

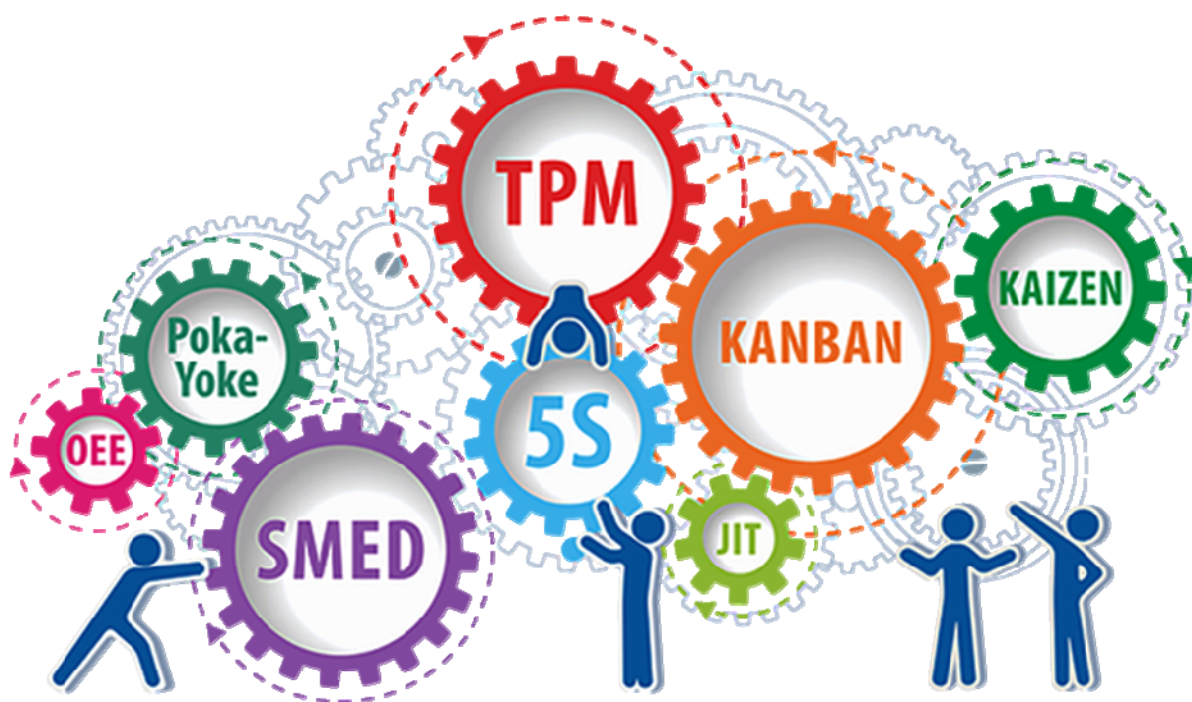
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

*Филиал ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» в поселке Яблоновском*

Кафедра Транспортных процессов и техносферной безопасности

## **ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Краткий курс лекций по дисциплине для обучающихся всех форм обучения направления подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов и специальности 20.05.01 – Пожарная безопасность



поселок Яблоновский  
2020

Составитель: ст. преподав. В.А. Хрисониди

УДК 65.011

ББК 65.290-2я7

**Основы бережливого производства** : Краткий курс лекций по дисциплине для обучающихся всех форм обучения направления подготовки 23.03.01 – Технология транспортных процессов и специальности 20.05.01 – Пожарная безопасность / Сост.: В.А. Хрисониди; Филиал Майкоп. гос. технол. ун-т в пос. Яблоновском. Кафедра инженерных дисциплин и таможенного дела – Яблоновский: Изд. Филиала МГТУ в пос. Яблоновском, 2020. – 100 с.

В учебном пособии даны основные понятия концепции «бережливое производство». Рассмотрены принципы, методы и инструменты бережливого производства. Представлены методы визуального управления и организации рабочих мест, система управления производством «Точно вовремя». Представлены сведения о системах общего производительного обслуживания и быстрой переналадки оборудования. Описаны система «Канбан», система бездефектного изготовления продукции, изложены основные понятия и сущность стандартизированной работы.

Предлагаемый материал может быть полезен студентам технических специальностей при изучении курса «Основы бережливого производства», выполнении квалификационных и дипломных работ.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	5
2. РАЗРАБОТКА ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ.....	12
3. СИСТЕМА «ТОЧНО ВОВРЕМЯ».....	23
3.1. Системы управления материальными потоками.....	23
3.2. Характеристика системы «Точно вовремя».....	26
4. СИСТЕМА 5S И ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ.....	29
5. СИСТЕМА ВСЕОБЩЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ.....	35
5.1. Основные сведения и определения.....	35
5.2. Направления развертывания системы ТРМ.....	40
5.2.1. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования.....	40
5.2.2. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования.....	42
5.2.3. Система планового технического обслуживания оборудования.....	44
5.2.4. Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений.....	46
5.2.5. Система управления разработкой и внедрением нового оборудования и нового продукта.....	48
5.2.6. Система обслуживания, ориентированная на качество.....	49
5.2.7. Система обеспечения безопасности при техническом обслуживании оборудования.....	50
5.3. Этапы развертывания и организационная структура системы ТРМ.....	52
5.3.1. Этапы развертывания системы ТРМ.....	52
5.3.2. Организационная структура продвижения ТРМ.....	53
6. СИСТЕМА БЫСТРОЙ ПЕРЕНАЛАДКИ.....	57
7. СИСТЕМА КАНБАН.....	63
8. СИСТЕМА БЕЗДЕФЕКТНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ.....	75
9. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ РАБОТА.....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	95
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА.....	100

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянного усложнения инженерно-технических программ по разработке новой продукции и роста наукоёмкости создаваемого изделия конкурентоспособными могут только те предприятия, которые ориентированы на работу в условиях стремительно меняющейся экономической ситуации. Такие предприятия должны быстро реагировать на возникающие запросы рынка за счет эффективного управления и владения отлаженными процессами проектирования, производства, поставки и поддержки своего продукта на рынке. Это достигается грамотным применением различных инструментов современного менеджмента и системного подхода.

В настоящее время в Российской Федерации в авиастроении, как наиболее приоритетной отрасли российской экономики, развернулась борьба за повышение качества выпускаемой продукции. Внедряются более эффективные методы управления, меняется технология производства, происходит реорганизация внешних экономических связей.

Обеспечение конкурентоспособности авиационной промышленности требует построения как более рациональной структуры, так и повышения его технологического уровня. Для этого современному российскому авиационному предприятию предстоит изыскать и привести в действие как новые, так и нераскрытые внутренние резервы эффективной организации управления, более полного использования всех видов ресурсов, задействовать методы стимулирования труда. Решению этих задач может помочь опыт освоения передовых методов управления производством развитых промышленных стран.

В настоящее время для повышения эффективности предприятий применяются следующие основные подходы:

- 1) Бережливое производство.
- 2) Шесть сигм.
- 3) Тотальная оптимизация производства.
- 4) Система «20 ключей».
- 5) Теория ограничений.

В данном учебном пособии рассматривается подход «бережливое производство». Применение данного подхода позволило предприятиям Японии обеспечить производство продукции с высоким качеством и с относительно низкой себестоимостью.

В учебном пособии рассматриваются основные понятия, принципы, методы и инструменты бережливого производства.

Предлагаемый материал может быть использован при изучении дисциплины «Основы бережливого производства» и традиционных дисциплин, связанных с изучением организации производства.

# 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Бережливое производство* – направление менеджмента, обеспечивающее конкурентоспособность предприятия за счет выпуска продукции (оказания услуг) в количестве необходимом заказчику, с высоким качеством, минимальными затратами ресурсов и низкой себестоимостью.

Концепция бережливого производства начала формироваться в Японии, после Второй мировой войны. Основателем концепции считается Тайити Оно, начавший работу в компании Toyota Motor Corporation в 1943 г. В середине 1950-х гг., изучив и применяя опыт передовых мировых промышленных стран, он начал выстраивать систему организации производства, получившую название **Производственная система Toyota** (TPS – Toyota Production System). В процессе развития системы TPS японскими учеными и специалистами были разработаны и использованы новые методы организации производства и обеспечения качества продукции. Значительный вклад в развитие теории бережливого производства внес Сигео Синго. Система TPS развивалась и совершенствовалась около 30 лет.

В 1980-е гг. интерес к производственной системе TPS появился в США: американские автоконцерны столкнулись тогда с серьезной конкуренцией на собственном рынке. Японские автомобили служили дольше и требовали меньше ремонта.

В западных странах концепция TPS получила название **Lean production**. Lean в переводе на русский язык означает тощий (худой, стройный). Термин Lean production был предложен Джоном Крафчиком, научным сотрудником Массачусетского института.

В русскоязычной литературе и отечественными специалистами в области организации производства используются термины Лин-технологии (Lean-технологии), экономное производство и др.

В Российской Федерации в настоящее время все большее применение находит термин «бережливое производство».

Сначала опыт Toyota был сконцентрирован в отраслях с дискретным типом производства, прежде всего в автомобилестроении. Затем концепция была адаптирована к условиям непрерывного производства, позднее стала применяться в торговле, сфере услуг и даже коммунальном хозяйстве, здравоохранении, Вооруженных силах и государственном секторе.

Используя опыт Toyota, развитые промышленные страны стали разрабатывать свои производственные системы. В США методы бережливого производства используются в автомобилестроении, авиастроении (производственная система Боинга – BPS) и других областях деятельности.

Результаты применения методов бережливого производства в автомобилестроении представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

## Показатели применения методов бережливого производства

Показатели	Дженерал Моторс	Тойота
Фактическое время обработки на один автомобиль, ч	40,7	18,0
Число дефектов сборки на один автомобиль, шт.	130	45
Производственная площадь на один автомобиль, кв. фут	8,1	4,8
Период реализации материально-технических запасов (в среднем)	2 недели	2 ч

Внедрение и применение концепции «бережливое производство» позволяет:

- снизить стоимость продукции на 50 %;
- сократить продолжительность производственного цикла на 50 %;
- сократить трудозатраты на 50 % при одновременном сохранении или повышении производительности;
- увеличить производственные мощности на 50 % при тех же площадях;
- сократить складские запасы на 80 %;
- повысить качество продукции;
- увеличить прибыль;
- создать гибкую производственную систему, позволяющую быстро реагировать на изменение запросов потребителей.

Цели бережливого производства достигаются за счет **снижения** или **устранения потерь** в процессе производства изделий.

Потерями считаются все действия, что не создают **ценности** для потребителя. При изготовлении продукции ценность для потребителя создается только непосредственно при **обработке** и **сборке** изделий, все остальные действия, например, хранение, транспортировка и другие, снижают ценность.

На японском языке потери называются словом «муда» (muda). Тайити Оно выделил семь видов потерь **муда**:

1) *Потери из-за перепроизводства* – производство изделий, которые не пользуются спросом; производство продукции в большем объеме раньше или быстрее, чем это требуется на следующем этапе процесса.

2) *Потери времени из-за ожидания* – перерывы в работе, связанные с ожиданием людей, материалов, оборудования или информации.

3) *Потери из-за излишней обработки* – дополнительная обработка изделия из-за низкого качества инструмента, ошибок проектирования и др.

4) *Потери из-за лишних движений при выполнении операций* – любое перемещение людей, инструмента или оборудования, которое не добавляет ценность конечному продукту.

5) *Потери из-за лишних запасов* – любое избыточное поступление продукции в производственный процесс, будь то сырье, полуфабрикат или готовый продукт.

6) *Потери при транспортировке* – ненужные перемещения или перемещения на большие расстояния материалов, деталей, продукции.

7) *Потери из-за выпуска дефектной продукции* – продукции, требующей проверки, сортировки, утилизации, замены или доработки.

В настоящее время добавляют еще один вид потерь: *потери из-за неиспользованного потенциала персонала* – потери времени, идей, навыков, возможностей совершенствования и приобретения опыта сотрудников.

Различают *муда первого рода* – виды действий, от которых нельзя отказаться немедленно и *муда второго рода* – виды действий, которые можно устранить немедленно.

Примером муда первого рода является необходимость выполнения операций дополнительной обработки изделий в процессе изготовления. Пример муда второго рода – многочисленные перемещения материалов и изделий между стадиями обработки и сборки.

Кроме того, имеется еще две разновидности потерь, которые называются «мури» и «мура».

**Мури** (muri) – «напряженность работы», означает напряженные условия как для сотрудников и оборудования, так и для процессов. Мури заставляют работать на пределе возможностей. Перегрузка людей угрожает их безопасности и вызывает проблемы с качеством продукции. Перегрузка оборудования ведет к сбоям и поломкам.

**Мура** (mura) – «неравномерность работы», появляется тогда, когда нарушается ритм работы, поступления деталей или нарушается производственный график.

Муда, мура и мури во многих случаях взаимосвязаны и устранение одного вида потерь ведет к устранению других видов.

Основными принципами бережливого производства являются:

1) *Определение ценности продукта* – понимание того, что является ценностью для потребителя.

2) *Определение потока создания ценности для данного продукта* – анализ работы действующей системы производства и выявление потерь.

3) *Обеспечение непрерывного потока создания ценности продукта* – создание производственного потока, обеспечивающего непрерывное движение от сырья до готовой продукции.

4) *Использование системы вытягивания продукта* – организация производства изделий так, чтобы операции на предыдущей стадии выполнялись по запросу с последующей стадии обработки.

5) *Непрерывное совершенствование* – постоянное улучшение деятельности с целью увеличения ценности и уменьшения потерь.

Принципы реализуются с помощью методов и инструментов.

К методам бережливого производства относятся:

- *система организации рабочего места* (система 5S) – система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины на рабочем месте;

- *картирование потока создания ценности* – составление карт с описанием всех видов действий, выполняемых в ходе создания ценности продукта или семейства продуктов. Составляются карты текущего состояния процесса с указанием потерь. Затем разрабатываются карты будущего состояния с учетом применения мероприятий по снижению потерь;

- *организация единичного производственного потока* – метод работы, при котором станок или процесс (например, проектирование, принятие заказа или производство) обрабатывает не больше одного изделия одновременно;

- *визуальное управление и контроль* – способы и технические устройства, информирующие о том, как должна выполняться работа, или позволяющие оценить текущее состояние процесса – норма или отклонение;

- *система быстрой переналадки оборудования* (SMED – Single Minute Exchange of Dies) – правила и процедуры, позволяющие выполнить переналадку (например, смену пресс-форм) производственного оборудования за минимальное время;

- *система всеобщего обслуживания оборудования* (TPM – Total Productive Maintenance) – комплекс мероприятий, направленных на то, чтобы технологическое оборудование постоянно находилось в работоспособном состоянии, обеспечивался выпуск качественной продукции, выполнялись требования безопасной работы, снижалось влияние на окружающую среду;

- *использование системы «точно вовремя»* (JIT – Just-in-time) – системы, обеспечивающей поставку предметов труда в требуемое время и в требуемом количестве по мере необходимости;

- *стандартизированная работа* – работа с применением документов (стандартных операционных процедур) с точным описанием каждого действия для каждого процесса и исполнителя;

- *система бездефектного изготовления продукции* – использование методов и устройств, предотвращающих появление дефектов;

- *система непрерывного совершенствования* (кайдзен – kaizen) – принципы и методы, обеспечивающие непрерывное, постоянное улучшение деятельности предприятия.



**Стратегия кайдзен** требует непрерывного принятия мер по совершенствованию с участием всех сотрудников данной организации – в равной степени и менеджеров, и рабочих.

Понятие кайдзен появилось в Японии. Оно образовано двумя словами: (кай) – изменение и (дзен) – к лучшему. Непрерывное изменение малыми шагами, которые не требуют значительных вложений – вот смысл, который заключает в себе понятие кайдзен. Термин кайдзен предложил Масааки Имаи – основатель концепции непрерывного совершенствования.

Различные авторы выделяют разное количество ключевых принципов, на которых основывается кайдзен. При этом обычно в их число включают следующие принципы:

- *фокусирование на клиентах* – для компании, использующей кайдзен, более всего важно, чтобы их продукция (услуги) удовлетворяла потребности клиентов;

- *непрерывные изменения* – принцип, характеризующий саму суть кайдзен, то есть непрерывные малые изменения во всех сферах организации: снабжении, производстве, сбыте, взаимоотношениях и т.д.;

- *открытое признание проблем* – все проблемы открыто выносятся на обсуждение;

- *пропаганда открытости* – малая степень обособленности между отделами и рабочими местами;

- *создание рабочих команд* – каждый работник становится членом рабочей команды и соответствующего кружка качества;

- *управление проектами при помощи межфункциональных команд* – ни одна команда не будет работать эффективно, если она действует только в одной функциональной группе. С этим принципом тесно связана присутствующая японскому менеджменту ротация персонала;

- *формирование «поддерживающих взаимоотношений»* – для организации важны не только и не столько финансовые результаты, сколько вовлечённость работников в ее деятельность и хорошие взаимоотношения между работниками, поскольку это неизбежно (пусть и не в данном отчётном периоде) приведет организацию к высоким результатам;

- *развитие самодисциплины* – умение контролировать себя и уважать как самого себя, так и других работников и организацию в целом;

- *информирование каждого сотрудника* – весь персонал должен быть полностью информирован о своей компании.

Отличительная особенность Кайдзен состоит в том, что деятельность по улучшению планируется и выполняется непосредственно на рабочих местах. В связи с этим Кайдзен служит инструментом вовлечения персонала в деятельность по постепенному изменению облика производства.

Одной из форм привлечения работников к постоянному совершенствованию производства является кайдзен-блиц (штурм-прорыв).

*Кайдзен-блиц* – это командная работа, направленная на быстрое применение методов бережливого производства и сокращение потерь в производственном процессе.

Чтобы провести кайдзен-блиц, требуется выбрать конкретный производственный участок, на котором будут выполнены действия по улучшению производственного процесса, определить текущую проблему и подход к её решению, поставить цель и установить критерии оценки достижения этой цели. Нужно также отобрать участников и лидеров, установить сроки проведения. Обычно Кайдзен-блиц проводится на протяжении недели. В некоторых случаях продолжительность может составлять день-два, иногда – полдня.

Кайдзен-блицы могут быть самыми разнообразными: от внедрения системы 5S на конкретном рабочем месте и разработки средств визуального управления на отдельном участке до улучшения производственного процесса на всем предприятии.

***Инструментами*** бережливого производства являются:

- доски с информацией;
- использование красных ярлычков;
- подвесные знаки;
- звуковая сигнализация;
- карточки КАНБАН;
- пять вопросов «Почему?» и один «Как?»;
- листок «Урок по одному вопросу»;
- датчики, фотоэлементы, устройства от «ошибок».
- таблицы, например «Таблица анализа перепроизводства»;
- схемы, например «Схема технологического процесса»;
- карты, например «Карта технологического процесса»;
- карта потока создания ценности;
- диаграмма «спагетти» и др.

Внедрение бережливого производства на предприятии следует проводить поэтапно. Рассмотрим основные этапы и их содержание.

Этап 1. Решение руководства предприятия о переходе к бережливому производству. При этом следует понять и объяснить персоналу причины этого решения, выбрать кратко-, средне- и долгосрочные цели, найти лидера и сформировать команду, которая будет координировать все работы, наметить план и предусмотреть ресурсы для выполнения работ.

Этап 2. Выбор первоначального объекта (объектов) внедрения методов бережливого производства – формирование *пилотного* проекта. Реализация бережливого производства требует существенных изменений в су-

ществующей на предприятии производственной системе, поэтому внедрение начинают с 1 – 3 процессов. Обычно выбирают не самые сложные, с минимальным количеством «узких» мест производства.

Этап 3. Обучение персонала. Обучение должны пройти все участники развертывания бережливого производства. Цель обучения – понимание поставленных целей и средств их достижения. Обучение должны проводить внешние консультанты, специалисты в области организации бережливого производства.

Этап 4. Построение карты текущего состояния потока создания ценностей выбранного процесса «как есть».

Этап 5. Определение характеристик процесса и выявление потерь.

Этап 6. Разработка мероприятий по снижению и устранению потерь.

Этап 7. Построение карты будущего состояния потока создания ценностей выбранного процесса «как должно быть».

Этап 8. Привлечение необходимых ресурсов и реализация проекта.

Этап 9. Организация системы сопровождения хода внедрения бережливого производства (информация о результатах должна быть доступна персоналу организации).

Этап 10. Анализ результатов реализации проекта.

Этап 11. Создание и внедрение планов непрерывного улучшения по системе «кайдзен».

Этап 12. Распространение опыта развертывания бережливого производства, полученного в пилотном проекте, на другие процессы предприятия.

Эффективность внедрения технологий бережливого производства зависит от активного участия всех работников предприятия, начиная от высшего руководства и заканчивая непосредственно исполнителями на рабочих местах.

## **Контрольные вопросы**

- 1. Дайте определение понятию «бережливое производство».*
- 2. Чем вызвана необходимость применения концепции «бережливое производство»?*
- 3. Назовите основные виды потерь.*
- 4. Дайте определения и примеры муда первого и второго рода.*
- 5. Поясните сущность видов потерь мура и мури.*
- 6. Назовите основные методы бережливого производства.*
- 7. Перечислите основные инструменты бережливого производства.*
- 8. Назовите основные этапы внедрения бережливого производства на предприятии.*
- 9. В чем заключается сущность системы «Кайдзен»?*

## 2. РАЗРАБОТКА ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ

Вся концепция бережливого производства основана на создании ценностей и минимизации потерь. Один из важных инструментов создания такой ценности в бережливом производстве звучит так: «поток создания ценности» (Value Stream). Это процесс преобразования продукции, например, от сырья до готовой продукции согласно требованиям потребителей; от получения заказа до его выполнения; от разработки концепции новой продукции до выпуска опытной партии. Поток создания ценности включает деятельность как добавляющую, так и не добавляющую ценность. Работы, не создающие ценность, – это работы, не преобразующие части и материалы в готовые изделия.

*Управление потоком создания ценности* (VSM – Value Stream Management) – это планирование и преобразование процессов с целью минимизации использования имеющихся ресурсов, таких, как материальные ресурсы, время и трудозатраты. Внедрение VSM осуществляется командой, в которую должны входить от трех до семи специалистов из различных подразделений (чаще все производственных, технологических и финансовых). На практике программа реализации VSM включает восемь шагов. Причем основополагающая организационная работа заключается в реализации трех первых шагов программы: ответственность руководства, выбор области применения и обучение.

Шаг 1. *Постановка целей*, которые позволят определить область для улучшения в соответствии со стратегией развития бизнеса и с текущей проблематикой, и выделение ресурсов, необходимых для реализации решения.

Шаг 2. *Выбор области применения*. Выбор области применения сводится к выбору процесса, который будет описан и улучшен с использованием VSM. На этом этапе в более выгодной ситуации будет находиться организация, уже определившая и описавшая процессы, например, при разработке системы менеджмента качества в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001:2011.

Первоначально рекомендуется применять VSM только к одному процессу. Это даст возможность получить необходимый опыт, который можно будет использовать для совершенствования других процессов. В дальнейшем применять VSM рекомендуется не более чем к трем процессам одновременно (или в течение короткого промежутка времени). Изменение более чем трех процессов одновременно связано с трудностями в согласовании изменений и может привести к выходу изменений из управляемого состояния.

Шаг 3. *Обучение персонала*. Обучение может проходить как вне предприятия, так и на предприятии. Весь задействованный персонал дол-

жен понимать поставленные цели и задачи, основные положения VSM, используемую терминологию и условные обозначения. Участники команды должны хорошо разбираться в рассматриваемых процессах, а также понимать используемые методы. К работе команды может быть привлечен эксперт, имеющий успешный опыт реализации VSM.

Шаги 4 – 6. *Картирование процесса* «как есть и как должно быть». Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping) – это описание процесса с использованием системы стандартных обозначений VSM. Картирование потока создания ценности включает в себя два этапа: первый – графическое отображение каждого элемента процесса в материальных и информационных потоках от начала процесса до его окончания (как есть); второй – графическое представление процесса в будущем (как должно быть).

Шаги 7 – 8. *Создание и внедрение планов по методологии «кайдзен»*. Проекты по методологии «кайдзен» выполняются командой и являются составной частью VSM. Продолжительность выполнения каждого проекта не более пяти дней. Цели для выполнения проектов кайдзен устанавливаются на шагах 4 – 6 Картирование процесса «как есть и как должно быть».

Проекты, которые должны быть выполнены, вносятся в календарный план. Такой план составляется на несколько месяцев вперед и включает сроки выполнения проектов кайдзен, а также распределение ответственности и полномочий. Оценка выполнения проектов кайдзен и поощрение проводятся после закрытия этапа работ.

*Определение потока создания ценностей* – комплекс действий по проектированию, оформлению заказа и производству: от возникновения концепции до запуска в производство, от заказа до доставки, от добычи сырья до создания готового изделия. Все действия, которые составляют поток создания ценности, делятся на три категории:

- 1) действия, *создающие ценность*, как, например, выполнение и изготовление деталей, выполнение сборочных работ и испытаний;
- 2) действия, *не создающие ценность*, но неизбежные в силу ряда причин, например, такие как проверка качества изготовления или сборки (муда первого рода);
- 3) действия, *не создающие ценность*, которые можно немедленно *исключить* из процесса (муда второго рода).

Подход, который предлагается в рамках концепции бережливого производства для определения наличия потерь в производстве и их устранения, основан на обязательном, всестороннем и подробном понимании механизма создания потребительской ценности выпускаемой продукции. С этой целью на первом шаге следует составить подробное описание всего производственного процесса. Если производство сложное, то весь процесс может быть разбит на подпроцессы, которые описываются и анализируют-

ся отдельно. Для описания производственных процессов используется наглядное схематическое представление, получившее название *карты потока создания ценности*.

