

5 ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ И ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОДЕЖДЫ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Известно [141, 149], что значительное число дефектов швейных изделий определяется отклонением размеров деталей кроя от проектных значений вследствие значительных погрешностей при определении линейных параметров текстильных материалов и их способностью изменять, а затем восстанавливать свои геометрические характеристики после устранения факторов, вызывающих деформационно-релаксационные процессы.

Влияние деформационно-релаксационных процессов на размерные параметры изделий при неизвестных входных и текущих характеристиках материалов практически нельзя устранить только коррекцией технологических режимов их обработки. Для практического решения этих задач необходимо иметь как теоретическую базу, приборное обеспечение и методику исследований напряжённо-деформированного состояния (НДС) материалов в статических и динамических условиях, так и технические средства, обеспечивающие соответствие фактических параметров выполнения технологических операций подготовки материалов запроектированным значениям и заданную точность измерений.

Доказано [28, 150], что главными технологическими зонами обработки рулонных текстильных материалов при их подготовке к раскрою, в которых возникают наибольшие деформации, являются размотка, расправка, разворот сдвоенного материала в полную ширину, намотка в рулон и настиление. Обеспечение качества выполнения подготовительных операций, в частности, ограничение деформаций материалов важно с различных точек зрения, и, прежде всего, с точки зрения обеспечения размерного качества. Кроме того, уровень НДС материалов влияет и на величины припусков, закладываемых в конструкцию при проектировании деталей одежды, а также на трудозатраты, рациональность раскладок лекал и расход сырья на единицу изделия [151].

На основании результатов анализа типовой технологической последовательности обработки швейных изделий в работах [28, 152] отмечается, что значительное количество деталей кроя подвергаются осноровочным операциям, направленных на коррекцию и доведение размеров деталей кроя до проектных значений. В связи с этим в зависимости от ассортимента дополнительно нерационально расходуется до 1.2% материала.

Исходя из этого, важнейшими характеристиками системы подготовки материалов к производству швейных изделий (ПМкПШИ), как отмечается в работах [28, 117], являются:

- качество кроя и продолжительность выполнения цикла подготовительных операций;
- уровень технического обеспечения процессов системы ПМкПШИ;
- качество получаемой информации на выходе организационно-технологических объектов системы ПМкПШИ;
- производственные затраты на выполнение комплекса подготовительных операций.

В первом и втором случае это связано с прогнозируемым качеством готовых изделий, производительностью и эффективностью труда исполнителей на подготовительном участке, а в третьем и четвёртом – с определением качества и количества поступивших для переработки материалов, их рациональным использованием, а также финансовыми и материальными затратами на выполнение операций подготовительного цикла.

Множество выходных параметров системы ПМкПШИ являются входными характеристиками следующего этапа производственного цикла изготовления швейных изделий. Поэтому с позиции теории сложных систем [153, 154] комплекс операций ПМкПШИ можно характеризовать, как составную часть производственного цикла, а со стороны функции, как процесс раскрытия недоопределённости о качестве и количестве материалов с целью формирования достоверной информационной базы для ее дальнейшего технологического использования и принятия управленческих решений.

Ранее в работе [28], была предложена модель многопараметрической системы подготовки материалов к производству швейных изделий (ПМкПШИ). Используя аналогичные методы имитационного моделирования, в частности так называемый метод «черного ящика», построена модель швейного производства как многопараметрической системы [117], представленная на рисунке 5.1. Анализ показал, что управляющие факторы, входные и выходные параметры обеих систем практически одинаковы.

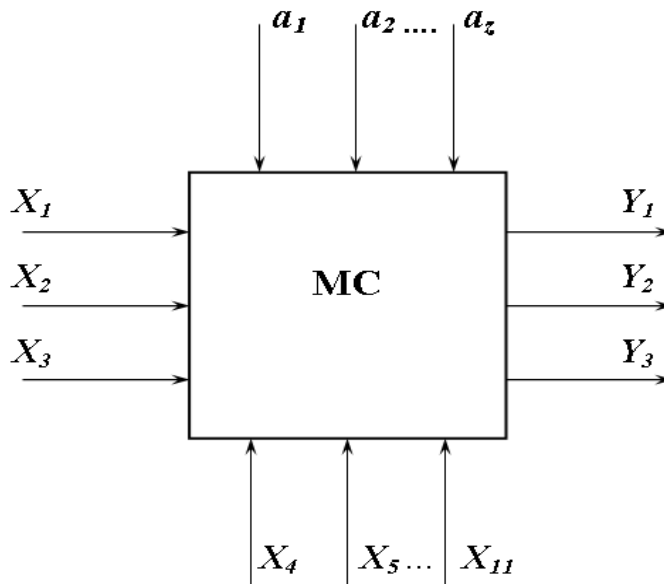


Рисунок 5.1 Многопараметрическая система швейного производства

В качестве входных факторов МС швейного производства, как, впрочем, и системы ПМкПШИ, выступают результаты выполнения этапов конструкторско-технологической подготовки производства, в частности, выбор материалов с подмножеством характеристик $(X_1 = \{x_{1l}\})$, $l = \overline{1, m_1}$, модельно-конструктивные особенности моделей изделий с подмножеством оценочных критериев качества $(X_2 = \{x_{2\alpha}\})$, $\alpha = \overline{1, m_2}$ и характеристики проектно-конструкторской документации $(X_3 = \{x_{3\beta}\})$, $\beta = \overline{1, m_3}$.

К управляющим факторам $(X_4, X_5, \dots, X_{11})$ относятся технико-технологические параметры цикла изготовления швейных изделий, в частности, параметры операций и процессов подготовки материалов к раскрою $(X_4 = \{x_{4a}\})$, $a = \overline{1, m_4}$ и получения края $(X_5 = \{x_{5b}\})$, $b = \overline{1, m_5}$, перечень

швейных ($X_6 = \{x_{6c}\}$), $c = \overline{1, m_6}$ и отделочных операций ($X_7 = \{x_{7d}\}$), $d = \overline{1, m_7}$, характеристики технического ($X_8 = \{x_{8e}\}$), $e = \overline{1, m_8}$, информационного ($X_9 = \{x_{9u}\}$), $u = \overline{1, m_9}$ и организационного обеспечения операций ($X_{10} = \{x_{10v}\}$), $v = \overline{1, m_{10}}$, а также факторы системы управления качеством всего технологического цикла ($X_{11} = \{x_{11\lambda}\}$), $\lambda = \overline{1, m_{11}}$.

Подмножество параметров $A = (a_1, a_2, \dots, a_z)$ (см. рис.5.1) представляет собой случайные факторы влияния на качество изделий, определяемые степенью нестабильности работы технологического оборудования, внешней средой, элементами субъективности в оценках и управленческих действиях и т.д.

Выходными параметрами данной системы являются показатели оценки качества готовых швейных изделий, к которым отнесены показатели внешнего вида ($Y_1 \{y_{1i}\}$), $i = \overline{1, n_1}$, посадка на фигуре ($Y_2 \{y_{2j}\}$), $j = \overline{1, n_2}$ и размерная точность ($Y_3 \{y_{3k}\}$), $k = \overline{1, n_3}$. Эти комплексные оценки качества с подмножествами показателей $\{y_{1i}\}$, $\{y_{2j}\}$ и $\{y_{3k}\}$ являются основными выходными параметрами швейного производства, являясь при этом и выходными параметрами системы ПМкПШИ. Это свидетельствует о чрезвычайной важности подготовительных операций с точки зрения швейного производства в целом.

С помощью метода априорного ранжирования в работе [28] определена значимость различных факторов для обеспечения качества готовых изделий. При этом, наиболее значимыми факторами, по мнению экспертов – специалистов швейных предприятий, являются факторы, которые в многопараметрической системе ПМкПШИ выделены как входные параметры: качество сырья, выбор модели изделия и соответствие проектно-конструкторской документации сформулированным требованиям. Однако их управляющее действие возможно лицами, принимающими решения, только на стадии начального этапа общей подготовки производства. То есть, если рассматривать

швейное производство в виде МС, то факторы, обозначенные как (X_1, X_2, X_3) , находятся вне рамок технологического цикла и на стадии непосредственного изготовления швейных изделий их следует исключить из разряда управляющих технологическим процессом.

На второе место по уровню значимости эксперты поставили подгруппу технологических факторов, в частности, подмножество операций подготовительно-раскройного производства и уровень их технического обеспечения. Таким образом, согласно результатам психологического эксперимента было установлено, что внешний вид, посадка на манекене и размерная точность верхней одежды в значительной мере зависят от целого перечня факторов, отнесённых к технологическому, техническому и информационному обеспечению операций и процессов подготовительно-раскройного производства (ПРП).

5.1 Экспериментальные исследования влияния производственно-технологических факторов на качество кроя в производстве одежды из текстильных материалов с легкодеформируемой структурой

Освоение современных ресурсосберегающих и информационных технологий в подготовительно-раскройном производстве швейных предприятий является одним из ключевых направлений его совершенствования. Это направление развития швейной индустрии требует последовательного решения следующих основных научно-технических задач:

- аналитического исследования структуры, функций, содержания и характеристик информационно-технологических объектов ПМкПШИ;
- декомпозиции ПМкПШИ, как многопараметрической системы, и моделирование деформационно-релаксационных процессов легкодеформируемых материалов с целью научного поиска и разработки методологии совершенствования подготовительно-раскройного производства и технических систем обеспечения;
- разработки теоретической, экспериментальной и методической

базы исследований процессов ПМкПШИ с целью выбора объектов, наиболее перспективных и экономически приоритетных для инвестирования финансовых средств в совершенствование их технического и информационного обеспечения.

Значительная часть этих задач практически решена, в том числе и в рамках настоящей работы. Теоретические и экспериментальные исследования процессов ПМкПШИ, а также результаты их практической апробации рассмотрены в ряде работ [28, 117, 155-181].

Однако анализ результатов ранее проведенных исследований показывает, что необходим дальнейший научный поиск новых ресурсосберегающих технологий и средств их технического обеспечения, как для предприятий массового производства швейных изделий, так и, что особенно сегодня важно, для малых предприятий с часто изменяемым ассортиментом и небольшим объемом выпуска продукции.

Проведенные ранее исследования [180, 181] и предложенные критерии выбора объектов ПМкПШИ, приоритетных для повышения уровня их технического обеспечения, базировались на оценках коэффициента повторяемости операций технологического цикла. Однако подобные критерии оценки актуальности и принятия решений по инвестированию финансовых средств в научные исследования, а также в разработку современных информационных технологий и новых технических средств их обеспечения в быстроменяющихся рыночных условиях в общем случае могут нередко оказаться недостаточно обоснованными или потерявшими с течением времени свою актуальность.

Кроме того, организационно-технологические переходы и информационное обеспечение процессов ПМкПШИ в отличие от швейных потоков имеют свои производственно-технические особенности. Обладая свойством инвариантности, система подготовки материалов к раскрою и запуску изделий в производство отличается, как уже отмечалось в первой главе, доминирующей информационной компонентой, которая в значительной мере фор-

мируется на стадии входного контроля. При этом требования к информационной компоненте являются определяющими для обеспечения заданных проектных параметров работы предприятия.

Выбор объекта из множества в системе ПМкПШИ с целью его приоритетного совершенствования неоднозначен из-за сложностей оценки степени влияния действующих факторов на экономические последствия принимаемого решения по инвестированию средств в технологическое и техническое развитие. Практически всегда возникает своего рода недоопределённость вследствие несоответствия целевых задач и достигаемых результатов. Это объясняется тем, что за основу анализа могут быть взяты разные уровни ныне практикуемых технологий, систем организации производства и их технического обеспечения.

Для обоснованного определения приоритетности технологических и технических решений необходима дополнительная технико-экономическая оценка не только актуальности, но и финансовых возможностей предприятия для проведения соответствующих исследований и выполнения необходимого комплекса конкретных работ научно-технического характера.

На рисунке 5.2 представлена развернутая структура типовой последовательности выполнения основных и вспомогательных технологических операций подготовительного производства, учитывающая не только процессы входного контроля материалов, но и подготовку техдокументации для обеспечения процессов раскройного производства. Данная структура была впервые разработана в работе [28]. Для реализации современной компьютерной технологии системы ПМкПШИ, в основу создания которой может быть положена данная последовательность и структурно-информационная модель, разработанная во второй главе настоящей диссертации, а также для формирования интегрированной информационной среды в соответствии с концепцией ИПИ-технологий, прежде всего, необходим высокого уровня автоматизированный контроль количества и качества длинномерных материалов с возможностью формирования на современных носителях технологической и

управленческой информации, что особенно приоритетно для крупных швейных предприятий.

Представление результатов входного контроля на совместимых электронных носителях с подключением их в корпоративную компьютерную сеть позволяет исключить из структуры ПМкПШИ ряд организационно-технологических переходов, минимизировать объём и улучшить качество представления информации, обеспечить непрерывность её трансформации и обмена с центральным процессором, а также повысить оперативность управления и снизить риск принятия ошибочных решений.

