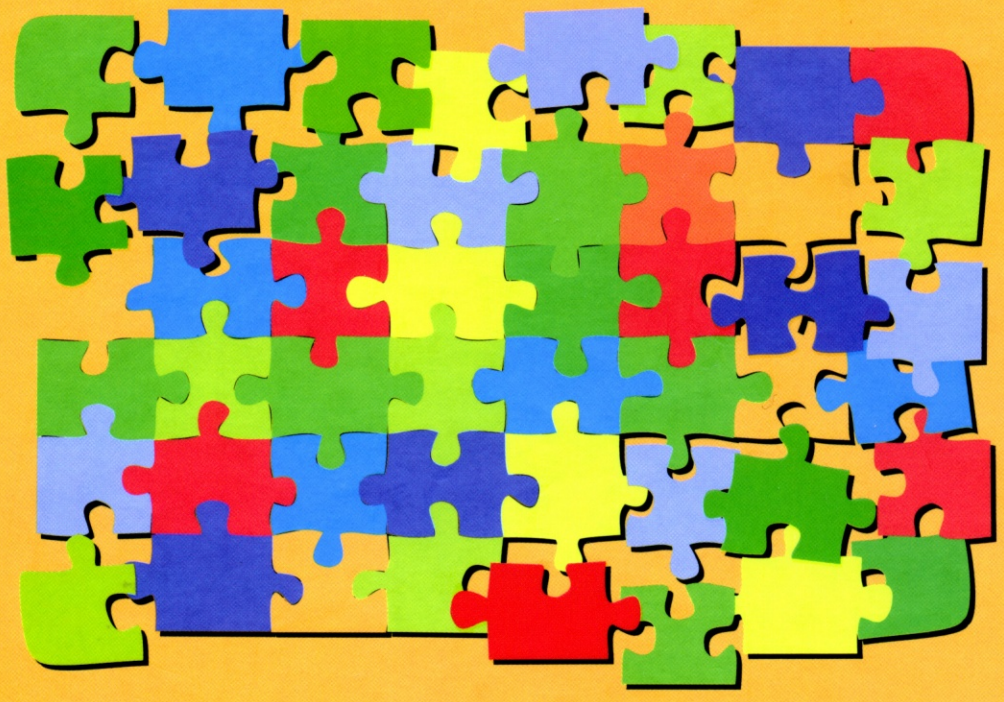
Деннис П. ХОББС

ВНЕДРЕНИЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА



Практическое руководство по оптимизации бизнеса

LEAN MANUFACTURING IMPLEMENTATION

A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer

DENNIS P. HOBBS

J. ROSS PUBLISHING
APICS

Деннис П. Хоббс

Внедрение бережливого производства

Практическое руководство по оптимизации бизнеса

Минск
«Гревцов Паблишер»
2007

УДК 658.011.4
ББК 65.290-80
Х68

Перевод с английского:
П. В. Гомолко (гл. 1–3), А. Г. Петкевич
Научный редактор Д. В. Середа

Хоббс, Д. П.

Х68 Внедрение бережливого производства : практическое рук. по оптимизации бизнеса / Деннис П. Хоббс ; пер. с англ. П. В. Гомолко (гл. 1–3), А. Г. Петкевич ; науч. ред. Д. В. Середа. — Минск : Гревцов Паблишер, 2007. — 352 с.

ISBN 978-985-6569-09-1

Бережливое производство — это методика, направленная на систематическое сокращение затрат. Ее задача заключается в проектировании и внедрении производственной линии, способной изготавливать разные виды продуктов ровно за то время, которое действительно для этого необходимо.

Эта книга — пошаговая инструкция по внедрению бережливого производства. Ее автор Деннис П. Хоббс рассказывает, как без помощи консультантов сделать производство бережливым и эффективным. Он описывает, каким образом линии бережливого производства способствуют удовлетворению спроса, указывает факторы, влияющие на пропускную способность, отходы, повторную обработку и опциональность, а также разъясняет, как время пополнения воздействует на оборот запасов и как использовать систему канбан для оптимизации производственных процессов. Деннис П. Хоббс пишет и о том, как справляться с трудностями, которые могут возникнуть в процессе внедрения бережливого производства.

Эта книга снабдит любого производителя последовательной и конкретной методикой трансформации бизнеса в бережливое производство.

УДК 658.011.4
ББК 65.290-80

Все права защищены. Ни одна часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, без письменного разрешения на то издателя.

ISBN 978-985-6569-09-1 (рус.)

ISBN 1-932159-14-2 (англ.)

Copyright © 2004 by J. Ross Publishing, Inc.

© Оформление. ООО «Гревцов Паблишер», 2007
© Издание на русском языке, перевод.
ООО «Агентство Владимира Гревцова», 2007

Содержание

Содержание **5**
Предисловие научного редактора **11**
Об авторе **13**
Об APICS **15**
Благодарность **17**
Предисловие автора **19**
Введение **29**
Производство продуктов «по одному» в сравнении с маршрутизацией серий 32
Двухбункерная стратегия канбан управления материальными запасами 33
Бережливое регулирование производства в соответствии со спросом 35
Еще терминологии? 36
Часть I. Преимущества внедрения бережливой производственной системы **41**
Глава 1. История и современное применение бережливого производства **43**
Распространенность MRP-систем и их воздействие на организацию производства 49
Инструменты управления товарно-материальными запасами докомпьютерной эпохи 50

Переосмысление модели MRP:
«Система не позволит мне сделать это!» 53
Поиски «Святого Грааля» производства 56
Модель бережливого производства 56
Методология канбан 63
Точная временная согласованность
при производстве одной единицы
продукции на бережливой линии 67
Преимущества выбора
бережливых технологий
для производства 68
Вызовы бережливого производства
системе MRP 76
Непрерывная эволюция
к бережливому производству 79
Вхождение в Интернет и использование
технологий е-коммерции 81
Почему необходимо пройти
через боль перемен 83
Глава 2. Проведение стратегического анализа бизнеса (SBA) 87
Оценочный лист SBA 91
Важные показатели выполнения SBA 94
Итоги программ по увеличению
производительности 98
Воздействие времени производственного
цикла на оборотный капитал 102
Субъекты организации для проведения
собеседования в рамках SBA 104
Часть II. Методы преобразования вашего предприятия в бережливое производство 107
Глава 3. Осмысление вашей продукции, процессов и потребностей 109