Последовательность действий по устранению потерь следующая:

- 1) Построение схемы процесса.
- 2) Детальное описание процесса.
- 3) Разработка карты текущего состояния потока создания ценности процесса.
- 4) Разработка контрольных листков, помогающих выявить причины потерь на каждом этапе процесса.
- 5) Сбор статистических сведений о времени создания ценности и времени потерь, а также любой другой информации, свидетельствующей о наличии потерь, при помощи разработанных контрольных листков.
- 6) Анализ причин потерь и устранение процедур, не создающих ценность готового изделия.
- 7) Построение карты будущего состояния потока создания ценности (без потерь).
- 8) Разработка плана внедрения потока создания ценности.
- 9) Реализация плана внедрения потока создания ценности.
- 10) Стандартизация новых рабочих процедур и использование их в других аналогичных процессах.
- 11) Совершенствование движения потока создания ценности.

**Карта потока создания ценности.** Карта потока создания ценности представляет собой подробное описание процесса производственной деятельности. Для того чтобы карта потока создания ценности получилась максимально точной, необходимо строго соблюдать этапы выполнения работ. При составлении карты не следует упускать даже мелких и на первый взгляд незначительных деталей. Если движение материальных ценностей управляется системой документооборота, то следует отобразить на карте виды и траектории оформляемых документов. Зачастую именно нерациональность документооборота служит причиной потерь времени или накопления запасов.

При создании карты потока создания ценности следует использовать принцип *генти генбуцу* – чтобы разобраться в ситуации, надо своими глазами увидеть всё происходящее и использовать данные, которые проверил сам.

В производстве выделяют следующие виды потоков:

- материальный поток (описывает перемещение материалов внутри производства);
- информационный поток (сообщает каждому процессу, что производить или что делать дальше);
- поток людей или процессов.

При анализе текущего состояния оценка выполняется по основным факторам.

**Ресурсы:**

- определение номенклатуры выполняемых работ;
- определение количества задействованного персонала;
- определение количества задействованного оборудования.

**Расстояние:**

- определение всех перемещений;
- определение последовательности выполнения операций;
- замер расстояния каждого перемещения.

**Время:**

- хронометраж операций;
- хронометраж перемещений;
- хронометраж всего потока создания ценности.

Основными технологическими характеристиками потока являются: время цикла (В/Ц); время переналадки оборудования; размер производственной партии (РПП); количество персонала; готовность (надежность) процесса; доступное рабочее время, размер упаковки, процент брака.

При построении карты потока создания ценности необходимо использовать понятные символы. Символьное обозначение не только обеспечивает визуализацию, но и позволяет на этапе построения проводить анализ описываемых процессов.

Для наглядности следует выделить на карте потока создания ценности особым образом (другим цветом) места возможного образования любой из перечисленных выше потерь (склады, транспортировку, очереди и т.п.).

Разработка карт потоков создания ценности выполняется для текущего состояния «как есть» и будущего состояния «как должно быть». Карта будущего состояния потока создания ценности строится после применения методов и инструментов бережливого производства.

Пример карты текущего состояния потока создания ценности представлен на рис. 2.1.

При построении карты использовались специальные обозначения (см. приложения 1 – 2), отображающие движение материальных и информационных потоков, процессы, запасы и др.

Под ячейками процессов и треугольниками с указанием запасов выполняется построение **линии времени** для определения длительности производственного цикла, которое составляет время, необходимое для прохождения одной деталию всего маршрута в производственном цехе, начиная с этапа поступления сырья до этапа отгрузки заказчику

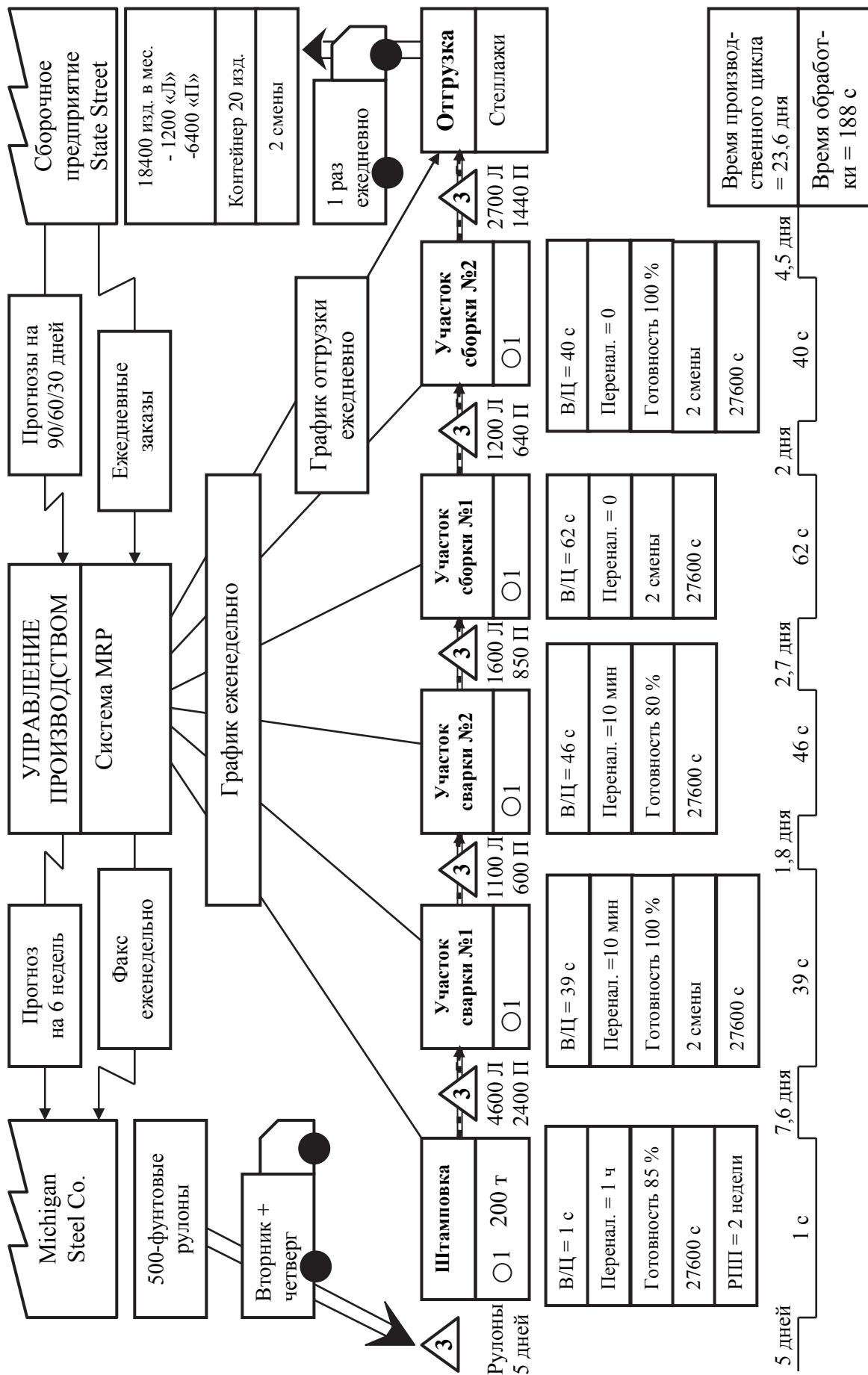


Рис. 2.1.1. Пример карты текущего состояния потока создания ценности



Построение карт следует выполнять с учетом следующих рекомендаций.

Всегда самостоятельно собирайте информацию о текущем состоянии, двигаясь по фактическим путям материальных и информационных потоков.

Сначала быстро пройдите вдоль всего пути потока создания ценности в цехе, чтобы получить ощущение потока и понять последовательность процессов. После быстрого прохождения этого пути идите назад и собирайте информацию там, где выполняется каждый процесс.

Начинайте с конечной стадии (отгрузки) и идите вверх по потоку; не начинайте с получения сырья (и далее вниз). Таким образом, вы начнете с процессов, которые имеют наиболее тесные связи с потребителем и которые должны определять темп для других процессов выше по потоку.

Возьмите секундомер, а лучше включите его в видеокамере. Не полагайтесь на стандарты времени или не полученную лично вами информацию. Цифры в документах редко отражают реальное текущее состояние.

Карту всего потока создания ценности стройте сами, даже если в процесс вовлечены несколько человек. Смысл построения карты состоит в понимании потока создания ценности как единого целого. Если разные люди строят различные сегменты, то никто не сможет осмыслить целое.

Всегда выполняйте построение карты вручную с помощью карандаша. Начните делать черновой набросок непосредственно в цехе, когда проводите анализ текущего состояния. Рисование от руки означает, что вы концентрируете свое внимание на понимании анализируемого потока, а не на использовании компьютера.

Для построения карты будущего состояния потока создания ценности следует выполнить анализ текущего состояния, выявить потери и разработать мероприятия для сокращения или устранения потерь.

При анализе текущего состояния потока создания ценности используются различные инструменты: контрольные карты, технологические схемы, планы размещения оборудования и запасов и др.

Контрольные листки служат первичным документальным свидетельством, отражающим результаты наблюдения за выполнением той или иной производственной операции. Заполнение контрольных листов следует возложить на независимых наблюдателей, чтобы исключить субъективную составляющую наблюдений. Более того, в наиболее критических точках наблюдения следует поручить нескольким независимым контролерам. Это позволит получить состоятельную статистическую выборку результатов наблюдений. В процессе наблюдений контролеры должны делать записи, характеризующие особенности выполнения той или иной операции, а также записи, свидетельствующие о возможном наличии одного из видов потерь. На основе анализа контрольных листов принимается решение о

наличии или отсутствии потерь на операции и составляется карта потока создания ценности, учитывающая желаемое состояние потока.

Для анализа перемещений используют диаграмму «спагетти».

**Диаграмма «спагетти»** (spaghetti chart) – документ с графическим отображением траектории, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности на заводе, работающем по технологии массового производства. Название возникло потому, что эта траектория обычно совершенно хаотична и похожа на тарелку со спагетти.

Анализ диаграммы «спагетти» позволяет выявить нерациональные перемещения продукции и работников в процессе производства и разработать рекомендации по улучшению потока создания ценности.

При организации движения потока соблюдают следующие рекомендации:

- размещение рабочих центров по потоку;
- расположение оборудования, позволяющее одному рабочему обслужить несколько станков;
- организация перемещения изделий против часовой стрелки.

При организации потока также используются метод вытягивания, уменьшение размера партии и формирование потока единичных изделий.

**Вытягивание** – каскадная система производства, при которой поставщик (внутренний поставщик), находящийся выше по потоку, ничего не делает до тех пор, пока потребитель (внутренний потребитель), находящийся ниже, об этом ему не сообщит (заказ покупателя - сборка - выпуск деталей - заказ поставщику). Вытягивание позволяет снизить запасы почти до нуля.

**Поток единичных изделий** (single-piece flow) – метод работы, при котором станок или процесс обрабатывает не больше одного изделия одновременно (создание однопредметного потока). В отличие от метода «партий и очередей».

Преимущества потока единичных изделий:

1) **Встраиваемое качество.** Поток единичных изделий значительно упрощает встраивание качества. Каждый оператор одновременно является контролёром и старается решить проблему на месте, не передавая её на следующую стадию. Даже если он пропустил дефекты, и они прошли дальше, их обнаружат очень быстро и проблема будет выявлена.

2) **Подлинная гибкость.** Если оборудование становится частью производственной линии, возможности использовать его для других целей сократятся. Время выполнения заказа сокращается до предела, а значит, можно более гибко реагировать на запросы потребителя, изготавливая то, что ему действительно нужно. Гибкость производства повышается, переход на новый ассортимент продукции, которого требует изменение потребительского спроса, осуществляется при этом более быстро.

3) *Повышение производительности.* Когда работа распределена по отделам, то максимальная производительность оценивается по загрузке людей и оборудования. На самом деле трудно определить, сколько людей требуется для изготовления заданного количества единиц продукции при крупносерийном производстве, поскольку производительность не оценивается с точки зрения работы, добавляющей ценность. Если существует ячейка для потока единичных изделий, то работа, не добавляющая ценности, вроде перемещения материалов, сводится к минимуму и сразу видно, кто перегружен, а кто остался без дела.

4) *Высвобождение площадей в цехе.* Когда оборудование распределено по участкам, значительные площади между ними пропадают и часто заняты залежами запасов.

5) *Повышение безопасности.* Поток единичных изделий автоматически приведёт к повышению безопасности благодаря уменьшению количества материала, который нужно перемещать по заводу.

6) *Повышение морального духа.* Поток единичных изделий ведёт к тому, что большую часть времени люди заняты созданием добавленной ценности и могут быстро увидеть плоды своего труда, а, видя свои успехи, чувствуют удовлетворение.

7) *Сокращение запасов.*

Реализация потока единичных изделий выполняется посредством производства в ячейках.

**Производство в ячейках** (cells) – расположение оборудования и/или операторов во взаимосвязи в пределах ограниченного участка. Это способ компоновки различных типов оборудования, позволяющий выполнять обработку изделий в соответствии с технологическим процессом без перерывов.

Компоновка ячейки должна быть организована таким образом, чтобы оборудование, инструменты, рабочие инструкции и материалы обеспечивали наиболее эффективное выполнение работ.

При организации работы в ячейке используется метод чаку-чаку.

*Чаку-чаку* (chaku-chaku) – метод реализации непрерывного потока единичных изделий, при котором оператор, передвигаясь в ячейке от станка к станку, забирает готовую деталь с одного станка и загружает её в следующий, и так далее. На японском языке буквально это означает «грузи-грузи».

Размещение оборудования следует выполнять с использованием принципа *фронтальной загрузки* (fron loading) – подачи и отгрузки материалов или деталей на линии производства или обслуживания со стороны лица оператора. Это исключает необходимость выполнения разворотов для взятия и перемещения деталей.

Обычно используется U – образная конфигурация производственной ячейки – расположение оборудования в виде буквы U (рис. 2.2). Такое рас-

положение способствует организации непрерывного потока единичных изделий и гибкому распределению работников (организации многостаночного обслуживания).

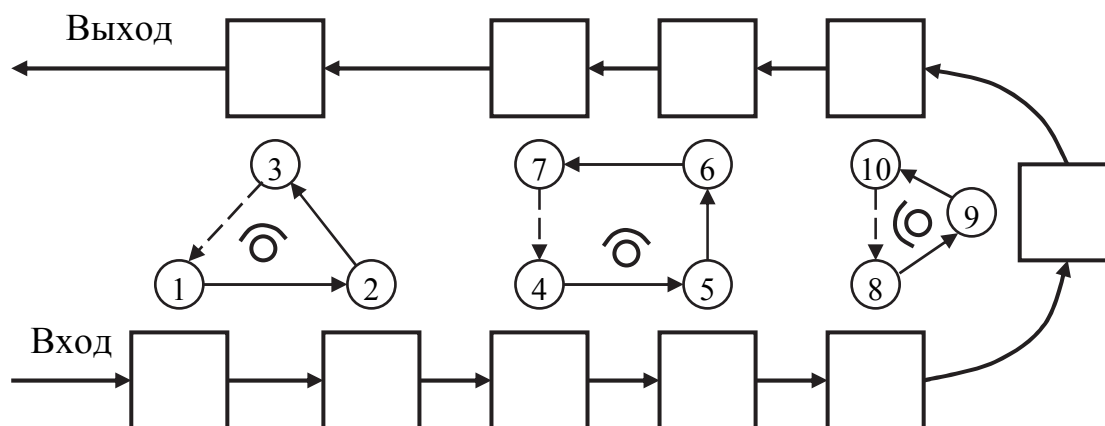


Рис. 2.2. Пример U-образного размещения оборудования

*Многостаночное обслуживание* (multi-machine working) – работа, при которой один оператор может обслуживать несколько станков разного типа. Для этого каждый оператор должен иметь навыки и соответствующую квалификацию, что обеспечивается системой обучения персонала.

Производство в ячейках требует использования оборудования иного типа, чем при выпуске продукции крупными партиями, лучше всего использовать небольшие и более медленные станки. Применение такого типа станков позволит быстро перемещать оборудование при изменении конфигурации ячейки и регулировать скорость изготовления продукции в соответствии со спросом. Желательно также использовать универсальные станки, которые можно легко регулировать и переналаживать для выпуска широкого ассортимента продукции. Вследствие этого при организации потока создания ценности определенные проблемы могут создавать технологическое оборудование и процессы, называемые монументами.

*Монумент* (monument) – любой объект (станок) или процесс, масштаб (размер) которого таков, что поступающие на вход детали, проекты или заказы вынуждены ждать обработки в очереди. Монумент, как правило, обслуживает более чем один поток создания ценности и работает с большими партиями изделий.

После создания производственной ячейки все проблемные операции становятся очевидными. Если одни операции выполняются быстрее, а другие медленнее, то на стыке этих операций возникают «узкие места», где скапливаются запасы.

После разработки мероприятий по совершенствованию производства выполняется построение карты будущего состояния потока создания ценности (рис. 2.3).

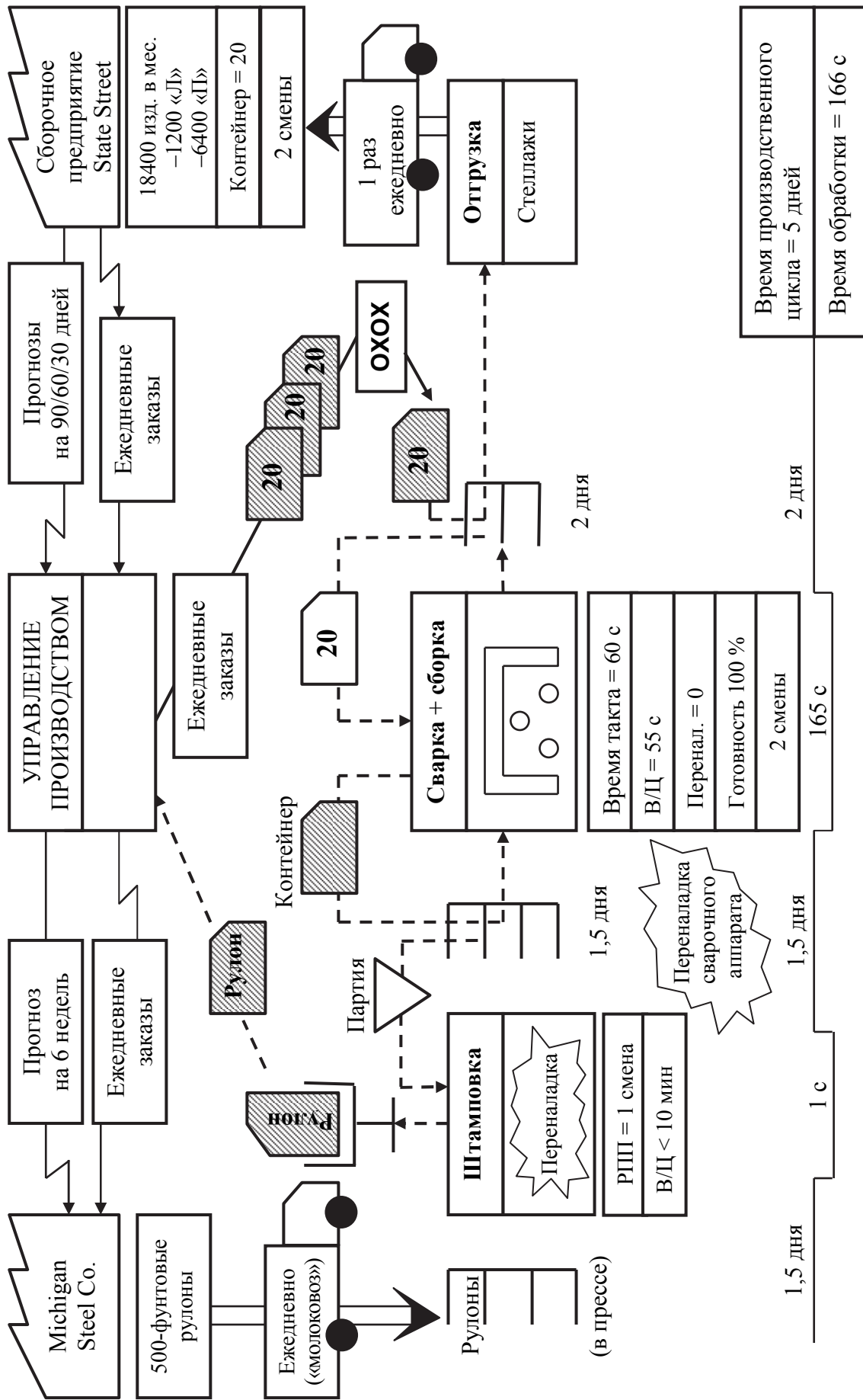


Рис. 2.3. Пример карты будущего состояния потока создания ценности

При разработке потока создания ценности также используют *систему «шодзинка»* – систему регулирования объемов выпуска продукции путем упорядочения и перераспределения *рабочей силы*.

Гибкая перестановка рабочих на производственной линии позволяет изменять такт потока (изменяя длину передвижений рабочего и количество обслуживаемых станков) в соответствии со спросом на продукцию фирмы (обычно эти изменения – на предстоящий месяц) за счет рационального размещения станков, наличия достаточного производственного персонала – хорошо подготовленных рабочих – многостаночников, постоянной оценки и периодического пересмотра последовательности выполнения технологических операций, отражаемых в карте трудовых процессов, постоянного обучения рабочих на рабочих местах, в «кружках качества», за счет ротации.

Карта будущего состояния потока создания ценности никогда не внедряется сразу. Обычно на это отводится определенное время (от шести месяцев до полутора лет).

Организация потока создания ценности требует непрерывного совершенствования, корректировки действий и др.

Группа по разработке потока создания ценности должна отвечать за результаты своей работы: за улучшение показателей эффективности потока создания ценности и улучшение финансовых показателей. Число работников, занятых в потоке создания ценности, должно быть не менее 25 и не более 150 человек.

### **Контрольные вопросы**

1. *Дайте определение понятию «управление потоком создания ценности».*
2. *Назовите шаги разработки потока создания ценности.*
3. *Каково назначение карты потока создания ценности?*
4. *Что отображается на карте текущего состояния потока создания ценности?*
5. *Что отображается на карте будущего состояния потока создания ценности?*
6. *В чем заключается сущность принципа генти генбуцу?*
7. *Назовите основные факторы оценки текущего состояния потока создания ценности.*
8. *Каково назначение диаграммы «спагетти»?*
9. *Объясните сущность метода вытягивания.*
10. *Назовите преимущества создания потока единичных изделий.*
11. *Назовите преимущества U-образного размещения оборудования.*

### 3. СИСТЕМА «ТОЧНО ВОВРЕМЯ»

#### 3.1. Системы управления материальными потоками

Одной из главных функций системы управления производством является управление материальными потоками, которое осуществляется в основном двумя способами: с помощью выталкивающей системы управления и с помощью вытягивающей системы управления.

**Выталкивающая** (толкающая) **система управления** – система управления материальными потоками, в которой предметы труда подаются с предыдущей технологической операции на последующую операцию в соответствии с заранее сформированным *жестким* производственным графиком.

План выпуска продукции разрабатывается для каждого цеха и выполнение контролируется. Центральная система управления контролирует не только конечное звено, но и промежуточные звенья технологической цепи. Система используется на предприятиях с традиционными методами организации производства. В настоящее время широко используются автоматизированные системы управления предприятием различного уровня реализующие принцип толкающей системы. К таким системам относятся система планирования потребности в материалах (MRP – Material Requirements Planning) и другие, более современные системы.

Схема выталкивающей системы управления представлена на рис. 3.1.

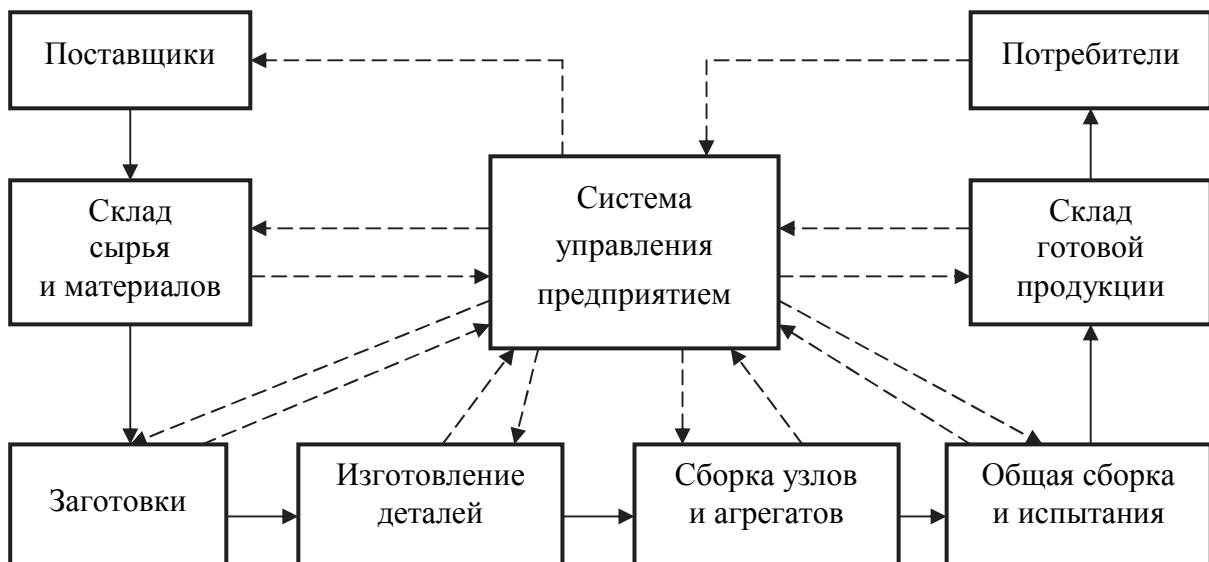


Рис. 3.1. Схема выталкивающей системы управления

На схеме материальные потоки изображены сплошной линией, информационные – штриховой.

Общий недостаток выталкивающей системы – недостаточное отслеживание спроса с обязательным созданием страховых запасов.

**Вытягивающая** (тянущая) **система управления** – система управления материальными потоками, в которой предметы труда подаются с *предыдущей* стадии производственного процесса на *последующую* только тогда, когда в них возникает *потребность*.

При данном способе организации производства центральная система не вмешивается в обмен материальными потоками между участками предприятия, не устанавливает для них текущие производственные задания. Производственная программа отдельного технологического звена определяется размерами заказа последующего звена. Центральная система управления контролирует конечное звено производственной цепи.