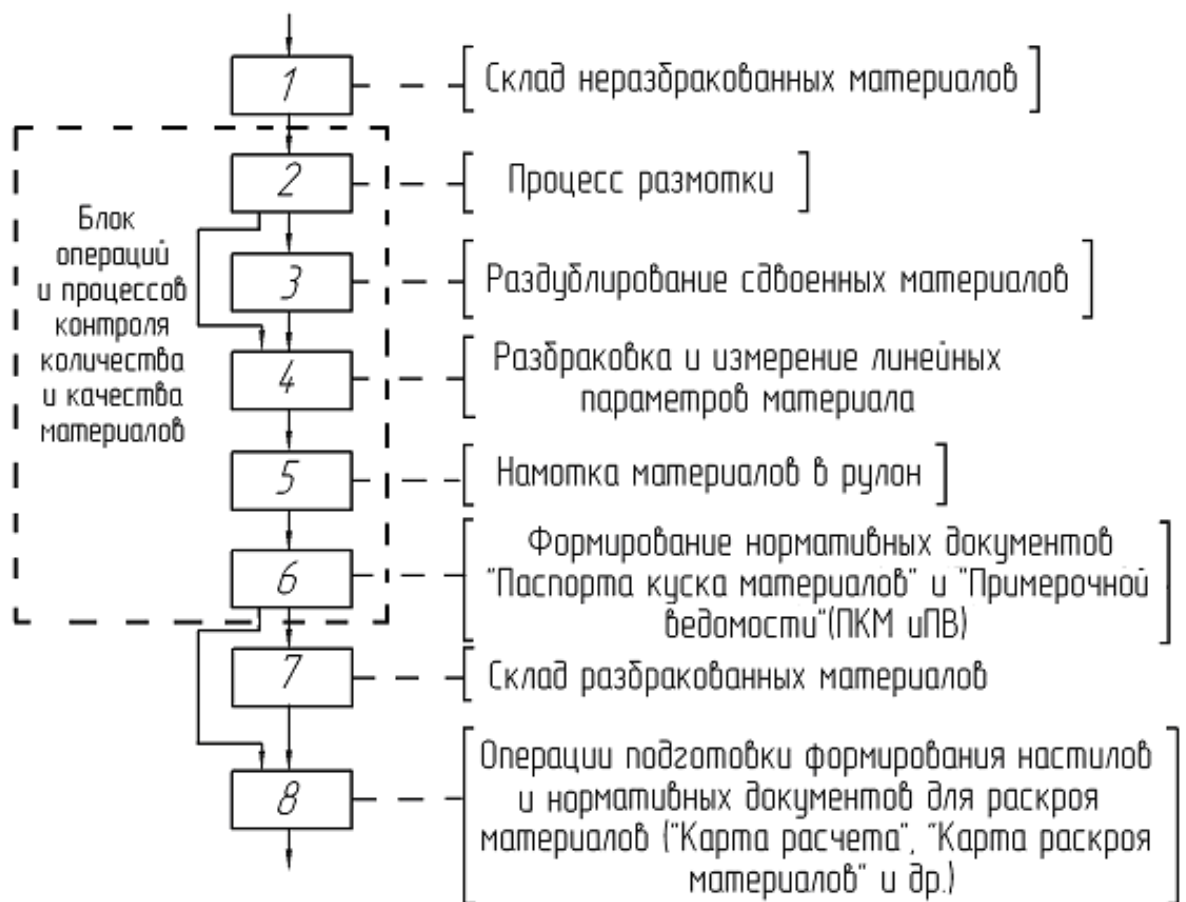


Рисунок 5.2 – Структура системы ПМкПШИ

В то же время вопросы конкурентоспособности продукции, ее цены и качества сегодня являются острейшими для подавляющего числа отечественных, как крупных, так и малых швейных предприятий. Доминантой, связанной с решением этих задач, является совершенствование технологии, организации, точности информационного обеспечения и оперативного

управления системой ПМкПШИ, что может быть реализовано на базе разработки и создания принципиально новых высокоточных автоматизированных систем контроля и измерения технологических параметров.

В работах [28, 117] показано, что эффективное управление производством конкурентоспособных швейных изделий принципиально возможно в том случае, когда известен весь перечень производственно-технологических факторов, значимо влияющих на качество продукции с учётом степени корпоративности взглядов на эту проблему специалистов и лиц, принимающих управленческие решения. При этом не менее важно знать и те факторы, влияние которых на качество изделий на той или иной стадии технологического цикла может быть скорректировано при использовании дополнительных ресурсных возможностей или специальной настройкой режимов и параметров работы технологического оборудования.

Выше отмечалось, что внешний вид, посадка на манекене и размерная точность готовой одежды в значительной мере зависят от целого перечня факторов, отнесённых к технологическому, техническому и информационному обеспечению операций и процессов подготовительно-раскройного производства (ПРП). Но при этом производителям одежды важно знать и то, какие именно информационно-технологические и технические характеристики подготовительных операций и раскройных процессов наиболее весомо влияют на обозначенные качественные характеристики, и, в частности, на размерную точность, что в первоочередном порядке необходимо учитывать при организации подготовительно-раскройного производства. При этом необходимо также учитывать и то обстоятельство, что размерные характеристики деталей кроя коррелируют с обеспеченностью требуемых параметров внешнего вида и посадкой изделий на манекене [28, 117].

Учитывая отсутствие объективных инструментальных методов оценки влияния свойств материалов, а также уровня информационно-технологического и технического обеспечения ПРП на размерную точность готовых изделий в работе [28] методом априорного ранжирования факторов

были проведены дополнительные исследования на базе трех производственных предприятий г. Владивостока. На предварительной стадии исследования специалистами этих предприятий было выделено 14 факторов ПРП, которые предположительно в разной степени могут влиять на размерную точность готового изделия, которые были условно разделены на две группы-подсистемы: подсистема технологических факторов и подсистема информационно-технических факторов.

К технологическим факторам отнесены: усадочные свойства материалов (X_1^1), качество конфекционирования (X_2^1), степень деформации материалов при выполнении ряда подготовительных операций, в частности, при промере и разбраковке (X_3^1), формировании настилов для раскроя (X_4^1), непосредственном выполнении раскройных операций и получении деталей кроя (X_5^1), а также количество мерных полотен в настиле (X_6^1) и время их отлёжки (X_7^1).

Факторы погрешностей лекал (при неавтоматизированном раскрое) (X_8^1), точность измерения линейных параметров материалов (X_9^1) и выполнения раскройных операций (X_{10}^1); уровень технического (X_{11}^1) и информационного обеспечения ПРП (X_{12}^1) подготовительно-раскройных операций; системы межоперационного контроля и управления качеством подготовительно-раскройных операций (X_{13}^1), а также уровень организации ПРП (X_{14}^1) объединены в группу информационно-технических факторов влияния на размерную точность готовых изделий.

Результаты проведенных исследований рассмотрены в работе [28]. Однако количество предприятий и их территориальная ограниченность не позволяют с достаточной степенью достоверности утверждать, что полученные результаты могут быть распространены и на другие предприятия. В связи с этим такие же исследования были проведены дополнительно на ряде предприятий и профильных учреждений Дальнего Востока и Сибири. Среди дан-

ных предприятий можно выделить следующие: ОАО «Артемовская трикотажная фабрика», расположенная в г. Артеме Приморского края и специализирующаяся на выпуске бельевого и верхнего трикотажа, ОАО «Работница» г. Уссурийска Приморского края, выпускающая верхнюю женскую одежду пальтово-костюмного ассортимента, ТПФ «Николь» (г. Большой Камень Приморского края), производящая верхнюю женскую одежду пальтово-костюмного и платьельно-блузочного ассортимента, ОАО «Северянка» и ОАО «Синар», расположенные в г. Новосибирске и производящие мужскую и женскую верхнюю одежду как платьельно-блузочного, так пальтово-костюмного ассортимента и др. Кроме того, было учтено мнение специалистов профильных учебных заведений г. Владивостока.

Результаты проведенных исследований близки, а в некоторых случаях практически совпадают с результатами исследований, проведенных ранее. Результаты обработки экспериментальных данных в виде диаграмм представлены на рисунке 5.3.

Анализ представленных диаграмм позволяет подтвердить выводы работы [28]. В виду важности данных выводов для дальнейших исследований целесообразно их привести в полном объеме.

Наиболее важную роль в обеспечении размерного соответствия изделий проектным параметрам играют такие факторы как усадочные свойства материала, качество конфекционирования, точность размерных характеристик лекал (для неавтоматизированного раскроя).

Следующими по своей значимости для процесса обеспечения размерной точности готовых швейных изделий являются следующие факторы: качество выполнения раскройных операций, деформация материалов при формировании настила полотен, уровень технического обеспечения подготовительных этапов производства.

Наименее значимыми факторами, по мнению специалистов предприятий и профильных учреждений, являются: фактор времени отлёжки сформир-

рованных полотен в настиле (предпоследнее место) и фактор количества полотен в настиле (последнее место).

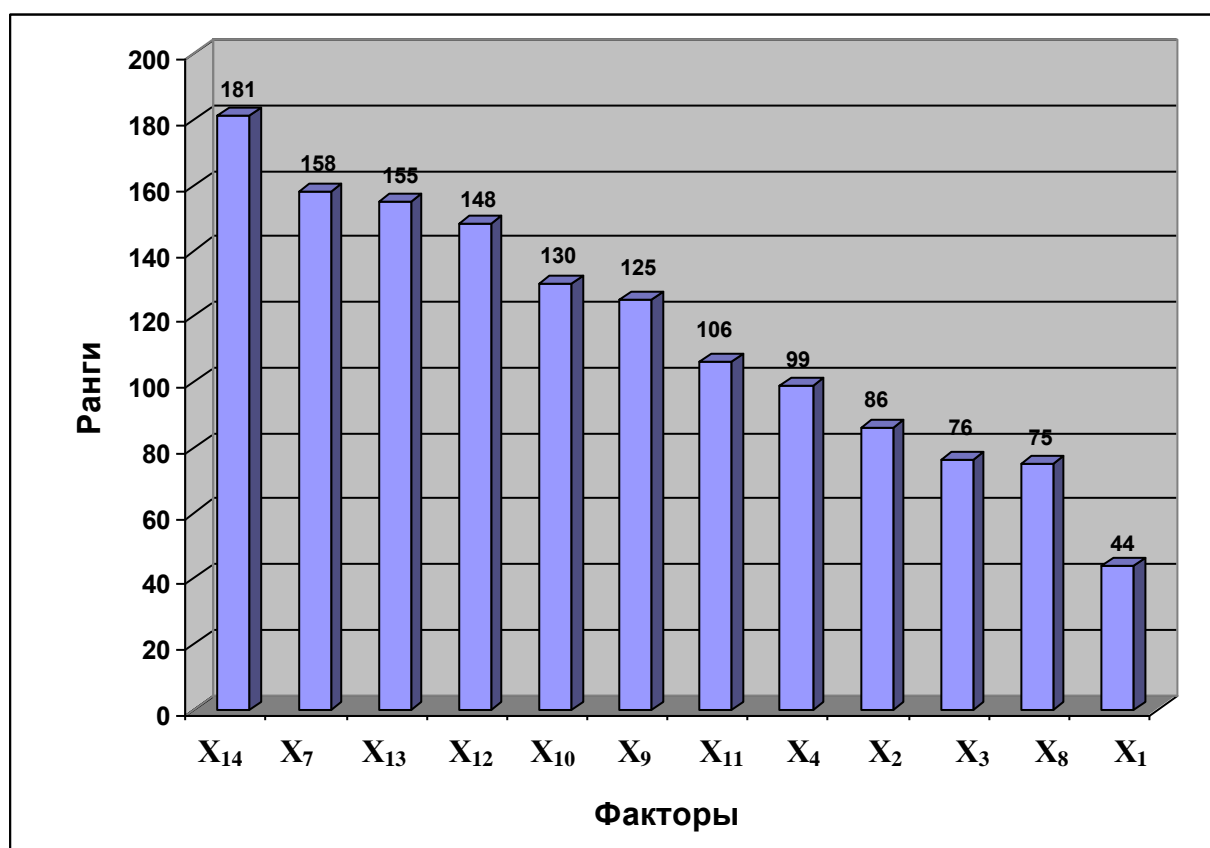


Рисунок 5.3 - Диаграмма априорного ранжирования влияния информационно-технологических факторов на качество одежды

Учитывая неравномерность диаграммы априорного ранжирования и согласно методике отсеивания незначимых факторов в данном случае, вывод о том, что необходимо учитывать весь перечень рассматриваемых факторов при организации производства одежды и совершенствовании техники и технологии подготовительно-раскройных операций также следует считать справедливым.

