

Продемонстрируем эффективность процесса ВЧ-сушки на примере экспериментальных данных, полученных в Ивановском НИЭКМИ с использованием полупромышленной установки на базе генератора ВЧГЗ-60/13. На основании исследований рассчитали производительность ВЧ-сушки, учитывая, что колебательная мощность серийно выпускаемых генераторов составляет 10, 25 и 60 кВт.

Сушка с конвективным нагревом обладает ВЧ-мощностью 10, 25, 60 кВт; производительностью 6, 14, 36, 87 кг/ч. Производительность же сушилки с конвективным нагревом не превышает 5 кг/ч.

По результатам производственных испытаний на сушильной установке Ивановской трикотажной фабрики установлено, что применение ВЧ-нагрева позволяет повысить производительность процесса сушки в 3—17 раз. В качестве примера на рис. 6.14 представлен общий вид ВЧ сушильной машины с ленточным транспортером. Основным элементом сушильной камеры является система электродов, образующих рабочее пространство (зону нагрева), в котором и осуществляется процесс сушки текстильного материала.

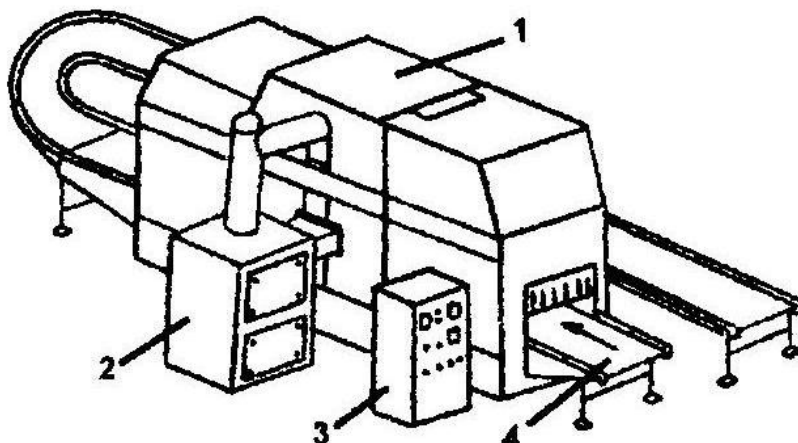


Рис. 6.14. Высокочастотная сушилка фирмы «Sholl»:
1 – ВЧ-сушильная камера; 2 – ВЧ-генератор; 3 – пульт управления; 4 – транспортер

ВЧ сушильные машины выпускаются как за рубежом, так и у нас в стране. Они отличаются видом электродных систем, которые, в свою очередь, влияют на конфигурацию ВЧ-поля (рис. 6.15).

На рис. 6.16 можно привести сушильную машину ТШК 3,5 - И6 для сушки вязкого шелка в куличах. Установка включает генератор ВЧГ - 160/13 мощностью 160 кВт и частотой 13,56 МГц, и сушильную камеру с транспортирующим устройством непрерывного действия. Рабочий конденсатор выполнен в виде вертикальных пластин – электродов, между которыми помещены пакетки волокна, совершающие поступательное и вращательное движение. Такая схема обеспечивает высокую интенсивность и равномерность сушки. Машина снабжена устройствами для автоматической загрузки и съема куличей. Производительность установки 3,5 т сухого шелка в сутки. Во ВНИИТВЧ им. В.В. Вологодина разработана ВЧ сушильная установка ВЧД 17 - 60/13. Это машина конвейерного типа, оснащенная генератором ВЧГ8 - 60/13 (60 кВт, 13,56 МГц). Она может использоваться для сушки самых разнообразных материалов: волокна насыпным слоем, ровничной ленты, нитей, пряжи в мотках, бобинах, шпулях, штучных швейных, трикотажных изделий и т.д.