Примером вытягивающей системы является система производства «точно вовремя» (JIT – Just-in-time).

Схема вытягивающей системы управления представлена на рис. 3.2.

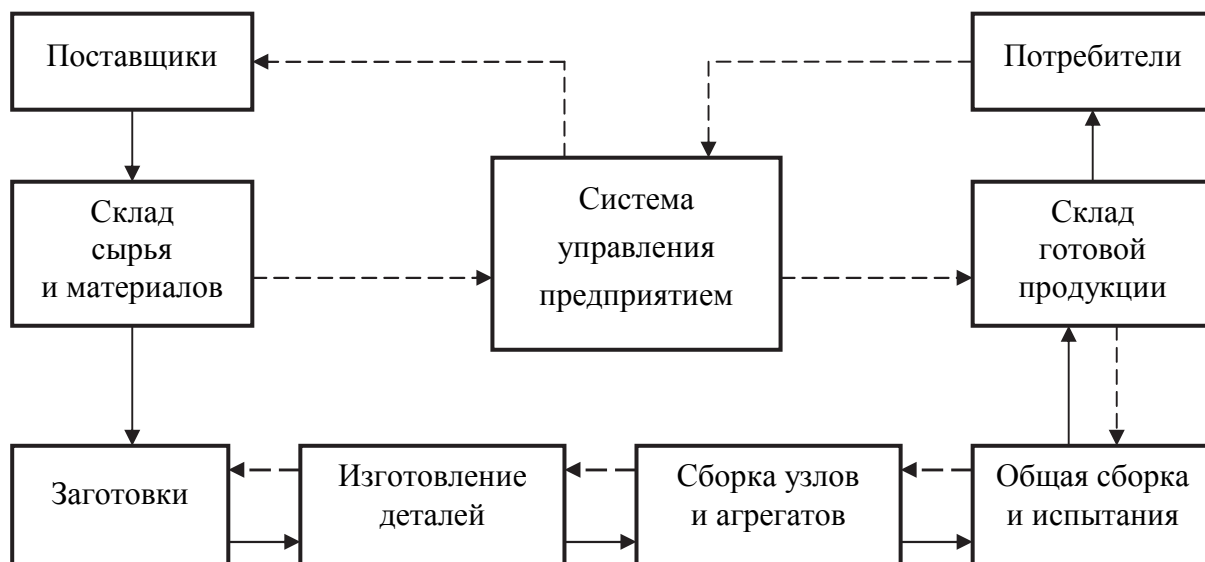


Рис. 3.2. Схема вытягивающей системы управления

Применение вытягивающей системы управления позволяет организовать систему гибкого производства, обеспечивающего выпуск требуемого количества изделий в нужное время в соответствии с изменением спроса потребителей.

Сравнение вытягивающей и выталкивающей систем управления материальными потоками представлено в табл. 3.1.



Таблица 3.1

## Сравнение систем управления материальными потоками

Показатели	Вытягивающая система	Выталкивающая система
1	2	3
1. Закупочная стратегия (снабжение)	Ориентирована на небольшое число поставщиков, поставки частые, небольшими партиями, строго по графику	Ориентация на значительное число поставщиков, поставки в основном нерегулярные, крупными партиями
2. Производственная стратегия	Ориентация производства на изменение спроса, заказов	Ориентация на максимальную загрузку производственных мощностей. Реализация концепции непрерывного производства
3. Планирование производства	Начинается со стадии сборки или распределения	Планирование под производственные мощности
4. Оперативное управление производством	Децентрализованное. Производственные графики составляются только для стадии сборки. За выполнением графиков других стадий наблюдает руководство цехов	Централизованное. Графики составляются для всех цехов. Контроль осуществляется специальными отделами (плановыми, диспетчерскими бюро)
5. Стратегия управления запасами	Запасы в виде незадействованных мощностей (станков)	Запасы в виде излишков материальных ресурсов (сырье)
5.1. Управление страховыми запасами	Наличие страховых запасов говорит о сбое в производственном процессе, т.к. складские площади почти не предусмотрены	Страховой запас постоянно поддерживается на определенном уровне
5.2. Управление операционными заделами (запасы на рабочих местах)	Операционный задел минимален за счет синхронизации производства	Операционный задел не всегда минимален из-за несинхронности смежных операций, различной пропускной способности оборудования, его плохой расстановки, неэффективного выполнения транспортно-складских работ
5.3. Управление запасами готовой продукции	Запасы практически отсутствуют из-за быстрой отправки готовой продукции заказчику. Излишних запасов не бывает, т.к. размер партии готовых изделий сориентирован на заказ	Запасы могут быть большими: <ul style="list-style-type: none"> <li>- из-за несвоевременности изготовления продукции;</li> <li>- несвоевременности отправки готовой продукции;</li> <li>- размер партии готовых изделий сориентирован на годовую программу без учета колебаний спроса</li> </ul>
6. Использование оборудования и его размещение	Универсальное оборудование, которое размещено по кольцевому или линейному принципу	Специализированное оборудование, размещенное по участкам, а также частично универсальное оборудование, расположенное линейно

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
7. Кадры	Высококвалифицированные рабочие-многостаночники (универсалы)	Узкоспециализированные рабочие, но есть и рабочие-многостаночники
8. Контроль качества	Поставка качественных материальных ресурсов, компонентов, изделий. Сплошной контроль качества осуществляет поставщик	Сплошной или выборочный контроль на всех стадиях производства, что удлиняет производственный процесс
9. Распределительная стратегия	Размер партии готовых изделий равен размеру заказа. Ориентация на конкретного потребителя. Изготовление с учетом специфических требований заказчика. Организация послепродажного обслуживания	Размер партии готовой продукции соответствует плановому выпуску. Ориентация на «усредненного потребителя». Организация послепродажного обслуживания

Кроме систем управления выталкивающего и вытягивающего типов используются и другие, например системы, ориентированные на «узкие места» производства. В качестве «узких» мест рассматриваются операции, оборудование или стадии производственного процесса, которые сдерживают производство, поскольку они имеют меньшую пропускную способность, чем остальные. Для борьбы с «узкими» местами производства разработаны несколько методов. Этот подход был предложен Э. Голдраттом и получил название «теория ограничений» (ТОС – Theory of constraints). Использование принципов ТОС позволяет существенно снизить запасы незавершенного производства, сократить производственный цикл, увеличить производительность, повысить степень своевременности и полноты выполнения заказов.

### 3.2. Характеристика системы «Точно вовремя»

Система «Точно вовремя» (JIT) является основной составляющей концепции «бережливое производство».

Отдельные элементы системы JIT были предложены Г. Фордом и использовались на предприятиях США в 20-х гг. прошлого столетия. Термин «Точно вовремя» впервые применил Кийтиро Тоёда в 1930 г. и использовал систему при производстве автомобилей для устранения излишних запасов материалов и покупных изделий. Широкое применение системы JIT началось в начале 1950-х гг. на предприятиях компании Toyota. Большой вклад в развитие системы JIT внесли Тайити Оно и Сигео Синго.

При организации производства по принципам JIT используется система управления материальными потоками *вытягивающего* типа.

Цель системы JIT – выпускать только те изделия, которые нужны для потребителя точно в *нужное* время и в *необходимом* количестве с минимальными затратами ресурсов.

Применение системы JIT позволяет выпускать продукцию с высоким качеством и низкой себестоимостью, сократить сроки производства изделий и производственные площади.

Эти результаты достигаются за счет:

- обеспечения непрерывного потока создания ценности;
- обеспечения высокой гибкости – изменения объема выпуска продукции в соответствии с изменением спроса потребителей;
- сокращения времени переналадки оборудования;
- производства мелкими партиями;
- сквозного контроля качества продукции;
- высокого уровня организации рабочих мест;
- низкого уровня запасов материальных ресурсов, незавершенного производства и готовой продукции;
- синхронизации производственных процессов;
- высокой производительности и эффективности использования оборудования;
- активного участия персонала в решении производственно-технологических проблем;
- обучения персонала;
- непрерывного улучшения процессов;
- хороших отношений с поставщиками и др.

Практическая реализация системы JIT возможна в результате освоения предприятием следующих методов и инструментов бережливого производства:

1) *Вытягивание* – способ организации производства «от конца к началу» по такту, ориентированному на ежедневный темп спроса на продукцию.

2) *Канбан* – инструмент, обеспечивающий информационное и физическое управление выпуском определенного количества продукции на каждом этапе в соответствии со спросом.

3) *Выравнивание производства* – сбалансированное по объему и номенклатуре производство продукции с максимальной подстройкой непрерывного процесса создания ценности под конкретный спрос.

4) *Система 5S* – система организации рабочих мест;

5) *Быстрая переналадка (SMED)* – сокращение времени переналадки оборудования для обеспечения максимальной гибкости производства.

6) *Производство в ячейках* – используется для многостаночного обслуживания рабочими-универсалами и эффективного взаимодействия персонала при выполнении технологических операций.

7) *Визуальное управление и контроль* – наглядное представление состояния производственного процесса (количества и качества выпускаемой продукции, работы оборудования и персонала, уровня запасов).

8) *Система TPM* – обеспечение работоспособного состояния оборудования.

9) *Система бездефектного изготовления продукции* – обеспечение встроенного контроля качества выпускаемой продукции и автоматической остановки оборудования при возникновении проблем.

10) *Стандартизированная работа* – разработка наилучших действий и оптимального времени выполнения операций для повышения эффективности производства.

Существует много отличительных черт системы ЛТ, которые проявляются на практике в любом виде деятельности, в компании любой формы собственности, в производственном или непроизводственном секторах экономики.

Необходимые условия реализации концепции ЛТ:

1) наличие в экономической системе надежных поставщиков;  
2) использование систем обмена информацией о требуемых материальных ресурсах;

3) высокая скорость физической доставки материальных ресурсов, в том числе за счет сокращения времени промежуточного хранения и ожидания грузопереработки;

4) точная информация о текущем состоянии производства, точные прогнозы на ближайшее будущее. Для этого при организации и оперативном управлении производственных процессов должны использоваться надежные телекоммуникационные системы и информационно-компьютерная поддержка.

5) высокий уровень доверия между работниками, поставщиками и потребителями.

## **Контрольные вопросы**

1. *В чем заключается сущность толкающей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?*

2. *В чем сущность тянущей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?*

3. *Объясните схему толкающей системы управления.*

4. *Объясните схему тянущей системы управления.*

5. *Опишите теорию ограничений.*

6. *Назначение и сущность системы «Точно вовремя».*

7. *Назовите основные методы реализации системы «Точно вовремя».*

8. *Назовите условия реализации системы «Точно вовремя».*

## 4. СИСТЕМА 5S И ВИЗУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

*Система 5S* – это комплекс мероприятий по организации рабочего места, состоящий из пяти этапов, обеспечивающих создание комплексной качественной рабочей среды, способствующей повышению производительности, качества продукции и безопасности труда.

Система 5S получила свое название от первых букв пяти японских слов Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke и их английских аналогов: Sorting, Simplifying, Sweeping, Standardizing, Sustaining, что на русский язык можно перевести как «сортировка», «самоорганизация», «систематическая уборка», «стандартизация», «совершенствование». Имеется несколько вариантов перевода терминов и трактовок определений этапов системы 5S.

Цели системы 5S:

- снижение числа несчастных случаев;
- повышение уровня качества продукции, снижение количества дефектов;
- создание комфортного психологического климата, стимулирование желания работать;
- повышение производительности труда.

Рассмотрим этапы реализации системы 5S.

*Сортировка.* Все материалы делятся на следующие группы:

- *нужные* – материалы, которые используются в работе в данный момент;
- *неиспользуемые* – материалы, которые могут использоваться в работе, но в данный момент не востребованы;
- *ненужные/непригодные* – брак, который необходимо вернуть поставщикам либо уничтожить.

*Соблюдение порядка.* Расположение предметов отвечает требованиям:

- безопасности;
- качества;
- эффективности работы.

Четыре правила расположения вещей:

- на видном месте;
- легко взять;
- легко использовать;
- легко вернуть на место.

*Содержание в чистоте.* Рабочая зона должна поддерживаться в идеальной чистоте.

Порядок действий:

- разбить линию на зоны, создать схемы и карты с обозначением рабочих мест, мест расположения оборудования и т. п.
- определить специальную группу, за которой будет закреплена зона для уборки.
- определить время проведения уборки:
- утренняя: 5 – 10 мин до начала рабочего дня;
- обеденная: 5 – 10 мин после обеда по окончании работы: после прекращения работы, во время простоев.

*Стандартизация.* Этот шаг подразумевает поддержание состояния на рабочем месте после выполнения первых трёх шагов.

Необходимо создать рабочие инструкции, содержащие описание пошаговых действий по поддержанию порядка, а также вести разработку новых методов контроля и вознаграждения отличившихся сотрудников.

*Совершенствование/Формирование привычки.* Выработка привычки ухода за рабочим местом в соответствии с уже существующими процедурами.

Важные моменты:

- вовлечение всех работников; работа в команде;
- наблюдение за работой оборудования, за рабочим местом, чтобы облегчить их обслуживание;
- использование фотографий ДО/ПОСЛЕ для сравнения того, что было, и конечного результата;
- организация аудитов, чтобы оценить эффективность внедрения программы 5S.

На основе принципов 5S разработана отечественная система «Упорядочение».

**Визуальное управление** – практика наглядного представления производственного процесса с отражением прошлого, настоящего и будущего состояний.

*Визуализация* – это использование любых средств, информирующих о том, как должна выполняться работа. Это такое размещение инструментов, деталей, тары и других индикаторов состояния производства, при котором каждый с первого взгляда может понять состояние системы – норма или отклонение.

Использование визуального управления позволяет достичь двух основных целей:

- 1) сделать проблемы видимыми, постоянно владеть ситуацией на рабочем месте (Gemba);
- 2) сделать ясными задачи по улучшению (установить визуальный целевой показатель). При этом всегда одновременно видны как текущие результаты, так и цели.

Визуальное управление может осуществляться следующими основными методами: с помощью *андонов*, *ключевых показателей* (индикаторов), *фотографий* и *разметки*.

Наиболее часто используемые способы визуализации:

- 1) Оконтуривание.
- 2) Цветовая маркировка.
- 3) Метод дорожных знаков.
- 4) Маркировка краской.
- 5) Метод «Было» – «стало».
- 6) Графические рабочие инструкции.

**Оконтуривание** – это хороший способ показать, где должны храниться инструменты и сборочные приспособления. Оконтурировать – значит обвести контуром сборочные приспособления и инструменты там, где они должны постоянно храниться. Когда нужно будет вернуть инструмент на место, контур укажет место хранения этого инструмента.

**Цветовая маркировка** указывает, для чего конкретно используются те или иные детали, инструменты, приспособления и пресс-формы. Например, если какие-то детали нужны при производстве определенного изделия, они могут быть окрашены в одинаковый цвет и находиться в месте хранения, окрашенном в такой же цвет.

**Метод дорожных знаков** использует принцип указания на предметы, находящиеся перед работником (*что, где и в каком количестве*). Есть три основных вида таких знаков:

- указатели на предметах, обозначающие, где должны находиться предметы;
- указатели на местах, сообщающие, какие именно предметы должны находиться тут;
- указатели количества, сообщающие, сколько предметов должно находиться в этом месте.

**Маркировка краской** – это метод, который используется для выделения местонахождения чего-либо на полу или в проходах. Маркировку краской применяют также для обозначения разделительных линий между рабочими зонами или транспортных проездов.

**Метод «Было» – «стало»** – изображение рабочего места/участка/цеха «до» и «после» изменений – наглядно демонстрирует произошедшие изменения, повышает мотивацию работников и поддерживает новый стандарт.

**Графические рабочие инструкции** в максимально простой и визуальной форме описывают рабочие операции и требования по качеству на каждом рабочем месте. Графические рабочие инструкции находятся непосредственно на рабочем месте и стандартизируют оптимальный способ выполнения работ, обеспечивая универсализацию рабочих и соблюдение стандартов.

**Андон** («лампа») – инструмент визуализации контроля текущего состояния хода производства, который уведомляет о проблеме качества или процесса. В качестве информационных средств при этом способе визуализации применяют сигнальные лампы, световое табло, информационные панели (доски), мониторы.

Сигнальные лампы работают следующим образом:

- если технологический процесс выполняется нормально, горит *зеленая* лампа;
- если в процессе возникают несерьезные проблемы, включается *желтая* лампа;
- при возникновении серьезной проблемы, требующей остановки процесса, включается лампа *красного* цвета.

Рабочие не должны бояться остановить процесс для устранения причины сбоя. На японских предприятиях каждый рабочий по крайней мере один раз за смену останавливает конвейер. Если при работе включается небольшое количество ламп желтого цвета, считают, что что-то в производстве выполняется не так, как надо.

На световых табло обычно указывают количество деталей, которые нужно изготовить по плану, и количество действительно изготовленных деталей.

Преимущества использования андонов:

- быстрое обнаружение проблем;
- быстрая реакция на проблемы;
- устранение повторяющихся проблем благодаря раннему их обнаружению, что позволяет применить надежные контрмеры;
- наделение работников полномочиями остановить процесс при возникновении проблемы;
- предотвращение неконтролируемости процесса;
- процесс становится более управляемым.

**Ключевые показатели** (или индикаторы) представляют собой график или таблицу с изображением заданного и фактического значений показателя (дневная выработка, количество дефектов и т. п.). Они размещаются на информационных досках, которые находятся на каждом участке.

**Информационная доска.** При размещении информации на доске следует постараться избежать лишней (это не всегда просто, поскольку информация достаточно разнообразна), поэтому нужно отображать только ту, которая необходима на участке:

- показатели исполнения (результаты работы за месяц, выраженные в экономических категориях). Они являются основой для ежемесячного собрания сотрудников;



- показатели производительности (фактическая выработка по отношению к плановой, проблемы качества и т.д.). Эта информация является основой для ежедневного пятиминутного обсуждения;

- общая информация (распоряжения, объявления и т. п.).

Следует периодически избавляться от ненужной или устаревшей информации, а также использовать небольшое количество используемых показателей. Информация должна размещаться в легкодоступных местах и быть понятной без комментариев. Наличие информации о требуемой и фактической выработке дает обратную связь сотрудникам, которые на ее основании могут регулировать темп работы.

В начале рабочей смены все собираются на 5 мин, в течение которых руководитель обращает внимание сотрудников на достигнутые вчера результаты (значения показателей) по каждому сотруднику, выясняются причины успеха сотрудников, показавших лучшие значения, а также причины неудач тех, у кого результаты оказались ниже ожидаемых, даются рекомендации по использованию опыта лучших. В конце смены выделяется 5-10 мин на уборку своего рабочего места, в течение которых руководитель заносит достигнутые сегодня результаты на информационную доску.

**Фотографии.** Намного проще сделать фотографию рабочего места, стеллажа и т.п., чем составить аккуратное описание в текстовом виде («картинка стоит тысячи слов»). Например, если расположение папок в офисном шкафу стандартизовано (и есть фотография), то отсутствие какой-либо папки сразу становится заметным. Наличие полоски на каждой папке позволяет размещать их в нужном порядке.

**Разметка** (оконтуривание) показывает, как должны двигаться материальные потоки, где должно стоять оборудование и т.п. Четко установленные места, например для тележек на складе, позволяют не тратить время на их поиск. Для разделения упакованного товара для отгрузки по разным филиалам давно используется цветной скотч, применение которого тоже является визуальным управлением.

Для отображения положения при выполнении производственного процесса используются световые или электронные андоны. Световые андоны могут быть разного цвета, и включение андона красного цвета сигнализирует о возникшей проблеме на рабочем месте. Электронный андон может отображать плановые и фактические показатели выполнения технологического процесса.

Хорошим инструментом по визуализации перемещения служит диаграмма «спагетти». Это наглядный инструмент, который позволяет визуализировать перемещения работников, продукции, транспорта, инструментов или сырья по предприятию. Название связано с тем, что сама диаграмма зачастую выглядит как тарелка спагетти.

Сущность метода заключается в нанесении на план-схему траектории движения сотрудников, транспорта или других объектов. На схему цеха или участка наносятся все фактические (не плановые или предполагаемые) перемещения оператора. Это одна схема. Она используется при решении задачи по сокращению перемещений оператора. Для сокращения движений продукта составляется другая диаграмма, в которой отражается перемещение материалов.

Диаграмма «спагетти» дает возможность оценить потери на все перемещения, понять, какие маршруты самые длинные и часто повторяющиеся и, соответственно, требуют обратить на них внимание.

Этот инструмент бережливого производства универсален, его можно использовать для анализа перемещений в производстве, в офисе, на складе и даже в электронном пространстве.

На предприятиях, где в процессе производства выполняются хаотичные движения, сотрудник в течение дня проходит по 3 – 5 км. При скорости движения человека 4 – 5 км/ч оказывается, что сотруднику оплачивается хождение по цеху (до 1 ч из 8 ч рабочих). Таким образом, работник ходит по предприятию 2 – 4 смены в месяц, а это 10 – 15 % его зарплаты. То же касается и всех работников

От движений работника и материала зависит скорость производства конечной продукции, поэтому важно поместить ресурсы в места их использования.

Визуальное управление помогает определить проблемы и указать на несоответствие между целями и реальностью. При всей своей простоте оно дает возможность улучшить производительность и качество работы через визуализацию уже достигнутых целей и постановку новых.

Средства визуального контроля – мощное средство поддержки бережливого управления. Визуальный контроль отражает степень производственной активности людей и их фокусирования на процессе. Он соединяет работников с их процессами и в то же время отражает приверженность процессу (или ее отсутствие). Средства визуального контроля помогают преобразовывать абстрактное понятие дисциплины в бережливом управлении в конкретные директивы, требующие точного соблюдения.

### **Контрольные вопросы**

- 1. В чем заключается сущность и цели системы 5S?*
- 2. Назовите и объясните этапы системы 5S.*
- 3. Как осуществляется визуальное управление?*
- 4. Назовите инструменты визуального управления.*
- 5. В чем сущность способа разметки?*
- 6. Какие показатели отражаются на информационной доске?*

## 5. СИСТЕМА ВСЕОБЩЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

### 5.1. Общие сведения и определения

Состояние оборудования, степень использования его возможностей в условиях современного механизированного и автоматизированного производства в значительной мере определяют уровень качества продукции и эффективности производства. В связи с этим вопросам оценки состояния оборудования и поддержания его в работоспособном состоянии всегда уделялось серьезное внимание.

После Второй мировой войны в промышленности всех стран используется система производства, при которой оператор занимается изготовлением продукции, а обслуживание оборудования осуществляет специальный персонал – наладчики и механики-ремонтники. Для обеспечения работоспособного состояния оборудования применялась система планово-предупредительных ремонтов (обслуживания). В рамках этой системы составлялись планы технических осмотров, мелких, средних и капитальных ремонтов оборудования, которые выполнялись персоналом ремонтных служб цехов и предприятия в соответствии с заранее составленными планами. Осмотры и ремонты часто производились без учета действительной потребности в их выполнении. С ростом сложности технологического оборудования наладчики и механики не успевали выполнять все увеличивающийся объем работ. Названные и другие причины приводили к увеличению времени простоя оборудования и затрат на поддержание оборудования в рабочем состоянии.

Предприятия Японии использовали системы обслуживания и ремонта оборудования на основе систем, применяемых в США. Для устранения проблем, вызванных применением традиционных систем обслуживания и ремонта оборудования, в конце 1960-х – начале 1970-х гг. на фирме «Ниппон Дэнсо», поставщике электрооборудования для фирмы Toyota, была разработана **система всеобщего производительного обслуживания оборудования** (TPM – Total Productive Maintenance), которая является одним из основных элементов бережливого производства.

Используются также названия «всеобщая эффективность оборудования», «всеобщее продуктивное обслуживание оборудования», «всеобщая эксплуатационная система» и другие варианты перевода на русский язык.

*Система TPM* – система обслуживания оборудования, позволяющая обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала.

Цель использования системы TPM – совершенствование деятельности предприятия за счет повышения эффективности оборудования, процес-

сов производства, а также улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

Средством достижения цели ТРМ служит создание механизма, который ориентирован на предотвращение всех видов потерь и достижения «нуля поломок», «нуля несчастных случаев», «нуля брака» на протяжении всего жизненного цикла производственной системы.

«Нуль поломок» достигается в ТРМ за счет поэтапного, систематического и непрерывного осуществления пяти групп мероприятий:

- 1) создания базовых условий для нормальной работы оборудования;
- 2) соблюдения условий эксплуатации оборудования;
- 3) восстановления естественного износа;
- 4) устранения конструктивных (обусловленных проектом) недостатков оборудования;
- 5) повышения мастерства операторов, специалистов по ремонту и обслуживанию, инженеров-проектировщиков.

Система ТРМ оставалась секретной разработкой до 1980 г., когда было опубликовано первое её описание на английском языке. С. Накадзима, сотрудник японского института технического обслуживания предприятий, впервые определил концепцию ТРМ и наблюдал процесс её внедрения на предприятиях в Японии. В начале 1990-х гг. система ТРМ в различных вариантах получила распространение во всем мире.

С начала возникновения система ТРМ совершенствовалась. В настоящее время рассматривают три поколения системы ТРМ.

Система ТРМ первого поколения была предназначена для повышения эффективности оборудования, ориентирована на устранение и предотвращение всех потерь, возникающих на рабочих местах вследствие поломок, выпуска бракованной продукции и т. д. Система состояла из пяти направлений деятельности.

Система ТРМ второго поколения направлена на оптимизацию всего производственного процесса, поэтому в нее включено дополнительное направление – улучшение работы обеспечивающих подразделений и качества планирования производственной деятельности.

Третье поколение системы ТРМ характеризуется введением еще двух дополнительных направлений: улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

В системе ТРМ выделяют 16 видов потерь, которые подразделяются на три группы.

1) *Потери времени функционирования оборудования:*

- потери, вызванные поломками машин и механизмов;
- потери из-за наладки оборудования;
- потери из-за замены инструмента;
- потери при запуске оборудования;

- потери из-за кратковременной остановки оборудования и его работы на холостом ходу;

- потери производительности;
- потери из-за дефектов и необходимости доработки продукции;
- потери из-за запланированных остановок оборудования.