При определении статистической значимости степени согласованности мнений специалистов швейных предприятий, отличающихся между собой, как по техническому уровню оснащения, так и объёму производства рассчитан коэффициент конкордации. Величина данных коэффициентов при их расчёте для каждого отдельного предприятия находились в диапазоне от 0.51

до 0.72, а коэффициент ранговой корреляции достигает значения 0.88, как и в ранее выполненных исследованиях. Это позволяет подтвердить вывод о достаточной корпоративности взглядов и мнений специалистов швейных предприятий различной мощности и расположенных в различных экономических регионах по вопросам совершенствования системы ПМкПШИ и повышения размерной точности готовых изделий.

Таким образом, можно утверждать, что экспериментально однозначно доказана весомость факторов ПРП при оценке их влияния на размерную точность готовых изделий.

В качестве обобщающего вывода важно подчеркнуть, что весь перечень производственно-технологических и технических факторов может быть соотнесён к одному показателю качества подготовительно-раскройных процессов – показателю обеспечения требуемых параметров напряжённо-деформированного состояния материалов в процессе их обработки. Это обстоятельство должно быть учтено при постановке задач дальнейших аналитических и экспериментальных исследований.

Таким образом, при организации швейного производства, нацеленного на высокое товарное качество и ресурсосбережение, следует учитывать, что размерная точность, как один из критериев качества изделий, закладывается на стадии выполнения процессов и операций системы ПМкПШИ, представляющей базовую основу построения всего технологического цикла. В связи с этим, одной из первоочередных задач, решение которых позволит обеспечить размерную точность и, как следствие товарное качество готовых швейных изделий, является разработка технического обеспечения основных и вспомогательных процессов подготовки материалов к раскрою, в том числе и операций, связанных с измерением линейных параметров легкодеформируемых текстильных полотен.

5.2 Разработка и исследование технических средств для измерения линейных параметров легкодеформируемых текстильных материалов

Уже отмечалось, что одной из основных технологических операций подготовки материалов к раскрою является измерение линейных параметров материалов. Качество выполнения данной операции зависит, в том числе, от ее технического обеспечения. Практически используемое технологическое оборудование и некоторые опытные образцы из проектных вариантов систем для измерения линейных параметров длинномерных материалов и входного контроля их качества [131, 159, 161, 180, 181] или конструктивно сложны, или не удовлетворяют экономическим, технологическим и эксплуатационным требованиям. Перечень перечисленных требований определен необходимостью обеспечения заданной точности измерения линейных параметров материалов, минимума их деформации при обработке, производительности технических средств, а также ограничениями по их стоимости и т.д.

В определённой степени неадаптированность ранее разработанных, причём достаточно высокого технического уровня опытных разработок к конкретным условиям швейного производства, неоднозначность параметров реализуемых функций, особые требования к конструктивно-технологическим характеристикам аппаратных средств потребовали дальнейших исследований и научного поиска в направлении совершенствования систем обеспечения основных и вспомогательных подготовительных операций в производстве одежды.

Важнейшие факторы достижения нормативной точности деталей кроя, проектно-размерных параметров швейных изделий и рационального расхода сырья непосредственно связаны с точностью измерения линейных характеристик длинномерных материалов и объективной оценкой имеющих место основных размерных погрешностей. Требуемая точность измерения длины (линейных перемещений) может быть достигнута, во-первых, при всестороннем количественном анализе и выявлении причин, порождающих основные систематические и случайные погрешности, включая влияние на результаты

измерения физико-механических свойств обрабатываемых легкодеформируемых текстильных материалов и условий контактного взаимодействия с рабочими органами. Во-вторых, необходим научный поиск соответствующего уровня технических решений, позволяющих устранить основные погрешности измерения и контроля линейных параметров.

Для каждого класса, группы или конкретной технической системы, реализующей тот или иной способ измерения длины и ширины материалов в рулоне (куске), перечень факторов и степень их влияния на их точность может быть разной, неоднозначной и взаимозависимой [182-206].

Анализ процессов контактного взаимодействия текстильных материалов легкодеформируемой структуры с транспортирующими органами и элементами преобразователей линейных перемещений показывает, что точность определения длины зависит от выбранного метода, конструктивных параметров измерительной системы, плотности, влажности, исходного напряжённо-деформированного состояния и других физико-механических свойств материалов в момент измерения. Эти факторы полностью или частично, но практически всегда имеют место, порождая составляющие погрешностей вне зависимости от способа измерения и в ныне действующих разновидностях регистрационно-измерительных систем.

Однако при реализации косвенного способа измерения появляются и дополнительные факторы влияния, которые необходимо учитывать при оценке погрешностей измерения длины материала. К ним относятся: условия контактного взаимодействия материала с элементами преобразователя линейных перемещений (см. п.3.3), если таковые используются; положение материала в пространстве движения относительно условно заданной линии транспортирования; влияние допусков на изготовление конструктивных элементов оборудования; способов получения, обработки, передачи, регистрации результатов измерения и т. д.

По некоторым оценкам [207] общий удельный вес потерь материалов по длине составляет более 18%, при этом значительная часть их зависит от

величины концевых остатков, неточности отмеривания полотен и т.д. Ряд причин, связанных с ресурсосбережением (качество сырья, поставляемые длины кусков материала, выбор ассортимента швейных изделий, формирование длин мерных полотен в настилы, раскладка лекал и т.д.), носят внутриотраслевой характер и в условиях практически действующих технических систем подготовительно-раскройного производства (ПРП) могут быть отнесены к разряду устранимых.

В последние годы, в частности, при создании автоматизированного промерочно-разбраковочного комплекса [156, 168, 181, 194, 203] был предложен ряд новых технологических и технических идей, по классификации относящихся как к косвенным, так и прямым методам измерения длины материалов, названных по определению "комбинированными". Разработан целый класс преобразователей линейных перемещений и измерительных систем высокой точности [180], основными элементами которых являются: мерный движитель или ролик, воспроизводимые (механическая, электронная или магнитная) метки с элементами считывания и автоматического корректирования информации, а также их комбинации.

На данном этапе исследований целесообразно рассмотреть ряд перспективных технических решений последнего времени, в которых используются принципиально новые подходы к технологии входного контроля материалов, определению их количественных и качественных характеристик, основанные на адаптивном корректировании результатов измерения, самодиагностике, фиксировании и расчёте погрешностей вследствие отклонений одной из боковых кромок полотна от условно заданной линии движения.

Значительный интерес с точки зрения практической значимости и дальнейших перспектив внедрения в производство представляют собой технические средства, у которых в качестве движителя полотна используется транспортёрная (мерная) лента, а в качестве преобразователя линейных перемещений – оптоэлектронная система с блоками динамической коррекции результатов измерения по стационарной или подвижной эталонной мере

длины[168, 185, 196].

Одним из недостатков этих вариантов технических решений для измерения длины легкодеформируемых текстильных материалов является возможность повреждения поверхностей ткани и трикотажа, чувствительных к механическим воздействиям. Кроме того, технологическое включение и отключение механических схватов нередко ведёт к появлению отказов в работе элементов системы, функционирующей в спорадическом режиме.

В то же время использование транспортёрной ленты в качестве мерного эталона следует считать одним из наиболее удачных (новаторских) направлений технического совершенствования преобразователей линейных перемещений, которое имеет дальнейшую перспективу широкого использования, в том числе и в других отраслях промышленности, связанных с производством и переработкой длинномерных легкодеформируемых материалов различной структуры и способа производства.

В работе[203] сделан принципиально новый шаг по совершенствованию систем измерения длины, выполненных на базе использования транспортёрной ленты, несущей функцию эталонного мерного элемента. Здесь недостатки существующих систем устраняются тем, что средство сцепления эталонной длины с движущимся объектом выполнено в виде неприводного эластичного движителя, зеркально установленного над приводным мерным ленточным транспортером, что позволяет дополнительно измерять и материалы, поверхность которых чувствительна к механическому воздействию. Основной и вспомогательный транспортёр кинематически связаны посредством сил трения, причем длина приводного ленточного транспортера представляет собой эталонную меру, а выходы блоков регистрации текущей длины и коррекции результатов измерения скомутированы с процессором.

Одним из недостатков этого устройства является наличие погрешности измерения, обусловленной изменяющейся деформацией сжатия эластичной транспортёрной ленты в зоне измерения вследствие взаимодействия с движущимся материалом непостоянной толщины, определяемой величиной до-

пуска, и вытекающим отсюда непостоянством коэффициента передачи преобразователя линейных перемещений.

Аналитически это утверждение можно подтвердить следующим образом. Согласно расчётной схеме (рис. 5.4), в зоне взаимодействия приводных транспортирующих валиков с движущимся материалом непостоянной толщины происходит деформация сжатия эластичных лент транспортёров на величину (ΔB) . При этом изменяется положение линии их взаимодействия с материалом, которая вкуче с радиусом валика определяет коэффициент передачи измерительной схемы как отношение перемещения (длины) материала к углу поворота оптронного (обтюраторного) диска с метками.

Корректировка коэффициента передачи измерителя с учетом продольной деформации и возможного проскальзывания измеряемого материала в прототипе осуществляется с помощью системы динамической коррекции. Корректировка же упомянутого коэффициента, которая учитывала бы погрешность, порождаемую изменением линии взаимодействия измеряемого материала с эластичной лентой транспортера вследствие её изменяющейся деформации сжатия под воздействием переменной толщины материала, в рассматриваемом устройстве не обеспечивается.

Итак, при отсутствии деформации сжатия перемещение (S_1) равно

$$S_1 = (R + B)\varphi, \quad (5.1)$$

где R - радиус валика; B - толщина эластичной ленты; φ - угол поворота оптронного диска.

При наличии деформации сжатия перемещение (S_2) определяется как

$$S_2 = \rho \cdot \varphi = (R + B - \Delta B)\varphi, \quad (5.2)$$

где ρ - радиус формируемой транспортирующей окружности вследствие деформации эластичной ленты транспортёра; ΔB - деформация сжатия эластичной ленты.

Определим абсолютную погрешность перемещения (длины) материала

$$\Delta S = S_1 - S_2 = (\Delta B)\varphi, \quad (5.3)$$

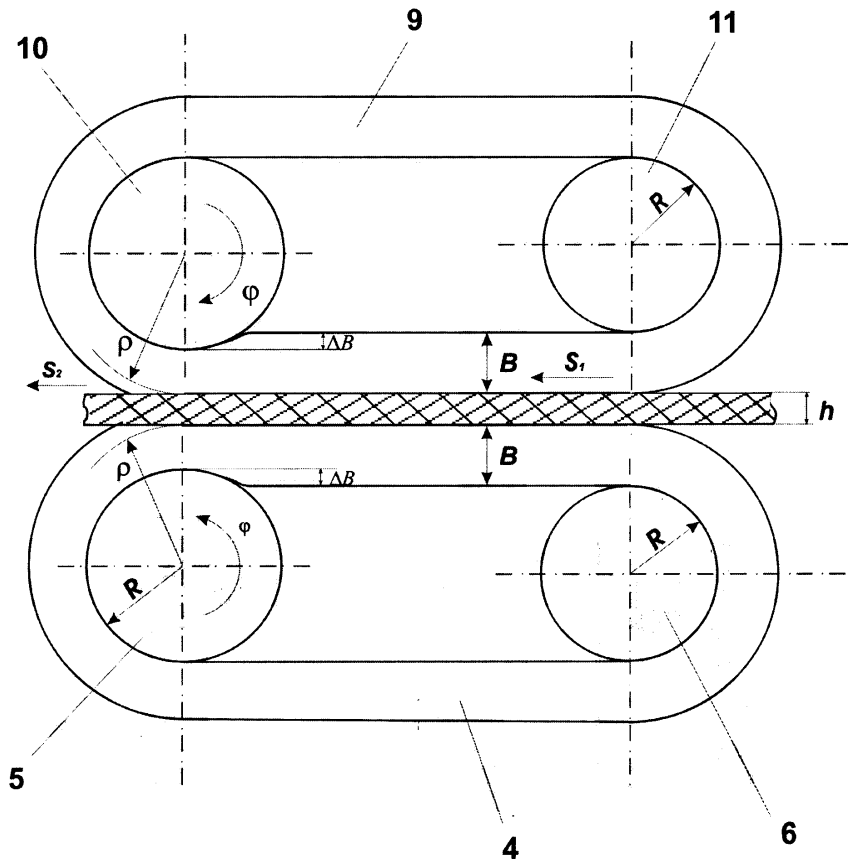


Рисунок 5.4 – Расчетная схема взаимодействия эластичных лент транспортеров с движущимся материалом

С учётом (5.3) изменение коэффициента передачи (ΔK) измерителя составит:

$$\Delta K = \frac{(\Delta B)\varphi}{\varphi} = \Delta B. \quad (5.4)$$

При условии, что деформация сжатия эластичных лент вследствие их малой жёсткости, на порядок больше деформации сжатия измеряемого материала, что обуславливается технологическими требованиями к материалам с поверхностью, чувствительной к механическим воздействиям, имеем

$$\Delta B \approx \frac{h}{2}.$$

Таким образом, изменение толщины материала порождает изменение коэффициента передачи рассматриваемого устройства, что является причиной систематической погрешности.

