

КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В БЕРЕЖЛИВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

© 2022 Смирнов Артём Алексеевич

старший преподаватель кафедры экономики и финансов

Вологодский государственный университет,

Россия, Вологда

E-mail: smirnov.artem.a@yandex.ru

В статье отражена концепция исследования вопросов управления материальными ресурсами в процессе их раскрытия на предприятиях машиностроения. На основе изучения теории и практики технологий машиностроения в области задач раскрытия-упаковки, бережливого производства и управленческого учета разработан инструментарий управления материальными ресурсами, получаемыми после раскрытия.

Ключевые слова: бережливое производство, управление материальными ресурсами, машиностроительное предприятие, раскрой, методика сортировки

Введение

В условиях рыночной экономики процессы операционной деятельности производственных предприятий требуют непрерывного совершенствования с целью устранения различных видов потерь, возникающих в потоке создания ценности для потребителя, и получения конкурентных преимуществ, обеспечивающих устойчивое развитие хозяйственной деятельности. В связи с тем, что на многих машиностроительных предприятиях основную долю материальных затрат занимают затраты на одномерные и двумерные материальные ресурсы (МР), то перед менеджерами стоит задача увеличения коэффициента использования данных материалов при их технологической обработке с целью снижения затрат. Именно снижение затрат на основные материалы за счет совершенствования технологии производства и процессов управления обеспечивает увеличение чистого дохода или оптимизацию структуры затрат, получение конкурентных преимуществ за счет формирования требуемых потребительских свойств продукции.

Так как раскрой является основным процессом обработки одномерных и двумерных материальных ресурсов на предприятиях машиностроения при получении требуемых изделий, то с точки зрения бережливого производства необходимо уделять внимание непрерывному совершенствованию данного технологического процесса и связанных с ним процессов управления материальными ресурсами.

Цель исследования

Цель исследования — разработать инструментарий управления материальными ресурсами

в бережливом производстве при раскрытии материалов на предприятиях машиностроения с единичным или серийным типами производства.

Методика исследования

Исследование управления материальными ресурсами, получаемыми после раскрытия, проведено комплексно с точки зрения теории и практики технологий машиностроения в области задач раскрытия-упаковки, бережливого производства и управленческого учета. Также использованы общенаучные методы исследования: анализ, синтез, формализация.

Результаты исследования

Задача раскрытия-упаковки в технологии машиностроения. При исследовании вопросов рационального раскрытия промышленных материалов в научной и практической литературе в области технологий машиностроения выделяется задача раскрытия-упаковки, которая представляет собой важную технологическую проблему, оптимальное решение которой позволяет минимизировать расход имеющихся ресурсов [2].

Разнообразие моделей раскрытия-упаковки определяется, прежде всего, фактором геометрии. Среди этих задач выделяется гильотинный раскрой и упаковка. Особо выделены проблемы нестинга, размещения деталей сложной геометрической формы в заданных областях материального ресурса. Для них на первый план выступают информационные проблемы задания фигур, учета и обеспечения их непересечения, кодировки и другие. [10]

В таблице 1 отражены авторы работ в области решения задач раскрытия промышленных материалов и направления их исследований.

Таблица 1. Исследования в области решения задач раскроя-упаковки

Авторы	Основные направления исследования в области решения задач раскроя промышленных материалов
Л.В. Канторович и В.А. Залгаллер	Советские ученые Л. В. Канторович и В. А. Залгаллер являются основоположниками решения вопросов рационального раскроя промышленных материалов. Л. В. Канторович предложил метод разрешающих индексов, который был доработан на практике В. А. Залгаллером — способ подбора целочисленных индексов. Разработанные методы исследователи описали в книге «Рациональный раскрой промышленных материалов». [4]
Э.А. Мухачева	В работе «Рациональный раскрой промышленных материалов. Применение в АСУ» отражена теория и практика прямоугольного раскроя в рамках системы автоматизированного проектирования технологической подготовки раскроя на холодноштамповочном производстве. [5]
В.М. Картак	Развитие метода «ветвей и границ» для решения задач упаковки за счет введения процедур сокращения перебора. Исследование задач линейного раскроя, упаковки и оценки плотности упаковки прямоугольников в полубесконечную полосу. [12, 13]
М.А. Месягутовым	Предложен точный метод решения задачи одномерной продолженной упаковки, основанный на критериях доминантности и правилах отсечения для сокращения переборного процесса. [2]
Ю.И. Валиахметова	Исследование послойных алгоритмов для решения задач прямоугольного гильотинного раскроя листового материала. [1]
А.С. Филиппова	Исследования направлены на разработку решений в задачах ортогональной упаковки. [2]
А.А. Петунин	Предлагается схема автоматического выбора оптимизационного алгоритма раскроя материала в зависимости от типа задачи. [6]
Н. Dyckhoff, G. Wascher, H. Haubner, H. Schumann	Разработка классификаций задач раскроя-упаковки. [15]
ESICUP (Euro Special Interest Group on Cutting and Packing)	Организация объединяет практиков и исследователей, интересующихся вопросами раскроя и упаковки. Цель ESICUP (Европейская специальная группа по задачам в области раскроя-упаковки) — улучшить общение между людьми, работающими в этой области.