2) *Потери рабочего времени:*

- потери из-за некачественного менеджмента;
- потери из-за нерациональной работы транспорта;
- потери из-за недостатков в организации работы производства;
- потери из-за низкого уровня автоматизации производства;
- потери из-за недостатков производственного мониторинга.

3) *Потери энергии, сырья, материалов и времени из-за ремонта инвентаря:*

- потери готовой продукции;
- потери энергии;
- потери из-за необходимости ремонта производственного инвентаря.

Основные направления развертывания системы ТРМ:

1) Отдельные улучшения для повышения производительности оборудования.

2) Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.

3) Создание системы планового технического обслуживания оборудования.

4) Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений.

5) Создание системы управления разработкой и внедрением нового оборудования и продукта.

6) Создание системы обслуживания, ориентированного на качество.

7) Создание системы охраны труда и окружающей среды.

8) Создание системы повышения эффективности работы управленческих и обслуживающих подразделений.

Развертывание системы ТРМ позволяет:

- рациональнее использовать имеющееся оборудование;
- составить более реальный план модернизации оборудования и технического перевооружения предприятия, что позволит эффективнее использовать финансовые средства;

- снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования;
- снизить количество слесарей-ремонтников;
- увеличить качество выпускаемой продукции;
- снизить уровень текучести кадров;
- сократить время простоя оборудования;

- сократить сроки пусконаладочных работ;
- сократить затраты на капитальный ремонт;
- повысить производительность труда;
- повысить безопасность труда и др.

Для оценки эффективности работы оборудования в системе ТРМ используется не коэффициент загрузки оборудования, а коэффициент общей эффективности оборудования (ОЕЕ – Overall Equipment Effectiveness), который выражается в процентах и рассчитывается по формуле:

$$OEE = K_1 K_2 K_3 ,$$

где  $K_1$  – коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования;  $K_2$  – коэффициент использования технических возможностей оборудования;  $K_3$  – коэффициент годной продукции.

Коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования определяется как отношение фактического времени работы оборудования к времени производственного цикла. Коэффициент характеризует потери, связанные с поломками, переналадками и регулированием оборудования, заменой инструмента и т. д.

Коэффициент использования технических возможностей оборудования определяется как отношение текущей выработки к запланированной, характеризует потери из-за приостановок и холостого хода, из-за снижения скорости обработки.

Коэффициент годной продукции определяется как отношение количества качественных изделий к общему числу изготовленных изделий, характеризует потери из-за брака и переделок, при запуске оборудования.

Целью определения ОЕЕ является не оценка работы оператора, а улучшение функционирования оборудования или совершенствование выполнения процессов. Информацию, необходимую для расчета коэффициентов, собирают операторы, заполняя таблицы для сбора данных. Затем выполняются расчеты коэффициентов и значения ОЕЕ. Выполнять расчет ОЕЕ имеет смысл только в том случае, когда сбор данных и вычисление показателей производится регулярно. Измерение ОЕЕ в заданные промежутки времени позволяет выявить закономерности появления потерь и разработать программу улучшения функционирования оборудования. Для хранения данных и вычисления ОЕЕ разработано программное обеспечение. Результаты расчета в виде различных графиков должны быть доступны всем участникам процесса для того, чтобы выявить проблемы, разработать мероприятия по их устранению и увидеть результаты работы по улучшению использования оборудования.

Перед развертыванием на предприятии системы ТРМ коэффициент общей эффективности оборудования обычно составляет 40...60 %. Когда этот показатель повышается до 85 % или выше, то даже на существующих

производственных мощностях объем производства увеличивается в 1,5 – 2,0 раза. Или, при постоянстве объема выпуска продукции, производство можно осуществить на 1/2 – 2/3 имеющегося оборудования.

Для внедрения ТРМ следует:

- перед началом развертывания ТРМ реализовать на предприятии систему организации рабочего места 5S, которая позволяет повысить эффективность деятельности от 3 до 5 %;
- провести анализ состояния существующей на предприятии системы планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания (ППР и ТО) оборудования;
- разработать систему сбора и регистрации данных для расчета ОЕЕ;
- разработать или использовать готовое специальное программное обеспечение для фиксации данных, расчетов ОЕЕ и визуального отображения полученных результатов;
- разработать план развертывания системы ТРМ;
- провести обучение работников предприятия;
- выполнить оценку готовности предприятия к развертыванию системы ТРМ.

Оценка готовности к развертыванию системы ТРМ выполняется в три этапа.

Этап 1. Проводится опрос руководителей верхнего уровня, чтобы установить степень их осведомленности о системе ТРМ. Результаты опроса количественно выражаются в баллах.

Этап 2. По специально разработанной методике оцениваются полнота и качество технологической документации. Считается, что чем лучше и детальнее проработана технологическая документация, тем больше потенциальный эффект от внедрения системы ТРМ. Дается балльная оценка состояния оборудования, на котором будут отрабатываться навыки самостоятельного обслуживания и отдельные улучшения.

Этап 3. Проводится групповой опрос руководителей среднего уровня для оценки их компетентности в вопросах освоения системы ТРМ. Оценка степени их осведомленности и готовности осваивать систему ТРМ выражается в баллах.

При необходимости дополнительно проводится оценка качества менеджмента, степени эффективности оборудования, качество проводимого ремонта, а также наличие возможностей для обучения персонала методам освоения системы ТРМ. Итоговая оценка степени готовности предприятия к развертыванию системы ТРМ дается в баллах от 1 до 100. Она может учитываться руководством предприятия при выборе подразделений, в которых систему ТРМ следует развернуть в первую очередь.

Движущей силой ТРМ считают деятельность так называемых малых групп, в состав которых входят разные категории сотрудников предприятия. Именно участие всего персонала – от руководителей до рядовых работников обеспечивает эффективность внедрения системы ТРМ. Для объединения усилий и скоординированного их приложения следует организовать рабочую группу, которая будет отвечать за планирование деятельности и контроль результатов выполнения намеченных мероприятий.

Важным фактором является оценка стоимости внедрения ТРМ. Опыт внедрения системы ТРМ за рубежом показывает: в течение двух первых лет на 10 – 20 % возрастут расходы на обучение и примерно на 15 % увеличатся затраты на обслуживание оборудования при условии, что за первый год будет охвачено 10 % оборудования предприятия (и 20 % – за второй год).

Оценить стоимость работ по развертыванию системы ТРМ можно по коэффициенту общей эффективности оборудования для наиболее ответственных процессов. Разница между текущим значением в 55 % и желаемым 85 – 90 % может быть рассчитана как дополнительная мощность. Можно оценить затраты по потерям рабочего времени, обусловленными организационными причинами, простоями, снижением скорости работы оборудования, энергии и материалов.

Отдача от вложений в развертывание системы ТРМ может быть вычислена за пятилетний период с ожидаемым сокращением затрат на обслуживание на 25 – 30 % и производственных затрат на 20 – 30 % .

Особенность методологии ТРМ состоит в том, что на ее основе возможна плавная и плановая трансформации существующей системы обслуживания и эксплуатации оборудования к более совершенной. С этой целью путь внедрения ТРМ удобно представить в виде последовательности этапов, каждый из которых преследует вполне определенные цели и, главное, дает вполне ощутимый эффект.

Внедрение системы ТРМ в зависимости от степени готовности предприятия может быть осуществлено за период от 3 до 10 лет.

## **5.2. Направления развертывания системы ТРМ**

### ***5.2.1. Проведение отдельных улучшений для повышения производительности оборудования***

Первым направлением развертывания системы ТРМ является проведение отдельных улучшений.

***Отдельные улучшения*** – это действия, выполняемые в соответствии с тематикой улучшений проектными командами (группами) на модельном оборудовании для выявления потерь и разработки мероприятий по повышению эффективности производственной системы.



Все работы по этому направлению на предприятии координирует тематическая группа «Отдельные улучшения». В зависимости от состояния производства совет ТРМ утверждает долгосрочный (около трех лет) план работы этой группы.

Направлениями работы тематической группы могут быть:

- оптимизация использования помещений;
- повышение эффективности использования энергетического оборудования и снижение расхода энергоресурсов;
- составление процедуры работы с подрядными организациями;
- проведение отдельных улучшений в производственных цехах и ремонтно-технических службах;
- разработка системы подачи и реализации предложений по проведению улучшений.

Наибольший объем работ по отдельным улучшениям обычно связан с совершенствованием и функционированием оборудования. Вначале эти работы на модельном оборудовании выполняют проектные и модельные группы. Затем их опыт используют рабочие группы. Причем свою деятельность в этом направлении рабочая группа также начинает с модельного оборудования на своем участке. Затем эта деятельность распространяется на все оборудование, закрепленное за рабочей группой.

Выполнение отдельных улучшений проводится в следующей последовательности:

- 1) выбор модельного оборудования или модельной производственной линии;
- 2) формирование команды проекта, состоящей из нескольких человек, возглавляемой линейным руководителем, ответственным за модельное оборудование;
- 3) выявление потерь;
- 4) установление тематики улучшений и целей: определить тематику улучшений, установить время и определить действия по устранению потерь, распределить обязанности между участниками;
- 5) внесение предложений по политике в области улучшений: составить план действий по проведению анализа улучшений, внесению предложений и проведению оценки высшим руководством;
- 6) развитие системы улучшений: демонстрация использования методов и методик и накопленного опыта в области улучшений, обеспечение достижения цели по развитию системы улучшений, мотивация участия персонала в улучшениях посредством оценки высшим руководством;
- 7) внедрение улучшений;
- 8) подтверждение результатов (расчет ОЕЕ до и после внедрения улучшений);

9) стандартизация улучшений, осуществленных на модельном оборудовании;

10) распространение результатов работы на остальное оборудование для повышения общей эффективности оборудования.

### **5.2.2. Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами**

Ключевым направлением развертывания системы ТРМ является система самостоятельного обслуживания оборудования операторами (СООО). При традиционных методах организации производства оператор занимается изготовлением продукции, а обслуживание оборудования осуществляют наладчики, механики-ремонтники, то есть функционально эти два вида деятельности разграничены. При этом ремонты оборудования носят планово-предупредительный характер, а действительная потребность в ремонте не учитывается. Наладчики не успевают выполнять все увеличивающийся объем работы. Все это ведет к увеличению времени простоя оборудования и увеличению затрат на поддержание оборудования в рабочем состоянии.

Самостоятельное обслуживание оборудования в системе ТРМ – это такой порядок работы, при котором оператор, помимо выпуска продукции, осуществляет чистку, смазку, проверку и затяжку соединений, устранение мелких неисправностей закрепленного за ним оборудования.

При переходе на самостоятельное обслуживание оборудования первым шагом является обучение операторов способам и видам обслуживания оборудования. Далее для всех типов оборудования, которые переводятся на самостоятельное обслуживание, определяются виды и периодичность работ по обслуживанию и мелким ремонтам, передаваемым операторам.

По этим работам разрабатываются и размещаются на рабочих местах наглядные карты, схемы, инструкции. Для выполнения работ оператор оснащается необходимыми инструментами и материалами.

Внедрение системы СООО осуществляется за семь шагов:

Шаг 1. *Чистка и уборка, совмещаемые с проверкой.* Полная чистка оборудования, удаление мусора, пыли и грязи, а также смазка, затягивание болтов, обнаружение и устранение неполадок оборудования. При выполнении следует использовать методику *красных ярлычков* – отмечать проблемные места ярлычками красного цвета. После устранения неполадки ярлычок снимать, по мере устранения неисправностей количество ярлычков будет сокращаться.

Шаг 2. *Принятие мер по источникам загрязнений, труднодоступным и сложным местам.* Преобразование источников загрязнения и способов борьбы с распространением загрязнений, а также труднодоступных

для чистки и смазки мест в целях сокращения продолжительности этих процессов.

Шаг 3. *Подготовка норм чистки, смазки, проверки.* Разработка норм, направленных на сокращение продолжительности и поддержание регулярности работ по чистке, смазке и затягиванию болтов (в нормах указывается время работ).

Шаг 4. *Общая инспекция.* Обучение проверке оборудования с помощью руководств по проведению проверок; обнаружение и устранение мелких неполадок оборудования в ходе общей проверки.

Шаг 5. *Самостоятельная инспекция.* Разработка и внедрение проверочного листа для проведения операторами самостоятельных проверок оборудования.

Шаг 6. *Стандартизация.* Провести стандартизацию всех видов проверок на рабочем месте и добиться полной систематизации поддерживающего контроля: стандарты на чистку, смазку, проверку оборудования; стандарты на движение материалов на рабочих местах; стандартизация регистрации данных; стандартизация контроля оснастки, инструмента и др.

Шаг 7. *Самостоятельное управление и самореализация.* Осуществление модернизации оборудования на основе анализа среднего времени между отказами оборудования, устранение неравномерности деятельности по совершенствованию производительного обслуживания оборудования.

Шаги 1 – 3 относятся к системе 5S.

При внедрении и реализации системы СООО используют методику пять вопросов «Почему?» (5W – 5Why?) .

Методика используется для выявления основной причины проблемы и заключается в том, чтобы многократно задавать вопросы «Почему появляется эта проблема?» при анализе проблемной ситуации.

Для того чтобы установить основную причину проблемы, обычно хватает пяти вопросов. Для получения полной и точной информации необходимо правильно формулировать вопросы.

Рассмотрим пример применения данной методики.

*Вопрос 1.* Проблема: почему на полу машинное масло?

*Ответ.* Причина: потому что масло вытекло через шток цилиндра.

*Вопрос 2.* Проблема: почему случилась протечка?

*Ответ.* Причина: потому что уплотнительное кольцо пришло в негодность.

*Вопрос 3.* Проблема: почему уплотнительное кольцо пришло в негодность?

*Ответ.* Причина: потому что шток поврежден.

*Вопрос 4.* Проблема: почему шток поврежден?

*Ответ.* Причина: потому что грязь, попавшая в масло, разъедает поверхность штока.

*Вопрос 5.* Проблема: почему грязь попадает в масло?

*Ответ.* Причина: потому что крышка масляного бака не закрывается герметично.

К методике пять вопросов «Почему?» часто добавляют вопрос «Как?» (How?). Вопрос «Как решить проблему?» требует конкретного предложения для устранения основной причины.

При выполнении шага 1 используют методику «красных ярлыков» – отмечают на технологическом оборудовании проблемные места ярлычками (стикерами, ленточками) красного цвета, которые снимают после устранения конкретной неполадки.

Широко используются контрольные листки ТРМ. Контрольные листки ТРМ – это инструкция (памятка) для выполнения работы, например проверки оборудования, где зафиксированы основные объекты, параметры проверки, рекомендации в виде рисунков, таблиц, текстов.

### **5.2.3. Система планового технического обслуживания оборудования**

Работами по совершенствованию ППР и ТО оборудования на предприятии руководит соответствующая тематическая группа. Содержание этих работ должно быть определено генеральным планом развертывания системы ТРМ и планом мероприятий по внедрению, утвержденным советом ТРМ предприятия. Эти работы могут выполняться по следующим направлениям:

- 1) Определение концепции ППР и ТО.
- 2) Информационное обеспечение ППР и ТО.
- 3) Обеспечение процесса технического ремонта и обслуживания в условиях системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.
- 4) Анализ ремонтпригодности оборудования.
- 5) Обеспечение и организация поставки запасных частей.
- 6) Приобретение нового оборудования для замены морально и физически устаревшего.

Работы по этим этапам проводятся параллельно. Рассмотрим основные задачи и пути их решения для названных направлений.

**Выбор и обоснование системы ППР и ТО.** В зависимости от сложности используемого оборудования, наличия и числа узких мест, квалификации операторов, возможностей замены изношенного оборудования, характера производства система ППР и ТО может быть ориентирована на ППР или ТО, или быть смешанной. Смешанная система подразумевает, что одна часть ремонтного персонала постоянно находится в производственных цехах для оперативного решения возникающих проблем (сменный персонал по техническому обслуживанию), а другая – объединена в

централизованную службу, технический персонал которой постоянно работает под управлением отдела планово-предупредительного ремонта и выполняет работы по ППР и модернизации оборудования. В условиях СООО численность ремонтного персонала, закрепленного за цехом, может быть существенно уменьшена, но их квалификация должна быть повышена. Как правило, нужны универсальные специалисты (электронщики, которые могут выполнять функции электриков и т. п.). Такие специалисты работают группами по два человека и способны устранить любую неисправность. Бригадой ремонтников в цехе (примерно шесть человек) должен руководить опытный инженер, хорошо знающий закрепленное оборудование.

Перед формированием бригад ремонтников в каждом цехе должен быть выполнен анализ неисправностей, характерных для оборудования в данном цехе, и с учетом этого выбраны состав и численность бригады.

Перед формированием централизованной службы ППР должен быть выполнен анализ работ по ППР и модернизации оборудования и с учетом этого также определены состав и численность персонала службы, ее оснащение. Загруженность такой службы обычно неравномерна, поэтому в моменты пика работ могут привлекаться сотрудники сторонних специализированных организаций. Целесообразно, чтобы группой таких сотрудников руководил штатный сотрудник централизованной службы. Это повышает эффективность работы привлеченных специалистов.

Все сотрудники ремонтных служб должны постоянно повышать свою квалификацию и проходить аттестацию.

**Информационное обеспечение системы ППР и ТО.** Работы по этому направлению должны решить следующие задачи.

1) Создание информационно-технического центра службы ППР и ТО. В центре должны быть собраны техническая документация, государственные стандарты и регламенты, справочники, паспорта оборудования, инструкции, технологические схемы производственных линий. Центр должен быть компьютеризован.

2) В рамках автоматизированной системы управления предприятием организация компьютерного учета и анализа всех видов простоев оборудования, брака продукции и их причин, отклонений от плана производства.

3) Разработка и освоение методики планирования ремонтов обслуживания оборудования, потребности в комплектующих и материалах с учетом данных анализ причин брака и простоев.

**Обеспечение процесса технического ремонта и обслуживания в условиях самостоятельного обслуживания оборудования операторами.** Для всех видов оборудования, которые переводятся на СООО, должны быть определены виды и периодичность работ по обслуживанию и мелким ремонтам, передаваемым операторам. По этим работам должны быть раз-

работаны наглядные карты, схемы, инструкции и размещены на рабочих местах. Для выполнения работ по ремонту и обслуживанию рабочие места должны быть оснащены необходимым инструментом. Оператор должен иметь возможность получать необходимые материалы, некоторые инструменты и комплектующие на складе.

*Анализ ремонтпригодности оборудования.* Рабочие группы, закрепленные за оборудованием, совместно с инженерно-техническим персоналом службы ППР и ТО ведут постоянный учет и анализ функционирования оборудования, условий и эффективности его обслуживания и ремонта. Для этого могут использоваться как рабочие журналы для каждого вида оборудования, так и вычислительная техника. На основании этих данных разрабатываются отдельные улучшения оборудования и методов его обслуживания и ремонта.

*Обеспечение и организация поставки запасных частей.* По результатам компьютерного анализа работы оборудования сотрудники планового отдела центральной службы ППР и ТО выполняют прогноз потребности в запасных частях и материалах. Они должны заказываться и поступать на склад центральной службы ППР и ТО с учетом планов ремонта и обслуживания оборудования.

*Приобретение нового оборудования для замены существующего.* Заявки на приобретение нового оборудования при организации производства новой продукции формирует обычно в машиностроении служба главного технолога. При замене морально и физически устаревшего оборудования в действующем производстве большую роль играют технологи цехов. В этом случае инициатива может исходить от тематических или рабочих групп. Во всех случаях заявки желательно согласовывать со службой ППР и ТО, которая владеет информацией об эксплуатационных свойствах оборудования различных фирм-производителей.

#### **5.2.4. Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений**

Система ТРМ требует обучения сотрудников, как в начале развертывания, так и в процессе реализации системы. Поэтому обучение и повышение квалификации операторов станков и персонала ремонтных подразделений является важным фактором при развертывании системы ТРМ. Персонал имеет разный уровень подготовки и не все могут иметь необходимые знания по эксплуатации, проверке и устранению неисправностей оборудования.

В процессе обучения должны быть изучены инструменты для выявления потерь и получены навыки их применения. Должны изучаться документы по конструкции и обслуживанию оборудования, требования и ин-

струкции по технике безопасности; передовые методы эксплуатации, обслуживания и ремонта оборудования; методы контроля состояния оборудования, продукции и пр.

Для реализации системы СООО операторы должны быть обучены методам обслуживания оборудования, проверки работоспособности оборудования. Операторы должны понимать, в каких случаях неисправность можно устранить самостоятельно, имея соответствующие навыки, а в каких случаях – вызвать работников ремонтных служб.

С большой эффективностью при реализации направлений ТРМ используется методика «Урок на одном листе» (On Point Lesson – OPL). Суть методики: каждый вопрос, предназначенный для самостоятельного изучения в течение 10 – 15 мин, излагается на одном листе.

Методика «Урок на одном листе» позволяет:

- передавать информацию – знания и навыки обслуживания оборудования, а также сведения по вопросам его обслуживания и улучшения;
- расширять область знаний и приобретать навыки в короткие сроки, когда это необходимо;
- повышать уровень осведомленности о производственном процессе.

Листки в зависимости от своего назначения делятся на три вида:

1) *листок, содержащий базовые знания*: сведения, необходимые для ежедневной производственной деятельности или для развертывания ТРМ;

2) *листок с примером устранения причины проблемной ситуации*: в нем рассматривается практический опыт устранения какой-нибудь неисправности (поломки, случая брака и т. д.) и даются рекомендации, что нужно ежедневно делать, чтобы ситуация не повторялась;

3) *листок с примером улучшения*: информация о принимаемых решениях, мерах и результатах практического улучшения систем и объектов в целях применения на аналогичных производственных участках.

Основной принцип методики – научить слушателей мыслить, самостоятельно выполнять задания и уметь разьяснять их содержание другим участникам рабочих групп, поддерживать обсуждение и делать его более ясным.

Применение методики позволяет делать учебные материалы менее громоздкими. Материалы должны разрабатываться специалистами, непосредственно занятыми в производстве.

Для разработки программ обучения должны быть созданы рабочие группы. Их участники должны определить тематику и структуру тренингов. К подготовке тренингов привлекаются технологи и механики, предоставляющие необходимую для обучения информацию. В процессе подготовки тренингов принимают участие и операторы производственных линий. При организации обучения применяют каскадный метод, метод пере-

дачи знаний и навыков по цепочке «координаторы – кураторы – лидеры – члены рабочих групп ТРМ».

#### **5.2.5. Система управления разработкой и внедрением нового оборудования и нового продукта**

Состояние технологического оборудования влияет на эффективность работы системы «Точно вовремя». Для производства необходимы станки, которые функционируют тогда, когда требуется. Если на предприятии внедрена вытягивающая система производства «Точно вовремя», то поломка станка или нарушение хода производственного процесса может иметь катастрофические последствия, так как запасы незавершенной продукции минимальны. Ненадежные станки и механизмы требуют изготовления изделий партиями, ведут к росту незавершенного производства и затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Конструкция оборудования должна обеспечивать быструю регулировку, смену инструмента и оснастки для осуществления быстрого перехода на выпуск новых изделий, в соответствии с полученным заказом.

Поэтому одним из факторов улучшения деятельности предприятия при использовании системы ТРМ является повышение эффективности использования имеющегося оборудования за счет его непрерывного улучшения и проектирования нового оборудования с учетом полного жизненного цикла с последующим выводом его в кратчайшие сроки на полную проектную мощность.

В этих целях, с учетом перехода на самостоятельное обслуживание оборудования оператором, переосмысливаются задачи планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования. Обновленные (сокращенные, но обладающие более высокой квалификацией) ремонтные службы предназначаются для ведения среднего и капитального ремонтов, модернизации оборудования, а также для устранения серьезных аварий. Усиливается информационное обеспечение, предполагающее консолидацию технической документации, компьютерный учет и анализ всех видов простоев оборудования и их причин.

Большинства возникающих при производстве продукции проблем можно было бы избежать, если правильно сконструировать или выбрать оборудование, легкое в эксплуатации и обслуживании, и разработать изделие, легкое в изготовлении.

Все проекты, связанные с разработкой новой продукции, классифицируют следующим образом:

- *инновационные проекты* (представляют собой разработки новых технологий или видов продукции);



- *реновационные проекты* (направлены на изменение существующих видов продукции);
- *проекты, связанные с продуктивностью* (реализуются для повышения эффективности работы или снижения себестоимости продукции без изменения ее качества). К проектам такого типа относится, например, поиск новых поставщиков с более выгодными условиями поставки или сокращение времени перехода от производства изделий одного вида, на изделия другого вида.

### **5.2.6. Система обслуживания, ориентированная на качество**

Цель этого направления – обеспечение высокого качества продукции и оборудования и достижение «нуля брака».

Всеобъемлющий контроль качества в рамках системы ТРМ разворачивается после того, как будет реализован четвертый шаг внедрения направления СООО – общая инспекция, предназначенная для поддержания таких производственных условий, при которых становится возможным выпускать 100 % качественной продукции. На этом этапе проверке подвергаются все узлы оборудования, кроме того, проверяется затяжка болтов и гаек, регулярно проводится смазка оборудования. Результатом подобного контроля станут уменьшение числа сбоев в работе оборудования и повышение его надежности. Для обеспечения выпуска качественных изделий должна быть внедрена система контроля за точностью работы оборудования. Необходима также система контроля материалов и полуфабрикатов в ходе производственного процесса. При выполнении данных работ применяются измерительные устройства, статистические методы, контрольные листки и пр. Должна быть разработана система проверки и корректировки документации с описанием технологических процессов, например, в случае изменения параметров или при применении нового оборудования.