Определение масштабов внедрения бережливого производства на начальном этапе 109
Выбор базовых продуктов для бережливой линии 111
Определение производительности бережливой линии, соответствующей спросу на продукцию 117
Источники определения будущего спроса 118
Документирование технологического процесса и создание смешанных семейств продуктов 123
Факторы, влияющие на объем выпуска 126
Определение требуемых уровней производительности процессов и такта 139
Числители и знаменатели времени такта 141
Документирование сочетания процессов и критериев качества 150
Не добавляющие ценности действия и вопросы качества 158
Суммирование общего времени процесса 159
Глава 4. Планировка линии и определение рабочих мест, создание связанных и синхронизированных процессов 163
Последствия дисбаланса 165
Бережливый способ достижения синхронизации 169
Расчет потребностей в ресурсах 173
Определение ресурсов 180
Физическое размещение ресурсов 183

Определение задач для каждого рабочего места 186
Дисциплина для поддержания баланса на рабочих местах 190
Включение в проект линии принципов 5S 195
Глава 5. Стратегии канбан 201
Канбан, запускающий предыдущий процесс 203
Однокарточная система канбан 205
Многокарточная система канбан 225
Глава 6. Управление материальными запасами при помощи системы канбан 231
Преимущества систем канбан 231
Недостатки систем канбан 245
Должностные обязанности менеджера канбан 254
Часть III. Управление проектом по внедрению и вводу в эксплуатацию, ежедневному обслуживанию и оценке эффективности бережливой линии 261
Глава 7. Формирование команды 263
Готовность к переменам 263
Процесс трансформации производства в бережливое 264
Физическое содействие проектным командам 266
Структура управления проектом 267
Обзор требуемой информации 278
Глава 8. Контрольный перечень этапов внедрения бережливого производства 281
Требования к программному обеспечению методов бережливого производства 283

Организационные последствия внедрения бережливого производства 310
Глава 9. Управление бережливой производственной линией 315
Управление выработкой линии в соответствии с потребительским спросом 316
Определение политики удовлетворения потребительского спроса 320
Субоптимизация бережливой линии в соответствии с дневной нормой спроса 322
Переключение операторов 324
Поощрение гибкости 327
Вознаграждение за поддержание линейности 329
Сопротивление переменам 333
Глоссарий 337
Алфавитный указатель 347


Гревцов
паблишер

Предисловие научного редактора

Всякий раз сталкиваясь с какими-либо проблемами, сложными или неприятными явлениями в поисках оптимальных решений мы вынуждены приобретать новые знания. Так приходят практические навыки и опыт. Мы принимаем все положительное, стараемся преуменьшить все отрицательное и, сами того не замечая, создаем штампы и паттерны, которые и определяют наше поведение и образ действия нашего окружения в будущем. Сфера производственных отношений не стала исключением. Опыт, накопленный предыдущими поколениями, создал свои стереотипы. Основной целью деятельности предприятий было удовлетворение спроса; вся конкурентная борьба сводилась либо к захвату всего рыночного сегмента и доминированию при помощи эффекта масштаба, либо к использованию нишевых стратегий. Эта ситуация напоминает положение курильщика, который, попав в тяжелые экономические условия, разрывается между желанием курить много, но дешевые сигареты, либо курить мало, но, поддерживая свой имидж, покупать дорогие сигары. А тот, кто не предпринимает ничего, почти наверняка погибает.

Вместе с тем внедрение инновационных технологий управления производством становится модной традицией. Поскольку сложность упомянутых технологий прямо пропорциональна их стоимости, их число растет экспоненциально. Книга, которую вы держите в руках, убеждает в том, что достижение высокого уровня конкурентоспособности возможно с помощью применения малозатратных, порой очевидных методик, собранных в одном понятии — «бережливое производство».

Для читателей этой книги у меня есть две новости. Как обычно, одна из них плохая: вокруг вас практически сформировался рынок совершенной конкуренции. Начиная от производства продуктов питания и заканчивая торговлей лунным грунтом, у вас всегда найдется несколько конкурентов, ожидающих, когда вы отойдете от дел. Маржа минимальна, глобализация преподносит свои сюрпризы, а собственные расходы имеют тенденцию к устойчивому росту. Хорошая новость заключается в том, что если вы не поняли плохую новость, то смело можете закрыть данную книгу и переключиться на литературу более развлекательного характера. К сожалению, плохая новость настолько

Внедрение бережливого производства © 2007
Издательство «Гревцов Паблишер»

убедительна, что новые доказательства, если они у кого-то появятся, уже не принесут их автору ожидаемых дивидендов, потому что его труд попадет в ряд похожих сочинений других искателей прибыли на этой ниве. Рынок безразличен и безжалостен. И вот здесь начинается самое интересное. На руинах разорившихся производителей одна за одной образовываются фирмы, специализирующиеся на оказании услуг по производственному консалтингу. Сегодня на горстку производителей приходится армия тех, кто в конечном счете хочет превратиться в строку бюджета с максимально возможным количеством нулей. Объективности ради следует отметить, что соотечественники основателя концерна *Toyota* по ценовому фактору уверенно захватили элитный сегмент и претендуют на роль гуру в разработке методик бережливого производства. Однако мне несколько ближе американский прагматизм апологетов затронутых методик хотя бы потому, что у них не столь навязчивы идеи окружения себя консультантами. Практичность данного издания после его прочтения доказательств не требует.

Книга не является источником для первоначального ознакомления с основами бережливого производства, она дополняет и углубляет знания, полученные из других публикаций на эту тематику, а также помогает идентифицировать популизм, который, к сожалению, уже проник в эту сферу, и псевдопрактические подходы, разработанные на непрофессиональном математическом аппарате. Особое уважение вызывает аккуратное отношение автора к терминологии и корректное обращение со сферами применения тех или иных методик; его внимание к подготовительным этапам проекта, способам преодоления сопротивления к переменам говорит об опыте и понимании важности психологического комфорта при внедрении бережливого производства. Отсутствие многостраничных описаний общего характера и наличие хорошего чувства юмора дополняют картину.