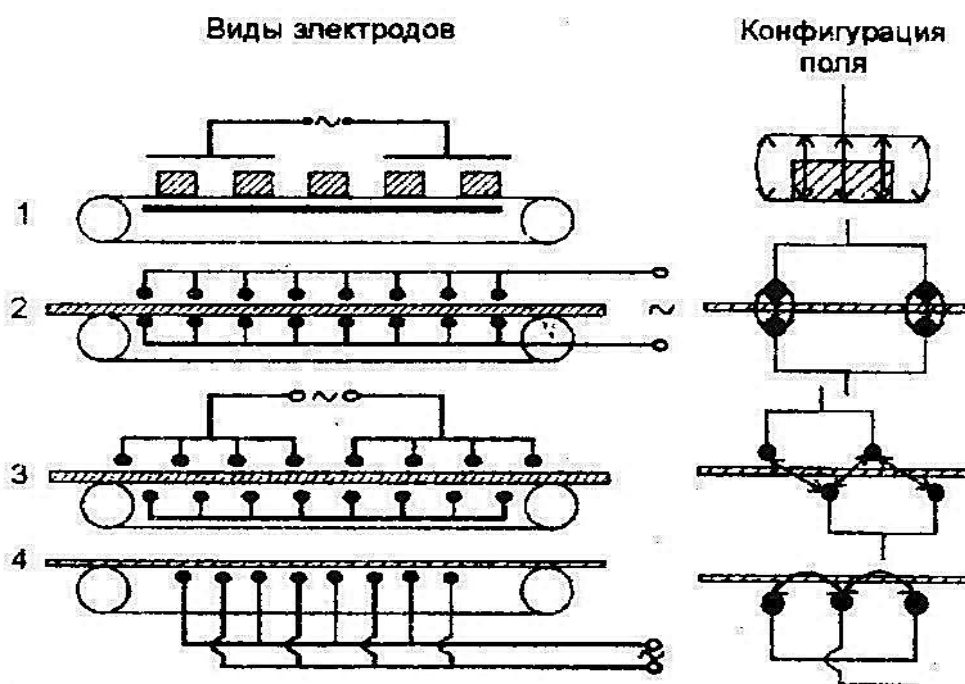


Рис. 6.15. Виды электродных систем, применяемых в ВЧ сушильных машинах

За рубежом наибольшей известностью пользуются фирмы "Strayfield International" (Англия), "Stalam" (Италия), "Krantz", "Siemens" (Германия) и др. Фирмой "Strayfield International" выпускаются ВЧ сушильные машины с полезной (колебательной) мощностью от 25 до 150 кВт, которые могут использоваться для сушки волокон, чесальной ленты, нитей в клубках, мотках, паковках, на сновальных валиках и т.п. На одной из выставок текстильного оборудования ITMA были представлены сушильные машины, имеющие номинальные мощности 75 и 150 кВт. Их производительность при обработке пряжи из 100 % хлопка до 190 кг/ч, из смеси полиамидного волокна с хлопком 320 кг/ч, из смеси полиэфирного волокна с хлопком 500 кг/ч. Расход электроэнергии находится в пределах 2,20 – 0,25 кВт/кг для полиэфирного волокна и 0,75 – 0,8 кВт/кг для хлопка.

Фирма "Stalam" производит ВЧ сушильные машины периодического и непрерывного действия, состоящие из одной – четырех сушильных секций и образующих общий тоннель. Сушильная машина оснащена контролируемыми и управляющими устройствами. Каждая сушильная камера имеет ВЧ-генератор. Работа генератора управляется микропроцессором. Испарительная способность сушилки при мощности 15 кВт – 18 кг воды в час; при мощности 30 кВт – 36 кг воды в час.

Фирма "Krantz" (Германия) для экономии энергии установила в каждой секции ВЧ-машины теплообменники, через которые проходит отработанный и свежий воздух. В этом случае при работе машины в режиме сушки достигается 10 % экономия энергии, при работе в режиме термообработки экономия энер-

гии составляет 25 %. Этой же фирмой разработана установка для аппретирования и сушки пряжи в бобинах. Установка состоит из двух центрифуг, транспортера и ВЧ сушильной машины. Мощность установки составляет 160 кВт, производительность по шерсти 800 кг/ч. Представляет интерес рассмотреть энергетический баланс ВЧ сушильного оборудования на примере сушильной машины мощностью 60 кВт фирмы "Shool" (рис. 6.14).

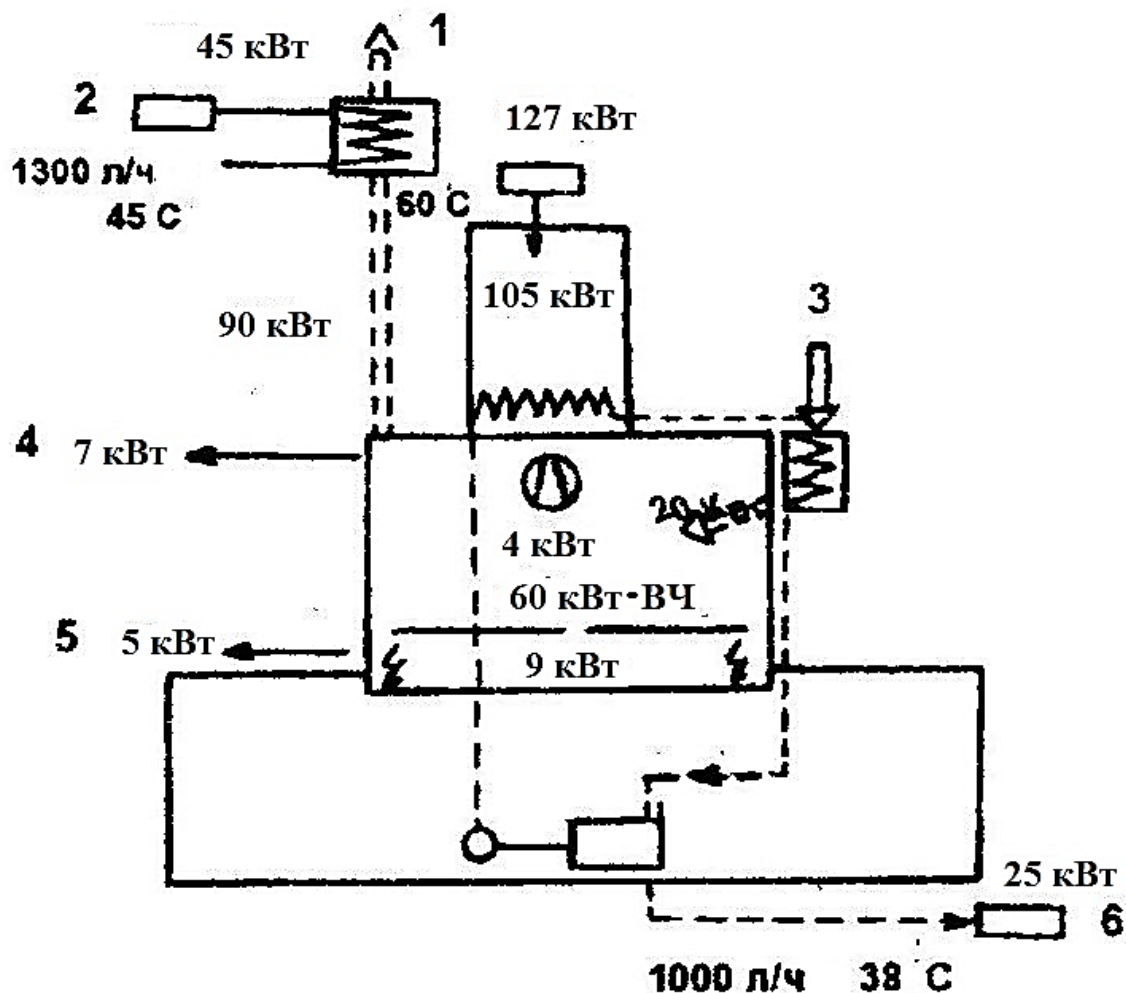


Рис. 6.16. Энергетический баланс ВЧ сушильной машины:

1 – отработанный воздух; 2 – рекуперация тепла воды, охлаждающей отработанный воздух; 3 – подаваемый воздух; 4 – потери тепла в результате излучения; 5 – потери тепла с высушиваемым материалом; 6 – рекуперация тепла воды, охлаждающей генератор

Как видно, доля мощности, потребляемая ВЧ-генератором, составляет 3 % от общей мощности установки. Остальные 17 % расходуются калориферами и вентиляторами. КПД процесса ВЧ-сушки повышают за счет тепла воды, предназначенной для охлаждения генератора, и отработанного нагретого воздуха, направляемого в сушильную камеру.

6.4.4. Подготовка хлопкосодержащих тканей с использованием ВЧ-нагрева

Процессы подготовки тканей включают ряд технологических воздействий на текстильные материалы, применяемых для придания им комплекса технологических и потребительских свойств (смачиваемость, белизна, очистка от естественных примесей и пр.). Операции подготовки тканей являются наиболее трудоемкими, протекают с высоким расходом химических реагентов, их длительность составляет 60–90 мин. Поэтому актуальной задачей является разработка интенсивных методов обработки тканей, позволяющих повысить эффективность процессов и качество текстильных материалов. Для ее решения весьма привлекательным является применение диэлектрического способа нагрева. Важным моментом здесь является то, что в операциях подготовки текстильные материалы пропитываются составами, содержащими электролиты. По этой причине при разработке способов подготовки тканей с использованием диэлектрического нагрева возникает задача изучения влияния электролитов на процесс ВЧ-нагрева материала, так как электролит, присутствующий в волокне, существенно изменяет его диэлектрические свойства и, как следствие, влияет на эффективность диэлектрического нагрева.

Изучением взаимосвязи между электропроводностью электролитов, используемых в качестве реагентов в процессах отварки и беления целлюлозосодержащих тканей, диэлектрическими свойствами системы волокно–электролит и кинетикой ВЧ-нагрева тканей было установлено, что значение удельной электропроводности исследуемых электролитов убывает в ряду: гидроксид натрия → силикат натрия → пероксид водорода → карбамид и согласуется с величинами констант диссоциации данных электролитов.

При разработке ВЧ-технологии обработки важным является вопрос о взаимодействии нагреваемого материала и высокочастотного поля. Взаимосвязь здесь характеризуют диэлектрические свойства текстильного материала: тангенс угла диэлектрических потерь, относительная диэлектрическая проницаемость или интегральный показатель – коэффициент диэлектрических потерь K , являющийся произведением первых двух показателей.

Показано, что увеличение концентрации гидроксида с 1 до 10 г/л является причиной усиления ионной проводимости и, как следствие, возрастания электропроводности волокнистого материала до уровня, когда волокно становится эффективным проводником электрического тока и утрачивает свойства диэлектрика. При помещении текстильного материала с такими электрофизическими свойствами между электродами ВЧ-конденсатора происходит его разрядка (пробой), и диэлектрический нагрев материала становится затруднительным, что проявляется в заметном снижении скорости нагрева. Принимая во внимание отмеченные факты, выбор оптимальных концентраций электролитов в технологическом растворе необходимо осуществлять с учетом специфических особенностей диэлектрического нагрева.

В Ивановском НИЭКМИ в свое время проводились исследования по изучению возможности применения ВЧ-нагрева для интенсификации процессов расшлихтовки, отварки и беления хлопчатобумажных тканей. Эффективность удаления с ткани сопутствующих естественных примесей и загрязнений, обусловленных предшествующими технологическими стадиями, во многом определяется операцией расшлихтовки. Как известно, наиболее распространенным шлихтующим агентом, применяемым на отечественных текстильных предприятиях, является крахмал. Одним из наиболее эффективных и современных способов удаления с тканей крахмальной шлихты является применение ферментных катализаторов амилолитического действия, обеспечивающих гидролиз крахмала и удаление последнего с ткани. С целью активации процесса ферментной расшлихтовки предложено обработку ткани осуществлять в ВЧ-поле. В табл. 6.5 приведены сравнительные данные по результатам расшлихтовки хлопчатобумажной ткани бязь ферментным препаратом амилосубтилин ГЗХ при различных вариантах активации процесса.

Таблица 6.5

Влияние метода активации процесса ферментной расшлихтовки

Метод активации	Время обработки	Качественные показатели ткани		
		Расшлихтовка, %	Капиллярность, мм/ч	Потеря прочности, %
Пропитка ферментом	12 с	66,6	0—50	—
Запаривание при 100 °С	30 мин	75,9	ПО	Од
ВЧ-нагрев периодический	30 с	75,0	145	0,98
ВЧ-нагрев непрерывный	30 с	75,4	142	0,89

Примечания: 1. Ткань предварительно пропитывалась раствором фермента при 50 °С в течение 12 с. 2. Параметры ВЧ-обработки: частота 27,12 МГц, напряжение на электродах для периодического процесса 6,2 В, для непрерывного 70 В, расстояние между электродами 1 см.