Высокий уровень качества изготовления изделий обеспечивается реализацией метода *дзидока* – *автономизации*. Есть две составляющие системы дзидока. Первая состоит в том, чтобы разделить человека и машину. Вместо наблюдения за одной машиной оператор должен был наблюдать за двумя, следить, чтобы обе работали. Так было с тремя, четырьмя и большим количеством машин. Вторая часть дзидока – концепция создания стопроцентного качества в любое время на протяжении всего процесса, без необходимости дальнейшего контроля. Это значит, что должен быть такой процесс, ключевые составляющие которого можно было контролировать в любое время. Для исключения ошибок операторов и других участников производственного процесса используются устройства от ошибок *пока-ёкэ*. Это различные технические устройства, позволяющие обнаружить ошибки

оператора или нарушение нормальной работы станка и сигнализировать с помощью светового (звукового) средства или остановить станок.

### **5.2.7. Система обеспечение безопасности при техническом обслуживании оборудования**

Система ТРМ не должна вступать в противоречие с нормами техники безопасности, охраны труда и экологии. Исходя из этих соображений, следует наметить общие направления совершенствования системы ТРМ и следовать им при определении задач для отдельных участков и подразделений. Техническое обслуживание оборудования охватывает самые разнообразные виды работ. Это и принятие мер в случае внезапных аварийных отказов оборудования, и периодические проверки, и ремонт, и модернизация оборудования в целях повышения его технических возможностей и продления срока службы и др.

Для обеспечения безопасности труда во время проведения работ по техническому обслуживанию оборудования следует учитывать все факторы, потенциально опасные для здоровья человека. Предотвращение несчастных случаев – одна из целей ТРМ.

Несчастные случаи возникают в соответствии с принципом Генриха (Heinrich) – 1:29:300. Этот принцип означает, что на 1 несчастный случай приходится 29 случаев мелкого травматизма (по той же причине) и 300 происшествий, не повлекших травм (по той же причине). Другими словами, если не происходит инцидентов, нельзя из этого факта делать вывод, что охрана труда на высоте: они отсутствуют по чистой случайности и могут произойти в любой момент, поскольку на данном участке скопилось огромное количество факторов, которые при определенном стечении обстоятельств могут привести к несчастному случаю. Этими причинами являются мелкие дефекты, которые часто не выявляются или им не уделяют внимания. Фирма DuPont приводит такие данные, полученные статистическими методами, по разным отраслям промышленности: на 1 смертельный исход приходится 30 тяжелых травм, 300 легких травм, 3 тыс. оказания первой помощи и 30 тыс. небезопасных действий и условий труда. Только устранив эти 30 тыс. возможностей, можно избежать тяжелых травм и травм со смертельным исходом.

В целях обеспечения безопасности при осуществлении технического обслуживания оборудования следует выполнять следующие правила:

- 1) обезопасить подходы и место для работы по обслуживанию;
- 2) выяснить, является ли простой схема разборки-сборки;
- 3) определить, насколько удобно производить замену деталей в случае поломки и других неисправностей;
- 4) установить, насколько технологична смазка оборудования;

5) знать, обладает ли персонал, производящий техническое обслуживание, требуемыми знаниями и квалификацией;

б) выполнить работу по прогнозированию возникновения опасности и мест, источников опасности.

Значительного повышения уровня техники безопасности можно получить за счет *системы взаимной ответственности* – каждый работник обязуется отвечать за безопасность двух коллег. Чаще всего в такие группы из трех человек объединяются сотрудники одного отдела или цеха.

Для выявления возможности появления опасности при обслуживании оборудования применяют технику обучения персонала прогнозированию опасности.

Обучение прогнозированию опасности (KYT – Kiken Yobou Toreningu) выполняется с помощью методики 4R, которая осуществляется в четыре приема. Методика 4R подразумевает применение фотоснимков объектов и подготовку соответствующих иллюстраций. Такое обучение ориентировано на формирование навыков обнаружения опасных факторов, скрытых в оборудовании и приемах работы. Оно позволяет научиться вырабатывать соответствующие меры.

Методика 4R реализуется в следующем порядке:

1R: Какая здесь кроется опасность?;

2R: Опасные факторы;

3R: Что бы вы сделали?;

4R: Мы сделаем так.

Эту технику необходимо применять в ходе поэтапного развертывания работы по организации охраны труда вместе с методикой *красных ярлыков*.

Работа по организации системы охраны труда будет еще более эффективной, если в ней применить три инструмента командной работы в малой группе.

Тремя инструментами активизации работы по организации системы охраны труда являются:

1) рабочая (информационная) доска;

2) методика «Урок на одном листе»;

3) деятельность по прогнозированию опасности (KYK – Kiken Yobou Katsudou).

На рабочей доске отражаются содержание и результаты текущей работы по организации системы охраны труда.

На рабочей доске может отображаться следующая информация.

1) Политика высшего руководства:

- плановые задания;
- мероприятия.

2) Показатели развития:

- план;
- реальные достижения.

3) Достигнутые успехи:

- достигнутый коэффициент общей эффективности оборудования;
- результаты СООО и пр.

4) Предстоящие задачи:

- проекты по отдельным улучшениям;
- проекты в области СООО и т. д.

5) Результаты самооценки продвижения.

6) Листы «Урок на одном листе».

Листы «Урок на одном листе» позволяют легко понять, каковы ключевые факторы системы охраны труда. По ним можно изучать примеры несчастных случаев. Лучше всего их использовать на утренних планерках.

Деятельность по прогнозированию опасности (КΥК) является следующим шагом после развития системы КΥТ. Ее цель – привнесение безопасности в работу, и заключается она в прогнозировании и принятии мер в отношении безопасности в повседневной деятельности.

### **5.3. Этапы развертывания и организационная структура системы ТРМ**

#### **5.3.1. Этапы развертывания системы ТРМ**

При внедрении системы ТРМ важен процесс её развертывания. Если процесс развертывания организован неправильно, то ожидаемый эффект будет минимальным. Поэтому в ТРМ повышенное внимание уделяется выработке последовательности действий и формированию организационной структуры по продвижению этой системы.

Развертывание ТРМ выполняется за 4 этапа (12 шагов):

Этап I. *Подготовка*. Этап состоит из пяти шагов:

1) Провозглашение высшим руководством решения о внедрении системы ТРМ.

2) Обучение персонала методам внедрения ТРМ.

3) Создание организационной структуры для продвижения ТРМ и утверждение предварительного регламента деятельности.

4) Определение политики и целей ТРМ.

5) Разработка генерального плана продвижения ТРМ.

Этап II. *Начало*. Этап состоит из одного шага:

6) Объявление о начале внедрения ТРМ.

Этап III. **Внедрение.** Этап состоит из пяти шагов:

7) Создание системы повышения эффективности производственного сектора:

- отдельные улучшения.
- самостоятельное обслуживание.
- плановое обслуживание.
- повышение мастерства эксплуатации и обслуживания.

8) Создание системы управления оборудованием на начальном этапе его работы и системы разработки новой продукции.

9) Создание системы обеспечения качества.

10) Создание системы повышения эффективности функционирования непромышленных подразделений.

11) Создание системы поддержания благоприятной окружающей среды и безопасных условий труда.

Этап IV. **Закрепление.** Этап состоит из одного шага:

12) Завершение внедрения ТРМ, подъем ТРМ на новый уровень.

### **5.3.2. Организационная структура продвижения ТРМ**

Развертывание ТРМ на предприятии начинается с формирования организационной структуры её продвижения.

На высшем уровне организационной структуры располагается Совет ТРМ, на уровне крупных подразделений – малые советы ТРМ, на каждом уровне создаются малые группы, области деятельности которых частично пересекаются. Методическую помощь по развертыванию системы ТРМ на предприятии должны оказывать внешние консультанты, имеющие опыт внедрения и использования системы на практике.

Продвижение системы ТРМ осуществляется с помощью структуры управления, в которой взаимодействие «по горизонтали» осуществляется между малыми группами одного уровня, а «по вертикали» – между соподчиненными подразделениями в иерархически организованной структуре предприятия.

**Совет ТРМ** – высший орган продвижения этой системы. В его состав входят руководители предприятия и подразделений, менеджеры и специалисты. Руководит деятельностью Совета ТРМ избираемый председатель, которым обычно становится представитель высшего руководства предприятия. Численность Совета ТРМ зависит от общего числа сотрудников предприятия. Руководителями малых советов ТРМ являются руководители подразделений, в состав входят руководители и специалисты среднего звена.

Советом ТРМ вырабатывается и уточняется политика предприятия в области развертывания системы ТРМ, цели и задачи ее продвижения, принимаются решения по текущим вопросам, контролируется их выполнение. Заседания Совета ТРМ проводятся ежемесячно.

Командная работа в рамках малых групп, в которые организован весь персонал предприятия, является основой работы по ТРМ.

**Малые группы** формируют в каждом подразделении предприятия, на всех организационных уровнях. Лидер каждой группы, являясь одновременно членом группы более высокого уровня, выполняет функцию соединительного звена между ними.

В малых группах обсуждаются планы деятельности групп, ставятся цели, распределяется ответственность за их достижение, осуществляется текущий контроль деятельности. Участники малых групп вырабатывают модели самостоятельного обслуживания оборудования операторами, участвуют в осуществлении отдельных улучшений и ведут другие работы, предусмотренные типовой процедурой развертывания системы ТРМ. Собрания малых групп проводятся раз в неделю.

Малые группы в зависимости от организационного уровня и вида выполняемых работ могут быть проектными, модельными, тематическими и рабочими.

**Проектные группы** создаются для того, чтобы руководители верхнего и среднего уровня осуществили мероприятия по СООО и отдельным улучшениям на выбранном (модельном) оборудовании. Оборудование выбирается в соответствии с техническим состоянием, затратами на ремонт, с учетом планов по техническому перевооружению предприятия. Результаты работы проектных групп в виде конкретных инструкций, предложений, опыта реализации СООО, анализируются и используются в работе модельных групп. Главный результат проектных групп – показать принципиальную возможность достижения целей ТРМ. Проектные группы завершают свою работу до объявления о начале внедрения системы ТРМ.

**Модельные** группы создаются в каждом производственном подразделении для реализации и отработки мероприятий, полученных проектными группами. В состав модельных групп входят руководители среднего звена, специалисты, представители ремонтных служб и некоторые операторы. Перед началом работы модельных групп все участники должны пройти обучение навыкам продвижения системы ТРМ. Помощь в освоении системы ТРМ должны оказывать кураторы из числа членов модельных групп. Для каждой группы выбирается модельное оборудование. Навыки и результаты по развертыванию системы ТРМ, полученные при работе модельных групп, должны использоваться участниками рабочих групп.

**Тематические группы** ведут деятельность по продвижению системы ТРМ по отдельным направлениям. Они состоят из менеджеров и специали-

стов предприятия, разрабатывающих планы развертывания системы ТРМ и приводящих эти планы в жизнь.

Тематические группы создаются для того, чтобы осуществить в масштабах всего предприятия по каждому направлению анализ текущего состояния, постановку ближайших и долгосрочных целей, планирование деятельности, помощь участникам рабочих групп и контроль достижения намеченных целей.

Например, цель деятельности тематической группы по направлению самостоятельного обслуживания оборудования операторами – обеспечить самостоятельное содержание операторами собственного оборудования в работоспособном состоянии, тематической группы по направлению отдельных улучшений – повышение эффективности использования ресурсов всех видов за счет рационализации и снижения или сведения к нулю потерь всех видов и т. д.

Участники тематических групп должны регулярно отчитываться о проделанной работе на заседаниях Совета ТРМ.

**Рабочие группы** создаются на низовом организационном уровне, на производственных участках. Лидером группы является бригадир (звеньевой), участниками – операторы станков. Участники рабочих групп реализуют все разработанные мероприятия по системе ТРМ на конкретном оборудовании, которое используется при изготовлении продукции. Методическую помощь в работе оказывают кураторы из числа участников модельных групп. Деятельность операторов контролируется представителями тематических групп.

Ключевым элементом организационной структуры продвижения системы ТРМ является **секретариат Совета ТРМ**. Руководитель секретариата избирается членами Совета ТРМ или назначается руководством предприятия. В состав секретариата входят несколько человек из числа членов Совета ТРМ.

Секретариат ТРМ выполняет следующие функции:

- обеспечивает работу Совета ТРМ и малых групп;
- организует обучение навыкам освоения системы ТРМ на каждом уровне организации;
- поддерживает деятельность малых групп на всех уровнях предприятия;
- проводит информационные кампании с использованием досок объявлений, раздаточных материалов, плакатов, лозунгов и пр.;
- организует разработку базовых принципов, целей и генерального плана развертывания ТРМ, осуществляет контроль продвижения системы ТРМ;
- информирует о продвижении ТРМ с использованием внутрифирменных средств коммуникаций и бюллетеней ТРМ;

- готовит график проверок состояния дел на предприятии высшим менеджментом и программу освоения системы СООО;
- взаимодействует с внешними консультантами по правилам ТРМ, оценивает результаты выполненной работы и подает заявку на участие в конкурсе на присвоение звания «Лауреат ТРМ» или получения премии ТРМ.

Секретариат также отвечает за продвижение системы ТРМ в тех направлениях, для которых не созданы тематические группы.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятию «Система всеобщего производительного обслуживания оборудования» (ТРМ).
2. Назовите виды потерь в системе ТРМ.
3. Назовите направления развертывания системы ТРМ.
4. Объясните структуру коэффициента общей эффективности оборудования (ОЕЕ).
5. Назовите условия для внедрения системы ТРМ.
6. Назовите факторы повышения эффективности от внедрения системы ТРМ.
7. Какие работы выполняются на этапе отдельных улучшений производительности оборудования?
8. В чем заключается сущность системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами?
9. Какие мероприятия выполняются при реализации направления «Система планового обслуживания оборудования»?
10. Раскройте сущность методики пять вопросов «Почему?».
11. В чем сущность принципа Генриха?
12. Опишите методику 4R.
13. В чем заключается сущность системы взаимной ответственности?
14. Опишите методику «Урок на одном листе».
15. Назовите этапы развертывания системы ТРМ.
16. Приведите организационную структуру продвижения ТРМ.
17. Какие работы выполняют проектные группы?
18. Назовите цели работы модельных групп.
19. Назовите цели деятельности тематических групп.
20. На каком организационном уровне создаются рабочие группы, назовите цели и задачи их деятельности.
21. Назовите функции секретариата ТРМ.



## 6. СИСТЕМА БЫСТРОЙ ПЕРЕНАЛАДКИ

*Система быстрой переналадки оборудования* – это инструмент бережливого производства, представляющий собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования.

Следует подчеркнуть, что практически во всех случаях применение данной системы позволяет значительно сократить время переналадки, однако она не может гарантировать сокращение времени всех процессов наладки до десяти минут и менее. В свою очередь, сокращение времени переналадки дает предприятию и её рабочим множество преимуществ.

Быстрая переналадка оборудования – это русская интерпретация термина SMED (Single Minute Exchange of Dies – быстрая замена штампов). Изначально эта система была разработана для того, чтобы оптимизировать операции замены штампов и переналадки соответствующего оборудования, однако принципы быстрой переналадки можно применять ко всем типам процессов.

Разновидности SMED:

- *single-digit setup* – однозарядная переналадка. Переоснастка оборудования за время, не превышающее 10 мин;
- *one touch exchange of die* (OTED) – смена штампа в одно касание. Буквально – смена штампа одним движением, например, нажатием кнопки; в более широком смысле – очень простая процедура проведения переналадки.

Быстрая переналадка демонстрирует действительно новый взгляд на процесс переналадки. Ее создатель, Сигео Синго, посещая производства и наблюдая, что и как рабочие делают во время переналадки оборудования, понял, что все необходимые при переналадке действия можно и нужно производить за короткие отрезки времени.

Система SMED основывается как на теории, так и на многолетней экспериментальной практике. Она представляет собой научный подход к сокращению времени переналадки, который можно применить на любом предприятии и любом оборудовании

*Переналадка* – процесс подготовки оборудования к переходу от производства одного вида продукции к другому (например, штамповочного пресса, машины для литья или конвейера) путем замены деталей, пресс-форм, матриц, зажимных приспособлений и т.п.

*Время переналадки* – это промежуток между завершением производства последнего изделия предыдущей партии до выхода из производства первого годного изделия после переналадки.

Существует два фундаментально различных типа операций переналадки: внутренние и внешние.

*Внутренние операции по переналадке* – это операции, которые можно производить только на отключенном оборудовании (установка и снятие штампов).

*Внешние операции по переналадке* – это действия, которые можно выполнять без отключения оборудования (доставка новых штампов к прессу, подготовка элементов крепления и пр.).

Обычно процедуры переналадки представляются как бесконечно разнообразные, зависящие от операции и типа используемого оборудования. Однако, если проанализировать эти процессы с другой точки зрения, то можно увидеть, что все операции переналадки состоят из некоторой последовательности шагов.

При традиционном способе переналадки распределение времени обычно соответствует следующему соотношению (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Операции и их доли времени при переналадке

Операция	Доля времени, %
1. Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д.	30
2. Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д.	5
3. Измерения, установка параметров, калибровка	15
4. Пробные прогоны и корректировки	50

Применение системы быстрой переналадки позволяет значительно сократить время выполнения операций переналадки.

Рассмотрим каждую операцию переналадки подробнее.

1) *Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д.*

На данном этапе идет проверка наличия в нужном месте и пригодности к работе всех материалов и инструмента. В этот этап также включается период после обработки, в ходе которого изделия снимают с оборудования и перевозят на место хранения, время на чистку оборудования и т. д.

2) *Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д.*

На этом этапе выполняют операции снятия изделий и инструмента после завершения обработки и установки деталей и инструмента для следующей партии.

3) *Измерения, установка параметров, калибровка*

Выполняются все измерения и калибровки, которые надо производить для выполнения производственной операции – центровка, разметка и т. д.

4) *Пробные прогоны и корректировки*

Данные процедуры производятся во время обработки пробного изделия. Частота и длительность пробных прогонов и корректировки опреде-

ляются квалификацией инженера-наладчика. Самые большие сложности в операциях переналадки заключаются в правильной регулировке оборудования. Самая большая доля времени пробных прогонов связана с такими проблемами регулировки.

Подход к рационализации процесса переналадки оборудования, предлагаемый бережливым производством, представляет собой поэтапный процесс.

Этапы внедрения системы быстрой переналадки представлены на рис. 6.1.

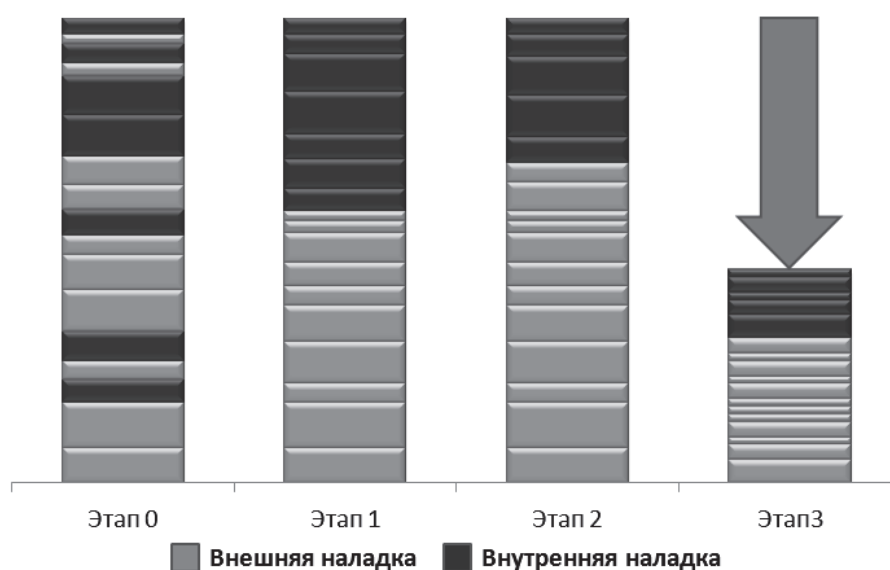


Рис. 6.1. Этапы внедрения системы быстрой переналадки

Рассмотрим подробнее каждый из этапов внедрения.

**Этап 0.** Внутренние и внешние операции явно не выражены.

При проведении переналадки по традиционной схеме внешние и внутренние операции не различаются. То, что могло бы производиться как внешняя операция, производится как внутренняя.

При внедрении системы быстрой переналадки надо очень тщательно изучать все операции на рабочем месте. Одним из подходов изучения будет непрерывный анализ производства, выполняемый с секундомером в руках.

Другая возможность – исследование фактических условий в цехе путем интервьюирования рабочих.

Лучший метод – видеосъемка всего процесса переналадки. Он будет чрезвычайно эффективен, если запись показать рабочим сразу по завершении переналадки. Если дать рабочим высказаться, то это часто дает четкое, полезное понимание проблем. Во многих случаях такое новое понимание удастся применить на практике немедленно.

Хотя многие консультанты выступают за глубокий анализ производства с целью улучшения процесса переналадки, на самом деле неофициального наблюдения и обсуждения с рабочими часто вполне достаточно.

#### Этап 1. *Разделение процедур внутренней и внешней переналадки.*

Наиболее важный шаг при внедрении данного инструмента – провести различия между внутренними и внешними действиями по переналадке. Очевидно, что подготовка деталей, обслуживание и т. д. необязательно производить с отключением оборудования. Тем не менее, удивительно, насколько часто делается именно так.

Если же провести специальные исследования по переводу как можно большего числа операций с внутренних на внешние, то время внутренних операций, выполняемых при отключенном оборудовании, обычно удается сократить на 30 – 50 %. Таким образом, четкое понимание *различий* между *внутренними* и *внешними* действиями – суть системы быстрой переналадки.

#### Этап 2. *Преобразование внутренних действий во внешние.*

На втором этапе необходимо проверить все операции с целью выяснить, не воспринимаются ли какие-либо действия ошибочно как внутренние, найти способы преобразования этих операций во внешние. Сюда можно отнести, например, операцию подогрева, которая ранее производилась только после начала переналадки, и операцию центровки, которую можно выполнить до начала производства.

Этап 3. *Упростить все элементы операции переналадки.* Хотя иногда, путем простого преобразования внутренних действий во внешние, удается уложиться менее чем за 10 мин, но в большинстве случаев это невозможно. Именно поэтому нужно сначала приложить целенаправленные усилия по упрощению всех элементарных внутренних и внешних операций. Таким образом, на этапе 3 нужен подробный анализ каждой элементарной операции.

Произвести упрощение возможных процедур переналадки можно, применив различные организационные и технологические решения.

К таким решениям относятся:

- снижение или устранение регулировочных работ;
- применение быстросъемных фиксаторов, функциональных зажимов, снижение или полное устранение крепежа;
- применение стандартного инструмента и операций;
- применение параллельных операций;
- использование дополнительных приспособлений;
- использование числовых установочных параметров;
- применение средств механизации.

Необходимо также отметить, что для более успешного внедрения системы SMED необходимо на предварительном этапе создать рабочую группу по внедрению, куда должны входить представители всех заинтере-

сованных служб предприятия, а на завершающем этапе необходимо произвести стандартизацию полученных результатов, разработать стандартные операционные процедуры для повсеместного внедрения данного инструмента на предприятии.

Появление и совершенствование технологии быстрой переналадки неразрывно связано с развитием концепции бережливого производства, а точнее Производственной системы компании Toyota. Именно на заводах этой компании в 1969 г. были предприняты первые радикальные шаги по сокращению времени переналадки оборудования.

Чтобы сократить время переналадки, необходимо не только разделить её процедуры на внутренние и внешние, но и попытаться преобразовать как можно *больше* работ по внутренней переналадке во *внешнюю*. Именно это решение позволяет существенным образом повысить эффективное время использования оборудования путем сокращения его простоев на переналадку.

Сущность технологии быстрой переналадки гораздо глубже, чем чисто техническое решение по быстрой смене инструмента или оснастки, так как именно она лежит в основе высокой гибкости и клиентской ориентированности организации, следующей принципам бережливого производства и способной без потерь производить продукцию малыми партиями.

С уменьшением удельных затрат на переналадку снижаются затраты, связанные с хранением запасов, и объем партии изделий. Чтобы понять эту взаимосвязь, обратимся к рис. 6.2.

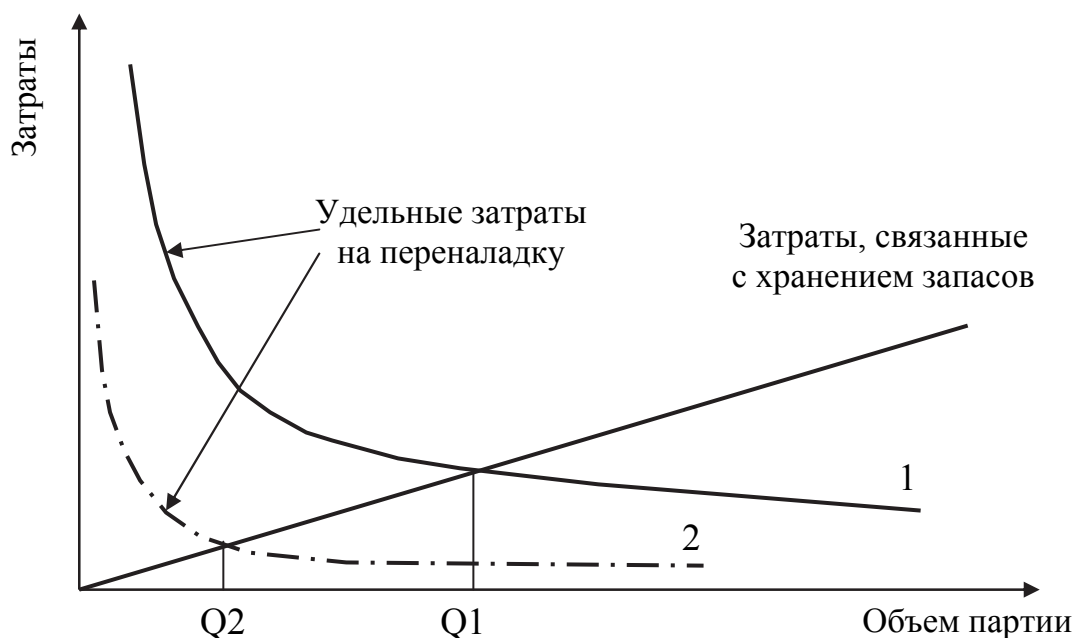


Рис. 6.2. Изменение экономически целесообразного объема партии в зависимости от затрат на переналадку

Если уровень удельных затрат на переналадку лежит в пределах кривой 1, то экономически обоснованная партия продукции находится в области пересечения этой кривой с функцией затрат на хранение запасов и равна Q1.