Вам, безусловно, повезет, если данная книга в полном объеме впишется в формат вашего предприятия. Но даже если этого не произойдет, помните: ваша задача состоит в создании собственной производственной системы. И эта книга призвана помочь вам в этом.

Дмитрий Середа,
директор СП ООО «Святовит»

Об авторе



Деннис П. Хоббс, сертифицированный специалист по управлению производством и учету материальных запасов (*Certified in Production and Inventory Management, CPIM*), имеет более чем 30-летний опыт работы с производственными линиями и кадрами в области планирования производства, управления запасами, материалами и операциями в фармацевтической и электромеханической отраслях обрабатывающей промышленности. Окончив Университет Миссури со степенью бакалавра корпоративного управления (*BBA*), он руководил внедрением двух систем *MRP*, которые получили статус класса *A*. Деннис П. Хоббс также разработал, внедрил и впоследствии возглавлял общепризнанную отраслевую программу сертификации поставщиков для фармацевтической промышленности. В качестве директора по разработке программ он создавал и претворял в жизнь обучающие программы, семинары, конференции и симпозиумы по аттестационным технологиям *FDA GMP* (Управление по контролю за продуктами и лекарствами).

В течение последнего десятилетия, выполняя обязанности вице-президента и главного консультанта, мистер Хоббс преимущественно занимался внедрением бережливых производственных систем. За это время в качестве преподавателя он обучил бережливым производственным методам более 2500 профессионалов в этой области.

В настоящее время, будучи главным партнером *Mfg Matters, LLC*, ведущей консалтинговой фирмы, которая специализируется на методах бережливого производства, Деннис П. Хоббс помогает производителям из многих отраслей трансформировать существующие операционные системы из традиционных систем выпуска/выполнения заказов в системы бережливого производства. Он осуществлял внедрение бережливых методов в таких широко известных компаниях, как *General Electric, Nissan, Stanley Tools, Industrial Dynamics, Ingersoll Rand, Litton Industries* и *Signet Scientific*. Автор многочисленных статей и популярный лектор, мистер Хоббс выступал на ежегодных конференциях и других мероприятиях *APICS* и остается ее активным членом.


гревцов
паблишер

Об APICS

APICS (*American Production and Inventory Control Society*) — Американское общество контроля продукции и запасов — это международная некоммерческая образовательная организация, заслужившая признание в качестве мирового лидера и ведущего организатора информационных и образовательных программ в области управления ресурсами. Образовательные программы и программы профессиональной сертификации *APICS* пользуются авторитетом во всем мире. Объединяя более 60 000 индивидуальных и корпоративных членов из 20 000 компаний со всего мира, *APICS* предоставляет образовательные услуги с целью улучшения практических результатов организаций. Независимо от статуса или потребностей, обратившись в *APICS*, компания приобретет знания, необходимые для успеха.

APICS получила мировое признание в качестве:

- источника знаний и опыта, охватывающих всю логистическую цепь в сфере обрабатывающей промышленности и индустрии обслуживания;
- ведущего организатора высококачественных передовых образовательных программ, способствующих достижению успеха на динамичных конкурентных рынках;
- успешного разработчика двух общепризнанных международных программ сертификации: сертификации в области управления производством и учета материальных запасов (*Certified in Production and Inventory Management, CPIM*) и сертификации в области комплексного управления ресурсами (*Certified in Integrated Resource Management, CIRM*);
- источника решений, поддержки и сетевого общения для профессионалов в сфере производства и обслуживания.

Для получения дополнительной информации о программах, услугах и членстве в *APICS* посетите сайт *www.apics.org* или свяжитесь с Центром обслуживания клиентов *APICS* по тел.: (800) 444-2742 или (703) 354-8851.



гревцов
паблишер

Благодарность

Карьера строится в течение длительного времени. Моя успешная продолжительная деятельность в этой области является результатом накопления знаний и навыков. Я хотел бы поблагодарить *JCIT International* (Инглвуд, Колорадо) за предоставленную мне возможность и опыт, приобретенный за четыре года сотрудничества с этой компанией. Некоторые материалы, вошедшие в книгу, основаны на идеях технологии потока спроса, разработанной *JCIT International*, и использованы мной с ее разрешения.

Деннис П. Хоббс


Гревцов
паблишер

Предисловие автора

Обычно компании с большим энтузиазмом запускают свои проекты по внедрению бережливого производства. Для участия в таком проекте формируется команда из высококвалифицированных профессионалов, назначается руководитель. Вскоре после запуска проекта анализируется существующее положение вещей, выявляются не добавляющие стоимости виды деятельности и складывается видение будущего предприятия. Однако после этого команда нередко начинает испытывать трудности при принятии решений о том, как реализовать представление о будущем и с чего начать.

Недостатка в достойных идеях нет, и у каждого члена команды есть свое мнение. Хорошие идеи становятся самостоятельными проектами и часто дают смешанные результаты. Случается, что первоначальный энтузиазм идет на убыль, проект по внедрению методов бережливого производства сбавляет обороты и в компании зарождается разочарование. К сожалению, обещанные преимущества внедрения на заводе бережливого производства могут поставить проектную команду в тупик, иногда с переломными последствиями для карьеры ее участников.

Этого нельзя допустить. Бережливое производство — слишком важная методика, чтобы потерять веру в нее при появлении чувства разочарования. Однако причины этого разочарования понятны. Обычно оно не связано с компетентностью или энтузиазмом руководителя проекта или производственного персонала, на которых возлагается задача внедрения на предприятии бережливого производства. Усердные, преданные делу специалисты-производственники всегда в первых рядах борцов за прогрессивные изменения.

Определенно, оно не связано и с яркими историями успеха или отчетами консультантов, которые занимаются внедрением методов бережливого производства каждый день в рамках своей практики консультирования. Консалтинговыми фирмами накоплен большой опыт, и консультанты с огромным удовольствием возьмутся помочь вам в реализации инициатив по внедрению бережливых методов на вашем предприятии. Однако, несмотря на наличие веских причин для заключения контрактов с внешними консалтинговыми группами о руководстве или

о помощи в реализации вашего проекта, этот вариант следует рассматривать только как альтернативную стратегию.

