

УДК 687.051

## РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-РАСКРОЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

<sup>1</sup>Шеромова И.А., <sup>2</sup>Завзятыи В.И., <sup>3</sup>Железняков А.С.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»

Минобрнауки РФ, Владивосток, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГАУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» Минобрнауки РФ,

Владивосток, e-mail: zavzyaty@yandex.ru;

<sup>3</sup>Новосибирский технологический институт ФГБОУ ВО «Московский государственный университет дизайна и технологии Минобрнауки» РФ (филиал),

Новосибирск, e-mail: gas@ntimgudt.ru

Предметом статьи является методика принятия решения по выбору альтернативных вариантов подготовительно-раскройного оборудования швейного производства. Цель исследований – анализ факторов и установление принципов выбора технических средств с учетом оценки прогнозируемой эффективности их внедрения и требуемой адаптации к действующему оборудованию. Показано, что принятие решения о выборе оборудования должно базироваться на анализе комплекса факторов технико-технологического и экономического характера. Перечень и значимость факторов зависят от решаемых задач, особенностей практикуемой технологии и свойств перерабатываемых материалов. При этом обязательным фактором является возможность обеспечения заданного уровня напряженно-деформированного состояния материала. Кроме того, при модернизации производства необходимо обеспечить конструктивно-техническую совместимость внедряемых машин и устройств с действующим оборудованием. Целесообразность применения предложенного подхода доказана результатами производственной апробации устройства для размотки рулонных легкодеформируемых материалов, разработанного с учетом описанных принципов.

**Ключевые слова:** подготовительно-раскройное производство швейного предприятия, технологическое оборудование, оценка прогнозируемой эффективности, принципы выбора, напряженно-деформированное состояние, устройство для размотки рулонов легкодеформируемых материалов

## DEVELOPMENT PRINCIPLES FOR THE SELECTION OF THE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR THE PREPARATORY-CUTTING PRODUCTION

<sup>1</sup>Sheromova I.A., <sup>2</sup>Zavzyaty V.I., <sup>3</sup>Zheleznyakov A.S.

<sup>1</sup>Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Irina.Sheromova@mail.ru;

<sup>2</sup>Far East Federal University, Vladivostok, e-mail: zavzyaty@yandex.ru;

<sup>3</sup>Novosibirsk Technological Institute of Moscow State University of Design and Technology, Novosibirsk, e-mail: gas@ntimgudt.ru

The subject of the article is a method of making a decision on the choice of alternative preparatory and cutting equipment for garment production. The purpose of research – analysis of the factors and the establishment of principles for selecting technical devices based on an assessment of their projected effectiveness of the implementation and the required adaptation to existing equipment. It is shown that the decision on the selection of equipment should be based on the analysis of technical, technological and economic factors. The list and the importance of the factors depend on the tasks, practiced technology features and properties of recyclable materials. This binding factor is the possibility of providing a given level of the material stress-strain state. In addition, it's necessary to provide a structural and technical compatibility of the implemented machines and devices with the existing equipment in the modernization of production. The feasibility of the proposed approach is proved by the results of production testing device for unwinding easily deformable materials rolls developed based on the described principles.

**Keywords:** preparatory and cutting production of sewing enterprise, process equipment, assessment of projected efficiency, principles of choice, the stress-strain state, device for unwinding easily deformable materials rolls

Создание принципиально новых технических решений производственного технологического оборудования в обязательном порядке должно обеспечивать возможность адаптации к действующим производствам с учетом их технического оснащения и достижения требуемого эффекта. Для решения данной задачи необходим анализ уровня технического обеспечения производственных процессов, изучение

функциональных, технологических и экономических возможностей использования предлагаемых решений для повышения качества готовых изделий и общей эффективности производства. Кроме того, необходима должная производственная апробация и конкретная оценка эффективности внедрения и использования принципиально новых и более совершенных технико-технологических разработок.

Такой подход к решению проблемы позволяет выявить и дать обоснованные рекомендации по дальнейшему направлению научных исследований, выбору или проектированию принципиально новых и перспективных видов технологического оборудования, в том числе предназначенного для подготовительно-раскройного производства (ПРО) предприятий швейной отрасли [3].

### Цель исследования

Целью выполненных исследований является анализ факторов и установление принципов проектирования новых технических средств с учетом оценки прогнозируемой эффективности их внедрения и требуемой адаптации к действующему технологическому оборудованию.