Применение ВЧ-нагрева в течение 30с позволяет получить такие же результаты расшлихтовки ткани, как при 30 минутном запаривании. При этом показатель капиллярности ткани возрастает на 32—35 мм. Полученный эффект, очевидно, обусловлен взаимным усиливающим влиянием на процесс гидролиза крахмала и других гидрофобных примесей волокна биопрепарата и энергии ВЧ-поля.

На основании данных спектрофотометрических исследований диоксановых экстрактов ткани установлен характер влияния ВЧ-поля на лигнинолитические свойства фермента и разрушение окрашенных примесей хлопка. При одинаковой продолжительности обработки 15 с. в случае диэлектрического нагрева оптическая плотность диоксановых растворов в области 300 нм, характерной для лигнина, имеет меньшее значение по сравнению с обычным запариванием, что говорит о повышении лигнинолитической активности фермента под воз-

действием ВЧ-поля. Кратковременная ВЧ-обработка по эффективности разрушения лигнина адекватна 5-ти минутному запариванию.

Показана перспективность активации полем процесса беления в условиях двухстадийной обработки, включающей ферментативную расшлихтовку и перекисное беление.

Современной тенденцией развития процессов отделки тканей является совмещение нескольких разрозненных операций в одну стадию. В связи с этим оценена возможность объединения трех стадий подготовки тканей в одну на основе сочетания ферментного и окислительного действия и активации физико-химических процессов за счет энергии ВЧ-поля. Способ состоял в том, что технологический состав содержал одновременно реагенты, предназначенные для ферментативной расшлихтовки (амилосубтилин), щелочной варки (гидроксид натрия) и окислительного беления (пероксид водорода), а обработку ткани осуществляли путем ее нагрева в ВЧ-поле. При определении оптимального состава стояла задача компромиссного характера, которая обуславливалась следующими обстоятельствами. Известно, что пероксид водорода может использоваться как для процесса расшлихтовки, так и для беления. Однако, оптимальные условия для осуществления этих процессов различные. С другой стороны, гидроксид натрия создает щелочную среду, фермент же обладает максимальной активностью в нейтральной среде. В процессе беления также должен быть соблюден определенный баланс между пероксидом водорода и стабилизатором пероксида – силикатом натрия.

Максимальные значения степени расшлихтовки и капиллярности ткани получены при минимальной щелочности и составляют соответственно 80–100 % и 150–160 мм. Увеличение концентрации едкого натра до 2 г/л снижает степень расшлихтовки на 50 % и капиллярность на 60 мм, что связано с дезактивацией фермента в этих условиях. Белизна же ткани в значительной степени определяется концентрацией щелочи, и ее максимальное значение достигается при концентрации едкого натра 3 г/л. Установлено также, что повышение концентрации силиката натрия обеспечивает увеличение степени белизны, однако, приводит к снижению капиллярности и степени расшлихтовки ткани.

Таким образом, исследования показали, что применение ВЧ-нагрева в сравнении с традиционной запарной обработкой (продолжительность 30–60 мин) обеспечивает уменьшение продолжительности процесса до 3–5 мин, снижение содержания гидроксида натрия (0,5–1 г/л) и силиката натрия (до 5 г/л). На основании этого можно утверждать, что полученные результаты создают предпосылки для разработки эффективной ВЧ-технологии беления хлопкосодержащих тканей.

6.4.5. Крашение текстильных материалов с использованием ВЧ-нагрева

Главный вклад в формирование потребительских свойств готовых текстильных материалов вносит стадия колорирования (включающая крашение и печатание материалов), что определяет ее исключительную важность среди других процессов отделки тканей. Это нашло отражение в максимальном исследовательском интересе к проблеме применения диэлектрического нагрева для интенсификации процессов фиксации красителей волокнистым материалом.

Существующие способы крашения, основанные на диэлектрическом нагреве, можно разделить на три основные группы. К первой группе относятся способы крашения путем диэлектрического нагрева влажного материала, пропитанного технологическим составом. Вторую группу составляют способы, предусматривающие комбинированное воздействие на материал электромагнитной энергии и теплоносителя (горячего воздуха или водяного пара). И третья группа включает способы обработки материалов электромагнитным излучением при избыточном давлении.

Рассматривая способы, составляющие первую группу, можно отметить, что фиксация красителей волокнистыми материалами осуществляется в процессе нагрева материала за счет присутствия в волокне полярного соединения, которое поглощает электромагнитную энергию и тем самым обеспечивает разогрев материала до температуры кипения полярного вещества. При обработке тканей из гидрофильных волокон таким реагентом является вода, пластифицирующая полимер и обеспечивающая эффективный разогрев волокна и его окрашивание при температуре 100 °С. В качестве примера можно привести способ крашения текстильных материалов активными красителями, согласно которому отбеленную хлопчатобумажную ткань плюсоют водным раствором красителя, после чего ткань отжимают и во влажном виде подвергают воздействию ВЧ-излучения с частотой 36 МГц в течение 45 с. После промывки ткани получают окраску, отличающуюся высокой равномерностью и прочностью к свету и мокрым обработкам.