Большинство производственных компаний имеют прекрасных руководителей проектов, способных возглавить проекты по внедрению бережливых производственных методов, и им трудно найти оправдание решению нанять консультантов для работы, которую они, по их мнению, могут сделать сами. Другие компании просто не имеют достаточных средств, чтобы нанять группу этих консультантов. Истина в том, что переход завода на бережливое производство можно осуществить используя внутренние ресурсы компании.

Исходя из этих соображений, большинство производителей сами берутся за трансформацию своих заводов в бережливое производство. А это непростая задача! Между существующими системами управления цехом на основе планирования потребностей в материалах *MRP* (*Material Requirements Planning*) и методами бережливого производства существует большая разница. Несложно понять, почему производителям легко поддаться разочарованию, столкнувшись с трудностями изменения существующей операционной системы.

Чего не хватает — так это пошаговой практической методики, или инструкции, которая объясняла бы руководителям проектов из числа сотрудников компании, как конкретно реализовать их план по трансформации завода в бережливое производство. Пособие необходимо для выбора нужной из десятков хороших идей и упорядочения высказываемых мнений. Руководителям проектов надо, чтобы набор методов бережливого производства описывал ряд последовательных, воспроизводимых процедур и техник, которые можно использовать для пере-



От существующей ситуации к представлению о будущем

хода от анализа существующей ситуации к воплощению их представления о будущем.

Я написал эту книгу, чтобы предоставить в распоряжение производителя такую пошаговую методику, которая может быть использована для систематического преобразования производственных мощностей из традиционной, основанной на серийном производстве, автоматизированной системы в сбалансированную бережливую систему выпуска продукции потоком шириной в одну единицу. Это методика, которую я использовал для трансформации производственных предприятий в бережливые в течение последних десяти лет.

В прошлом эти методы часто называли методами поточной обработки. Термин «поток» используется для описания такого производственного процесса, в котором продукты обрабатываются в равномерном темпе, подобно жидкости, текущей по трубе. На протяжении тех лет, когда термин «бережливое производство» приобретал все большую популярность, его толкование становилось все более запутанным. Эти испытанные приемы предлагают специалистам-производственникам объективную и воспроизводимую методику, которая может последовательно применяться к любому продукту и ряду производственных процессов для достижения целей трансформации в бережливое производство.

Данные приемы не исходят из одного определенного источника. Скорее, они представляют собой компиляцию и результат эволюции давно существующих методов. Корни методов, описанных в этой книге, уходят к давним временам Генри Форда и Фредерика Тейлора и отражают их достижения в области документирования процессов и сбалансирования сборочной линии. Впоследствии, после Второй мировой войны, эти методы были приумножены японскими производителями автомобилей, которые усовершенствовали системой канбан управление материальными запасами. В 1980-х годах данные приемы были повторно открыты и введены в применение западными производителями с использованием таких терминов, как «поточная обработка», «точно в срок» (*just-in-time, JIT*), «канбан», «производственная система *Toyota*», «непрерывное поточное производство», «быстрое производство» и других.

Бережливое производство обладает способностью изготавливать продукты при минимизации не добавляющей стоимости деятельности, которая требует дополнительных затрат времени, а следовательно, увеличивает издержки производственного процесса. Методы, описанные в этой книге, включают в себя математические формулы, которые уравновешивают выполняемую работу с целью оптимизации производственных ресурсов для удовлетворения потребительского спроса, помогая разработать идеальную схему физического размещения ресурсов в производственном цехе. Описывается также математическое применение, использование и устройство современных систем управления материальными запасами канбан. Поскольку эти процессы мо-

делирования имеют математическую основу, они являются последовательными и воспроизводимыми, независимо от выпускаемых продуктов или процессов, используемых для их изготовления. Они предоставляют объективный набор инструментов для проектирования производственных процессов с минимальным временем ожидания, перемещения и простоя в очереди, которые обычно заложены в системах, основанных на выпуске и маршрутизации заказов на производство.

Для разработки решений компоновки линии и конфигурации управления материалами необходимо собрать и проанализировать информацию о продуктах, объемах потребностей, процессах и содержании работы. Сбор этой информации может представлять внушительную задачу для производителя, особенно если этой информации в данный момент не существует. По завершении сбора информации можно выполнить процесс математического моделирования и применить полученные результаты для фактической компоновки производственного цеха.

Процесс сбора информации сам по себе является мощным инструментом и часто ставит под вопрос существующее положение вещей. При том, что объем потребностей, описания процессов, рабочие задачи и стандартные времена могут быть предметом обсуждения в ходе сбора информации, в конечном итоге накопленные данные просто становятся числителями и знаменателями в математических формулах. Собираемая информация чрезвычайно объективна по своей природе. В силу этой объективности индивидуальным мнениям и предубеждениям сложно вмешаться в процесс. Оптимальные ответы, получаемые посредством него, являются результатами математических формул. Для индивидуальных решений или защиты личных систем управления остается мало места.

Несмотря на то что описанные в этой книге методы просты для понимания и внедрения, их применение может потребовать пересмотра отношения к производству от всей организации. В большинстве случаев будет необходима перекомпоновка производственного цеха. Внедрение этих новых производственных систем, как правило, бросает вызов существующей операционной культуре, требуя от производителя тщательного исследования существующих установок и процедур. Это самоизучение часто позволяет узнать много нового.

Усилия, которые необходимо приложить для перехода к бережливому производству, не следует недооценивать. Изменение производственной системы компании требует готовности на всех уровнях организации — от менеджмента высшего звена до производственного цеха. Результатом отсутствия твердой решимости к преобразованиям будут компромиссы между старыми и новыми методами в тех случаях, когда требуется принимать сложные решения. Однако эти компромиссы могут помешать извлечь максимальную выгоду из внедрения бережливого производства.

Изменение существующих условий может быть болезненным и пугающим для многих менеджеров, особенно для тех из них, которые трудятся в компании много лет и успели разработать собственные системы решения повторяющихся проблем производственного цеха. Предстоящее новое использование имеющегося набора данных означает перемены! Часто на управлении существующими системами строятся личные карьеры. Преданность старым методам и привычка пользователей к комфортности их использования могут привести к нерасположенности или открытому сопротивлению преобразованиям. Поскольку методы бережливого производства основываются на новом применении имеющихся данных, эта яростная преданность старым методам часто неуместна.