### Материалы и методы исследования

Объектом проведенных исследований является технологическое оборудование для выполнения подготовительно-раскройных операций в швейном производстве, а их предметом – методика принятия решения по выбору альтернативных вариантов технологических решений и технических средств их обеспечения.

При проведении исследований использовались элементы теории множеств и общинженерные подходы к проектированию технологического оборудования.

### Результаты исследования и их обсуждение

Математически постановка задачи комплектования подготовительного оборудования разработанными техническими средствами, рассматриваемыми в качестве его отдельных модулей, может быть представлена следующим образом.

В общем случае необходимо обеспечить условия вида

$$W = (A, \mathfrak{K}), \quad A = \{a_i\}, i = \overline{1-n},$$

$$\mathfrak{K} = \{r_j\}, j = \overline{1-m},$$

где  $W$  – функция эффективности принимаемого решения;  $A$  – некоторое множество принимаемых технологических и технических решений;  $a_i$  – подмножество комплектовующих элементов;  $\mathfrak{K}$  – множество ключевых подготовительно-раскройных операций;  $r_j$  – подмножество параметров ключевых подготовительно-раскройных операций.

При этом количественно элементы множества параметров подготовительно-раскройных операций (ПРО) могут быть фиксированными или претерпевать изменения в определенном диапазоне. Кроме того, должна обеспечиваться практическая реа-

лизуемость системы к заданному сроку при финансовых и материальных затратах ( $S$ ), не превышающих допустимого предела ( $S_d$ ).

Таким образом, модель принятия решения по выбору альтернативных вариантов технологических решений и технических средств обеспечения ПРО в формализованном виде с учетом установленных ограничений представляет собой следующую целевую функцию и ограничения:

$$W = (A, \mathfrak{K}), \rightarrow \max$$

$$\text{при } S < S_d.$$

Решение задачи в такой постановке возможно только при условии достаточности объема количественной информации по каждому параметру, входящему в состав модели выбора. Однако обеспечить выполнение данного условия по причинам объективного характера крайне сложно. Поэтому рассмотрение вопросов по внедрению результатов исследований с проведением соответствующего анализа представляется возможным в дескриптивном варианте выбора технологических и технических решений для обеспечения подготовительных процессов.

Развитие и доведение до инженерного уровня методики системного анализа, выбора информационно-технических средств и комплектования ими действующего технологического оборудования особенно актуально в условиях совершенствования технологии и технической модернизации действующих производственных комплексов. По сути, такая методика создаёт необходимые формальные предпосылки практической реализации отдельных технических средств требуемых параметров. В противном случае внедрение в производство разработанных технических средств становится проблематичным. Вследствие этого при техническом перевооружении производственных объектов возникает необходимость приобретения и замены полного комплекта технологических машин, что ограничивает или делает практически невозможной требуемую модернизацию производства.

Таким образом, проблема комплектования оборудования для ПРО на швейных предприятиях, решаемая на основе существующих разработок и создания новых технических средств, обуславливает необходимость решения двух задач.

Первая задача заключается в анализе технологических характеристик существующих технических средств с целью уточнения их функциональных возможностей в зависимости от выбранной структуры,

а также особенностей их функционирования при эксплуатации оборудования в производственных условиях. В результате этого анализа необходимо установить степень соответствия конкретного варианта технического решения заданным условиям эксплуатации и принять обоснованное решение об экономической целесообразности проведения мероприятий по их адаптации к действующему технологическому оборудованию и внедрению в производство.

Вторая задача сводится к разработке новых технологических и технических проектов и процессов. При этом должны быть обеспечены достаточная обоснованность эффективности научного поиска и разработка принципиально нового проекта, а также дана оценка функциональным и технологическим возможностям модернизируемого оборудования в целом.

Естественно, что оптимальными решениями обеих задач являются такие, которые обеспечивают выполнение подготовительных операций с максимальной эффективностью при минимуме материальных затрат на их создание и внедрение в производство.

Исследование факторов, определяющих выбор технологического оборудования для обеспечения подготовительно-раскройных операций, позволило установить, что одним из наиболее значимых факторов является возможность удовлетворения нормативных требований по снижению напряжённо-деформированного состояния материалов [2]. В частности, это важно перед измерением качественных и количественных характеристик материалов, а также при выполнении послеизмерительных операций: намотке материалов в рулон, их размотке и формировании настилов для раскроя [4].