В арсенале существующих способов колорирования тканей можно выделить ряд способов, для которых наиболее оправдано применение ВЧ-нагрева для ускорения фиксации красителей. Рассмотрим так называемый плюсовочно-накатный способ крашения, когда полотно ткани, пропитанное раствором красителя, накатывается в ролик и в таком виде выдерживается несколько часов при комнатной температуре. По этой причине данный способ называют еще "холодным". В крашении шерсти он, несмотря на большую продолжительность процесса фиксации красителей, привлекателен для технологов высокой равномерностью окраски, минимальным повреждением шерстяного волокна и исключением повторного чесания гребенной ленты, которое обычно необходимо после традиционных способов крашения. Поэтому исследователями предпринимались попытки сокращения времени вылеживания волокна, при этом испы-

тывались разнообразные варианты нагрева шерстяного волокна с целью его интенсификации (конвективный, нагрев под избыточным давлением, ИК-нагрев). Однако, все они, из-за неравномерности нагрева, оценивались неудовлетворительно. Решить проблему удалось только при использовании ВЧ-нагрева. Равномерное повышение температуры по всему объему волокна с 20 до 40 °С за счет диэлектрического нагрева позволяет сократить продолжительность процесса вылеживания до 1–3 часов (т.е. как минимум в 4 раза) при увеличении выхода металлокомплексных красителей на шерстяном волокне с 65,1—69,6 до 92,3—98,2 %.

Использование ВЧ-энергии является весьма эффективным средством ускорения процесса фиксации красителей при крашении текстильных материалов различного волокнистого состава красителями разных классов: за короткое время ВЧ-обработки (8–15 с) фактически совмещаются в одной технологической операции сушка и фиксация красителя. При этом достигаются практически те же колористические показатели, что и при традиционных процессах фиксации с предварительным высушиванием материала. Это позволяет экономить за энергозатратах, площадях и уменьшить габариты оборудования.

Направлением развития и дальнейшего совершенствования ВЧ-технологии крашения текстильных материалов является совместное применение традиционных теплоносителей (горячего воздуха, насыщенного и перегретого водяного пара) и электромагнитной энергии, когда последней отводится роль фактора, активирующего протекание того или иного технологического процесса, в комбинации с использованием интенсификаторов ВЧ-нагрева. Оптимальное сочетание указанных вариантов обработки позволит в максимальной степени использовать достоинства каждого из способов и создать высокоэффективные прогрессивные технологические процессы.

Ведущими машиностроительными фирмами, занимающимися разработкой и производством ВЧ красильного оборудования, являются английские фирмы "Dawson International" и "Smith Engineering Project". Первая из них выпускает оборудование для непрерывной ВЧ-фиксации красителей на хлопковом, шерстяном и синтетических волокнах. В промышленной ВЧ-машине марки EDF подача волокна осуществляется из двух бункеров на плюсовку. Пропитанное в плюсовке волокно перемещается с помощью транспортерной ленты в стеклянной прямоугольной трубе до ВЧ-камеры, где фиксация красителя на волокне осуществляется между парой конденсаторных пластин, к которым подводится напряжение от ВЧ-генератора мощностью 90 кВт при частоте 27,12 МГц. Текстильный материал последовательно проходит две зоны ВЧ-нагрева.

В табл. 6.6 приведена техническая характеристика машины фирмы "Dawson International". Для сравнения также представлены технические показатели отечественной линии для крашения волокна ЛКВ-3 (машиностроительного завода "Ивтекмаш").

Сопоставление технических параметров показывает, что линия для ВЧ-крашения EDF при примерно равной производительности характеризуется значительно меньшими габаритными размерами и массой. По сравнению с линией ЛКВ-3, площадь, занимаемая под оборудование, уменьшается с 82 до 19 м², т.е. более чем в 4 раза, а металлоемкость снижается в 4,5 раза. По данным фирмы при использовании ВЧ-машины себестоимость операции крашения текстильных материалов снижается в 3 раза по сравнению с традиционным красильным оборудованием.

Таблица 6.6

Техническая характеристика линий для крашения волокна типа EDF и ЛКВ-3

Параметры	Оборудование	
	EDF	ЛКВ-3
Производительность, кг/ч	750	700
Установленная мощность токоприемников, кВт	180	140
Габаритные размеры, м :		
Высота	3,2	4,4
Длина	6,8	23,3
Ширина	2,8	3,5
масса, кг	7500	34100

Фирмой "Smith Engineering Project" разработан ВЧ красильный аппарат "Duelfast" для крашения волокна в массе, пряжи или ленты. Волокно загружается в красильный аппарат пневматическим способом. Пропитанное красильным раствором волокно перемещается через две зоны ВЧ-обработки. По окончании крашения волокно извлекается из камеры и погружается в промывной поддон, где оно подвергается сопловой промывке под давлением. По данным фирмы ВЧ красильная машина обеспечивает экономию электроэнергии в 12 раз, воды в 6 раз и трудозатрат в 3 раза по сравнению с обычным котловым аппаратом (табл. 6.7).

Таблица 6.7

Сравнительная характеристика красильного ВЧ и стандартного оборудования

Статьи затрат	Расход ресурсов при крашении 200 кг волокна	
	ВЧ-машина	Котловой аппарат
Расход электроэнергии, кВт		
на крашение	39,4	495
на промывку	10	183
Расход воды, м ³ /с	800	4600
Обслуживающий персонал, чел.	2	6

Эта же фирма выпускает автоматизированную линию для крашения натуральных и химических волокон с применением ВЧ-нагрева для фиксации красителей. Линия включает в себя автоматическое подающее устройство, работа которого контролируется и управляется с помощью микропроцессора, холстоформирующее устройство, плюсовку, камеру прямоугольной формы для ди-

электрического нагрева волокна до 100 °С. Красильная линия имеет производительность 750 кг/ч, обслуживает ее 2 оператора. Энергетическая отдача при диэлектрическом способе нагрева составляет 80 %, тогда как при применении пара 30–40 %. Использование ВЧ-оборудования обеспечивает повышение производительности, улучшение условий труда на рабочем месте, снижение расхода воды в 10 раз, устранение потерь энергии при останове и включении линии.