Изучение данных исследований позволило сделать вывод, что существуют методы рационального раскроя промышленных материалов и программные средства их реализующие, направленные на увеличение коэффициента использования материала за счет увеличения плотности упаковки планируемых к производству изделий на проектируемых картах раскроя исходных материалов и наиболее подходящего выбора исходного материала. Однако в данных работах не рассмотрены вопросы управления материальными ресурсами, полученными после раскроя. Дальнейшее исследование показало, что решение данных вопросов требует изучения и применения теоретических и практических аспектов различных областей знаний, не только технологий машиностроения в области задач раскроя-упаковки, но и бережливого производства, управленческого учета, автоматизации управления.

Бережливое производство. В ходе дальнейшего исследования существенную роль сыграла концепция бережливого производства, которая

базируется на соответствующей философии, ценностях, принципах, методах и инструментах. Философия бережливого производства основана на представлении бизнеса как потока создания ценности для потребителя, выявлении и сокращении потерь, постоянном улучшении всех видов деятельности, вовлечении и развитии персонала с целью повышения удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон. По мнению О.Г. Туровца, главными задачами бережливого производства являются: выявление потерь, определение путей их устранения, выбор и применение технических, организационных, экономических методов и средств снижения или полной ликвидации потерь [9].

В ходе более глубокого изучения теоретических и практических трудов по вопросам рационального раскроя материалов в целях дальнейшего совершенствования процесса раскроя, было выявлено, что в работах авторов не уделяется внимания вопросам обоснованной сортировки МР, полученных после раскроя, в группы деловых или неделовых материалов. Также на

рынке информационных технологий существует программное обеспечение, которое относится к классу CAD/CAM-систем и позволяет проектировать карты раскроя. Многие из программных продуктов позволяют сохранить остаток после раскроя, но ни один из них не оказывает помощи специалисту, ответственному за раскрой, в принятии решения по отнесению МР после раскроя в группу деловых или не деловых материалов, то есть не содержат в себе систему поддержки принятия решений (СППР) данной задачи. [8]

Актуальность вопроса сортировки МР, полученных после раскроя, на деловые и неделовые материалы подтверждается тем, что именно оперативная и обоснованная сортировка повлияет на сокращение потерь в потоке создания ценности для потребителя: позволит снизить затраты на хранение и транспортировку неделовых МР, из которых не будет производиться продукция, увеличить коэффициент использования металла, снизить удельные затраты на листовую металл при производстве продукции из деловых МР. Это позволит менеджерам предприятия увеличить чистый доход или оптимизировать структуру затрат в потоке создания ценности для потребителя, предложить клиентоориентированную цену, повысить конкурентоспособность на рынке производимой продукции, что обеспечит в дальнейшем увеличение чистого дохода при увеличении объемов производства и реализации.

Именно философия бережливого производства позволила осознать необходимость разработки методики сортировки МР, полученных после раскроя, и СППР сортировки для принятия оперативных и обоснованных управленческих решений при отнесении данных МР в группы деловых или неделовых материалов.

Управленческий учет. Следует отметить, что при разработке методики сортировки и прототипа СППР сортировки существенную роль сыграло изучение теории и практики управленческого учета. Именно управленческий учет направлен на идентификацию, измерение, накопление, анализ, подготовку, интерпретацию и предоставление финансовой, производственной, маркетинговой и иной информации для принятия оперативных и стратегических обоснованных решений.