В случае, если удастся сократить время на переналадку до уровня кривой 2, экономически целесообразная партия продукции станет существенно меньшей и будет располагаться в области Q2.

Таким образом, освоение технологии быстрой переналадки имеет следующие преимущества:

1) позволяет стереть грани между мелкосерийным и крупносерийным производством (с точки зрения затрат времени на переналадку в расчете на одно изделие);

2) обеспечивает гибкость и ориентированность производства на заказ клиента;

3) сокращает такие потери, как:

- перепроизводство (запасы полуфабрикатов и готовой продукции);
- транспортировка и перемещение избыточных запасов;
- ожидания (простои оборудования и операторов при переналадке);
- выпуск брака (при переналадке и регулировке оборудования);
- поиски (инструмента, оснастки);

4) дает возможность повысить эффективность производства за счет:

- сокращения потерь;
- выпуска продукции мелкими партиями, т. е. «под заказ»;
- сокращения потребности в высококвалифицированных наладчиках;
- развития и использования творческого потенциала сотрудников.

## **Контрольные вопросы**

1. *Дайте определение понятию «система быстрой переналадки (SMED)».*

2. *Кто разработал теоретические основы и применил на практике систему быстрой переналадки оборудования?*

3. *Дайте определения понятий «внешние» и «внутренние» операции по переналадке оборудования.*

4. *Назовите этапы реализации системы SMED.*

5. *Какие решения применяются для снижения времени переналадки оборудования?*

6. *Как связаны удельные затраты на переналадку, затраты на хранение запасов с объемом партии изделий?*

7. *Назовите преимущества использования системы SMED.*

## 7. СИСТЕМА «КАНБАН»

Система «Канбан» – это система управления, реализующая основной принцип производственной системы «Точно вовремя» – производить только необходимую продукцию в требуемом количестве и в нужное время.

На японском языке слово «канбан» обозначает «бирка» или «знак». Канбаном называется контрольная *карточка*, используемая при вытягивающем производстве. Это своеобразный наряд-заказ на выполнение работы, который сопровождает любое изделие. Каждая такая карточка прикрепляется к детали или узлу, информируя о том, откуда поступила та или иная деталь и куда она должна быть перемещена дальше.

Канбан является средством информационной системой, которая объединяет завод в единое целое, устанавливает связи между различными процессами и координирует поток создания ценности в соответствии с потребительским спросом.

Канбан содержит информацию, которая может быть разделена на три категории:

- информация о получении продукции;
- информация о транспортировке;
- информация о самой продукции.

Таким образом, можно выделить следующие функции канбан:

- 1) Предоставляет информацию о месте и времени получения и транспортировке продукции.
- 2) Предоставляет информацию о самой продукции.
- 3) Предотвращает перепроизводство и использование лишнего транспорта.
- 4) Используется в качестве заказа на работу.
- 5) Предотвращает производство дефектной продукции, выявляя, на каком именно этапе появляются дефекты.
- 6) Обнаруживает существующие проблемы и помогает контролировать объемы производства.
- 7) Является средством предоставления информации, которая связывает предыдущий и последующий процессы на каждом уровне.

Существует два вида системы «Канбан»: тарный и бумажный.

1) Тарный канбан представляет из себя единицу тары, на которой находится бирка канбан. Бирка на контейнере закреплена жестко и имеет следующее содержание:

- наименование детали;
- номер детали;
- количество деталей;
- адрес получателя детали;
- адрес отправителя детали.

Недостаток тарного канбана – требуется дополнительное количество тары на каждую единицу детали или комплектующего изделия при создании склада.

2) Бумажный канбан представляет из себя карточку, на которой указываются:

- адрес отправителя детали;
- наименование детали, номер детали, количество деталей или комплектующих изделий, необходимое для поставки по адресу получателя;
- адрес получателя детали.

На карточке может быть помещен штрих-код для считывания или автоматического выставления счета.

Карточки, в зависимости от назначения, могут иметь различную окраску.

Помимо карточек в роли канбан могут выступать треугольные металлические таблички, цветные шары, электронные сигналы или любые другие средства, способные передать требуемую информацию и защищающие её от искажения.

Независимо от формы, канбан выполняют в производстве две функции. С помощью канбан получают указания на производство или перемещение изделий.

В первом случае используется канбан *производства* (канбан изготовления или канбан производственного заказа). Во втором – канбан *отбора* (канбан перемещения или канбан изъятия).

*Канбан производства* (Production Kanban) сообщает предыдущему процессу вид и количество продукции, которую надо изготовить для следующего процесса. В простейшем виде канбан обозначает один контейнер деталей, который предыдущий процесс изготовит для супермаркета изделий, нужных последующему процессу.

*Канбан отбора* (Withdrawal Kanban) дает разрешение на передачу изделий следующему процессу. Часто этот вид канбан принимает две формы:

- *внутренний* канбан, или *межпроцессный* канбан (для изъятия изделий из внутренних процессов);
- канбан *поставщика* (для изъятия материалов или комплектующих изделий у внешнего поставщика).

На рис. 7.1 представлен пример карточки отбора. В карточке отбора указываются вид и количество изделий, которые должны поступить с предшествующего участка.



Супермаркет Шифр 337-40 Стеллаж №21 изделия		Предшествующий участок
Код 337.1111055-20 детали		
Наименование кулачковый вал детали		
Вместимость тары	Код тары	Последующий участок
4	7456-4132	
		Участок сборки

Рис. 7.1. Пример карточки отбора

На рис. 7.2 представлен пример карточки производственного заказа. В карточке производственного заказа (карточка заказа) указаны вид и количество продукции, которая должна быть изготовлена на предшествующей технологической стадии.

Супермаркет Шифр 337-40 Стеллаж №21 изделия		Продуктовый центр кулачковый вал
Код 337.1111055-20 детали		
Наименование кулачковый вал детали		
Объем партии	20	

Рис. 7.2. Пример карточки производственного заказа

В случае изготовления изделий крупными партиями используется *сигнальный* канбан, который прикрепляется к контейнеру с партией изделий.

Если детали из контейнера взяты до уровня, обозначенного прикрепленной карточкой, то начинает действовать заказ на их пополнение.

Существует два типа сигнальных карточек: *треугольная* (рис. 7.3) и *прямоугольная* (рис. 7.4).

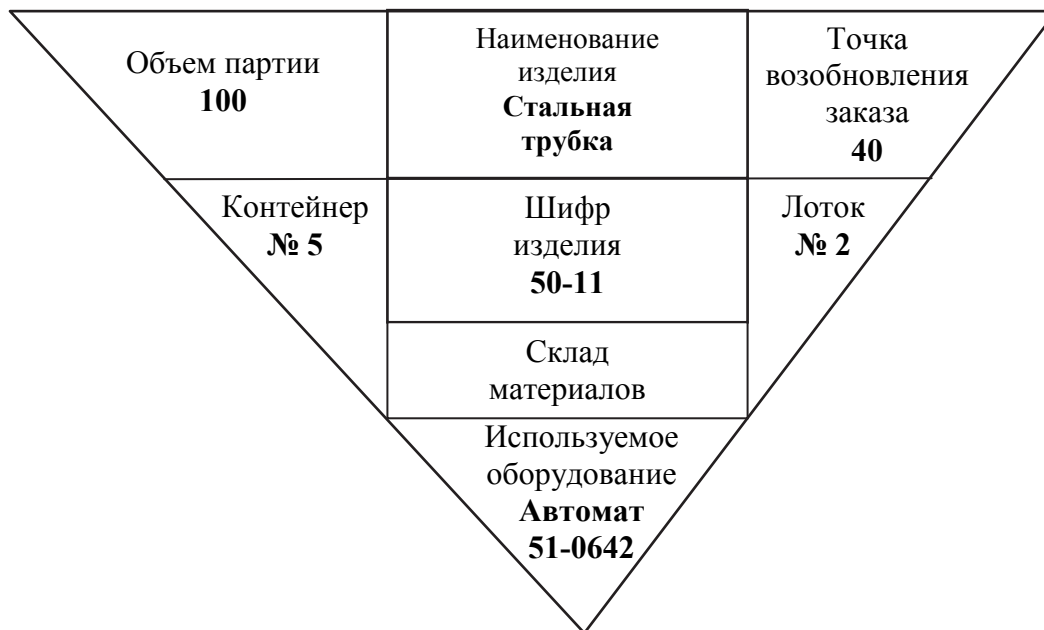


Рис. 7.3. Треугольная карточка – сигнальный канбан

Сигнальные карточки сигнализируют о возобновлении заказа. Треугольные сигнальные карточки используются для заказа деталей, с помощью четырехугольной делаются заявки на материалы.

Предшествующий участок	Склад материалов	→	Автомат 51-06442	Последующий участок
Шифр изделия	Ст 45		Наименование изделия	Трубка
Размер изделия	2000×40×6		Емкость лотка	20
Объем партии	100		Номер контейнера	5

Рис. 7.4. Сигнальный канбан на отпуск материалов

Сигнальные треугольные карточки используются совместно с обычными четырехугольными карточками заказа. В этом случае к каждому контейнеру с деталями полагается своя карточка заказа, и одновременно треугольные карточки размещаются в ячейках на пункте возобновления заказа.

Карточки «канбан-экспресс» применяются в том случае, если ощущается нехватка какой-то детали. Хотя известные карточки отбора и заказа решают ту же проблему, экспресс-карточка вводится в действие только при чрезвычайных обстоятельствах, например, когда надо доукомплектовать отбракованные узлы, при поломке станков, необходимости временно увеличить объем производства. Этот вид карточек может быть оформлен как карточки отбора или карточки заказа. Карточки изымаются сразу после доставки необходимых деталей.

Если две или более операции связаны между собой настолько, что могут рассматриваться как единая технологическая стадия, то необходимость обмениваться карточками канбан между ними отпадает. В подобном случае для этих процессов применяется единая карточка канбан, которую называют *сквозной*. Этот вид карточек может применяться на производственных линиях механической обработки, где каждое готовое изделие должно немедленно передаваться по транспортеру в дальнейшую обработку. Кроме того, эти карточки могут использоваться на таких производственных участках, как термообработка, нанесение гальванопокрытий, окраска.

Единая карточка отбора может также использоваться и как карточка производственного заказа, если два участка размещены рядом и за оба отвечает один и тот же мастер.

В системе «Канбан» на предыдущих этапах производства выпускается ровно столько деталей, сколько было изъято последующим процессом. Закончив один процесс, рабочие изымают детали у предыдущего процесса. Они берут столько, сколько нужно, и тогда, когда нужно. Сигналом для изъятия служит заказ потребителя. Такая система производства называется вытягивающей.

Для реализации принципа «точно вовремя» с помощью карточек канбан необходимо соблюдать ряд правил.

*Правило 1.* Последующий технологический этап должен «вытягивать» необходимые изделия с предшествующего этапа в необходимом количестве, в нужном месте и строго в установленное время.

*Правило 2.* На участке производства выпускается такое количество изделий, какое «вытягивается» последующим участком.

*Правило 3.* Бракованная продукция никогда не должна поступать на последующие производственные участки.

*Правило 4.* Число карточек канбан должно быть минимальным.

*Правило 5.* Карточки канбан должны использоваться для приспособления производства к небольшим колебаниям спроса на продукцию.

Для внедрения системы «Канбан» необходимо формирование новой схемы работы складов:

- склад должен быть по возможности один и максимально приближен к рабочему месту;

- работа склада формируется по принципу магазина самообслуживания – транспортировщик движется по складу и сам собирает в тележку необходимые детали и сборочные единицы;
- детали и комплектующие в нужном количестве должны быть подготовлены для транспортировщика кладовщиком, одним из важных фактов является отсутствие пересчета.

Схема реализации системы «Канбан» представлена на рис. 7.5.

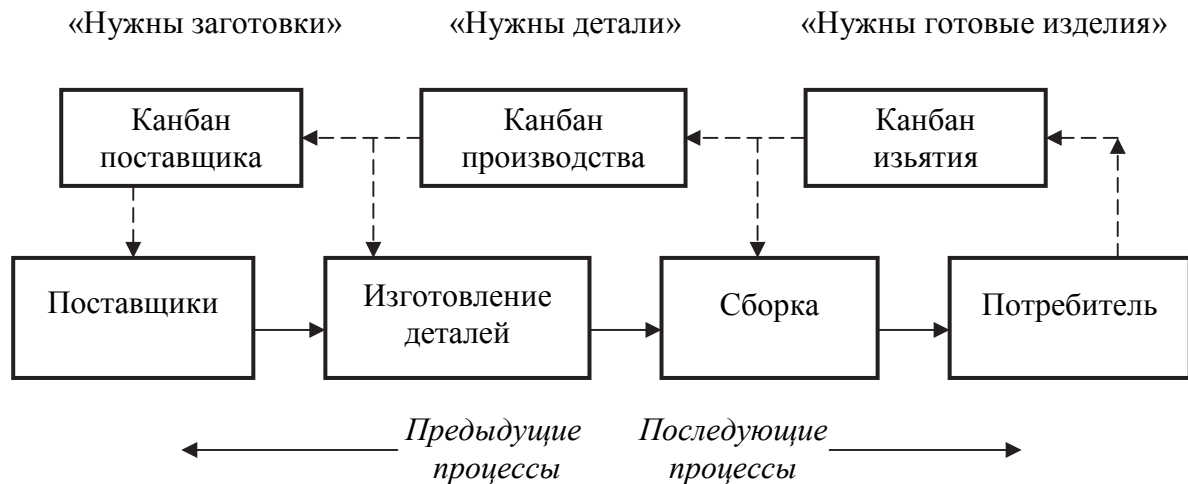


Рис. 7.5. Схема реализации системы «Канбан»

Применительно к бережливому производству метод «вытягивания» противопоставляется методу «выталкивания», при котором количество произведенной продукции зависит от прогнозируемых продаж.

Вытягивающая система обеспечивает более гибкий подход к производству, чтобы производить только необходимую продукцию в требуемом количестве и в нужное время. Такой подход позволяет избежать перепроизводства – основного источника потерь. Конечной целью в вытягивающей системе является достижение нуля канбанов, когда устраняется незавершенное производство. Другими словами, именно заказ покупателя запускает непрерывный производственный поток. В идеале в вытягивающей системе производственный процесс всегда совершенствуется.

Места хранения деталей, комплектующих, узлов и готовой продукции в системе «Канбан» называются *супермаркетами* – они работают по такому же принципу: возобновление предметов хранения осуществляется по мере необходимости и только в нужном количестве.

Такую систему также называют системой возмещения (восполнения) или вытягивающей системой типа *a*.

Супермаркеты располагают рядом с производственным участком (рис. 7.6).

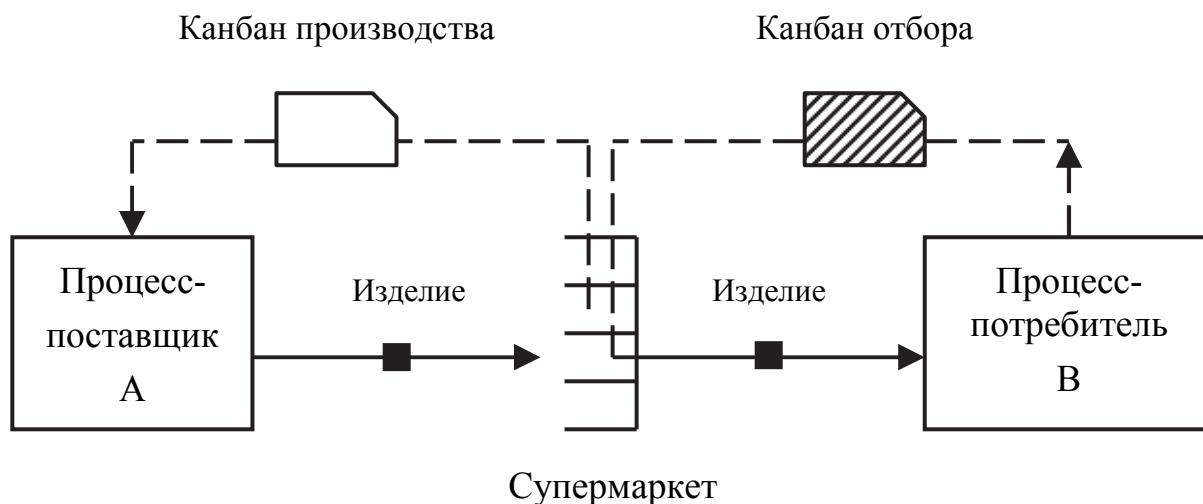


Рис. 7.6. Схема движения канбан с использованием супермаркета

В вытягивающей системе супермаркета на каждой стадии имеется склад – супермаркет, в котором хранится определенный объем каждого вида изготавливаемой на этой стадии продукции. На каждой стадии производится столько изделий, сколько было изъято из супермаркета. Канбан производства дает сигнал производству деталей, а канбан отбора – это список деталей, который указывает сотруднику, какие детали надо получить и доставить.

Недостатком вытягивающей системы супермаркета является то, что на каждой производственной стадии следует поддерживать запас всех видов производимых деталей, поэтому если это число велико, то практически реализовать данную систему невозможно.

В случае производства большого объема продукции и постоянства технологического процесса для всего семейства выпускаемых продуктов лучше использовать последовательную вытягивающую систему (вытягивающую систему типа *b*) которая основана на использовании метода ФИФО (FIFO – First In, First Out) – «Первым вошел – первым вышел».

При реализации этого метода деталь, первая поступившая на хранение или на обработку, первой выходит со склада или из процесса.

Метод ФИФО можно представить в виде наклонного желоба или транспортера, которые вмещают строго определенный объем заготовок или деталей. Процесс-поставщик заполняет желоб изделиями сверху, а процесс-потребитель изымает изделия внизу. Если желоб заполняется и больше места нет, то поставщик должен приостановить свою работу до тех пор, пока потребитель не использует некоторую часть изделий. Метод ФИФО позволяет предотвратить перепроизводство, так как изъятие одной детали из очереди автоматически сигнализирует процессу-поставщику, что надо изготовить дополнительно одну деталь.

Схема использования метода ФИФО представлена на рис. 7.7.

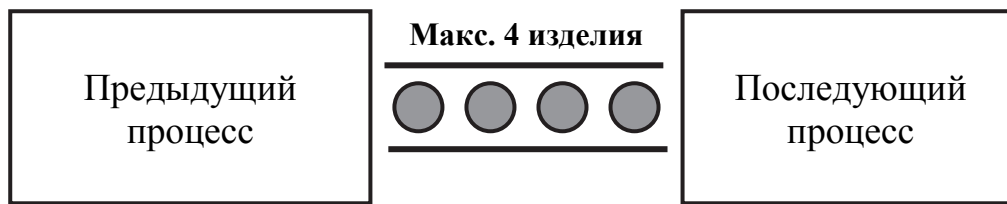


Рис. 7.7. Пример очереди ФИФО, в которой находятся четыре изделия

Применение последовательной вытягивающей системы позволяет снизить количество запасов; уменьшить риски срыва сроков исполнения заказа; упростить управление, а также быстрее выявить процесс, лимитирующий общую производительность системы.

Вытягивающую систему супермаркета и последовательную вытягивающую систему можно применять в комбинации в виде смешанной системы (вытягивающей системы типа *c*). Смешанная система может применяться в тех случаях, когда действует правило 80:20, т. е. когда небольшая доля видов деталей (примерно 20 %) составляет примерно 80 % ежедневного объема производства.

Планирование при применении системы «Канбан» состоит из следующих этапов:

- Этап 1. Определение количества карточек.
- Этап 2. Расчет времени такта.
- Этап 3. Определение количества операторов.
- Этап 4. Выравнивание производства.

Применение системы «Канбан» требует точного расчета необходимого количества карточек. Имеется несколько методов расчета карточек. В случае двухкарточной системы определяют количество карточек отбора и карточек производственного заказа. Сколько карточек – столько контейнеров (поддонов) с изделиями, циркулирующими между участками снабжения и потребления.

Емкость одного контейнера определяет минимальный уровень производственного запаса, поэтому их количество однозначно отражает потребность в изделиях. Количество контейнеров рассчитывается исходя из времени выполнения заказа. Достаточным считается количество карточек, необходимых для покрытия ожидаемого спроса в течение времени выполнения заказа, плюс некоторое дополнительное резервное количество.

Количество карточек канбан можно рассчитать по формуле

$$n = \frac{DT(1+S)}{C},$$

где  $n$  – количество карточек;  $D$  – среднее количество деталей, потребляемых последующим участком в единицу времени;  $T$  – время выполнения заказа;  $S$  – резервный запас, выраженный в процентах относительно ожидаемого спроса за время выполнения заказа (обычно 10 %);  $C$  – емкость тары.

Важной характеристикой управления производством является время такта.

**Время такта** (takt time) – промежуток времени, в течение которого потребитель хочет получать единицу годной продукции.

Время такта вычисляется путем деления суммарного полезного рабочего времени за смену (в секундах) на объем спроса продукции за смену (в штуках):

$$t = \frac{T_c}{V},$$

где  $T_c$  – рабочее время в смену, с;  $V$  – спрос продукции за смену, шт.

Время такта – это не постоянная величина, она варьируется в зависимости от колебаний спроса. Время такта работает как замедляющее или ускоряющее управление системой, позволяя планировать производство в соответствии со спросом. Когда заказов много, время такта сокращается, когда заказов мало, время такта увеличивается. Без времени такта любые проблемы с производством или спросом будут скрыты из-за колебаний объемов производства и вмешательства со стороны менеджеров. С помощью времени такта все узкие места внутри и за пределами процесса становятся понятны и управляемы.

**Время цикла** (cycle time) – время, требуемое для выполнения одного операционного цикла. Время цикла измеряется на основе наблюдений, т.е. это реально существующая величина, в отличие от времени такта.

Когда время цикла каждой операции в процессе становится точно равно времени такта, возникает поток единичных изделий.

Если расчетное значение времени такта оказывается слишком малым или чересчур большим для установления разумных темпов изготовления продукции, то применяют другую характеристику скорости потока, которую называют питч.

**Питч** – это период, который при известном времени такта требуется для того, чтобы изготовить такое количество продукции, которое помещается в один контейнер (упаковку).

Питч равен времени такта, умноженному на число готовых изделий, помещающихся в контейнере или упаковке.

Объем потребительского спроса за смену определяется по формуле

$$V = \frac{W}{Q},$$

где  $W$  – спрос продукции за месяц, шт.;  $Q$  – рабочее время за месяц, с.

Оптимальное количество рабочих определяется по формуле

$$p = \frac{\text{Ц}}{t},$$

где  $\text{Ц}$  – общее время цикла, с;  $t$  – время такта, с.

**Применение выравнивания производства** (Хейдзунка). Хейдзунка представляет собой выравнивание производства как по объему, так и по номенклатуре. Чтобы предотвратить резкие колебания, продукция выпускается не в порядке поступления заказов потребителя. Сначала в течение некоторого времени собираются заказы, после чего их выполнение планируется таким образом, чтобы каждый день производить одинаковый ассортимент продукции в одинаковом количестве.

Выравнивание производства номенклатуры продукции означает равномерное распределение производства различных продуктов по всему временному интервалу.

Чем сильнее выравнивание производства различных продуктов в задающем ритм процессе, тем больше возможности выполнить различные запросы потребителя за короткое время цикла заказа, хотя запасы готовых товаров удастся поддерживать небольшими.

Выравнивание производства разных видов продукции требует более частых переналадок. Плюсом будет устранение массы потерь в потоке создания ценности. Реализация выравнивания – это предпосылка устранения *мура*, а это, в свою очередь, необходимо для устранения *мури* и *муда*.

Выравнивание реализуется с помощью ящика хейдзунка, представляющего собой совокупность горизонтальных и вертикальных рядов ячеек (рис. 7.9), причем каждый *горизонтальный* ряд характеризует определенный вид продукции (один вид деталей). Каждый *вертикальный* ряд обозначает интервал времени (всегда одинаковый) для изъятия карточек канбан в заданном темпе. Например, смена начинается в 7.00 утра, интервал изъятия канбан – 20 мин. Это частота, с которой изымается канбан из ящика и распределяется по производственным процессам. Поскольку каждая ячейка задает темп движения материального и информационного потоков, каждый канбан в ячейке характеризует один питч производства одного вида продукции. Для продукта А питч составляет 20 мин, и в каждой ячейке находится по одному канбан. Для продукта В питч равен 10 мин, поэтому в каждой ячейке находится по два канбан. Питч продукта С составляет 40 мин, поэтому канбан расположены в каждой второй ячейке. Продукты D и E изготавливаются в результате одного и того же процесса, питч которого равен 20 мин, а соотношение спроса на продукт D и продукт E составляет 2 : 1. Поэтому канбан для продукта D расположены в ячейках, соответствующих первым двум промежуткам смены, а канбан для продукта



Е – в ячейке, соответствующей третьему промежутку времени, и т. д. в той же последовательности.