Уникальная способность ВЧ-способа обеспечивать объемный нагрев материалов сделала возможным его применение в переводной термопечати тканей, в которой при определенных условиях на ткань из термопластичных волокон рисунок переводится с бумаги за счет сублимации дисперсных красителей. Фирмой "Dawson International" разработано ВЧ-оборудование, предназначенное для переводной печати периодическим способом текстильных материалов, которое позволяет обрабатывать сразу 4 слоя ткани, трикотажного полотна или штучных изделий. Производительность машины составляет до 2500 изделий в неделю по сравнению с 200 изделиями для переводной печатной машины с паровым обогревом. Специалисты фирмы подсчитали, что затраты на печать сократились на 40 % по сравнению с цилиндрическими печатными машинами, кроме того, расход воды сократился на 90 % и процесс стал менее трудоемким.

Существующее ВЧ красильное оборудование характеризуется более высокими технико-экономическими показателями по сравнению с традиционной техникой, что делает его конкурентоспособным на рынке красильно-отделочного оборудования и обуславливает целесообразность проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в данном направлении.

6.4.6. Микроволновая (СВЧ) обработка текстильных материалов

Микроволновый (сверхвысокочастотный) нагрев по своей физической природе является разновидностью диэлектрического нагрева. Основное отличие микроволнового от ВЧ-нагрева объясняется различием в частоте электромагнитного излучения - она выше приблизительно на два порядка, что обуславливает изменение формы существования электромагнитной энергии. Так, если излучение ВЧ-диапазона представляет собой переменное электрическое поле, создаваемое обкладками конденсатора, то СВЧ-излучение существует в виде электромагнитной волны, генерируемой специальными электровакуумными приборами.

Электромагнитные волны СВЧ-диапазона распространяются и отражаются по законам света. Если электромагнитную волну направить на диэлектрический материал, то часть ее будет отражена, часть же проникнет в него. Под действием волны в материале будет происходить релаксационная поляризация и могут протекать токи проводимости, вследствие чего происходит выделение теплоты и разогрев материала. Глубина проникновения микроволн варьируется от нескольких сантиметров до 1–2 метров в зависимости от длины волны и ди-

электрических характеристик обрабатываемого изделия. Одним из условий равномерности СВЧ-нагрева является превышение глубины проникновения электромагнитной волны в материал над его толщиной. Глубина проникновения определяется частотой излучения и диэлектрическими свойствами материала. Отметим, что количественные зависимости СВЧ-нагрева здесь не приводятся.

В соответствии с международным соглашением для промышленного СВЧ-нагрева выделены частоты 915 МГц и 2450 МГц. В качестве источников большой мощности в диапазоне СВЧ широко используются электровакуумные приборы – магнетроны и клистроны. Отечественная промышленность выпускает ряд СВЧ-источников на частотах 2450 МГц, 2375 МГц и 915 МГц мощностью 2,5–50 кВт. В зависимости от формы и размеров материала существует несколько технических приемов СВЧ-обработки. Непрерывный процесс обработки плоских материалов (полотен тканей) можно осуществлять направленным потоком микроволн, излучаемым антенной – рупором и свободно распространяющимся в пространстве. Для обработки объемных материалов (рулонов, бобин) применяют объемные резонаторы (используемые в конструкции СВЧ-печей). В качестве их могут быть использованы замкнутые с обеих сторон металлическими стенками обрезки волновода прямоугольного или круглого поперечных сечений. При попадании электромагнитной волны на проводящую внутреннюю поверхность резонатора она полностью отражается. В результате многократного отражения волны от стенок камеры образуется стоячая волна. В данном случае особенностью является то, что в стоячей волне нет направленного движения энергии, т.е. она не может быть передана из одной точки пространства в другую на достаточно большое расстояние. Но при внесении нагреваемого тела в стоячую волну в ней появляется бегущая составляющая, которая переносит энергию от источника к нагреваемому телу, что и обеспечивает его нагрев.

Применение такого микроволнового излучения при белении хлопкосодержащих тканей позволяет получить высокие показатели белизны и капиллярности при сокращении длительности процесса в 20–30 раз и исключении из белящего состава силиката натрия.

Проведено детальное исследование влияния СВЧ-излучения (2450 МГц) на свойства хлопчатобумажной ткани. Установлено, что независимо от степени подготовки и влажности текстильного материала СВЧ-обработка незначительно влияет на прочностные показатели и эластические свойства хлопчатобумажной ткани.

Дополняют данную группу также устройства, в которых фиксирующая обработка ткани осуществляется в камере паром и СВЧ-излучением в процессе намотки полотна в рулон.

На рис. 6.17 изображено устройство для тепловлажностной обработки тканей, в котором фиксирующая обработка проводится микроволнами в среде насыщенного пара. Оно представляет собой герметизированный корпус 1, к од-

ной из стенок которого прикреплен источник микроволн 7 и подведен трубопровод 8, предназначенный для подачи влажного пара. Внутри корпуса 1 установлены камера 4 с перфорированными стенками 5 и накатное устройство. Ткань, перемещаясь по роликам 2, проходит через входное отверстие 3 в камеру 4, где наматывается в рулон, подвергаясь одновременному воздействию микроволнового излучения, поступающего от источника 7, и влажного пара, подаваемого по трубопроводу 8 в корпус 1, а оттуда проходящему через отверстие 6 в камеру 4.