В. П. Ивашкевич определяет управленческий учет как область знаний и сферу деятельности, связанные с формированием и использованием экономической информации для управления

внутри хозяйствующего субъекта. [3]

Труды научной школы профессора А. Н. Шичкова подтверждают, что организация управленческого учета в инженерном бизнесе позволяет обоснованно и оперативно управлять основными параметрами операционного цикла производственно-технологической системы на основе трансферта затрат и потребительских свойств продукции по центрам финансовой ответственности. На основе этого менеджеры предприятия обеспечивают формирование необходимых потребительских свойств реализуемой продукции и получение чистого дохода не за счет увеличения объема производства. [11, 14]

Для управления материальными ресурсами, полученными после раскроя, а именно для проведения обоснованной сортировки, необходимого учета, хранения, дальнейшего проектирования карт раскроя с учетом деловых материальных ресурсов требуется идентификация, измерение, накопление, анализ, подготовка, интерпретация и предоставление соответствующей управленческой информации. Также в целях принятия оперативных управленческих решений требуется автоматизация выделенных процессов управления.

Часть исследования проведена на машиностроительных предприятиях г. Вологды, где основную долю материальных затрат занимал листовая металл, поэтому многие результаты работы рассмотрены на данном примере. На рисунке 1, на основе положений диаграммы Исикавы, отражены причинно-следственные связи одной из основных проблем управления материальными ресурсами после раскроя исходных материальных ресурсов (отсутствие управленческого учета МР после раскроя листового металла).

На основе построенной диаграммы можно сделать вывод, что основные причины недостатков управленческого учета деловых МР связаны именно с методиками управления, учета и оборудованием для реализации процесса учета. В ходе исследования выявлены особенности организации управленческого учета деловых и неделовых МР, полученных после раскроя, которые отражены в таблице 2.

Управление материальными ресурсами, полученными после раскроя. Синтез результатов проведенных исследований и дальнейшее их развитие позволили получить научные результаты, обеспечивающие управление материальными ресурсами, полученными после раскроя:



Рис. 1. Диаграмма причинно-следственной связи отсутствия управленческого учета МР после раскроя исходного материала

Таблица 2. Особенности управленческого учета материальных ресурсов, полученных после раскроя

Особенности	Содержание
Количественный и качественный учет	Необходимо вести учет МР после раскроя не только в базовой единице измерения (например, килограммы), но и в штуках в связи с различными техническими (например, для металла марка стали) и геометрическими характеристиками (особенно у деловых МР), которые важны при проектировании карт раскроя.
Выделение классов	Учет деловых МР по классам позволит выделить номенклатуру и оценить конкретнее их количество, структуру оставшегося материала, динамику потребления соответствующих классов. Это необходимо для принятия обоснованных управленческих решений (проектирование рациональных карт раскроя; своевременная закупка и реализация соответствующих материалов).
Метрологическое обеспечение и маркировочное оборудование (на примере листового металла)	Листовой металл может передаваться в производство различными объемами (от одного до десятков цельных листов), поэтому для учета в килограммах необходимо наличие промышленных весов на складе МР. В целях учета деловых МР в разрезе классов и оперативного поиска в дальнейшем соответствующего МР, указанного в карте раскроя, необходимо использовать маркировочное оборудование, которое наносит штрих-код в определенную зону поверхности МР.
Оценка затрат (на примере листового металла)	Предлагается вести учет деловых МР по цене возвратных отходов (по соответствующей цене исходного МР или пониженной цене), а учет неделовых МР — по утвержденной цене металлолома или предполагаемой цене реализации. В случае возникновения неделовых МР одна часть затрат данного МР должна быть отражена на затратах изделия, так как неделовой МР возникает в процессе производства этого изделия, а вторая часть будет являться стоимостной оценкой неделового МР. Это позволит точнее отражать трансферт операционных затрат в разрезе реализуемой продукции.
Ценообразование с учётом неделовых МР (на примере листового металла)	Целесообразно затраты оценивать на основе значений массы деталей в сочетании с ценой закупки МР и возможной массы неделовых остатков, которые возникают от использования цельных МР, в сочетании с ценой сниженной на цену реализации неделовых МР. Это позволит получить конкурентные преимущества, в части возможности предложить более низкую цену изделия для покупателя.