Другим недостатком данного измерителя длины являются сбои в его работе вследствие практически одновременного поступления сигналов от блока управления в блок записи информации и в систему коррекции результатов измерения (коэффициента передачи).

Указанные недостатки являются причиной значительной погрешности измерения и недостаточно высокой его надежности.

С целью устранения указанных недостатков разработан измеритель длины движущихся длинномерных материалов, технической задачей которого является повышение точности измерения и обеспечение надёжности работы [208].

Разработанное техническое решение базируется на ранее описанном устройстве. Однако, в отличие от него, в предлагаемом решении обтюраторный диск с метками размещен на неприводном валике приводного мерного транспортера, установленном на входе движущегося материала, неприводной ленточный транспортер выполнен с консольным креплением одного из валиков, обеспечивающим возможность его поворота относительно оси крепления другого валика. При этом система регистрации и коррекции результатов измерения дополнительно содержит блок временной задержки сигнала управления и микроконтроллер, а система динамической коррекции результатов измерения скоммутирована с процессором посредством блока управления, блока временной задержки и микроконтроллера.

Наглядно измеритель длины представлен на чертежах, где на рисунке 5.4 показана расчётная схема взаимодействия эластичных лент транспортеров с материалом, на рисунке 5.5 - структурно-кинематическая схема измерителя, на рисунке 5.6 – схема приводного транспортёра с преобразователем линейных перемещений, на рисунке 5.7 – схема неприводного транспортёра.

Устройство содержит привод 1 механизма подачи и перемещения материала, мерный приводной транспортер 2 и неприводной транспортёр 3.

Мерный приводной транспортёр 2, осуществляющий перемещение материала, включает эластичную замкнутую ленту 4 (рис. 5.6), приводной ва-

лик 5, неприводной валик 6 и связан с первичным преобразователем линейных перемещений, включающим обтюраторный диск 7 и датчик 8 длины движущегося материала. Обтюраторный диск 7 первичного преобразователя линейных перемещений (рис. 5.5) размещен на неприводном валике 6, установленном на входе по отношению к движению материала.

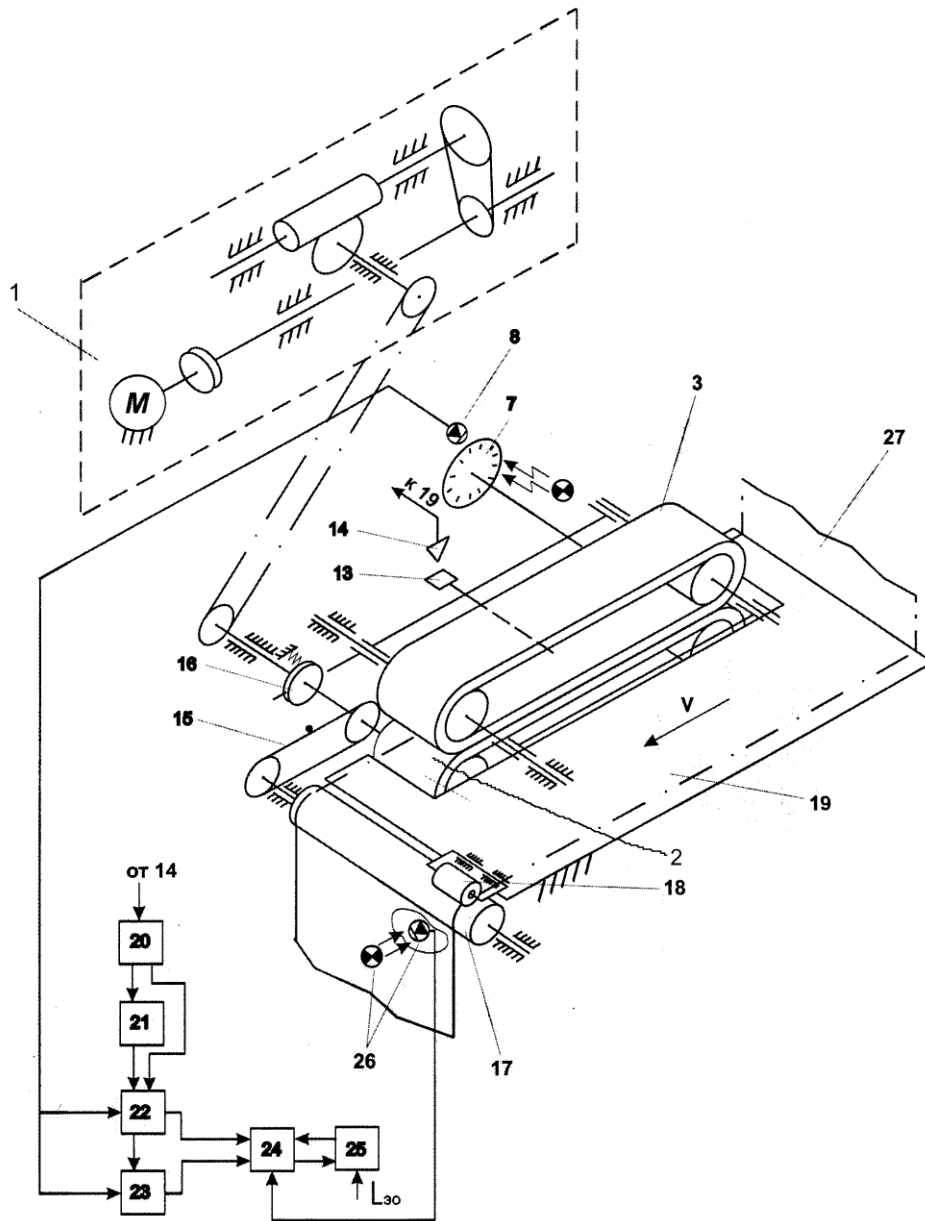


Рисунок 5.5 - Структурно-кинематическая схема измерителя длины движущихся длинномерных легкодеформируемых материалов

Неприводной транспортёр 3, показанный на рис. 5.7, выполнен в виде эластичной ленты 9 и двух свободно вращающихся валиков 10 и 11, связан-

ных между собой вильчатой штангой 12, которая с одной стороны выполнена двуплечей, с возможностью её свободного поворота вместе с валиком 11 относительно оси валика 10.

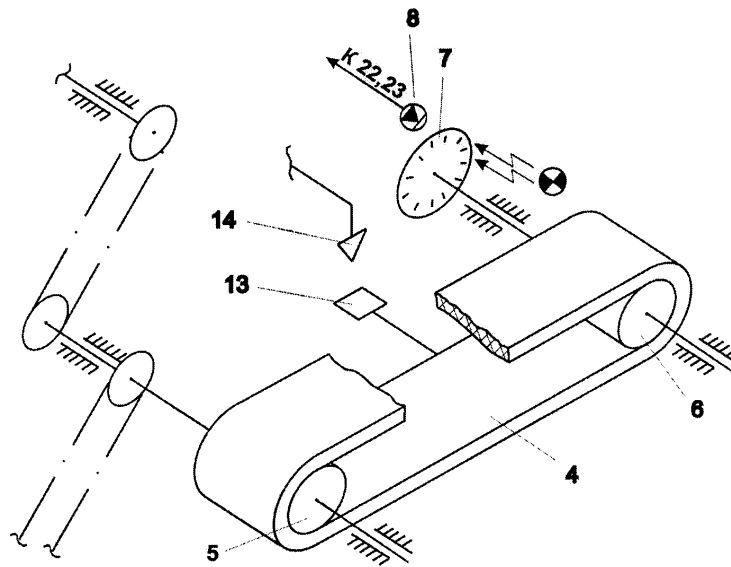


Рисунок 5.6 - Схема приводного транспортёра с преобразователем линейных перемещений

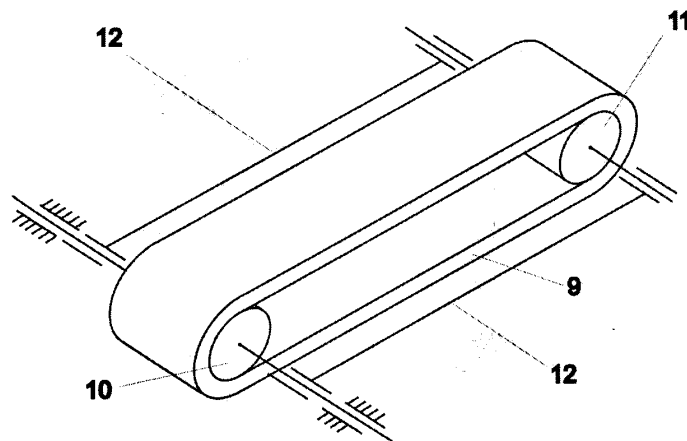


Рисунок 5.7 - Схема неприводного транспортёра

Предлагаемый измеритель длины движущихся материалов снабжен циклически действующей системой динамической коррекции результатов

измерения, которая включает специальную метку 13, укрепленную на эластичной ленте 4 приводного транспортёра 2, и неподвижно установленный относительно эластичной ленты 4 датчик 14 циклов поворота метки 13.

Механизм транспортирования и подачи материала в зону измерения включает кинематическую передачу 15 (рис.5.5), фрикционную муфту 16, одна из полумуфт которой соединена неподвижно со шкивом передачи 15, а другая подпружинена и подвижна в осевом направлении, приводной 17 и прижимной 18 валики, опорную плоскость 19.

Система регистрации и коррекции результатов измерения включает управляющие блоки 20 и 21, при этом блок 21 представляет собой линию временной задержки сигнала управления; регистр 22, обеспечивающий коррекцию результатов измерения; регистр 23 текущего значения длины; микроконтроллер 24, процессор 25 и датчик 26 начала процесса измерения длины движущегося материала 27. Управляющий блок 20 скоммутирован с регистром 22 коррекции результатов измерения непосредственно и через линию временной задержки 21.

Устройство работает следующим образом.

Из блока предварительной подготовки материалов к измерению (на чертежах не показан) материал 27 с проектной скоростью подаётся на опорную плоскость 19. Материал 27 по одной из своих кромок заправляется между эластичными лентами двух зеркально установленных транспортёров: нижнего приводного 1 и верхнего неприводного 3.

Измерение длины осуществляется в зоне контакта кромки материала с эластичными лентами 4 и 9, соответственно, приводного 2 и неприводного 3 транспортёров на входе по отношению к направлению движения материала, где на неприводном валике 6 установлен обтюраторный диск 7, связанный с датчиком 8 длины движущегося материала.

Конструктивно заложенная деформация сжатия эластичных лент транспортёров между валиками 5 и 10 обеспечивает их надежное сцепление с движущимся материалом, являющимся промежуточным звеном передачи

движения от эластичной ленты 4 приводного транспортера 1 к эластичной ленте 9 неприводного транспортёра 3.

Согласно расчётной схеме (см. рис. 5.4) на участке между валиками 5 и 10 в зоне взаимодействия материала 27 с эластичными лентами происходит деформация сжатия последних на величину $\Delta B \approx \frac{h}{2}$.

Так как ось валика 11 неприводного транспортёра 3 не закреплена и имеет возможность свободного поворота относительно оси валика 10, то под воздействием разнотолщинности (неравномерности толщины) движущегося материала штанга 12 отклоняется от горизонтального положения, автоматически компенсируя влияние колебания толщины материала (h) на точность измерения.

Второе плечо штанги 12 своим поворотом относительно полумуфта фрикционной муфты 16 создаёт условия для относительного осевого смещения одной из полумуфт, обеспечивая синхронизацию линейных скоростей материала и эластичного полотна транспортеров. Это исключает потенциальную возможность присборивания материала в промежутке между осями валиков транспортёров, возникающего при появлении неравенства $S_1 > S_2$, обусловленного изменяющейся деформацией сжатия эластичной ленты транспортера вследствие неравномерности толщины измеряемого материала, и предотвращает возникновение погрешности измерения.

При вращении валика 6 и обтюраторного диска 7 сигналы от датчика 8 длины движущегося материала в виде электронных импульсов поступают на входы регистров 22 и 23, причем сформированное в регистрах количество импульсов может поступать через микроконтроллер 24 в процессор 25 только при определённых условиях. Это происходит, когда сформируется соответствующее разрешение на одном из входов микроконтроллера от датчика 26 начала процесса измерения длины.