Нерасположенность к принятию принципов бережливого производства часто коренится в эксплуатации и обслуживании системы *MRP*. Данные системы создают рекомендации к действию в форме производственных заказов, санкционирующих выполнение работы на производстве, и заказов на закупку, санкционирующих закупку материалов. Эти заказы направляются в отдел закупок или в производственный отдел. Затем отдел закупок занимается созданием заказов на закупку и управлением ими. На производстве система управления производственным цехом (*Shop Floor Control, SFC*), или система контроля производственной деятельности, используется для отслеживания заказов, созданных системой *MRP*, и управления ими.

Системы *SFC* обычны на производственных предприятиях с устоявшимися системами *MRP*. Система *SFC* требует прикрепления к каждому заказу, создаваемому системой *MRP* для запуска в производство, маршрутного документа (маршрутизатора), который впоследствии используется для отслеживания продвижения заказа через производство. Маршрутизатор также сообщает производству правильную последовательность обработки продукта в разных департаментах. В свою очередь производство должно сообщать о статусе заказа, вести учет количества произведенных материалов, объема труда, примененного для выполнения работы, использованных материалов и любого количества отходов.

Объем работы, необходимый для правильного использования и обслуживания маршрутного документа, может требовать больших затрат времени планировщиков кадрового обеспечения, составителей графиков и диспетчеров. Более того, должны существовать ресурсы инженерного проектирования, необходимые для создания и обслуживания маршрутно-технологических карт. В зависимости от его структуры число операций учета, требуемых для документирования используемых работ и материалов, может быть весьма большим.

Вскоре после включения системы *SFC* от ее выходных данных начинают зависеть несколько организационных компонентов. Бухгалтерия использует нормо-часы в своей системе учета рабочего времени

с целью определения себестоимости продукции. Отдел проектирования применяет отчетность об использовании труда для определения нормо-часов. Управлению материальными запасами требуется отслеживаемый статус для определения текущих или запланированных поставок по департаментам для последующей итерации *MRP*. На основании выходных данных системы устанавливаются графики, выводятся значения требуемой сегодня и в будущем производительности и разрабатываются критерии эффективности. Управление производством зависит от выходных данных системы *SFC* при обосновании будущих потребностей в кадрах.

В то время как процесс *MRP*, генерирующий заказы на закупку, в бережливой модели производства остается необходимым, выпускаемые этой системой производственные заказы для функционирования бережливой линии с потоком шириной в одну единицу уже не нужны. Поскольку заказы не нужны, нет необходимости и в маршрутно-технологических картах. Если и они не требуются, то не надобны и все вспомогательные системы, зависящие от заказов на производство и процедур маршрутизации, необходимых для их выполнения.

Методам бережливого производства не нужно опираться на данные системы *MRP* для выполнения производственного плана. Отсутствие этой информационной зависимости от связанных вспомогательных систем часто оказывается причиной большинства препятствий при внедрении бережливых производственных систем. Работники (от оператора заводского цеха до производственного менеджмента) обычно быстро принимают методы бережливого производства. Трансформировать вспомогательные организации, предназначенные для управления и обслуживания систем *MRP*, обычно сложнее всего.

Модель бережливого производства является оптимальным способом управления любым производственным предприятием. Производители, которые, пытаясь уменьшить время отклика, сократить затраты оборотного капитала и повысить качество, продолжают полагаться на существующие модели планирования, рискуют уступить долю рынка конкурентам, которые перешли к бережливому производству. Да, путь к успешному разрешению внутренних проблем при осуществлении трансформации может быть трудным. Однако переход к бережливому производству послужит интересам вашей компании и оправдает затраченные на него усилия.

Независимо от характера предпринимаемых инициатив по усовершенствованию, необходимо строгое соблюдение фундаментальных принципов. Отклонение от базовых догматов или их модификация исказят итоговые результаты. Это верно для бережливых систем точно так же, как и для систем *MRP*, бухгалтерского учета, проектирования или любой другой системы.

Осуществление фундаментальных культурных изменений, необходимых для функционирования новой системы, может оказаться са-

мой сложной задачей. Степень ее трудности прямо пропорциональна тому, насколько глубоко укоренилась традиционная производственная система. Поскольку долго работающие менеджеры в отсутствие стандартизированного корпоративного решения обычно разрабатывают собственные системы для решения проблем своих подразделений, они часто привыкают к комфортности их использования и слабо мотивированы к принятию новых систем, которые могут противоречить их личным системам и методам.

Когда методы бережливого производства сталкиваются с этими системами, сопротивление переменам неминуемо. Поэтому переход производственного предприятия к бережливым методам часто требует деликатного балансирования между принудительным внедрением и переговорами. Чтобы проект продвигался вперед, иногда необходимы компромиссы.

К сожалению, компромиссы уменьшают преимущества внедрения бережливого производства. Смысл компромисса заключается в том, чтобы носитель перемен или руководитель проекта «выжил» для продолжения борьбы в другой день. Перемены могут происходить с трудом и медленнее, чем хотелось бы. Настойчивость, упорство и терпение являются ценными качествами поборника внедрения бережливого производства.

Понимая, что старые методы будут оказывать сопротивление, производитель поступит разумно, воспользовавшись методами, представленными в этой книге. Эти математические решения всегда дают оптимальный ответ. Оптимальный ответ — это цель, к которой нужно стремиться. Последующие проекты по постоянному улучшению процесса направлены на приближение организации, подразделения или систем к оптимальным решениям. Улучшение процесса — это повторяющийся процесс, поэтому будьте готовы к многократности этого действия!

Читая эту книгу, вы заметите, что в ней нет историй успеха, описаний личностных войн, рассказов о полученных на практике выгодах и рекомендаций менеджеров проектов. Они намеренно опущены. Я оставил их описание другим авторам. Множество таких историй доступны для ознакомления тем, кто хочет узнать, чего благодаря бережливому производству добились на своих предприятиях другие. Хоть в поиске мотивации к изменению организации чтение историй об успехах других может быть полезным, я надеюсь, что вам уже не нужно восторгаться чужими триумфами и вы читаете эту книгу потому, что стремитесь написать собственную историю удачного внедрения бережливого производства на вашем заводе.