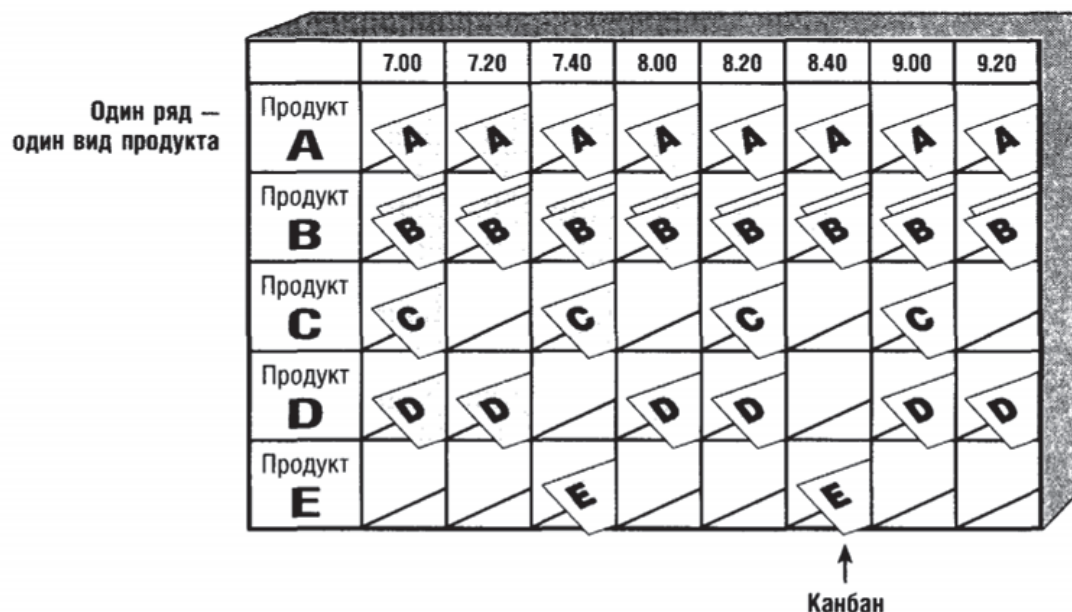


Рис. 7.9. Пример ящика хейдзунка

Канбан лучше всего внедрять тогда, когда в компании уже применяют вытягивающую систему и практикуют мелкосерийное производство, а именно поток единичных изделий и ячеечное производство. Если эти методы работают, то *канбан* превращается в информационную систему, при помощи которой ячейки образуют единое целое, а процессы становятся более согласованными. В том случае, когда внедрение вытягивающей системы не является особой целью предприятия, решение этих проблем может быть весьма затруднено. Если спрос на продукцию компании непостоянен (это в особенности касается сезонных продуктов) и производственный процесс вряд ли выиграет от внедрения мелкосерийного производства, применение системы «Канбан» может быть неэффективным, а порой и ненужным.

Для успешного функционирования системы «Канбан» необходимо, чтобы технологическое оборудование было в работоспособном состоянии, что обеспечивается применением системы ТРМ.

Канбан – это метод визуального управления, успех которого во многом зависит от дисциплины рабочих и понимания важности начинаний, заложенных системой 5S. Надежным фундаментом, обеспечивающим прочность системы вытягивающего производства, является визуальное рабочее место. Правильно организованное рабочее место начинается с внедрения основ 5S и содержания рабочего места в порядке, установки подвесных знаков, постоянных улучшений, выполняемых всеми рабочими.

Внедрение системы «Канбан» на предприятии выполняется в несколько этапов.

Этап 1. Определение (а) текущего состояния системы пополнения запасов, (б) рекомендованного будущего состояния системы «Канбан» и (в) примерной выгоды от внедрения этой системы. Представление полученных данных и рекомендаций руководству, получение одобрения для перехода к следующему шагу и назначение ответственного из числа руководства.

Этап 2. Выбор лидера группы.

Этап 3. Формирование межфункциональной группы по разработке и внедрению системы.

Этап 4. Разработка своей системы «Канбан».

Этап 5. Составление подробного плана этапов внедрения.

Этап 6. Выполнение подробного анализа затрат и результатов.

Этап 7. Получение одобрения руководства на внедрение системы.

Этап 8. Определение набора измеряемых параметров.

Этап 9. Запуск пилотной программы разработки системы в ручном режиме.

Этап 10. Программирование необходимых мощностей.

Этап 11. Выбор вариантов канбан и определение размеров резервных запасов.

Этап 12. Введение в систему дистрибьюторских центров компании.

Этап 13. Реализация проекта на производстве.

Этап 14. Реализация проекта для базы снабжения.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Дайте определение понятия системы «Канбан».*
- 2. Назовите функции карточек канбан.*
- 3. Назовите правила реализации системы «Канбан».*
- 4. Назовите виды карточек, применяемых в системе «Канбан».*
- 5. Какая информация указывается в карточках?*
- 6. Каково назначение карточки заказа?*
- 7. Каково назначение сигнальных карточек?*
- 8. Каково назначение треугольных карточек?*
- 9. Объясните схему реализации системы «Канбан».*
- 10. В чем заключается сущность метода супермаркета?*
- 11. В чем сущность метода ФИФО?*
- 12. Дайте определение понятию «питч».*
- 13. В чем сущность метода выравнивания?*
- 14. Назовите этапы внедрения системы «Канбан».*

## 8. СИСТЕМА БЕЗДЕФЕКТНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

На предприятиях Японии используется программа обеспечения качества продукции, получившая название «пять не». Она сформулирована в виде коротких правил:

- *не создавать* условия для появления дефектов;
- *не передавать* дефектную продукцию на следующую стадию;
- *не принимать* дефектную продукцию с предыдущей стадии;
- *не изменять* технологические режимы;
- *не повторять* ошибок.

В рамках бережливого производства данные требования выполняются с помощью системы бездефектного изготовления продукции (ZQC – Zero quality control) – управление качеством, ориентированное на достижение нуля дефектов. «Ноль дефектов» означает нулевой уровень дефектности, т. е. выпуск продукции без брака.

Концепция бездефектного изготовления продукции разработана в Японии Сигео Синго и внедрена на предприятиях «Yamaha Electric» в 1961 – 1964 гг. Она отличается от мероприятий, предложенных Ф. Кросби (США) и разработанных в СССР для обеспечения бездефектного изготовления продукции.

С. Синго пришел к выводу, что общепринятая система статистического контроля не предупреждает брака. Конечно, с ее помощью можно было предсказать степень вероятности появления очередного дефекта, однако это было бы лишь констатацией фактов. С. Синго решил внедрить элементы управления в сам процесс. Ведь брак появляется в результате ошибок людей. Ошибки, конечно же, неизбежны, но их можно предотвратить, создав станки и инструменты с обратной связью. С. Синго отделил причину от следствия – ошибку от дефекта, гарантировав 100%-е качество продукции. Ведь проверка качества велась отныне не методом проб образцов на столе ОТК, а непосредственно у станка на всех без исключения изделиях. Результаты не замедлили сказаться.

Система направлена не на поиск и наказание виновных, а на предотвращение дефектов: поскольку персонал и оборудование не всегда работают безупречно. Следует предотвращать условия, в которых могут возникнуть дефекты, и не допускать, чтобы случайные ошибки отражались на качестве изделий.

Система обеспечивает бездефектное изготовление продукции за счет соблюдения оптимальных условий производства и выполнения операций, позволяет устранить затраты, вызванные браком и необходимостью переделки.

Причинами возникновения дефектов при изготовлении изделий являются:

- 1) отклонения от стандартов или установленного порядка работ;
- 2) нарушение последовательности выполнения операций;
- 3) нарушение технологических режимов;
- 4) использование некачественных материалов, заготовок, деталей и комплектующих;
- 5) техническое состояние оборудования и технологической оснастки;
- 6) случайные ошибки исполнителей.

В системе бездефектного изготовления продукции предупреждение ошибок возможно за счет применения четырех элементов.

1) *Контроль у источника ошибок* – предотвращает возникновение ошибок, которые могут привести к дефектам, и гарантирует незамедлительное установление обратной связи до начала обработки, поэтому ошибки не превращаются в дефекты.

2) *Сплошной контроль* – проверка качества каждого изделия.

3) *Быстрая обратная связь* – позволяет устранить выявленные ошибки сразу же, а не тогда, когда на этапе обработки уже будет изготовлено много изделий с дефектами или когда условия обработки изменятся, и анализ текущей ситуации ничего не даст.

4) *Применение устройств, предупреждающих появление ошибок*, – не самоконтроль работы операторами, а применение встроенных в оборудование устройств, предотвращающих ошибки.

Высокий уровень качества изготовления изделий обеспечивается реализацией метода *дзидока*.

*Дзидока* (jidoka) – встраивание качества в производственный процесс, метод, применяемый для сокращения дефектов, брака, отходов и переделки исправимого брака. Используется как средство повышения качества, сокращения расходов на сырье и затрат времени и ресурсов на исправление дефектов.

Метод включает в себя несколько инструментов:

1) *Пока-ёкэ* (Рока-уоке) – защита от ошибок / защита от непреднамеренного использования, метод, благодаря которому операцию можно выполнить только одним правильным способом и дефект просто не может образоваться.

2) *Автономизация* (autonomation) – привлечение человеческого интеллекта в автоматы, способные самостоятельно обнаружить первый дефект, после чего сразу остановиться и сигнализировать о том, что возникла проблема.

3) *Анализ первопричин* – поиск причины возникновения дефекта.

4) *Контроль у источника ошибок* – перенос контроля с готовой продукции на процесс.

5) *Организационная и операционная стандартизация* – доступное описание правильного выполнения критичных и важных с точки зрения качества операций.

Главный принцип: при появлении брака технологический процесс останавливается до выявления причин и их устранения. Каждый рабочий не только имеет право остановить процесс, но и обязан это сделать, если не обеспечивается его нормальное выполнение.

Метод *пока-ёкэ*, разработанный С. Синго, позволяет предотвращать появление дефектов, в то время как статистические методы способны лишь распознавать их и измерять, он является основой бездефектного изготовления продукции.

Для всех вышеперечисленных причин возникновения дефектов, за исключением последней, могут быть применены корректирующие и предупреждающие действия. Предотвратить же ошибки операторов достаточно трудно. Цель *пока-ёкэ* – найти способы защиты от непреднамеренных ошибок.

Существует два типа устройств *пока-ёкэ*, различающихся по принципу обнаружения ошибок:

- *контролирующее* – срабатывание устройства *пока-ёкэ* приводит к остановке обработки на станке или линии для устранения проблемы;
- *предупреждающее* – срабатывание устройства *пока-ёкэ* приводит к включению звуковой или световой сигнализации, чтобы привлечь внимание рабочего.

Контролирующее устройство *пока-ёкэ* – мощное корректирующее устройство, поскольку с его помощью останавливается процесс до устранения дефектных условий. Предупреждающее устройство *пока-ёкэ* допускает продолжение обработки, приводящей к дефектам, если рабочие не реагируют на сигналы. Выбор того или иного типа устройства *пока-ёкэ* определяется частотой появления дефектов и возможностью их исправления после возникновения. В большинстве случаев контролирующее устройство *пока-ёкэ* является наиболее выгодным.

Существует три типа контролирующих устройств *пока-ёкэ* с точки зрения методов их установки относительно деталей:

1) *метод контакта* способствует выявлению дефектов с помощью наличия/отсутствия контакта устройства *пока-ёкэ* с определенной частью детали, таким образом контролируется форма или размер изделия (иногда намеренно вводятся небольшие изменения формы или размера, чтобы облегчить выявление дефектов). Метод также используется для определения отклонений в цвете;

2) *метод фиксированного значения* способствует определению, сделано ли требуемое число движений;

3) *метод шагов-движений* позволяет отслеживать, выполнены ли установленные шаги или движения.

Существует два типа операций контроля, на которых можно применять устройства пока-ёкэ:

- *сенсорный контроль* – здесь высока роль человеческого фактора; например, при определении насыщенности цвета, яркости покрытия и т.п.;
- *физический контроль* – не полагающийся на человеческие ощущения, а использующий различные обнаруживающие приборы (датчики). Если меры физического контроля применимы, они должны быть встроены в устройство пока-ёкэ, или, что еще лучше, в некоторые средства контроля источника или самоконтроля. Поскольку последующий контроль обнаруживает дефекты лишь после их возникновения, его следует использовать для случаев, где возможен только сенсорный контроль. Более того, его внедрение оправданно тогда, когда по техническим или экономическим причинам невозможно применить контроль источника и самоконтроль.

Само устройство пока-ёкэ относится не к системе контроля, а к методу обнаружения дефектов или ошибок, используемому с конкретной контрольной функцией. Контроль – это цель, а пока-ёкэ – только метод.

Можно отметить следующие примеры защиты от ошибок:

- детали сборочных узлов и агрегатов проектируются таким образом, чтобы исключить ошибки при сборке (установка деталей не той стороной, не в той последовательности и пр.);
- форма штекера и гнезда кабеля не позволяет выполнить соединение неправильно;
- на станках устанавливаются датчики, подающие сигнал при неправильной установке заготовки или детали;
- на сверлильном станке устанавливается устройство, учитывающее число просверленных отверстий;
- при работе с компьютерной техникой различные пароли следует вводить дважды или для подтверждения выполнения действия требуется дать дополнительную команду.

Обеспечение высокого качества изготовления продукции требует активного участия персонала, в частности в работе «кружков качества».

*Кружок качества* (кружок контроля качества) – группа работников предприятия, регулярно собирающихся на добровольных началах для выявления проблем, влияющих на эффективность производства и качество продукции, и подготовки предложений по их устранению.

Принципы работы кружков качества были разработаны профессором К. Исикава. В мае 1962 г. был зарегистрирован первый кружок качества на заводе государственной телефонно-телеграфной компании Nihon Denden Kosha в г. Мацуяма. В настоящее время в Японии зарегистрировано свыше 750 тыс. кружков качества.

Основные задачи кружков качества:

- содействие совершенствованию и развитию предприятия;
- создание здоровой, творческой и доброжелательной атмосферы в подразделениях;
- всестороннее развитие способностей работников и ориентация на использование этих возможностей в интересах фирмы.

Основные принципы организации кружков качества:

- добровольность;
- саморазвитие;
- взаиморазвитие;
- коллективное участие;
- непрерывность функционирования;
- групповая работа;
- постоянное использование «инструментов качества»;
- взаимосвязь с рабочим местом;
- укрепление духа новаторства и творческого поиска;
- осознание важности постоянного совершенствования качества.

Кружок качества представляет собой группу рабочих одного производственного участка: число участников обычно от 4 до 8 человек. Большая численность, как показывает опыт, не дает возможности «выразиться» каждому участнику. Кружок собирается, как правило, 1 – 2 раза в неделю в рабочее время (а часто и в нерабочее) на 1 – 1,5 ч.

Основное отличие таких кружков от индивидуального рационализаторства не только в коллективной работе, но и в ее целенаправленности, а главное – в существовании единой методической базы. Все члены кружков обучаются методам статистического контроля качества, анализа проблем и выработки оптимальных решений. В итоге появляется возможность содержательно анализировать производственные проблемы, оценивать влияние каждой из них на качество и эффективность работы, разрабатывать конкретные решения и проводить их в жизнь с помощью администрации предприятия.

Однако результаты деятельности кружков контроля качества не исчерпываются прямым экономическим эффектом. Гораздо более важен косвенный эффект, выражающийся созданием морально-психологического климата, способствующего активизации деятельности рабочих по совершенствованию организации труда на собственном участке. Использование японскими фирмами системы материальных и моральных стимулов, и навязчивая пропаганда сформированных стереотипов поведения исподволь приучают к необходимости интенсивного труда с высоким качеством.

Основные функции кружков качества в бережливом производстве представлены на рис. 8.1.

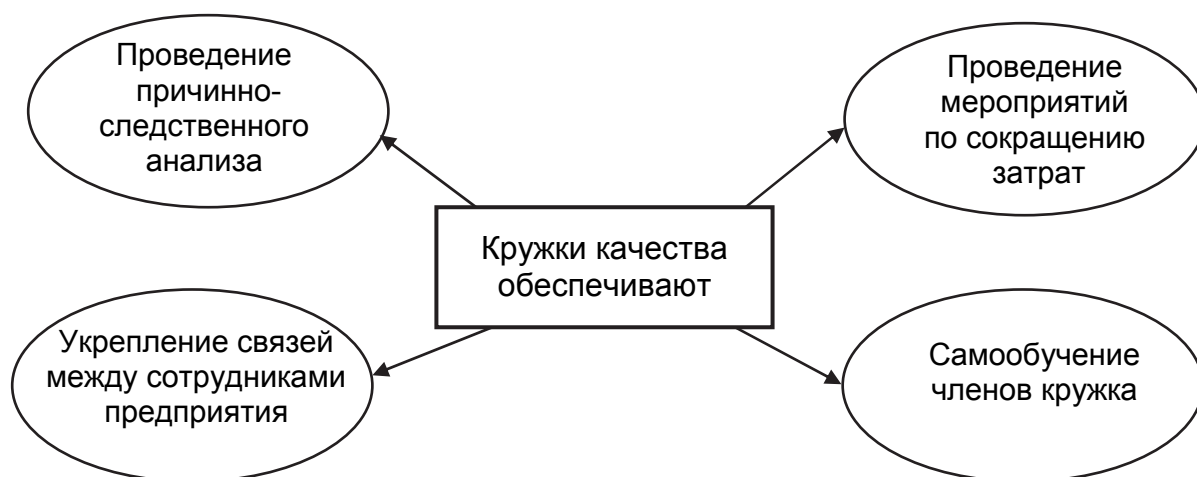


Рис. 8.1. Функции кружков качества

При оценке качества при изготовлении изделий широко используются статистические методы, в частности, элементарные методы.

К элементарным методам относятся так называемые «Семь простых инструментов качества»:

1) *контрольные листки* – предназначены для сбора данных. В них заносится информация о контролируемом параметре или дефектах изделия, или о причинах дефектов и т. д. Контрольные листки могут применяться как при контроле по качественным, так и при контроле по количественным признакам;

2) *гистограммы* – столбиковые диаграммы, показывающие количественную оценку частоты попадания зарегистрированных событий в установленные интервалы. По виду гистограммы можно анализировать форму и параметры распределения, однородность зарегистрированных данных. Гистограммы используются для представления структуры и характера изменчивости данных, которые трудно заметить при их табличном представлении;

3) *причинно-следственная диаграмма* (диаграмма Исикавы) – отображает зависимость между следствием и его потенциальными причинами (причинно-следственный анализ). Используется для определения и структурирования факторов, влияющих на процесс;

4) *диаграмма Парето* – обеспечивает простой графический способ классификации причин от наиболее до наименее важных;

5) *диаграмма рассеяния (разброса)* – представляет собой графическое отображение взаимосвязи между различными видами данных. Используется для качественной оценки взаимосвязи между данными;

6) *расслоение (стратификация) данных* – представляет собой группировку данных в зависимости от источников и условий их получения. Расслоение помогает выяснить причину появления дефекта, если обнаруживается различие данных между «слоями» (стратами);



7) *контрольная карта* – является графическим представлением данных из выборки, которые периодически берутся и наносятся на график через определенные промежутки времени. Нанесенные на график данные сравниваются с контрольными границами. Точка графика, находящаяся вне области контрольных границ, дает сигнал о возможном изменении процесса. Наиболее широко используемый вид контрольных карт – карты Шухарта.

Простые методы предназначены для анализа и контроля качества непосредственно на рабочем месте и ориентированы в первую очередь на работников, не имеющих специального образования.

Для разрешения проблем, связанных с качеством изготовления продукции, можно использовать методику восьми дисциплин (8D). Его эффективность связана с тем, что он включает все важные аспекты разрешения проблемы, то есть локализацию проблемы, анализ первопричин, устранение причин проблемы и их предотвращение. Результат применения методики 8D – отчет, формат которого повторяет шаги выполнения методики.

Рассмотрим последовательность выполнения и структуру отчета методики 8D.

#### *Дисциплина 1. Формирование команды.*

Это – первый шаг в процессе 8D и первая часть отчета. На этом шаге определяется состав команды 8D. Команда должна быть кросс-функциональной и должна включать владельца процесса, представителя отдела качества и других людей, которые будут вовлечены в локализацию проблемы, анализ её первопричин, устранение и предотвращение проблемы. Имена участников, наряду с их должностями в компании, должны быть указаны в первой части отчёта.

#### *Дисциплина 2. Описание проблемы.*

Этот шаг включает детальное описание проблемы, указанной потребителем. На данном шаге в отчете 8D указывается вводная информация и картина проблемы, о которой заявляет потребитель. Информация должна содержать следующие позиции: а) имя клиента; б) описание рекламации; в) сведения об устройстве (наименование, упаковка, партия, дата поставки и др.); г) когда с проблемой столкнулись в первый раз; д) где была отмечена проблема; е) специфическое описание дефекта; ж) оценка критичности дефекта.

#### *Дисциплина 3. Локализация проблемы.*

Эта дисциплина объясняет содержание проблемы и локализует её. Основываясь на первичном расследовании, все партии изделий, которые потенциально может затронуть та же проблема, следует идентифицировать и определить их месторасположение. В отчете следует указать, если возможно, номера партий и даты выпуска потенциально дефектных изделий.

Партии, которые все еще находятся на предприятии, должны быть задержаны, пока надежность изделий в них не будет должным образом оценена. Они могут быть выпущены, только если будет установлено, что они свободны от дефектов, или дефекты могут быть эффективно выявлены и устранены.

Если проблема чревата угрозой надежности, и поломка угрожает жизни людей, изделия, выпущенные предприятием, должны быть отозваны. Однако отзыв следует осуществлять только в экстремальных случаях, когда это экономически оправдано.

#### *Дисциплина 4. Установление первопричины.*

Этот шаг процесса 8D состоит из анализа дефектов и установления первопричин проблемы. Соответствующая часть содержится и в отчете по процедуре 8D. Необходимо привести детальное описание причины возникновения дефектов, которое позволяет понять, почему они появляются.

Затем описывают первопричину, указывая, как она влияет на механизм возникновения дефекта. Все явления, происходящие из этой первопричины и приводящие к появлению дефектов, должны быть перечислены в объяснении. Необходимо доказать, что выявленная первопричина на самом деле приводит к появлению дефектов.

#### *Дисциплина 5. Формулировка и проверка корректирующих действий.*

В этой дисциплине выявляются все возможные корректирующие действия, направленные на устранение первопричины проблемы. Исполнители корректирующих действий и план-график должны быть указаны в этой части отчета. Также рекомендуется, чтобы было приведено объяснение каждого корректирующего действия относительно первопричины.

Иногда установление лучших корректирующих действий для устранения первопричины требует предварительных оценок и исследований. Это называется «верификацией корректирующих действий». Эти действия следует осуществлять в случаях, когда объем работ очень большой, а цена ошибки, выраженная в деньгах и времени, слишком велика.

#### *Дисциплина 6. Корректировка проблемы и подтверждение эффекта.*

В шестой дисциплине процесса 8D следует собственно выполнение выявленных корректирующих действий, детали которых должны быть документированы в соответствующей части отчета: даты завершения и исполнители корректирующих действий, а также данные, показывающие, что корректирующие действия действительно приводят к устранению первопричин. Любые недостатки в эффективности корректирующих действий должны быть устранены с целью их улучшения.

#### *Дисциплина 7. Предотвращение проблемы.*

Следующая дисциплина не должна быть спутана с устранением причины конкретной проблемы. Предотвращение проблем включает идентификацию устройств или комплектов поставки, которые одинаково подвер-

гаются действию проблемы, идентифицированной потребителем, даже если они не были выявлены в этой ситуации. Действия, необходимые для предотвращения их появления, называются превентивными.

В отчете следует указать все превентивные действия, их исполнителей и даты осуществления. Важным аспектом этой дисциплины является стандартизация и осуществление корректирующих действий, которые могут затронуть аналогичную продукцию в будущем.

*Дисциплина 8. Воодушевление команды.*

Последний шаг процесса 8D заключается в воодушевлении команды руководством за хорошо выполненную работу. На этом этапе отчет получает одобрение.

Компания Toyota, качество и надежность автомобилей которой давно стали эталоном для мировой автопромышленности, не проходила сертификацию на соответствие требованиям стандартов ISO 9000 и не настаивала на том, чтобы её поставщики комплектующих изделий и материалов сертифицировали их СМК. Это можно объяснить тем, что корпорация Toyota в течение 50 послевоенных лет сумела создать одну из лучших в мире практически бездефектную производственную систему.

Все требования стандартов ISO серии 9000, а также их отраслевых аналогов в автомобильной промышленности в корпорации Toyota полностью выполняются, будучи абсолютно рутинными на уровне производственных процессов. Поэтому у компании Toyota отсутствует необходимость в создании СМК и регулярном подтверждении её соответствия требованиям упомянутых стандартов. Кроме того, 14 принципов менеджмента Toyota полностью включают все восемь принципов менеджмента качества, на которых базируются стандарты ISO серии 9000.

### **Контрольные вопросы**

- 1. Назовите инструменты метода «Дзидока».*
- 2. В чем заключается сущность системы «Пока-ёкэ»?*
- 3. Опишите типы устройств пока-ёкэ по принципу обнаружения ошибок.*
- 4. Опишите типы устройств пока-ёкэ с точки зрения их установки относительно деталей.*
- 5. На каких операциях контроля используются устройства пока-ёкэ?*
- 6. Перечислите задачи и принципы организации кружков качества.*
- 7. Назовите функции кружков качества.*
- 8. Назовите семь элементарных методов оценки качества изделий.*
- 9. В чем заключается сущность методик 8D?*

## 9. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ РАБОТА

Деятельность любого предприятия основана на применении разнообразных нормативных и технических документов, в которых устанавливаются требования к изделиям, выполнению работ по проектированию изделий, технологической подготовке производства, изготовлению продукции, обслуживанию технологического оборудования и др.

Разработка единых терминов и определений, требований к выполнению различных видов работ, обеспечению безопасности жизнедеятельности, требований к системам менеджмента качества и т. д. в Российской Федерации осуществляется в рамках системы стандартизации.

*Стандартизация* – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Стандарты основываются на обобщенных результатах науки, техники и практического опыта и направлены на достижение оптимальной пользы для общества.

Общей целью стандартизации является защита интересов потребителей и государства по вопросам качества продукции, процессов и услуг.

Непосредственным результатом стандартизации является прежде всего документ в области стандартизации.

Согласно ФЗ «О техническом регулировании», к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты РФ (ГОСТ Р);
- предварительные национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации общероссийские классификаторы технико-экономической информации и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных

государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

- предварительные национальные стандарты.

*Стандарт* – документ, в котором в целях *добровольного* многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

В зависимости от назначения и содержания разрабатываются стандарты следующих видов:

- *основополагающие* – имеющие широкую область распространения или содержащие общие положения для определенной области;
- *на продукцию и услуги* – устанавливающие требования к продукции (услуге);
- *на работы (процессы)* – устанавливающие требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции;
- *на методы контроля* – устанавливающие методы, порядок проведения проверки качества продукции;
- *на термины и определения* – устанавливающие термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия.