При поступлении на вход блока 20 сигнала от датчика 14 положения метки 13 на выходе блока формируются сигналы управления, отправляемые

по двум коммутационным линиям. По одной из них сигнал поступает непосредственно на вход регистра 22, обеспечивающего коррекцию результатов измерения, и обнуляет его с одновременной передачей информации через микроконтроллер 24 в процессор 25. По другой коммутационной линии через блок 21, представляющий собой линию временной задержки, поступает разрешение на очередной цикл записи в регистр 22 информации от датчика 8. Это исключает возможность такой ситуации, когда регистр 22 еще не обнулен по команде блока 20, а на вход этого регистра уже поступил сигнал от оптронного датчика 14. Таким образом, обеспечивается устранение погрешности, приходящейся на долю одного импульса, и повышается надежность работы системы регистрации и коррекции результатов измерения и измерителя в целом.

Микропроцессор 25 в режиме реального времени по установленному алгоритму обрабатывает информацию, корректируя измеренный текущий отрезок длины в каждом цикле считывания флажка-метки 13 приводного транспортёра 1, и суммирует результат измерения.

При завершении процесса измерения и выходе материала из зоны действия датчика 26 формируется команда блокирования движения информации по линиям передачи и остановки работы общего привода измерителя.

Таким образом, предлагаемый измеритель длины обеспечивает повышение точности и надежности результатов измерения, что является техническим результатом данной разработки, который обеспечивает повышение коэффициента использования материала при его переработке в готовые изделия.

Значительный интерес и особую перспективу имеет также одно из принципиально новых направлений совершенствования систем измерения длины и ширины движущихся легкодеформируемых текстильных материалов с учётом изменения при обработке их деформационных характеристик. Одними из возможных решений этого направления является использование стробоскопического эффекта и пьезопреобразователей.

В работе предложен способ измерения длины движущихся легкодеформируемых текстильных материалов сетчатой структуры, обеспечивающий повышение точности измерения при одновременном упрощении его аппаратного оснащения, основанный на использовании пьезопреобразователя [209] в качестве чувствительного элемента.

Способ измерения длины движущихся материалов легкодеформируемой сетчатой структуры предусматривает вычисление длины с помощью микропроцессора с использованием линейного размера раппорта переплетения материала в соответствии с заданным алгоритмом. При этом в память процессора записывают линейный размер раппорта переплетения, соответствующий условиям недеформированного материала, который предварительно определяют по числу $k_{\text{э}}$ раппортов переплетения на эталонном участке $l_{\text{э}}$ длины, затем посредством сканирования рельефа структуры движущегося материала с помощью пьезопреобразователя по числу n_1 генерируемых им импульсов определяют количество раппортов переплетения, приходящихся на длину L движущегося материала, при этом материал перемещают со скоростью не менее 0.1 м/с при постоянном контактном взаимодействии материала с чувствительным элементом пьезопреобразователя в диапазоне усилия от 0.1 до 0.25Н, а значение длины материала L вычисляют по следующему алгоритму:

$$L = \frac{l_{\text{э}}}{k_{\text{э}}} n_1 . \quad (5.5)$$

Необходимо подчеркнуть, что под раппортом переплетения в данном случае понимают расстояние между соседними структурными элементами, например, в ткани – между соседними уточными нитями, которое названо таким образом исключительно для простоты определения информативного параметра.

Способ измерения длины L движущегося материала на базе использования пьезометрического преобразователя (пьезопреобразователя) заключа-

ется в следующем:

- предварительно одним из известных методов (например, в соответствии с ГОСТ 3812-72) определяют значение линейного параметра раппорта переплетения измеряемого материала в недеформированном состоянии по количеству поперечных элементов $k_{\text{э}}$ структуры (например, уточных нитей) на гостированном эталонном участке $l_{\text{э}}$ длины и вводят в память процессора в качестве исходных данных;

- с помощью пьезопреобразователя осуществляют сканирование рельефа материала при его движении со скоростью не менее 0.1 м/с и постоянном контактном взаимодействии с чувствительным элементом пьезопреобразователя, который при упомянутом сканировании генерирует электронные импульсы, число которых определяется количеством раппортов переплетения (уточных нитей) во всей длине L транспортируемого материала;

- полученные данные передают в память микропроцессора;

- посредством процессора на основе внесенных в его память данных по

заданному алгоритму
$$L = \frac{l_{\text{э}}}{k_{\text{э}}} n_1$$
 рассчитывают длину движущегося материала.

Технически способ реализуется с помощью системы измерения, схематически показанной на рисунке 5.8, где 1 – пьезопреобразователь со щупом (чувствительным элементом) 2; 3 – блок усиления; 4 – блок сопряжения; 5 – процессор; 6 – движущийся материал, длину которого измеряют.

При движении материала 6 по измерительному тракту со скоростью не менее 0.1 м/с щуп (чувствительный элемент) 2 пьезопреобразователя 1 находится в постоянном контакте с движущейся поверхностью под действием заданного усилия $P=0.1 \dots 0.25\text{Н}$, при этом происходит непрерывное сканирование рельефа поверхности материала сетчатой структуры. Каждому раппорту переплетения (в частности, сканированной уточной нити) соответствует электронный импульс, генерируемый пьезопреобразователем 1, т.е. формируемое пьезопреобразователем количество сигналов соответствует количеству считанных структурных элементов движущегося материала.

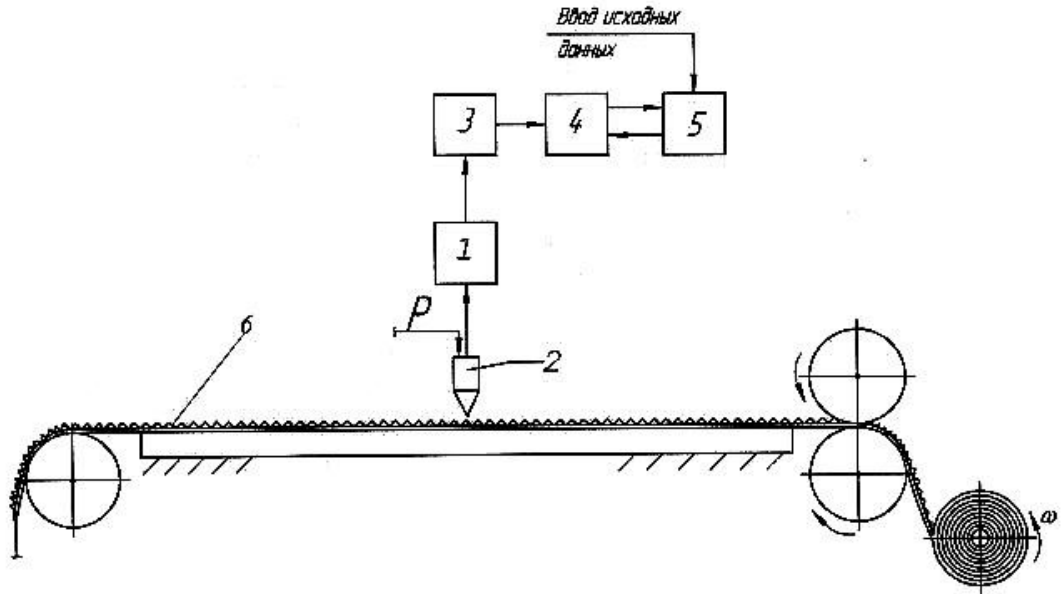


Рисунок 5.8 – Схема системы измерения длины движущихся легкодеформируемых текстильных материалов сетчатой структуры с использованием пьезопреобразователя

Форма и частота генерируемых пьезопреобразователем импульсов связаны со скоростью движения материала, поверхность которого сканируется. Для измеряемых легкодеформируемых текстильных материалов сетчатой структуры устойчивый эффект считывания количества рапортов переплетения наблюдается при сканировании поверхности материала, движущегося со скоростью не менее 0.1 м/с.

Экспериментально также было установлено, что оптимальная чувствительность используемой в предлагаемом способе измерительной системы обеспечивается при значениях давления P (силового воздействия), оказываемого чувствительным элементом пьезопреобразователя на поверхность движущегося материала, в интервале от 0.1 до 0.25 Н.

Генерируемые пьезопреобразователем 1 сигналы усиливаются в блоке 3 и передаются посредством блока сопряжения 4 в процессор 5, который полученную информацию обрабатывает в соответствии с заданным вычислительным алгоритмом.

В процессор поступает количество импульсов, равных количеству ска-

нированных структурных элементов (раппортов) материала. При этом количество полученных непосредственным измерением импульсов не зависит от деформации материала, возможного проскальзывания относительно рабочих органов технологического оборудования, неравномерности движения или остановки в случае технологической необходимости, а только от количества раппортов переплетения, сканированных с поверхности материала.

Таким образом, техническим результатом предлагаемого способа является повышение точности измерения при одновременном упрощении его аппаратного оснащения.

Вторым и немее важным линейным параметром, точность измерения которого в значительной степени влияет на качество края и, в конечном итоге, на качество готового изделия, является ширина материала. В работе предложено техническое решение измерителя ширины ЛДТМ [210]. Целью данной разработки является создание устройства, обеспечивающего повышение точности измерения ширины движущихся высокоэластичных материалов при одновременном упрощении измерения и расширении его технологических возможностей. Принципиальное отличие данного устройства от ранее существующих заключается в возможности компенсации краевого эффекта, связанного со способностью одинарных трикотажных полотен, в том числе и высокоэластичных, к закручиванию свободного края.

На рис. 5.9 показана структурно-кинематическая схема измерителя ширины, который содержит датчики 1 и 2 положения кромок материала, формирующие потенциальные сигналы необходимого уровня блоки 3 и 4, совместно образующие блок формирования сигнала опроса датчиков 1 и 2, блок совпадения «И» 5, блоки 6 и 7, представляющие собой датчик считывания импульсов линейного перемещения каретки 8 с профилированными пазами 9 и 10, контроллер 11, микропроцессор 12, транспортёрную ленту 13 с оптоактивной полосой 14 в зоне измерения, расправители 15 и 16 спиралевидных кромок материала и направляющую рамку 17.

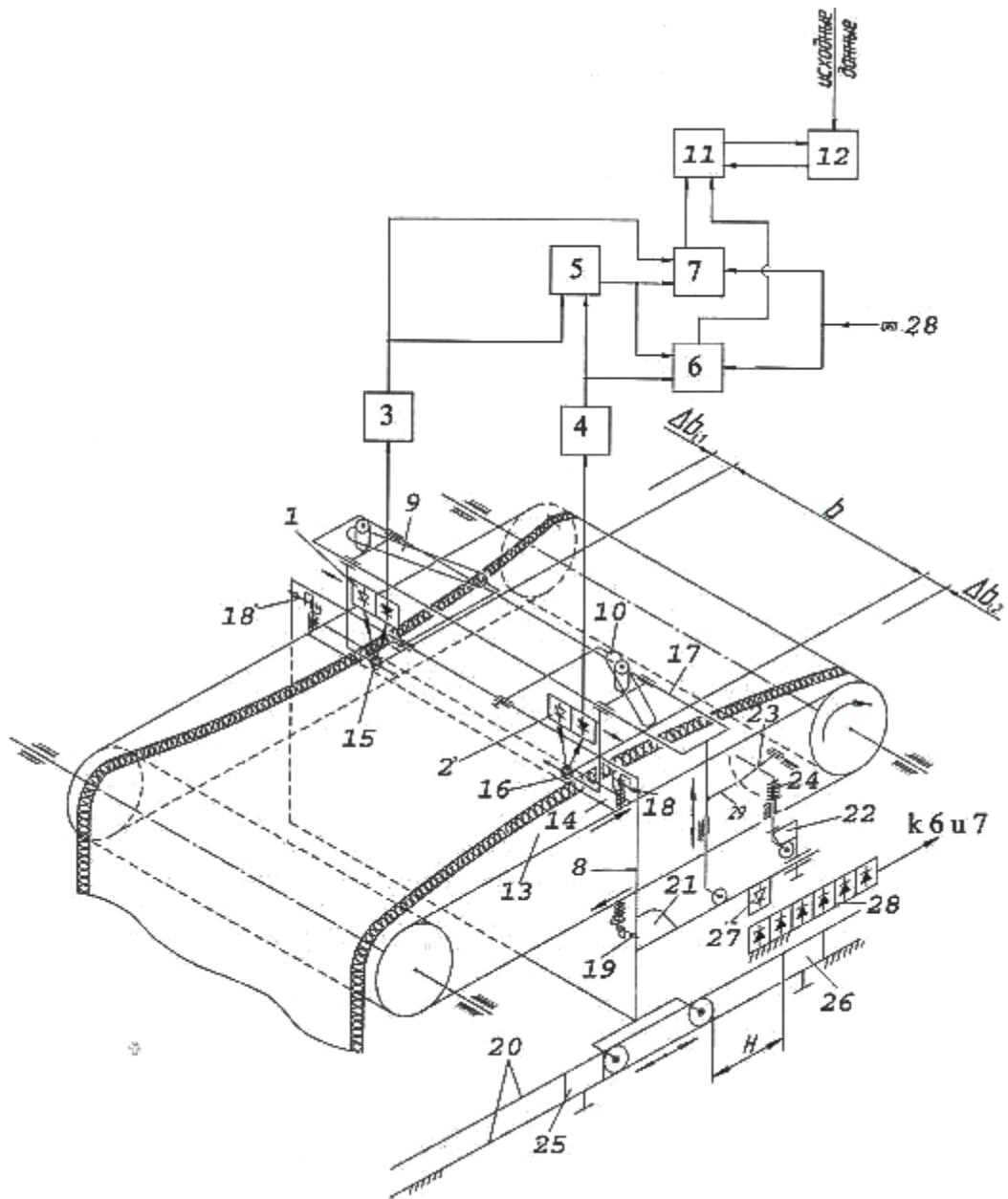


Рисунок 5.9 - Структурно-кинематическая схема измерителя ширины высокоэластичных материалов

Расправители 15 и 16 с датчиками 1 и 2 установлены на направляющей рамке 17 с возможностью их поперечного перемещения относительно кромок материала и кинематически связаны посредством профилированных пазов 9 и 10 с кареткой 8, которая, в свою очередь, кинематически связана с транспортной лентой 13 через подпружиненные рычаги 18 и 19, установленные на последней с заданным шагом, причем последняя связь является периодической.