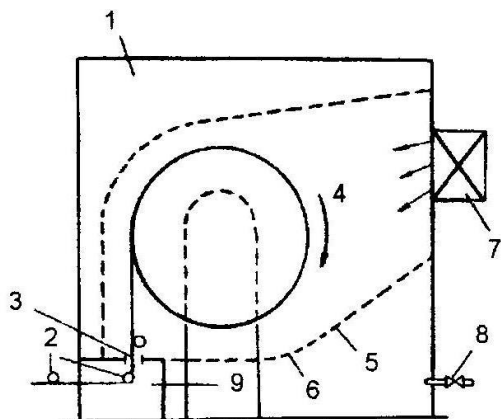


Рис. 6.17. Устройство для СВЧ-обработки ткани в процессе намотки полотна в рулон

Вторую группу устройств составляют СВЧ-установки непрерывного действия для обработки движущихся материалов в процессе их транспортировки через зону облучения. Предлагаются установки самых разнообразных конструкций, но использующих единый принцип комбинированного

воздействия на материал СВЧ-энергии и теплоносителя. На рис. 6.18 приведена конструкция, типичная для большинства запатентованных устройств. В устройстве для крашения окрашенное полотно ткани 1 помещают между двумя бесконечными лентами 2 из материала, пропускающего СВЧ-излучение. Ткань пропускают через щелевидные отверстия в волноводе типа меандра 3 в плоскости симметрии, где она обрабатывается микроволнами от источника 4. Края транспортной ленты герметизируются для предотвращения испарения влаги из материала и поддержания в нем атмосферы насыщенного пара. В конце волновода имеется емкость 5 с водой, где утилизируется СВЧ-энергия.

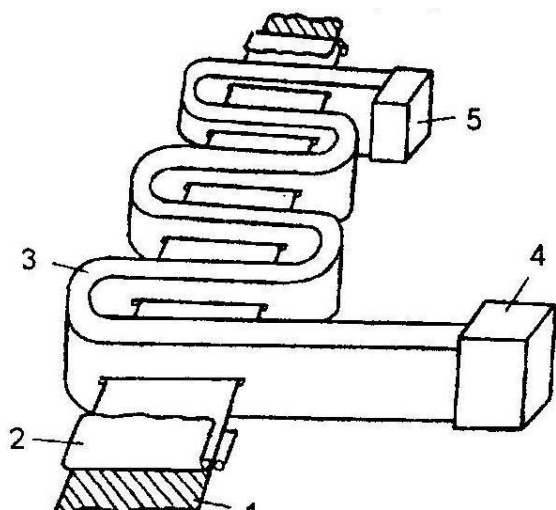


Рис. 6.18. Устройство непрерывного действия для обработки ткани СВЧ-излучением

Пионером в области создания промышленного микроволнового оборудования для обработки текстильных материалов является японская фир-

ма "Ichiking Corporation LTD". На выставке отделочного оборудования в Гринвиле фирма демонстрировала установку "Appolotex", которая может использоваться как для беления, так и для крашения полотен текстильных материалов. Установка состоит из средств натяжения полотна материала, плюсовки, накатного устройства для наматывания после пропитки ткани технологическим раствором в ролик. Ролик с тканью помещается в специальной камере, где обрабатывается микроволнами и парами воды.

Проведенная фирмой технико-экономическая оценка показала, что по сравнению с традиционным оборудованием применение запарных СВЧ-аппаратов в крашении обеспечивает существенную экономию энергоресурсов. Потребление электроэнергии понижается в 2,5–5,5 раз, пара в 2–10 раз.

Более широкое внедрение ВЧ- и СВЧ-нагрева в текстильное производство связано с дальнейшим совершенствованием данного класса техники в направлении создания оборудования для непрерывной обработки текстильных материалов в виде расправленного полотна, что позволит использовать его в составе поточных линий, предназначенных для обработки тканей в различных операциях подготовки, крашения и заключительной отделки.

Глоссарий

Красильно-отделочное оборудование — оборудование для обработки текстильных материалов с целью придания им определенных технических свойств и потребительских качеств, размеров и внешнего вида.

Опаливающая машина — машина для сжигания и (или) оплавления концов волокон и нитей, узлов, петель, выступающих на поверхности текстильных материалов.

Стригальная машина — машина для удаления концов волокон и нитей, узлов, петель и выравнивания высоты ворса текстильного полотна путем стрижки.

Отбельная машина (аппарат) — машина (аппарат) для обработки текстильных материалов химическими отбеливающими средствами с целью придания им необходимой белизны.

Красильная машина (аппарат) — машина (аппарат) для обработки текстильных материалов красильными растворами с целью придания им определенного цвета с последующей промывкой.

Промывная машина — машина для удаления загрязнений и остатков незафиксированных красителей и химических реагентов из текстильных материалов при помощи жидкой среды.

Сушильная машина — машина для уменьшения влажности с текстильных материалов испарением.

Оборудование периодического действия — оборудование, на котором ткань обрабатывается строго определенными партиями и все операции осуществляются последовательно.

Оборудование непрерывного действия — ряд машин агрегированных в одну линию, в каждой из которых осуществляется та или иная операция, а ткань непрерывным потоком в виде жгута или расправленного полотна проходит последовательно через эти машины.

Конвейер — непрерывно движущаяся бесконечная лента (из металла, дерева, резины и т. п.), служащая средством транспорта грузов или для передвижения обрабатываемого материала от одного рабочего к другому.