Стандарты образуют системы (комплексы), охватывающие определенные направления деятельности. В каждом направлении стандарты также можно выделить в группы.

В бережливом производстве понятия стандартизация и стандарт используются в следующем смысле:

- *стандартизация* – деятельность по установлению норм и требований к изготовлению изделий, а также процесс обсуждения стандартов, их выполнение и совершенствование;
- *стандарт* – правило или образец, формирующие четкое представление о чем-либо.

Классические стандарты в большинстве случаев являются многостраничными документами с информацией, излагаемой иногда на достаточно сложном техническом языке. Хранятся стандарты в специальных подразделениях, работают с ними в основном специалисты. Непосредственный исполнитель определенной работы со стандартами не работает. Такой же подход обычно применяется и для технологической документации: документы с описанием технологических процессов, оформленным на картах, хранятся в техбюро, и непосредственный исполнитель работы знакомится с ними периодически.

В бережливом производстве стандарты должны быть максимально понятны и расположены непосредственно рядом с рабочим местом.

На производстве стандарты применяются для того, чтобы:

- определить технические характеристики продукции и требования, предъявляемые к качеству изделий, что позволяет обеспечить производство качественной продукции;
- анализировать производственный процесс и улучшения производства, направленные на устранение потерь.

Стандарты должны быть точными и научными, то есть основываться на фактах и данных анализа, а не на догадках и предположениях. Стандарты должны выполняться всеми.

Есть три типа стандартов:

- 1) разработанные совместными усилиями рабочих и их руководителей стандарты, которые постоянно улучшаются;
- 2) разработанные на базе научных подходов и эмпирических данных стандарты, которые также меняются со временем, но менее регулярно;
- 3) основанные на технических данных стандарты, которые с течением времени остаются неизменными.

Стандарты в бережливом производстве имеют следующее назначение:

- *представляют наилучший, самый легкий и самый безопасный способ выполнения работы.* В стандартах отражается многолетний опыт и «ноу-хау» людей, выполняющих конкретную работу;
- *предлагают наилучший способ сохранения «ноу-хау» и накопленного опыта.* Если сотрудник, знающий наилучший метод выполнения работы, увольняется и не передает свои знания, то его «ноу-хау» также бесследно исчезает. Только путем стандартизации можно обеспечить внедрение и использование «ноу-хау» на предприятии независимо от приходов и уходов конкретных работников;
- *обеспечивают способ измерения показателей.* Оценить результаты работы можно при помощи установленных стандартов, а при их отсутствии любой вывод может быть спорным;
- *показывают отношения между причиной и результатом.* Отсутствие стандартов или несоблюдение требований неизбежно приводит к отклонениям, изменчивости и потерям;
- *создают основу как для текущего выполнения работ, так и для совершенствования.* Следование стандартам означает поддержание существующих методов работы, а модернизация стандартов означает совершенствование. Без стандартов не сможем узнать, внедрено усовершенствование или нет;
- *указывают цели и задачи обучения.* Стандарт – это документ, в котором простым и понятным способом представляется информация для

выполнения работы. Приемы выполнения работы должны быть изучены и затем получены практические навыки;

- *обеспечивают основу для обучения.* После введения стандарта следует провести обучение работников, чтобы работа выполнялась в соответствии с требованиями стандарта;

- *создают основу для аудита или диагностики.* На рабочем месте стандарты часто указывают на важные контрольные точки работы операторов. Стандарты помогают проверить, нормально выполняется работа на рабочем месте или нет. Основная цель мастеров – выяснять, поддерживаются ли стандарты в рабочем состоянии, происходит ли данный процесс вовремя, выполняются ли планы модернизации действующих стандартов;

- *помогают предотвратить повторение ошибок и минимизировать вариабельность.* Только тогда, когда выполнена стандартизация эффективного выполнения работы, можно ожидать, что одна и та же проблема не возникнет повторно. Контроль качества связан с управлением вариабельностью. Задача менеджмента состоит в том, чтобы выявить, определить, стандартизировать ключевые контрольные точки в каждом процессе и гарантировать, что управление ими будет происходить всегда.

Стандарт должен быть оформлен в виде документа. Документ, описывающий порядок выполнения той или иной операции в наглядной и общедоступной форме, называется *стандартной операционной процедурой* (SOP – Standardized operation procedure). Оформляется в виде стандартных операционных карт, состоящих из текста, графиков/рисунков и фотографий, облегчающих понимание процедуры. В идеальном случае работники сами должны создавать для себя SOP. Если это невозможно, то, по крайней мере, следует привлекать их к процессу разработки, хотя бы на этапе апробации. Таким образом будет гарантирована полная состоятельность документа.

Любой стандарт должен уместиться на одной странице, чтобы при необходимости свериться со стандартом операторы могли сразу увидеть нужные данные.

Сведения о технических и технологических данных должны содержать следующую информацию:

- ясные цели стандарта;
- точную управленческую информацию: контрольные величины и заданные значения;
- контрольные величины, указанные в двух параметрах: стандартные требования и недопустимые значения, т. е. нормальные и аномальные параметры выполнения операционной процедуры;
- простые в использовании таблицы данных; фотографии и чертежи, объясняющие сложные моменты выполнения операций и процессов.

Стандарты следует размещать непосредственно на рабочем месте. Они должны быть наглядны и хорошо видны. Сотрудники должны пройти обучение новым стандартам, чтобы легко ими пользоваться.

Параметры стандартов должны быть изложены так, чтобы в случае изменения каких-то характеристик продукции или процессов данные можно было бы легко изменить в соответствии с текущей ситуацией.

В руководствах по эксплуатации оборудования должны разъясняться проблемные ситуации и поведение в случае сбоев оборудования. Также в них должны быть изложены принципы обслуживания, устройства станка или прибора, правила эксплуатации, адреса изготовителя и сервисных мастерских.

В стандарты по эксплуатации оборудования в обязательном порядке необходимо включать следующую информацию:

- указание типа оборудования;
- схему (фотографию) оборудования;
- обозначение параметров, которые необходимо проверять;
- описание процедур по уходу за оборудованием;
- рекомендации, касающиеся разрешения проблемных ситуаций.

Очень важно сделать информацию о разрабатываемых (текущих) стандартах доступной всем, чтобы работники знали, что это за стандарты, для чего они нужны и как их придерживаться.

Стандарты, с которыми нужно регулярно сверяться, целесообразно разместить по всему цеху у рабочих мест.

В отличие от традиционных подходов в концепции «бережливое производство», стандарт – это наилучший способ выполнения какой-либо деятельности с использованием приёмов, наиболее эффективных с точки зрения сокращения потерь, удобства для исполнения и скорости работы. Эти приёмы предварительно проверены на практике, наглядно изложены в простой и понятной форме с использованием средств визуализации, доведены посредством обучения до всех работников, выполняющих данную деятельность. Зафиксированные стандарты и задокументированные процедуры выполнения стандартных операций отражают оптимальный способ выполнения той или иной работы.

Стандартизация – не оторванный от других метод, который применяется через заданные промежутки времени, органическая часть непрерывного процесса выявления проблем, создания эффективных методов и поиска путей применения этих методов. Стандартизация не навязывается людям извне, но осуществляется по их инициативе. Самый значительный вклад в стандартизацию вносят те, кто выполняет работу и знает ее во всех подробностях. Стандартизация предусматривает тщательное следование установленным стандартам.



Стандартизация должна применяться непрерывно, о ней следует помнить при разработке любого метода работы. Подобно прочим составляющим TPS, данная концепция чрезвычайно важна, но, чтобы применять стандартизацию надлежащим образом, её следует тщательно осмыслить. Стандартизация – не комплект документации, который требует подготовки и тщательного контроля. Это средство обеспечения максимально эффективной и стабильной работы и основа устойчивости процесса.

Масааки Имаи считает, что без стандартизации нет кайдзен. Стандартизация – это отправная точка для непрерывного совершенствования.

Стандартизация является инструментом совершенствования производства, так как позволяет отслеживать улучшения и стимулирует применение методов постоянного совершенствования. Систематическое улучшение операций происходит только при условии стандартизации, когда можно отследить, действительно ли производственная ситуация изменилась к лучшему. При стандартизации операций и процессов важно обеспечить возможность быстрой диагностики ситуации при помощи средств визуального управления.

Постоянное усовершенствование стандартов является ключевым аспектом стандартизированной работы и позволяет достоверно оценить эффективность выполнения производственных процессов.

Этапы совершенствования стандартов:

- 1) Диагностика проблем.
- 2) Выбор наиболее важной проблемы.
- 3) Постановка цели.
- 4) Изучение причины возникновения проблемы.
- 5) Детальное описание текущей ситуации.
- 6) Разработка возможных решений.
- 7) Выбор и применение наилучшего решения.
- 8) Проверка правильности решения.
- 9) Утверждение нового стандарта.

*Стандартизированная работа* – это использование при осуществлении деятельности на предприятии набора определенных процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого работника.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса.

Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

Стандартизированная работа – это вовсе не жесткий рабочий стандарт, установленный раз и навсегда. Наоборот, стандартизированная работа позволяет выявить оптимальный уровень загрузки рабочих и оборудования, максимально соответствующий потребительскому спросу. Этот

уровень определяется путем тщательных вычислений, что позволяет выполнять каждую операцию на каждом участке в соответствии со временем такта.

К внедрению стандартизированной работы следует приступать после организации ячеечного производства и ввода в действие вытягивающей системы.

Стандартизированная работа – своеобразное средство диагностики эффективности производства, которое позволяет выявить проблемы и способствует дальнейшим улучшениям.

Для того чтобы работники действительно постоянно совершенствовали свое мастерство, необходимы следующие условия:

- активная работа в команде и понимание всех процессов каждым оператором;
- признание заслуг работников, постоянно улучшающих производственную систему;
- право на ошибки (за допущенные ошибки не следует наказывать) и поощрение новаторства;
- система отслеживания и внедрения удачных предложений, сделанных рабочими;
- сотрудничество с различными специалистами для оптимизации расположения оборудования и организации ячеечного производства;
- обучение всех рабочих методам постоянного совершенствования.

Стандартизированная работа позволяет создать гибкое и реагирующее на колебания потребительского спроса производство, при котором рабочие сами способны оценить, какие операции имеют приоритетное значение при изменении запросов потребителей.

Внедрение и соблюдение стандартизированных методов работы требуют постоянного внимания со стороны руководства предприятия. На предприятиях компании Toyota стандартизацию работ поддерживают путем назначения старшего для каждой группы из 6 – 7 сотрудников, он постоянно следит за работой, проверяя соответствие применяемых методов с требованиями стандартов.

Стандартизированная работа – инструмент анализа и осмысления потерь в ходе операции (процесса). Он представляет собой точное описание каждого действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных элементов, минимальное количество запасов для выполнения работы.

Введение стандартизированных процессов и процедур – важнейшее условие устойчивой эффективности. Лишь при наличии стабильного процесса можно приступить к непрерывному творческому совершенствованию. Разработка стандартов начинается на ранней стадии внедрения бережливого производства и продолжается в ходе развития и совершенство-

вания бережливых операций. Создание стандартизированных процессов опирается на определение, наглядность (визуальные показатели) и последовательное применение методов, дающих наилучший результат.

Процесс, который в Toyota называют «стандартизированной работой», так важен для производственной системы в целом, что ему посвящена треть внутреннего документа Toyota TPS Handbook. И это понятно, стандартизированная работа и прочие стандарты работы – основа непрерывного совершенствования.

Пока не выработаны стандарты для какой-либо операции, заниматься её совершенствованием невозможно. Если работник творчески совершенствует свою работу, но это не закрепляется стандартом, процесс пойдет лучше, лишь пока его выполняет именно этот человек. Результатами его усовершенствований не сможет воспользоваться никто другой. Если за усовершенствованием следует стандартизация, то возникает основа, позволяющая персоналу непрерывно совершенствовать процесс. Так закладывается фундамент обучающейся организации.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса. Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

В стандартизированной работе есть три основные составляющие:

- 1) стандартное время цикла и такта;
- 2) стандартная последовательность технологических операций;
- 3) стандартные запасы (незавершенное производство).

*Время цикла* – это время, необходимое для производства одного изделия. От времени производственного цикла зависит, будет ли на текущем этапе производства выпущена необходимая продукция в количестве, требуемом для выполнения последующего процесса.

*Время такта* – это показатель, который синхронизирует выпуск продукции с потребительским спросом и устанавливает темп производства, совпадающий с темпом потребителя. Время такта зависит от требований потребителей и диктует скорость движения потока и всех процессов, связанных с выпуском продукции. Время такта определяет общий темп производства, а это позволяет управлять персоналом так, чтобы исключить переработку и внедрить гибкую занятость.

Значение времени такта высчитывается делением доступного производственного времени на объем потребительского спроса.

Стандартизировать работу в соответствии со временем такта невозможно на отдельно взятом рабочем месте. Полноценное внедрение стандартизированной работы требует, чтобы действия всех работников были взаимосвязаны и соответствовали стандартам.

*Стандартная последовательность технологических операций* – это порядок выполнения переходов, из которых состоит операция или очередность выполнения операций. Стандартизировать операции возможно лишь тогда, когда составлен полный список действий, выполняемых рабочим. Следует оптимизировать последовательность движений, совершаемых исполнителями при выполнении операций обработки или сборки. Последовательность выполнения операций и последовательность выполнения движений во время операций – это две разные вещи. Разработка оптимальной последовательности движений требует продуманности каждого движения, вплоть до мельчайших элементов.

*Стандартные запасы* – это минимальный уровень запасов, необходимых для выполнения производственного цикла. Они обеспечивают непрерывность потока и отсутствие простоев. Для эффективного функционирования потока единичных изделий следует установить стандартный уровень буферных запасов. Стандартный запас у каждого станка должен быть не больше одного изделия (или партии деталей небольшого размера). От того, удастся ли рабочим поддерживать уровень буферного запаса в пределах установленной нормы, зависит выявление потерь, а также ритмичность и непрерывность производственного процесса. Контролировать размер буферного запаса должен бригадир, а для этого ему требуется регулярно обходить рабочие места и в случае необходимости сразу же предпринимать меры по улучшению ситуации. Буферный запас должен отслеживаться с помощью средств визуального управления. Одного взгляда на место хранения буферного запаса должно быть достаточно, чтобы понять, соблюдаются стандарты работы или нет.

Стандартизированная работа должна отражать результаты применения кайдзен-действий. Даже при выполнении стандартных операций, которые были многократно улучшены, потери выявляются снова и снова. Производственная ситуация часто меняется, она может значительно отличаться от существовавшей ситуации на производстве в тот момент, когда создавались стандарты. Те, кто отвечает за разработку и совершенствование стандартов, должны учитывать, что в изменившихся условиях могут проявляться новые, не отмеченные ранее потери. Нужно помнить, что возможности для улучшений существуют всегда. Процедуры стандартизированной работы следует постоянно пересматривать и совершенствовать.

Внедрение стандартизированной работы выполняется обычно в четыре этапа:

**Этап 1.** *Составление таблицы анализа производительности операций.* В данной таблице отражается текущее состояние производительности каждой операции, выполняемой в ячейке или на производственном участке. Измеряется производительность количеством обработанных деталей.

*Этап 2. Сведение данных в сводной таблице стандартных операций.*

Данные из таблицы производительности стандартных операций следует перенести в сводную таблицу, которая позволяет отслеживать зависимость между временем обработки на станке и временем операций, выполняемых вручную. Также в эту таблицу следует включить время, затрачиваемое на установку заготовки, съем деталей и их перемещения.

*Этап 3. Разработка технологической схемы выполнения стандартных операций.* В этом документе подробно представляется описание операций, контролируемые параметры, время изготовления и критические факторы (правильное/неправильное выполнение операций, безопасность, упрощение и др.).

*Этап 4. Разработка карты стандартных операций.* Карта стандартных операций – это схема производственного процесса в ячейке или на производственном участке с указанием того, как расположено оборудование. На этой карте указывают время цикла, последовательность операций, стандартный объем незавершенного производства и другую информацию. Чтобы обеспечить соблюдение стандартов, работник должен регулярно обращаться к этой карте.

Заполнять карту стандартных операций необходимо следующим образом:

1) указать расположение станков в ячейке или на производственной линии и пронумеровать в соответствии с последовательностью выполнения операций. Соединить эти цифры сплошной линией. Первую и последнюю стадию производственного цикла соединить прерывистой линией;

2) указать расположение пунктов контроля качества;

3) указать пункты проверки техники безопасности;

4) отметить объем текущего незавершенного производства;

5) указать время такта и общее время цикла (включая время, отводимое на контроль качества продукции и переналадку);

6) указать стандартный объем незавершенного производства (запасы).

7) указать количество операторов, присвоив каждому из них буквенное обозначение, в ячейке или на линии.

Сводную таблицу стандартных операций и карту стандартных операций можно объединить в один документ. Это обеспечивает наглядность и позволяет легко разобраться в стандартах.

Так же можно оформить таблицу специфических факторов при выполнении стандартных операций. В этой таблице указываются факторы, влияющие на выполнение стандартных операций. Можно указать порядок действия в определенных ситуациях, например при выходе оборудования из строя или при возникновении других проблем.

Выполнение стандартных производственных операций можно усовершенствовать за счет следующих действий:

- 1) организовать непрерывный поток продукции;
- 2) перейти от однотипных операций к многостаночному обслуживанию и операциям различных видов;
- 3) усовершенствовать передвижения работников;
- 4) разработать правила выполнения операций;
- 5) усовершенствовать оборудование;
- 6) разделить машинные операции и труд операторов;
- 7) применить методы защиты от ошибок.

Стандартизация и стандартизированная работа дают следующие преимущества для предприятия:

- снижается нестабильность производства, потери и затраты;
- возрастает качество продукции и сокращается время производственных циклов;
- повышается уровень готовности предприятия пройти сертификацию по требованиям стандартов ISO серии 9000.

Для персонала также создается ряд преимуществ:

- легче выполняется освоение новых операций;
- упрощается переход к выполнению разнотипных операций в своей ячейке или на других производственных участках, линиях или рабочих зонах;
- легче разбираться в проблемных ситуациях и предлагать решения по улучшению своей работы.

## **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», представленных в Федеральном законе «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002.
2. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», применяемых в бережливом производстве.
3. Каково назначение стандартов в бережливом производстве?
4. Опишите связь стандартизации с Кайдзен.
5. Что называется операционной стандартной процедурой?
6. Назовите этапы совершенствования стандартов.
7. Дайте определение термина «стандартизированная работа».
8. Назовите основные показатели стандартизированной работы.
9. Назовите этапы внедрения стандартизированной работы.
10. Назовите примеры стандартизированной работы в системе самостоятельного обслуживания оборудования оператором.
11. Назовите порядок заполнения карты стандартных операций.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение конкурентоспособности и обеспечение выпуска качественной продукции требует совершенствования системы организации производства современных предприятий.

Одной из концепций совершенствования производственной системы является «Бережливое производство». Бережливое производство – это не просто набор понятий, инструментов и правил. Это, прежде всего, философия, меняющая устоявшиеся взгляды на организацию производственных отношений; философия, затрагивающая все уровни организационной структуры предприятия; философия, требующая активного участия всего персонала предприятия и даже поставщиков. Две основные составляющие определяют большую часть успеха реализации философии бережливого производства. Прежде всего, предприятию нужны лидеры, способные «зажечь» своих подчиненных новыми идеями, вселить в них уверенность необходимости перемен и вместе с ними шаг за шагом переносить все трудности, связанные с решением застарелых проблем. И второе – понятная всем система мотивации-вовлечения персонала предприятия в общее дело реализации новых подходов. Эти две составляющие – есть необходимое условие успешного внедрения бережливого производства. Все остальное (методы, инструменты) – это техническая сторона вопроса, которая дополняет необходимое условие до достаточного.

Методы и инструменты бережливого производства в настоящее время широко используются на предприятиях России в различных областях деятельности, например, в авиастроении, в металлургии, на предприятиях общего машиностроения, в структурах Сбербанка РФ, ОАО РЖД и др.

С августа 2013 г. в РФ ведутся работы по разработке национального стандарта «Бережливое производство. Основные положения и словарь».

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

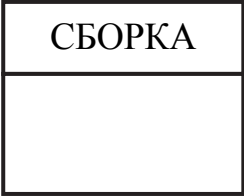

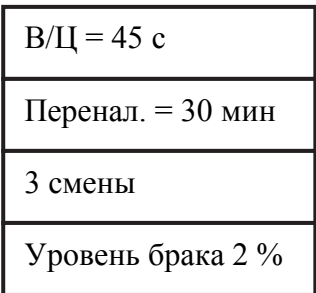




1. Быстрая переналадка для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2009. – 112 с.
2. Вумек, Д. П. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс П. Вумек, Дениэл Т. Джонс ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 473 с.
3. Вэйдер, М. Инструменты бережливого производства : Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / М. Вэйдер ; пер. с англ. – 7-е изд. – М. : Альпина Паблишерз, 2011. – 125 с.
4. Имаи, М. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества / Масааки Имаи ; пер. с англ. – 4-е изд. – М. : Альпина Паблишерз, 2009. – 345 с.
5. Иллюстрированный глоссарий по бережливому производству / под ред. Ч. Марчвински, Д. Шука ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. – 123 с.
6. Искандарян, Р. А. Организационная структура продвижения ТРМ / Р. А. Искандарян // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 1. – С. 24-25.
7. Канбан для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 136 с.
8. Куприянова, Т. М. Реализация технологии быстрой переналадки: российский опыт / Т. М. Куприянова, В. Е. Растимешин // Методы менеджмента качества. – 2007. – № 6. – С. 4-9.
9. Луйстер, Т. Бережливое производство : от слов к делу / Т. Луйстер, Д. Теппинг ; пер. с англ. ; под ред. В. В. Брагина. – М. : РИА Стандарты и качество, 2008. – 132 с.
10. Монден, Я. Тойота : методы эффективного управления / Я. Монден ; пер. с англ. – М. : Экономика, 1989. – 288 с.
11. Ноль дефектов: система ZQC / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 128 с.
12. Общая эффективность оборудования / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 112 с.
13. Производство без потерь для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.
14. Пшенников, В. В. Качество через ТРМ, или О предельной эффективности промышленного оборудования / В. В. Пшенников // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 10. – С. 5-11.
15. 5S для рабочих: как улучшить свое рабочее место / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 176 с.








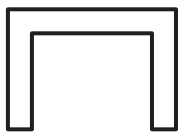


16. Ротер, М. Учись видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности / Майк Ротер, Джон Шук ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс : CBSD, Центр развития деловых навыков, 2005. – 144 с.
17. Синго, С. Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства / Сигео Синго ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 344 с.
18. Стандартизированная работа / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.
19. «Точно вовремя» для рабочих / пер. с англ. – М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 120 с.
20. ТРМ в простом и доступном изложении /А. Итикава [и др.] ; пер. с яп. А. Н. Стерляжникова ; под науч. ред. В. Е. Растимешина, Т. М. Куприяновой. – М. : РИА «Стандарты и качество» 2008. – 128 с.
21. Фомичев, С. К. Бережливое управление: управление потоками создания ценности / С. К. Фомичев, Н. И. Скрябина, О. Ю. Уразлина // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 7. – С. 15-21.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА

Изображение	Обозначает	Примечание
1	2	3
	Процесс	Один прямоугольник обозначает один процесс или операцию. Все процессы должны иметь названия
	Внешние участники потока создания ценности	Используется для обозначения потребителей, поставщиков и производственных процессов за пределами предприятия
	Список параметров	Используется для отображения информации о производственном процессе, отделе, потребителе и др.
	Доставка грузов автотранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов железнодорожным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов авиатранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов водным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок

1	2	3
	<p>Перемещение материалов и изделий при помощи погрузчика</p>	<p>Требуется указать частоту отгрузок</p>
 <p>300 изд. 1 день</p>	<p>Запасы</p>	<p>Указываются объем и время хранения</p>
	<p>Движение материалов и изделий методом выталкивания</p>	<p>Движение материалов и изделий до того, как в них возникает потребность</p>
	<p>Движение материалов и продукции от поставщика и к потребителю</p>	<p>Движение материалов и комплектующих от поставщика и готовой продукции к потребителю</p>
	<p>Супермаркет</p>	<p>Регулируемый запас деталей, предназначенный для обеспечения процесса-потребителя</p>
	<p>Изъятие</p>	<p>Вытягивание материалов и деталей, как правило, из супермаркета</p>
<p>Макс. 20 изд</p> <hr/> <p>— ФИФО →</p> <hr/>	<p>Перемещение регулируемого количества изделий между процессами методом ФИФО</p>	<p>Метод ограничения количества и обеспечения процессов в последовательности «Первым вошел – первым вышел». Указывается максимальное количество</p>
	<p>Страховые запасы</p>	<p>Указывается количество</p>
	<p>U – образная рабочая ячейка</p>	<p>Расположение оборудования, способствующее эффективному потоку работы</p>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА

Изображение	Обозначает	Примечание
	Передача информации вручную	Передача информации на бумажном носителе
	Передача информации средствами связи	Передача информации средствами связи или в электронном виде
	План, расписание, график	Представляется информация с показателями плана, расписания, результаты прогнозов и др.
	Канбан производства	Карточка или другое средство, которое указывает процессу, сколько и что следует производить
	Канбан отбора	Карточка или другое средство, которое дает разрешение о получении и перемещении деталей
	Сигнальный канбан	Движение материалов и изделий до того, как в них возникает потребность
	Выравнивание загрузки	Средство для остановки партий карточек канбан и регулирования их количества и номенклатуры в течение периода времени
	Место сбора карточек канбан	Место, где собираются и хранятся карточки канбан для транспортировки
	«Световая вспышка»	Выделяет деятельность, которая необходима для совершенствования определенных процессов

# ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Краткий курс лекций

Составитель: Хрисониди В.А.

Редактор

В.А. Хрисониди

Компьютерная верстка

В.А. Хрисониди

---

Подписано в печать

Формат 60x84/16

Бумага высшая №1

Изд. №1

Печ.л.

Тираж \_\_\_\_\_ экз.

Усл.печ.л.

Заказ №

Уч.-изд. л.