Каретка 8 установлена на направляющих 20 с возможностью ее перио-

дического возвратно-продольного перемещения относительно транспортёрной ленты 13 и движущегося материала, при этом направляющая рамка 17 имеет возможность обеспечиваемого посредством профильных сухарей 21 и 22 периодического вертикального возвратно-поступательного перемещения в конечных точках хода каретки 8.

Рамка 17 с помощью механизмов её фиксации, состоящих из опорных фиксаторов 23 и подпружиненных упоров 24, расположенных по обеим ее сторонам, имеет возможность периодической фиксации в крайнем верхнем положении. Величина перемещения (L_i) каретки 8 (см. рис. 5.10) и, соответственно, величина хода расправителей 15 и 16 определяется регулируемым положением ограничителей 25 и 26. На каретке 8 установлен светодиод 27, взаимодействующий со стационарно установленной фотодиодной линейкой 28 считывания ширины, которая связана с блоками 6 и 7 датчика считывания импульсов линейного перемещения каретки.

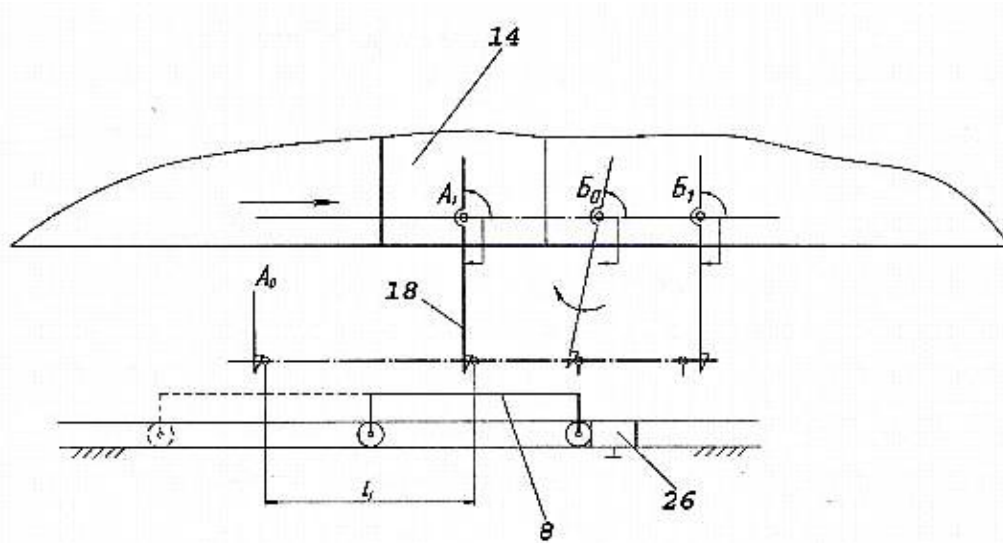


Рисунок 5.10 – Кинематическая схема взаимодействия подвижной каретки с лентой транспортёра

Измеритель ширины движущихся высокоэластичных текстильных материалов работает следующим образом.

В исходном положении расправители 15 и 16 кромок материала находятся между собой на расстоянии b , определяемом некоторой условно заданной шириной измеряемого материала, и опущены посредством направляю-

щей рамки 17 до соприкосновения с поверхностью материала в зоне оптоактивной полосы 14 транспортёрной ленты 13. Это расстояние b (исходно задаваемое значение ширины) можно изменять путем поперечного перемещения профилированных пазов 9 и 10 по одному из элементов подвижной каретки 8.

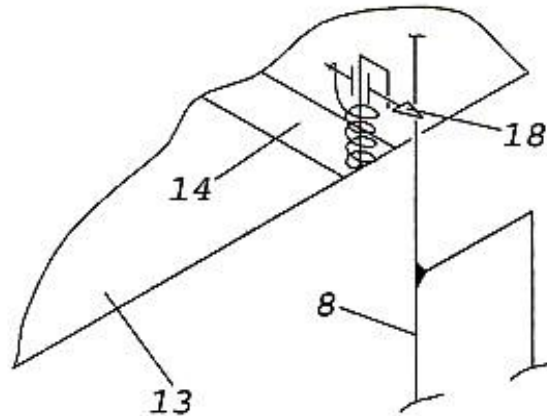


Рисунок 5.11 – Кинематическая схема подпружиненного рычага

Подвижная каретка 8 находится от стойки направляющей рамки 17 на расстоянии H , которое можно изменять перестановкой ограничителей 25 и 26 в направляющих 20.

Рабочее перемещение подвижной каретки 8 начинается из положения A_0 (см. рис. 5.10), соответствующего контакту с ней подпружиненных рычагов 18, расположенных на верхней ветви транспортёрной ленты 13. Транспортёрная лента посредством рычагов 18 перемещает за собой каретку 8 до положения A_1 , соответствующего ее контакту с ограничителем 26. В этом положении каретка 8 останавливается, а подпружиненные рычаги 18 (см. рис. 5.11), преодолевая сопротивление пружины, поворачиваются (положение B_0 , см. рис. 5.10) и теряют кинематическую связь с кареткой 8 (положение B_1).

В процессе перемещения каретки 8 профилированные пазы 9 и 10 взаимодействуют с расправителями 15 и 16 кромок материала, перемещая последние по поверхности материала в поперечном направлении и расправляя тем самым его спиралевидные кромки. Датчики 1 и 2 положения кромок материала фиксируют завершение процесса расправления кромок в момент, ко-

гда отраженный от оптоактивной полосы 14 луч светодиода попадает на фотодиод соответствующего датчика (1 или 2).

Величины перемещений $\Delta b_{i,1}$ и $\Delta b_{i,2}$ расправителей 15 и 16 (см. рис. 5.9) соответствуют числу импульсов, считанных с фотодиодной линейки 28 вследствие перемещения кареткой 8 светодиода 27. При положении расправителей 15 и 16 с датчиками 1 и 2 в зоне не затемнённого движущимся материалом оптоактивного участка 14 транспортёрной ленты 13 на выходе блоков 3 и 4, формирующих потенциальные сигналы, будут отсутствовать сигналы необходимого уровня, что позволяет блокам 6 и 7 в параллельном режиме беспрепятственно считывать с фотодиодной линейки 28 импульсные сигналы, соответствующие линейному перемещению каретки 8.

При полном расправлении спиралевидной кромки и появлении сигнала светоотражения с одной или с другой стороны движущегося материала один из блоков 3 или 4 формирует потенциальные сигналы, которые поступают на соответствующий вход одного из блоков 6 или 7 датчика считывания импульсов линейного перемещения каретки 8 и блокируют дальнейшее считывание информации о линейном перемещении ($L_{i,1}$, и $L_{i,2}$) каретки 8. При одновременном поступлении сигналов с блоков 3 и 4 на соответствующие входы блоков 6 и 7 считывание информации с фотодиодной линейки 28 о линейном перемещении каретки 8 также блокируется. В обоих случаях потенциальные сигналы, сформированные блоками 3 и 4, поступают на вход блока совпадения 5.

При синхронном поступлении сигналов с блоков 3 и 4 на вход блока совпадения 5 или с запаздыванием одного сигнала относительно другого, если расправление кромок произошло не одновременно, на его выходе формируется сигнал управления блоками 6 и 7, по которому считанная и хранящаяся в них информация поступает через контроллер 8 в микропроцессор 9 для выполнения расчётов текущих значений ширины (B_i).

Микропроцессор выполняет вычислительные функции с учётом коэффициента передачи (κ) между продольным перемещением каретки ($L_{i,1}$, и $L_{i,2}$)

и поперечным перемещением ($\Delta b_{i,1}$ и $\Delta b_{i,2}$) расправителей 15 и 16 по следующему алгоритму:

$$B_i = b + \Delta b_{i,1} + \Delta b_{i,2} = b + \kappa(L_{i1} + L_{i2}). \quad (5.6)$$

В конце рабочего хода подвижной каретки 8 сухарь 21 приподнимает направляющую рамку 17, а вместе с ней расправители 15 и 16, освобождая их от контакта с движущимся материалом. При этом выступ 29 рамки 17 поворачивает подвижный фиксатор 23 в крайнее верхнее положение. Граничная точка фиксатора отходит от выступа 29 рамки 17, и фиксатор поворотом вокруг своей оси под действием сил гравитации опускается вниз и ложится на упор 24. Таким образом, обеспечиваются технологические требования фиксации рамки 17 в верхнем положении при возврате каретки 8 в исходное положение.

Возврат каретки 8 в исходное положение, определяемое ограничителями 25, осуществляется подпружиненными рычагами 19, расположенными на нижней ветви транспортерной ленты по схеме взаимодействия, аналогичной рассмотренной выше схеме рабочего перемещения подвижной каретки 8.

При этом расправители 15 и 16 кромок материала также возвращаются в исходное положение, определяемое исходной величиной b условно заданной ширины материала.

В конце обратного хода каретки 8 сухарь 22 отводит вниз подпружиненный упор 24 и, соответственно, фиксатор 23. При этом рамка 17 под действием собственного веса опускается вниз и, теряя кинематический контакт с фиксатором 23, перемещает расправители 15 и 16 вниз до соприкосновения с поверхностью материала. При этом фиксатор 23 оказывается расположенным над выступом 29 рамки 17.

В начале рабочего хода каретки 8 сухарь 22 отпускает упор 24, который возвращает фиксатор 23 в базовое горизонтальное (исходное) положение, располагая ее над выступом 29.

Затем цикл измерения ширины повторяется.

Частота измерений зависит от шага установки подпружиненных рыча-

гов 18 и 19 на транспортерной ленте 13, минимальное значение которого определяется коэффициентом передачи (k) между линейным перемещением каретки 8 и поперечным перемещением расправителей 15 и 16.

Таким образом, предлагаемый измеритель ширины обеспечивает упрощение измерения ширины высокоэластичных материалов и расширение его технологических возможностей при одновременном повышении точности измерения.

5.3 Разработка и исследование технических средств для обеспечения вспомогательных подготовительно-раскройных операций в производстве одежды

Как было отмечено ранее, одной из наиболее проблемных вспомогательных операций подготовительно-раскройного производства с точки зрения возникновения напряженно-деформированного состояния, влияющего на размерное качество готовых изделий из легкодеформируемых текстильных материалов, является операция размотки, предшествующая практически всем основным технологическим операциям ПРП, в том числе определению линейных параметров материалов, процессу формирования настилов для раскроя и др.

В настоящее время для обработки рулонных материалов разработана и апробирована в производственных условиях целая группа размоточно-намоточных механизмов и систем, соответствующих современным требованиям в техническом отношении [28, 171-179, 211-213].

Среди этой группы технических решений необходимо выделить группу размоточных систем с разводными консолями [211], или так называемыми рабочими органами V-образного типа (рисунок 5.12), которые обеспечивают основное технологическое условие – постоянство сил сцепления рабочих органов с рулоном в ходе всего процесса, что исключает их относительное проскальзывание в завершающей стадии операции и значительное изменение натяжения материала. Разматывающие устройства рулонных текстильных

материалов с рабочими органами V-образного типа достаточно широко используются в подготовительно-раскройном производстве (ПРП) швейных предприятий. Эксплуатационные свойства и малый вес подобных размоточных систем позволяют органично вписываться в систему машин ПРП. Аналогичные системы широко применяются и в разработках ведущего производителя настольных комплексов фирмы Kuris – Wastema.

Реализуемое постоянство сил сцепления является необходимым, и, при определённых технологических режимах, достаточным условием для обеспечения равномерности напряжённо-деформированного состояния (НДС) материалов в ходе процесса размотки.