В производственной практике данный фактор учитывается крайне редко по причине того, что измерить НДС движущихся материалов при их контактном взаимодействии с рабочими органами функциональных механизмов в реальном режиме времени не представляется возможным из-за практического отсутствия необходимых инструментальных методов. Практикуемые же технологии снижения уровня НДС материалов малоэффективны и требуют дополнительных функционально не обусловленных трудозатрат. Поэтому основными критериями выбора функциональных технических средств для выполнения отдельных подготовительных операций является обеспечение минимума НДС материалов на предизмерительных и послеизмерительных операциях, а также на стадии формирования настилов материалов для раскроя. Количественные сопоставления расчётных

экономических показателей при выборе функциональных механизмов указывают на предпочтительность и приоритетность такого подхода [2].

С практической точки зрения, для серийного производства швейных изделий наиболее целесообразной является технология получения деталей швейных изделий на базе автоматизированных настильно-раскройных комплексов. Однако вне зависимости от технологии получения деталей кроя те или иные технические средства нельзя «сбрасывать со счетов», как инвариантные объекты построения современной технологии подготовительно-раскройного производства. Поэтому учет таких факторов, как совместимость и взаимозаменяемость конструктивного исполнения предлагаемых устройств при взаимодействии в системе с другими механизмами эксплуатируемого технологического оборудования, а также ограничения по архитектурному построению и компоновочным характеристикам производственного объекта в такой постановке, является обязательным условием. Это особенно важно и необходимо при решении задачи модернизации и совершенствования действующего на предприятии комплекса технологических машин, так как фактор несовместимости исключает возможность внедрения разработок или создаёт дополнительные, иногда экономически неоправданные и непреодолимые трудности. Хотя подобные факторы при проектировании и создании принципиально нового технологического оборудования не столь важны и значимы.

Отдельным вопросом при решении вопросов технологического и информационно-технического совершенствования ПРП следует рассматривать фактор экономической целесообразности выбора того или иного варианта технического решения с учётом финансовых возможностей инвестирования проекта. В такой постановке задача может и должна решаться в каждом конкретном случае с учётом возможностей тиражирования технических средств, привлечения внешних источников финансирования проекта по технологическому и техническому перевооружению предприятия.

Важнейшим фактором, влияющим на выбор варианта технических средств обеспечения ПРП, является также решение комплекса вопросов надёжности систем в производственных условиях, в частности, ремонтпригодность, гарантийный срок эксплуатации, наработка на отказ. Известно, что введение дополнительных последовательно устанавливаемых механизмов в технологическое оборудование в общем случае

снижает степень его надёжности. Поэтому выбор вариантов технических решений для внедрения в производство должен сопровождаться комплексной оценкой надёжности при его функционировании в совокупности с другими механизмами технологического оборудования. Например, с позиции надёжности, энергосбережения, стоимости технических средств вариант размоточной системы с рабочими органами неприводного типа более предпочтителен. Однако, как это было ранее доказано [2, 4, 5], для легкодеформируемых материалов это или не лучшее, или вообще неприемлемое решение по причине особой чувствительности легкодеформируемых материалов к нагрузкам и, соответственно, создания недопустимого уровня их НДС.

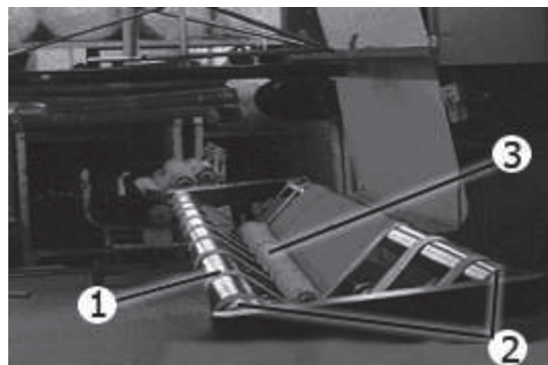
Если же говорить о группе перерабатываемых материалов, относительно невысоких по стоимости и малочувствительных к нагружению, то приемлем вариант размоточных устройств и систем с неприводными рабочими органами. Подводя итоги анализа критериев выбора технических средств для выполнения подготовительных операций и оценки их конструктивно-технологических параметров, можно говорить о классическом варианте противоречий, возникающих при использовании подобного рода функциональных механизмов.

При выборе и реальном проектировании того или иного варианта технического решения функционального назначения необходимо учитывать и фактор ограничения энергозатрат для выполнения подготовительно-раскройных операций. Это обстоятельство особенно важно, когда удельный вес энергозатрат в себестоимости изделия значителен и превышает допустимо разумные пределы, что влияет на конкурентоспособность производимой продукции. В этом случае выбор энергосберегающих вариантов технологического оборудования, и прежде всего систем размотки и намотки в рулон на разных стадиях подготовительно-раскройного производства или их исполнение с неприводными рабочими органами, должен сопровождаться оптимизацией по тому или иному критерию с учётом установленных ограничений.