Конвективная сушка — сушка влажного материала в потоке горячего воздуха или топочных газов, которые при этом являются тепло- и влагоносителями.

Контактная сушка материала — сушка, осуществляемая за счет тепла, полученного им от соприкосновения с нагретой плоской или цилиндрической поверхностью.

Технологическая цепочка (блок схема) — последовательность стадий операций с указанием оборудования, на котором они осуществляются.

Технологический режим — описание стадий или операций проводимых в строго определенных условиях техники, с указанием температуры, концентрационных параметров, степени отжима, длительности.

Библиографический список

1. Химические технологии в дизайне текстиля: монография /А.В.Чешкова и др.; под ред. А.В.Чешковой; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново: ИГХТУ, 2013. –312 с. – ISBN 918-5-9616-0476-4.
2. Чешкова, А.В. Химические технологии и оборудование трикотажного отделочного производства: учеб. пособие / А.В. Чешкова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2008. – 113 с.
3. Шкробышева, В.И. Современное оборудование для отделки текстильных материалов: учеб. пособие / В.И. Шкробышева, Р.А. Быков, Н.П. Щитова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2008. – 80с. – ISBN 5-9616-0236-2.
4. Лобанова, Л.А. Крашение, печать и роспись текстильных материалов: учебное пособие/ Л.А. Лобанова – М., 2013. – 608 с.
5. Бельцов, В.М. Оборудование текстильных отделочных предприятий: учебник для вузов / В.М. Бельцов; СПГУТД. – 2-е изд., перераб. и доп. – М, СПб., 2000. – 568 с.
6. Громов, В.Ф. Пряжекрасильное производство: оборудование, технология, экология/ В.Ф. Громов – М.: СПГУТД, 2005. – 374 с.
7. Княжевская, Г.С. Высокочастотный нагрев диэлектрических материалов / Г. С. Княжевская, М. Г. Фирсова - Л.: Машиностроение, 1989. – 64 с.
8. Побединский, В.С. Активирование процессов отделки текстильных материалов энергией электромагнитных волн ВЧ, СВЧ и УФ-диапазонов/ В.С. Побединский; Ин-т хим. растворов РАН. – Иваново: ИХР РАН, 2000.— 128 с.: ил.
9. Альтер-Песоцкий, Ф. Л. Результаты и перспективы применения энергии электромагнитных полей в текстильной и легкой промышленности/ Ф.Л. Альтер-Песоцкий//Тезисы докладов 3 Всесоюзной научно-технической конференции, посвященной 70-летию московского текстильного института. – М., 1989. – 63 с.
10. Применение тлеющего заряда в текстильной и строительной промышленности: монография/ М.В. Акулова [и др.]; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2008. – 232 с. – ISBN 978-5-9616-0256-2.
11. Чешкова, А. В. Использование ВЧ-нагрева при ферментативной расшлихтовке и перекисном белении / А.В. Чешкова, В.С. Побединский, В.И. Лебедева // Изв. вузов. Технология текст, пром-ти. – 1994. № 6. – С. 51—54.
12. Циркина, О.Г. Моделирование процессов диэлектрического нагрева полимерных материалов в ВЧ/СВЧ-полях / Циркина О.Г., А.Л. Никифоров, М.В. Удалов//Изв. вузов. Технология текст. пром-сти.–2010.–№ 1.–С.68 – 72.
13. Лобанов, М. Ю. Использование сверхвысокочастотного нагрева для повышения эффективности процессов сушки и отделки тканей /М. Ю. Лобанов, В. В. Козлов, В. С. Побединский – Иваново, 1988. – 88 с. – Деп. в ЦНИИТЭ-Легпром 30.11.88, №2611.

14. Конвективно-микроволновая фиксация активных красителей хлопчатобумажной тканью/ М.Ю. Лобанов, А.П. Морыганов, Б.Н. Мельников [и др.] // Изв. вузов. Технол. текст пром-ти. 1991. № 5. – С. 51-55.
15. Шарнина, Л.В. Текстильный материал как объект плазменной обработки, гидрофилизация поверхности / Л.В. Шарнина, Ф.Ю. Телегин// Изв. вузов. Химия и химическая технология, – 2008. Т.51. – Вып.3. – С.86 – 90.
16. <http://www.stalam.it/>(20.04.15).
17. <http://www.benningergroup.com/ru/>(20.04.15).
18. <http://www.weareggiani.com/>(20.04.15).
19. <http://www.brazzoli.it/>(20.04.15).
20. <http://www.tr.all.biz/ru/>(20.04.15).
21. <http://www.indiamart.com/gargocorporation/> (12.04.14)
22. Рекламные проспекты выставки ТЕКСЭкспо-2015
23. Рекламные проспекты выставки ИТМА -2015 (Италия)
24. <http://www.laip.it/> (21.09.15)
25. <http://www.fongs.eu/> (21.09.15)
26. <http://www.efi.com/> (22.09.15)
27. Corbani, F. Nobilettazione dei tessili. Teoria e practica della digrezzatura, tinatura e stampa dei materiali / Franco Corbani – Italy, 1990. – P. 544.

Учебное пособие

Чешкова Анна Владимировна

Шарнина Любовь Викторовна

Одинцова Ольга Ивановна

Прогрессивное оборудование отделочного текстильного производства

Учебное пособие

Редактор О.А.Соловьёва

Подписано в печать 20.03.2016.

Формат 60X84 1/16. Бумага писчая. Усл. печ. л. 9,77.

Тираж 50 экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики и финансов
ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7