Однако если в процессе размотки материал подаётся в технологическую машину с постоянной линейной скоростью, как это необходимо, например, в промерочно-разбраковочном оборудовании, то подвижность центра масс рулона ведёт к нарушению требований материального баланса разматываемого и отводимого материала из размоточной зоны, что создаёт условия неравномерности и скачкообразного повышения уровня НДС текстильных материалов легкодеформируемой структуры.

Ранее в работах [28, 117], в том числе с участием автора данной диссертации, дано теоретическое обоснование этому утверждению, доказана возможность устранения указанных недостатков технических систем для размотки материалов за счет изменения угла развода консолей в зависимости от угла поворота рулона, и получен требуемый закон развода консолей $[\lambda_i(\varphi)]$ для обеспечения технологических требований размотки:

$$\lambda_i(\varphi) = \arcsin \left(\frac{R - \frac{\delta}{2\pi} \varphi_i}{C_1} \right). \quad (5.7)$$

Графическое отображение соотношения (5.7), по которому должно осуществляться управление консольными рабочими органами с требуемым технологическим условием, представлено на рис. 5.13.

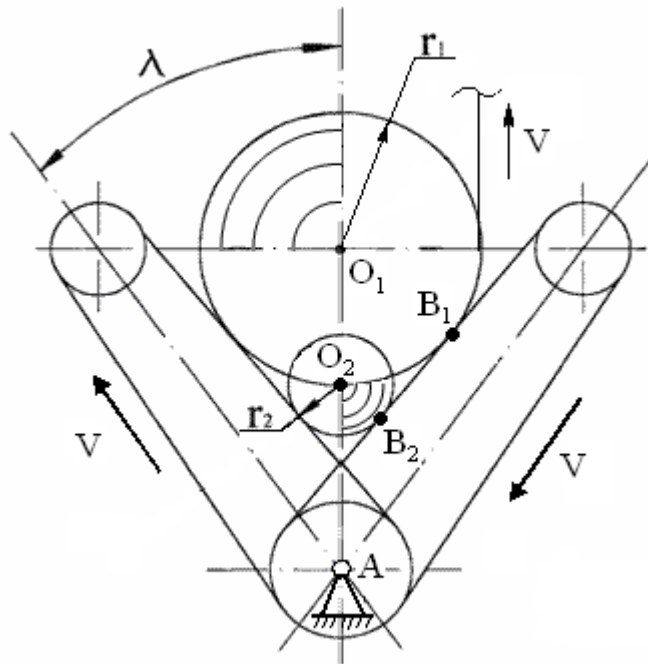


Рисунок 5.12 - Схема размотки гибкими рабочими органами со смещающимся центром положения оси рулона

Результаты данных теоретических исследований ранее были использованы при разработке принципиально нового технологического решения и технического средства его обеспечения, которое подробно рассмотрено в работах [28, 212]. По заданным условиям и с учетом предложенных и теоретически обоснованных технических решений, спроектированы ряд систем размотки легкодеформируемых материалов сетчатой структуры: тканей, трикотажных полотен, в том числе и высокоэластичных, и т.п. Описание одной из конструкций системы размотки дано в работе [117].

При производстве ряда швейных изделий из материалов, отличающихся особыми деформационными свойствами (например, высокоэластичные ткани или ткани с применением высокоэластичных или с повышенной растяжимостью текстурированных нитей, особенно с низкой поверхностной плотностью и толщиной, тонкие и легкие трикотажные полотна, в том числе с вложением полиуретановых волокон и т.п.), наиболее важным технологическим требованием является обеспечение постоянства натяжения материала

лов с предельно низкой деформацией, когда ее величина не должны выходить на макроуровне за пределы условно упругих значений. Реализация таких технологических требований может быть достигнута, в том числе, техническим решением, предложенным в работе[213].

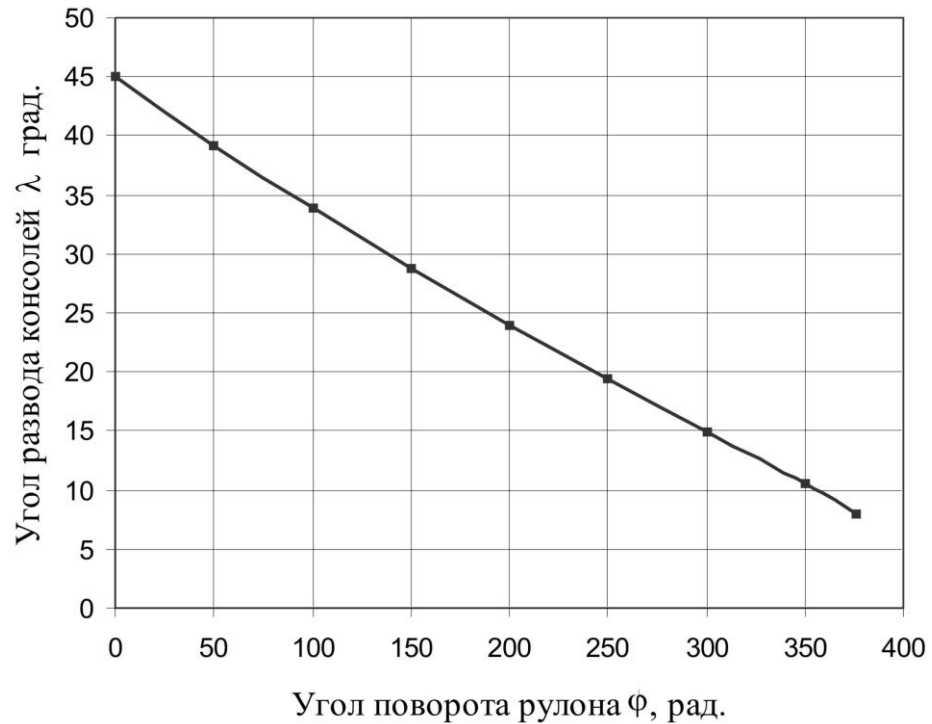


Рисунок 5.13 - Расчётный закон управления рабочими органами системы размотки с гибкими рабочими органами

Кроме того, в условиях, когда требуется решать задачи одновременного обеспечения минимума и стабильного натяжения легкодеформируемого текстильного материала любого способа производства, в схеме последовательного построения исполнительных механизмов технологического оборудования может быть использована адаптивно-управляемая размоточная система. Необходимость применения подобных систем возникает при выполнении размоточных операций, предшествующих различного рода основным технологическим процессам ПРП, в том числе таким процессам как измерение и разбраковка материалов.

С участие автора данной работы разработана адаптивно-управляемая система размотки рулонных материалов [214], которая представлена на ри-

сунках 5.14 - 5.17. Конструктивное решение разработанной системы обеспечивает постоянство и минимальный уровень напряженно-деформированного состояния текстильных материалов легкодеформируемой структуры в процессе размотки рулона.

Система содержит приводной секционный барабан 1 (см. рис.5.14), жёстко закреплённый на валу 1', два перекатных валика 2 и 3, установленных на консолях 4 и 5. Валики 2 и 3 и приводной барабан 1 в "шахматном" порядке охватываются гибкими рабочими органами 6, вращательное движение которым передается от электродвигателя 7 через червячный редуктор 8 и ременную передачу 9.

Консоли 4 и 5 опираются шарнирно одной стороной на вал приводного барабана 1, а их вторая (верхняя) часть удерживается в рабочем положении под действием грузов 10 и шарнирных пальцев 11 (см. рис.5.15), установленных на одном из звеньев роликовых цепей 12 (см. рис.5.16). Роликовые цепи расположены в желобах неподвижных дисков 13, каждый из которых придан только одной консоли.

При этом диски 13 установлены шарнирно на валу 1' приводного барабана 1 и жестко на вильчатых опорах механизма синхронного изменения положения рабочих органов.

В дисках 13, попарно расположенных с обеих сторон относительно консолей, выполнены кольцевые желоба 15 с профилем в поперечном сечении прямоугольной или иной формы, а в их днищах вдоль срединной окружности имеются сквозные пазы 16 с возможностью свободного перемещения в них шарнирных пальцев 11.

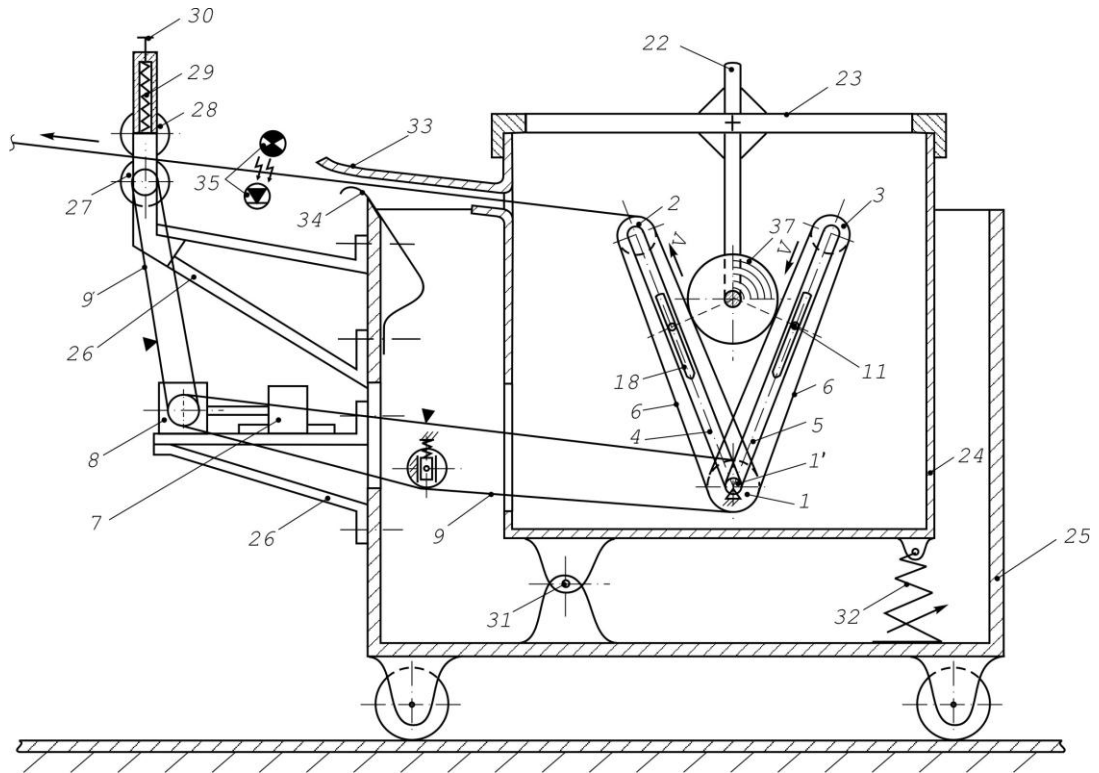


Рисунок 5.14 – Конструктивно-кинематическая схема адаптивной размоточной системы

Конструктивно система выполнена таким образом, что под действием грузов 10 каждый палец 11 может одновременно перемещаться внутри сквозного кольцевого жёлоба 15 и продольного паза 18 консоли, обеспечивая синхронный поворот консолей в противоположных направлениях.

Ось скалки 19 разматываемого рулона зафиксирована в пространстве между гибкими рабочими органами 6 параллельно оси приводного барабана 1 с помощью двух вильчатых опор 14, несущих конической формы центры 20 с упругими элементами 21, двух стоек 22, установленных на раме 23, размещаемой на платформе 24 (см. рис.5.14).

Платформа 24, свою очередь, установлена внутри тележки 25, к корпусу которой прикреплены кронштейны 26 с приводами для передачи вращательного момента барабану 1 и подающим валикам 27, 28. Прижим валика 28 к валику 27 осуществляется с помощью пружин 29 и нажимных болтов 30. Для образования регулируемого щелевого зазора, образуемого козырьками 33 и 34, принадлежащими соответственно корпусу платформы 24 и тележке

25, которая установлена с возможностью поворота вокруг оси 31 посредством упругого элемента 32.