Если вы уже прошли этап увлечения обещанными преимуществами бережливого производства и готовы приступить к работе по трансформации вашего предприятия, то эта книга снабдит вас той последовательной конкретной методикой, которую вы искали.

По своему опыту я могу сказать, что действительно нет ничего нового под луной. Это относится даже к производственным методам. Методы, представленные в этой книге, я в течение последнего десятилетия с большим успехом использовал в качестве консультанта, помогая компаниям преобразовывать их заводы в бережливые производства. Популярность сильных методов возрастает и спадает волнами с течением времени. Возможно даже, существуют другие методы, неизвестные мне, которые могут принести производителю похожие результаты. Я знаю, что те методы, которые описаны в этой книге, работают!

Несмотря на то что на тему бережливого производства издавались книги, а профессиональные организации, подобные *APICS*, предоставляют множество возможностей ознакомиться с бережливым производством, реальные пошаговые техники преобразования завода в бережливое производство, похоже, остаются секретами консультантов по производству.

Внедряя бережливые методы, я часто слышал, как производители отмечали, что эти техники кажутся им чем-то таким, что просто диктуется здравым смыслом, или что они припоминают: когда-то, много лет назад, они именно так и работали. Эти замечания справедливы. Несмотря на то что я работаю в области производства более 30 лет, я не помню операционных систем, которые бы не включали в себя автоматизированные системы и процедуры планирования, используемые сегодня. Хотя число работающих практиков уменьшается, производители, уже работавшие в 1970-х годах, помнят дни, когда их автоматизированных систем планирования еще не было.

Такая же ситуация с последующими поколениями практиков производства. Они просто не помнят никаких способов производить продукты иначе, чем при помощи сегодняшних автоматизированных систем планирования. Современные операционные системы научили нас большему в области обслуживания систем и управления ими, чем в сфере производства продуктов. Бережливые производственные методы требуют пересмотреть процесс производства продуктов, освободившись от ограничений, накладываемых современными системами планирования. Я думаю, что это полезно и служит катализатором многих инициатив по значительному улучшению процесса.

Методы бережливого производства не являются космическими технологиями. Интересно, что, хоть эти методы и несложные, они не являются и интуитивно понятными для многих практиков, использующих *MRP*. Это связано с тем, что большинство сегодняшних профессионалов в области производства — это второе и третье поколение пользователей *MRP*, которые не знали ничего, кроме автоматизированных систем планирования. Многие из них с трудом могут представить себе управление своими производственными мощностями без опоры на информацию системы планирования. Встреча с альтернативными методами всегда будет вызывать у них страх и скептицизм. Будьте внимательны

к опасениям этих профессионалов при введении новых приемов. Люди обрабатывают информацию с разной скоростью, и у одних лампочка загорается раньше, чем у других. За редким исключением, в конце концов, лампочка загорится у каждого. Имейте терпение.

В любой методике для любого проекта и любой компании нет ничего абсолютного. Каждая компания обладает уникальной операционной культурой и в разной степени склонна к переменам. Невозможно предсказать все проблемы, которые появятся при реализации какого-либо проекта по внедрению бережливого производства. Но я уверен, что если элементы каждого этапа проекта, описанные в этой книге, будут выполняться в представленной последовательности и вы обладаете отличными навыками управления проектом, то внедрение бережливого производства принесет вам большой успех.


Гревцов
паблишер

Введение

В обрабатывающей промышленности нет недостатка в специальных терминах, модных словечках, аббревиатурах, наставлениях, банальностях, советах или догмах Новой Эры*. Терминология может наводить ужас! Существуют *JIT*, *TQM*, *TOC*, *TQC*, *CFM*, *ERP*, *MRP* и *MRPII*, *Agile* и *Lean*! Недавно в языковой винегрет были добавлены такие термины, как *APS*, *ASP*, *CRM*, *MES*, *SCM*, *e*-коммерция, *e*-бизнес, *e*-рынок, *e*-исполнение, *e*-закупка и *e*-производство, *WMS*, *ALM*, *C2b*, *ETO*, *PLM*, *EAM*.

Существует так много новых технологий, что мы зачастую осознаем, что не справляемся с нашей обязанностью сравнивать и противопоставлять их друг другу, с тем чтобы обосновать наше решение следовать одной революционной тенденции в ущерб другой. Мы испытываем чувство вины за то, что у нас нет возможности в полной мере понять и последовательно использовать на практике каждую из этих чудесных технологий. Более того, мы можем избегать честной дискуссии из страха обнаружить недостаток глубоких знаний конкретного предмета. Слишком сложно уследить за всеми изменениями!

От всех этих передовых технологий голова идет кругом! Но так не должно быть. Мы все являемся членами производственного сообщества и стремимся к одному и тому же — использовать производство как источник рыночных преимуществ для захвата большей доли своего рынка. Терминология лишь описывает выбор методологии, используемой для достижения этой цели.

Почему размер доли рынка является таким важным показателем? Он определяет, каким продуктам компании потребитель отдает предпочтение по сравнению с продуктами конкурента. Рассмотрим преимущества обладания 100%-ной долей рынка, с арены которого были вытеснены все конкуренты. Такая позиция позволяет получать прибыль за счет увеличения цен. Согласно модели «отпускная цена = затраты + + прибыль», производитель, имеющий 100%-ную долю рынка, может устанавливать свою отпускную цену, и тогда его прибыль будет огра-

* Термин «Новая Эра», или *New Age*, возник в 1980-е годы. Он означает движение в философии, культуре и науке, для которого характерно смешение различных культурных, религиозных и научных традиций, вера в потусторонние силы, целительство, астрологию и т. д. — **Прим. научного редактора.**

ничена только объемами продаж. Поскольку установление отпускной цены является весьма привлекательной перспективой, все производители должны бороться за завоевание абсолютной доли рынка, стремясь к получению максимальной прибыли в качестве конечной цели, — совершенная модель капитализма!