Анализ действующих технических средств размотки рулонных материалов на предприятиях швейной промышленности [1] показал, что их общим недостатком является отсутствие возможностей поддержки технологической стабильности на минимальном уровне натяжения движущегося материала. Для решения указанной проблемы был разработан автономный модуль размотки рулонов материала с раз-

движными консолями с возможностью модульной комплектации в составе автоматизированных промерочно-разбраковочных машин различных систем. Конструктивно-технологические параметры предложенного устройства выбирались с учетом требований технологической совместимости с используемым в настоящее время технологическим оборудованием, в том числе разбраковочно-промерочными машинами фирмы OFFRI (Италия) или контрольно-мерильным оборудованием подобного класса, например, фирм WASTEMA (Германия), МАПБ-1 (Россия), которые наложили ограничения на габаритные размеры технического решения и определили его конструктивные особенности.

Система размотки рулонных материалов с подвижными консолями была спроектирована и изготовлена по условиям соблюдения вышеперечисленных требований и с учетом необходимости конструктивной совместимости с промерочно-разбраковочной машиной МАПБ-1, функциональная схема модификации и конструктивное устройство которой подробно описано в работе [3]. Разработанное устройство было установлено вместо приводного рольганга, монтируемого на полу без привязки к каркасу машины. На фотографии (см. рисунок) показана предлагаемая система размотки материала, используемая в качестве модуля промерочно-разбраковочной машины.



*Конструктивная схема системы размотки:  
1 – приводные гибкие звенья; 2 – раздвижные консоли; 3 – разматываемый рулон*

Результаты апробации системы размотки с раздвижными консолями подтвердили возможность эффективного её использования для размотки сдублированных и несдублированных материалов различной структуры, имеющих разную толщину и разный коэффициент трения. Устройство позволило синхронизировать линейные скорости размотки и намотки материалов на протяжении



всего процесса обработки, что обеспечило равномерность распределения НДС по всей его длине.

Но основным достоинством применения системы данной конструкции является снижение до минимума натяжения материала при размотке. Это достигнуто за счет сообщения рулону постоянной окружной скорости при обеспечении постоянной силы сцепления между наружной поверхностью рулона и приводными ремнями устройства. Натяжение при данной конфигурации машины определяется только собственным весом материала при его набегании на перекатные валики и силами сопротивления движению на площадке и экране. Суммарные характеристики НДС материала оценивались диапазоном значений, не выходящих за пределы условно упругих составляющих деформации.

### Заключение

В работе предложен и обоснован новый подход к разработке и выбору технических средств для выполнения подготовительно-раскройных операций в производстве швейных изделий и комплектования ими действующего технологического оборудования, обеспечивающий возможность технической модернизации действующих производственных комплексов с учетом существующих ограничений конструктивно-

технического и экономического характера. Производственная апробация спроектированной и изготовленной по условиям соблюдения действующих ограничений и конструктивно совместимой с используемым технологическим оборудованием системы размотки рулонных материалов с подвижными консолями доказала эффективность и целесообразность применения предложенного подхода.

### Список литературы

1. Голубев М. Направления совершенствования оборудования для подготовительно-раскройного производства [Электронный ресурс]: журнал / М. Голубев, О. Мишенин, М. Чихалов // В мире оборудования. – 2004. – № 10 (50). – Режим доступа: <http://www.textile-press.ru/?id=2606>.
2. Железняков А.С. Моделирование и автоматизация подготовительных процессов швейного производства [Текст]: монография / А.С. Железняков, И.А. Шеромова, Г.П. Старкова. – Новосибирск: Сибвузиздат, 2007. – 204 с.
3. Завяты́й В.И. Подготовка материалов к раскрою: актуальные вопросы и пути совершенствования [Текст]: монография / В.И. Завяты́й, И.А. Шеромова, Г.П. Старкова, А.С. Железняков. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2011. – 160 с.
4. Старкова Г.П. Исследование процесса размотки рулонных материалов рабочими органами V-образного типа [Текст] / Г.П. Старкова, И.А. Шеромова, А.С. Железняков // Швейная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 55–56.
5. Шеромова И.А. Моделирование напряженного состояния текстильных материалов при фиксированной деформации [Текст] / И.А. Шеромова, Г.П. Старкова, А.С. Железняков, О.И. Кудряшов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – № 5. – С. 86–91.