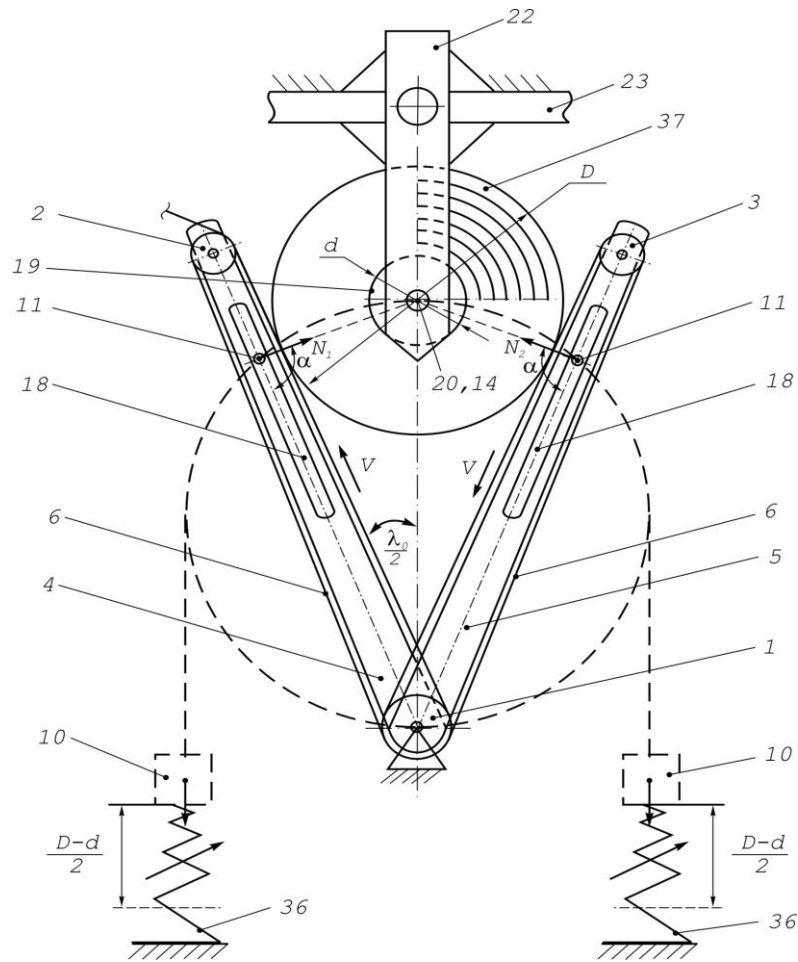


Рисунок 5.15 - Механизм синхронного изменения положения рабочих органов

Оптоэлектронный датчик 35 предназначен для формирования команды отключения работы электродвигателя 7 после завершения процесса размотки и выхода материала из размоточной зоны.

Подвешиваемые грузы 10 связаны с регулируемыми упругими элементами 36 в диапазоне их сжатия $\frac{D-d}{2}$ (D и d - соответственно начальный диаметр рулона и скалки) и предназначены для создания постоянного динамического замыкания консолей с поверхностью рулона 37 в процессе его размотки.

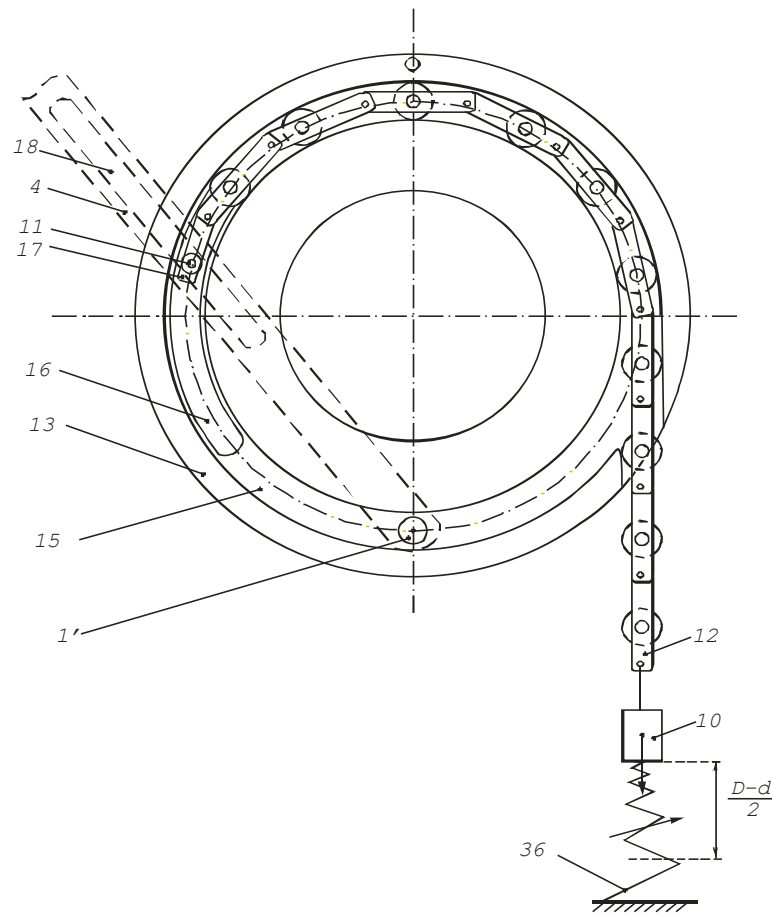


Рисунок 5.16 – Конструктивная схема диска управления консолью

Перед началом работы в исходном положении консоли 4 и 5 разведены на угол λ_0 (см. рис. 5.15). Рулон 37 укладывается на гибкие рабочие органы 6 с фиксацией оси скалки 19 с помощью центров 20 и упругих элементов 21 (см. рис. 5.17). Материал проводится по технологическому тракту на другие рабочие органы машины (на рисунках не показаны) между козырьками 33 и 34 и далее между приводными транспортирующими валиками 27 и 28. Включается электродвигатель 7, который с помощью ременных передач 9 и 9' приводит в движение приводные подающие валики 27, 28 и приводной секционный барабан 1.

Диаметры шкивов приводного секционного барабана 1 и подающих валиков 27 и 28 конструктивно подобраны так, чтобы линейная скорость материала рулона 37 была постоянной. Вызванное движение гибких рабочих органов 6, перекатных валиков 2 и 3, подающих валиков 27, 28 и силы трения

между рулоном и поверхностью гибких ремней, образованные нормальными составляющими реакций N_1 и N_2 , передают вращательное движение рулону.

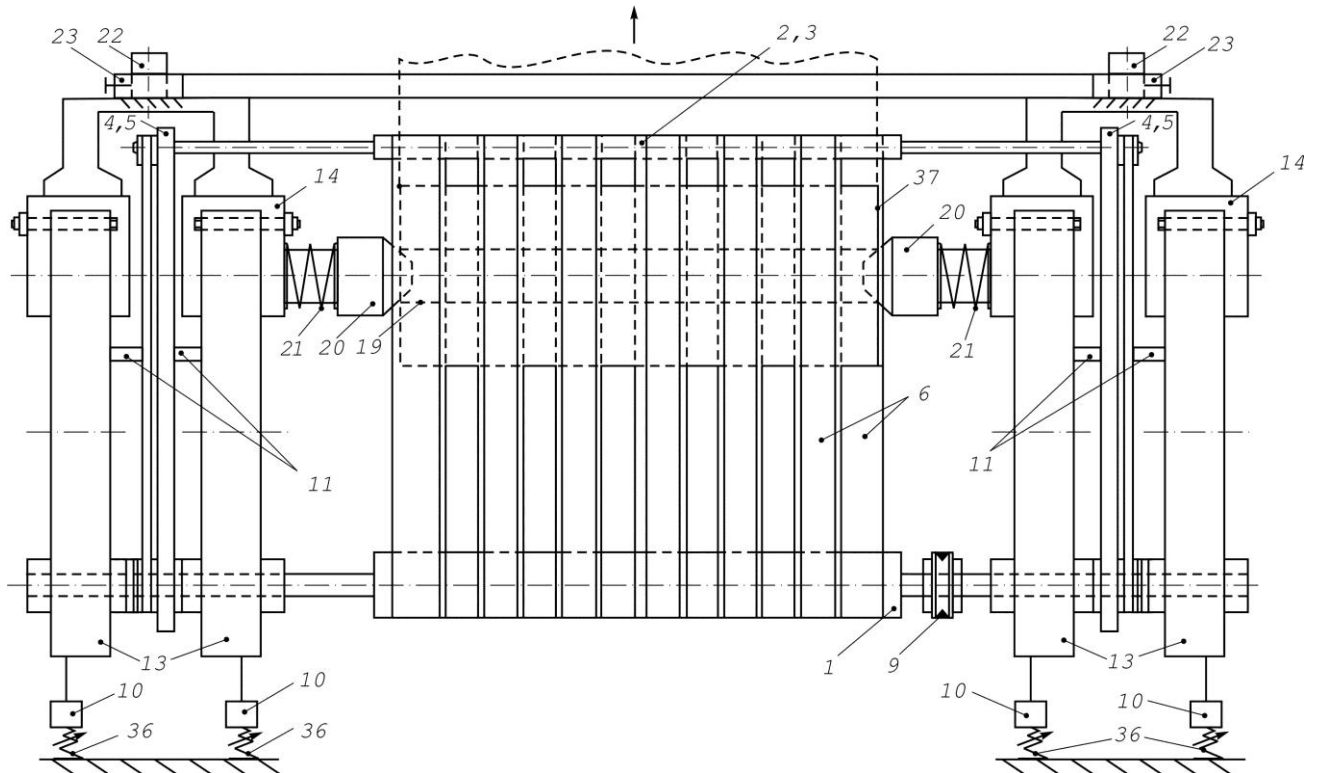


Рисунок 5.17 – Общий вид адаптивной системы размотки материалов

Угол развода консолей λ_i по мере процесса размотки непрерывно уменьшается, сохраняя при этом постоянным угол $\alpha = 90^\circ$, образуемый направлениями реакций N_1 или N_2 и линиями поверхностей рабочих органов, как угол, опирающийся на диаметр, вершина которого лежит на окружности, проведенной через оси скалки 19 и приводного секционного барабана 1. Это условие выполняется в течение всего процесса размотки рулона, обеспечивая баланс между количеством разматываемого и отводимого материала из зоны размотки. Тем самым обеспечивается адаптивно управляемый и постоянный уровень НДС материала, что особенно важно для легкодеформируемых трикотажных материалов и текстильных полотен разреженной структуры.

При завершении процесса размотки и прохождении среза разматываемого материала через оптоэлектронный датчик 35 формируется команда на

останов привода и цикл работы устройства после загрузки его другим рулоном повторяется.

Таким образом, разработанное устройство позволяет обеспечить минимальный, с одной стороны, и постоянный, с другой стороны, уровень напряженно-деформированного состояния в материале при его размотке, т.е. решить поставленную на данном этапе работы задачу.

ВЫВОДЫ

1. В ходе проведенных программно-целевых исследований установлено, что подготовительно-раскройное производство, как и швейное производство в целом, представляет собой сложную многопараметрическую систему, выходными параметрами которой являются такие комплексные показатели качества как показатели внешнего вида, посадка на фигуре и размерная точность.

2. На основе результатов экспериментальных исследований, проведенных с использованием методики априорного ранжирования, подтверждены ранее полученные данные о влиянии операций подготовки материалов на размерную точность готовых изделий, что позволило обосновать область приоритетного научного поиска. Показано, что качество выполнения подготовительных операций зависит, в том числе, от уровня их технического обеспечения. Это обуславливает необходимость разработки современных технологий и технических средств для выполнения как основных, так и дополнительных технологических операций ПРП.

3. Установлено, что размерное качество готовых швейных изделий из легкодеформируемых текстильных материалов в значительной степени определяется точностью измерения их линейных параметров. При этом точность измерений зависит от различных факторов, в том числе от величины и стабильности напряженно-деформированного состояния, возникающего в процессе выполнения технологических операций, что обуславливает необхо-

димось совершенствования технологического оборудования в данном направлении.

4. На основании результатов проведенного анализа установлено, что весьма перспективными для измерения длины рулонных текстильных материалов легкодеформируемой структуры являются устройства, выполненные на базе использования транспортерной ленты, несущей функцию эталонного мерного элемента. При этом выявлены и теоретически обоснованы основные недостатки существующих технических систем, обуславливающие погрешность измерения. С целью устранения выявленных недостатков и повышения точности и надежности измерения разработано и исследовано устройство для измерения длины, новизна которого подтверждена патентом РФ.

5. Показана возможность использования для измерения длины материалов различных физических эффектов. Предложен и исследован патентоспособный способ измерения длины движущихся легкодеформируемых текстильных материалов, основанный на использовании пьезопреобразователя в качестве чувствительного элемента, позволяющий повысить точность измерения при одновременном упрощении его аппаратного оснащения.

6. С целью повышения точности и упрощения измерения ширины легкодеформируемых текстильных материалов и расширения технологических возможностей способа, разработано техническое решение измерителя ширины, новизна которого защищена патентом РФ. Принципиальное отличие устройства состоит в возможности компенсации краевого эффекта, связанного со способностью трикотажных полотен, в том числе и высокоэластичных, к закручиванию свободного края.

7. Учитывая доказанную ранее высокую степень влияния операции размотки на величину НДС легкодеформируемых материалов и, как следствие на размерное качество готовых швейных изделий, разработана адаптивно-управляемая размоточная система, обеспечивающая одновременно минимальное и стабильное натяжение текстильных материалов с легко де-

формируемой структурой, техническое решение которой защищено патентом РФ.