К счастью для потребителей, та же самая модель капитализма позволяет быть участниками одного и того же рынка многим производителям. Результатом этого является тот факт, что лишь немногие из них достигают триумфа обладания всем рынком, остальные же должны делить его со своими конкурентами. В условиях конкуренции, когда поставщиков можно выбирать, именно покупатель устанавливает отпускную цену. В этом случае модель будет такой: «прибыль = отпускная цена – себестоимость». Следовательно, прибыль производителя определяется внешними факторами, а именно тем, сколько потребитель готов заплатить. У производителя остается единственный способ достижения желаемого уровня прибыли — регулирование собственных затрат.

С учетом того что конкуренты на одном и том же рынке предлагают, по существу, одни и те же технические решения общему множеству потребителей, которое диктует отпускную цену, то каким образом производитель может выделиться из массы своих конкурентов в борьбе за долю рынка? Что он может сделать, чтобы убедить клиентов покупать именно его продукты? На каком основании он может заявить своим клиентам: «Покупайте у меня, ведь я продаю лучшее»?

Один из путей — постоянная доработка продукта с целью сделать его современнее, лучше, красивее, быстрее, громче, больше и привлекательнее, чем у конкурентов. К сожалению, эти элементы создания отличительных качеств относятся к полю деятельности отделов сбыта, маркетинга и инженерного проектирования. Возможности производителей в сфере увеличения притягательности продуктов невелики.

Потенциальный вклад производства в создание отличительных качеств продукта, как правило, ограничивается стоимостью производства, которая влияет на прибыльность. Поскольку желаемая маржа прибыли считается провозглашенной корпоративной целью, производство обычно не имеет возможности добиваться снижения прибыли для компенсации большей себестоимости продукции. Это накладывает на производство обязанность экономно управлять себестоимостью продуктов, компонентами которой являются материалы, труд и накладные расходы. К другим свойствам, отличающим продукт на рынке и входящим в компетенцию производства, относятся срок поставки и качество.

Логика вышесказанного показывает: неудивительно, что производители тратят столько времени на поиски совершенной производственной системы. Движимые необходимостью способствовать успеху своих компаний в сочетании с неудовлетворенностью ограничениями,

свойственными существующим методам, они продолжают искать «Святой Грааль» производства. Именно поиск безупречной системы порождает бесчисленное количество терминов и специальных слов. Какая методология может послужить волшебной палочкой, которая решит задачи уменьшения времени отклика, сокращения запасов, достижения уровня качества, измеряемого единицами дефектов на миллион выпускаемых изделий, и снижения накладных расходов? Как еще, помимо оптимизации операций по этим критериям, производство может помочь компании выделиться из множества конкурентов и увеличить свою долю рынка?

Активные компании не пасуют перед этими трудностями. Сочетание самой низкой цены и самого высокого качества с самыми короткими сроками поставок — непревзойденное оружие конкурентной борьбы для захвата доли рынка. Умение соответствовать запросам клиентов или превосходить их ожидания обеспечивает значительное преимущество перед конкурентами, неспособными этого достичь. Последовательное обеспечение таких отличительных качеств должно быть базовой компетенцией каждой производственной компании, позволяющей торговому аппарату превосходить любых конкурентов там, где клиент рассчитывает на быструю поставку, низкую цену и высокое качество.

Конкуренты, разумеется, не сидят сложа руки, ожидая действий лидера. Они непрерывно ищут способы для подтверждения отличительных качеств собственной продукции. В поисках ответа на эти вызовы многие производители начали подвергать сомнению существующие системы и используемые сегодня методы. Многие из них достигли оптимальной эффективности существующих производственных систем лишь для того, чтобы обнаружить, что этого все равно недостаточно.

Сегодняшние инструменты операционных систем рассчитаны на максимизацию производительности и использования рабочей силы при минимизации применения покупных материалов. Опытные пользователи признают, что эти инструменты прекрасно выполняют свое предназначение, однако часто обнаруживают, что им приходится идти на компромисс с другими переменными факторами, оказывающими влияние на конкурентоспособность их компаний. Кроме того, сами инструменты часто начинают требовать их обслуживания. Системы часто становятся иллюстрацией к пословице «хвост виляет собакой», когда ограничения, накладываемые системными инструментами, начинают диктовать тактику действий в цеху.

В качестве альтернативы тому, чтобы просто пытаться в очередной раз выжать дополнительные возможности из существующих системных инструментов, многие производственные компании начали присматриваться к методам бережливого производства как способу достижения конкурентных преимуществ. Бережливое производство представляет собой операционную систему совершенно иного рода. Бережливые методы в применении к производству — это ряд техник,

при помощи которых временные элементы работы, необходимой для производства продуктов, выполняются последовательно, один за другим, в установленном темпе без времени ожидания, времени простоя в очереди или других задержек. Задача бережливого производства — проектирование и внедрение производственной линии, способной изготавливать разные виды продуктов ровно за то время, которое действительно необходимо для их выработки. Время ожидания, время простоя в очереди и другие задержки в бережливом производстве рассматриваются как бесполезные и значительно сокращаются или ликвидируются полностью.

Производство продуктов «по одному» в сравнении с маршрутизацией серий

Продукты могут производиться одним из двух разных способов: с использованием методики единичного бережливого производства или сериями, направляемыми по технологическому маршруту через традиционные рабочие ячейки. Методы серийного производства группируют похожие типы работы и станки, создавая рабочие ячейки, или департаменты, которые обычно располагаются в разных местах производственного помещения, и работа перемещается из департамента в департамент до тех пор, пока изготовление продукта не будет завершено. Серийное производство позволяет повысить показатели производительности станков и людей при изготовлении больших объемов продукции.

Деление на департаменты упрощает организационный контроль, облегчая сбор данных о производительности, маршрутизации и запасах, однако определение размеров серии обусловлено факторами, которые ведут к повышению показателей производительности станков или рабочей силы и совсем не обязательно к тому, чего требует рынок. Эта концентрация исключительно на продуктивности станков и людей сталкивает производственные отделы с отделами маркетинга всякий раз, когда необходимо принимать решения об оптимальном использовании данных ресурсов. Преимущества серийного выпуска нивелируются проблемами, возникающими на производстве, когда для удовлетворения фактического потребительского спроса требуется изготовление динамичного сочетания продуктов и объемов.