- развит терминологический аппарат в области раскроя материалов, обеспечивающий исследование процесса раскроя с точки зрения многоуровневой системы материальных ресурсов;
- разработана методика сортировки МР, полученных после раскроя, которая основана на последовательных действиях по оценке значений показателей, характеризующих потребительские свойства материального ресурса после раскроя, их идентификации с соответствующими классами и сортировке на деловые и неделовые с учетом изменения удельных затрат и чистого дохода от операционной деятельности предприятия;
- разработаны методические положения определения возможной цены реализации материального ресурса, полученного после раскроя, основанные на оценке изменения значений показателей, характеризующих потребительские свойства материальных ресурсов. Данные предложения позволяют организовать трансферт затрат и потребительских свойств в стоимостном выражении при производстве и реализации продукции с учетом деловых и неделовых материальных ресурсов;
- предложен методический подход к оценке экономической эффективности принимаемого решения при освоении методики сортировки материальных ресурсов, получаемых после раскроя, основой которого является оценка изменения затрат и чистого дохода при отнесении материальных ресурсов в группу деловых или неделовых материалов;
- разработан прототип программного комплекса с элементами СППР сортировки, которая позволит принимать оперативные и обоснованные управленческие решения при отнесении материальных ресурсов в группу деловых или неделовых материалов. [7]

Заключение

На основе комплексного исследования вопросов управления материальными ресурсами на машиностроительных предприятиях с точки зрения технологий машиностроения, бережливого производства и управленческого учета разработан инструментарий управления материальными ресурсами, получаемыми после раскроя. Полученные научные результаты направлены на совершенствование процесса раскроя промышленных материалов в части управления материальными и информационными потоками, связанными с деловыми и неделовыми материалами. В дальнейших исследованиях необходимо уделить внимание микрологистическим аспектам в рамках управления материальными ресурсами после раскроя в целях совершенствования смежных процессов хранения и транспортировки материалов.

Библиографический список

1. *Валиахметова Ю.И., Телицкий С.В.* Применение систем автоматизированного проектирования карт раскроя в судостроении // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. № 6. С. 38–43.
2. *Валиахметова Ю.И., Филиппова А. С.* Теория оптимального использования ресурсов Л. В. Канторовича в задачах раскроя-упаковки: обзор и история развития методов решения // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. № 1. С. 186–197.
3. *Ивашкевич В. Б.* Бухгалтерский управленческий учет. М: Магистр: Инфра М, 2011. 576 с.
4. *Канторович Л.В., Залгаллер В. А.* Рациональный раскрой промышленных материалов. Новосибирск: Наука, 1971. 300 с.
5. *Мухачева Э. А.* Рациональный раскрой промышленных материалов. Применение АСУ. М.: Машиностроение, 1984. 176 с.
6. *Петунин А. А.* Автоматический выбор метода расчета фигурного раскроя с использованием сравнительного анализа алгоритмов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2010. № 5. С. 169–171.
7. *Смирнов А.А., Кобзев В. В.* Инструментарий управления материальными ресурсами в бережливом производстве на предприятиях машиностроения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. № 5. С. 128–143.
8. *Смирнов А.А., Улитин А. В.* Программный комплекс управления материальными ресурсами листового металла с элементами СППР // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2019. № 4. С. 45–57.

9. Туровец О.Г., Ролионова В.Н. Концепция реализации принципов бережливого производства // Организатор производства. 2014. № 3. С. 12–18.
10. Филиппова А.С., Валиахметова Ю.И. Теория оптимального использования ресурсов Л. В. Канторовича в работах Уфимской научной школы // Омский научный вестник. 2013. № 1. С. 39–42.
11. Шичков А.Н., Борисов А. А., Кремлева Н. А. Проектирование операционного цикла конверсии производственного капитала в условиях литейно-механического завода // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2019. № 4. С. 4–17.
12. Kartak V.M., Mesyagutov M. A., Mukhacheva E. A., Filippova A. S. Local search of orthogonal packings using the lower bounds. Automation and Remote Control, 2009, vol. 70, no. 6, pp. 1054–1066.
13. Kartak V.M., Ripatti A. V. Large proper gaps in bin packing and dual bin packing problems. Journal of Global Optimization, 2019, vol. 74, no. 3, pp. 467–476.
14. Shichkov A., Gluhov V. Model and toolkit for the formation of the production enterprise digital platform. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, no. 497, 012093.
15. Wascher G., Haubner H., Schumann H. An improved typology of cutting and packing problems. European Journal of Operational Research, 2007, vol. 183, no. 3, pp. 1109–1130.