Кроме того, при таком группировании работ и станков обычно практически не принимается во внимание равномерное распределение мощности, что может приводить к неуравновешенности производственных процессов, за которой часто следует накопление избыточных запасов между несбалансированными департаментами.

Бережливое производство продуктов «по одному» является испытанным методом, позволяющим выполнять работу без задержек, узких мест и остановок. Действия, не добавляющие в продукт стоимость, здесь считаются бесполезными и устраняются путем соедине-

ния рабочих этапов друг с другом и уравновешивания объемов работы, благодаря чему продукты напрямую поглощаются последующими рабочими шагами, по одному за один период времени, вплоть до завершения изделия.

Сумма рабочего времени, требуемого для прохождения продуктом всех производственных процессов, за вычетом дополнительного времени простоя в очереди и ожидания, всегда меньше, чем время, которое требуется для прохождения технологического маршрута партиями продуктов. Поток продуктов, подвергающихся обработке за их фактическое время работы, можно представить себе как текущий по трубе без всяких препятствий. Эта способность производить продукты за время, приближенное к фактическому времени содержания работы, является источником значительных преимуществ, которые получают бережливые производители.

Мощности бережливых производственных линий организуются таким образом, чтобы все процессы, необходимые для изготовления продукта, находились рядом друг с другом. На бережливой линии размещаются только ресурсы, необходимые для удовлетворения потребности в продукции. Группирование похожих машинных и человеческих ресурсов в департаменты становится ненужным. Благодаря отсутствию дисбаланса мощности между департаментами исключается накопление незавершенного производства, что приводит к существенному сокращению запасов.

Физическое размещение производственных процессов друг с другом позволяет завершенной выработке одного процесса напрямую поглощаться следующим процессом, что резко сокращает запасы и длительность циклов. Такое физическое сцепление процессов позволяет последовательно и поступательно выполнять стандартные трудовые задачи на каждом рабочем месте вплоть до полного завершения продукта. Время ожидания и простоя в очереди, обычно связанное с последовательной обработкой серий продукции в различных производственных департаментах, существенно сокращается или ликвидируется.

Двухбункерная стратегия канбан управления материальными запасами

Для изготовления любого продукта необходимы два вида ресурсов: содержание труда и его составные части. При всей своей простоте эта истина представляет собой глубокое описание производства продуктов. Понимание продукта как простой суммы труда и материалов существенно отличается от того, как к его производству подходят современные системы планирования. Требуемые компоненты труда закладываются производителями в проект бережливой производственной линии при уравновешении и сцеплении друг с другом рабочих процессов. Готовая бережливая линия требует стратегии подачи материалов, необходимых для изготовления продуктов. В бережливой производс-

твенной среде материалы, необходимые для изготовления продукта, размещаются на линии при помощи метода канбан. Система канбан использует ряд сигналов для уведомления о потребностях производства в материалах.

Данная система представляет собой способ подачи материалов, призванный упростить погрузочно-разгрузочные работы и управление материальными запасами. Вместо объединения материалов в наборы или их закрепления за заказом и последующим запуском в производство на основании рабочего графика материалы пополняются посредством канбан, или сигнала.

Системы канбан требуют меньшего количества операций по учету запасов и сокращают объем работ по обслуживанию системы, обычно необходимых для отражения реального положения вещей в цеху. Материалы от поставщиков поступают на склады или сразу в определенную точку на территории незавершенного производства. Впоследствии материал выводится из незавершенного производства при помощи операции обратного учета. Эта операция уменьшает количество имеющихся запасов, находящихся в незавершенном производстве, путем вычитания количества покупного материала, указанного в *BOM* готового продукта.

В системе канбан должны быть установлены связи между местами, в которых материалы используются, и местами, из которых запасы этих материалов пополняются. Такие связи называются последовательностями вытягивания. Ряд связанных друг с другом последовательностей, описывающих все точки пополнения запасов, называется цепочкой вытягивания. После использования материала для изготовления продукта создается канбан-сигнал. Пустой канбан сигнализирует о необходимости пополнить или заменить используемые материалы. Этим сигналом может быть карточка или сам пустой контейнер.

Цель любой системы канбан — обеспечить быстрое движение запасов через производственный процесс. Эта быстрота улучшает коэффициент оборачиваемости вложений в запасы и сокращает требования к оборотному капиталу предприятия. Поскольку частота поставки задается для любой последовательности вытягивания каждой детали или компонента, объем вложений в запасы будет обратно пропорционален частоте их пополнения. Чем больше частота пополнения, тем большими будут вложения в запасы. Система канбан задает оптимальную стратегию уравновешения вложений в запасы и затрат на транспорт и погрузочно-разгрузочные работы.

Система канбан, в которой материалы размещаются непосредственно на том рабочем месте бережливой линии, где они напрямую поглощаются в продукт, предоставляет бережливому производителю несколько преимуществ. Все имеющиеся на производстве материалы доступны для использования при изготовлении любого продукта. Поскольку компоненты не закреплены за конкретным заказом на произ-

водство и уже размещены на линии, всякий продукт, запрашиваемый клиентом, может быть изготовлен на бережливой линии незамедлительно за время содержания работы данного продукта.

При использовании системы канбан компоненты не нужно откреплять от одного заказа на производство и закреплять за другим. Не добавляющее стоимости время, необходимое для того, чтобы «ограбить Питера, чтобы заплатить Полу», на бережливой линии существенно уменьшается. Системы канбан предоставляют производителю значительную гибкость, необходимую для обеспечения быстрого времени отклика на запросы клиентов.

Бережливое регулирование производства в соответствии со спросом

Утверждая собственные отличия от конкурентов, производители заинтересованы в переводе своих заводов на бережливое производство по ряду причин: организация новой бережливой линии позволит предложить клиенту более короткое время отклика, совершенствование управления запасами и связанное с этим уменьшение оборотного капитала даст возможность установить более конкурентоспособные цены. Мотивация может заключаться в потенциальном улучшении качества или повышении производительности, лучшем использовании площади цеха, сокращении отходов и повторной обработки, увеличении участия сотрудников в процессе и упрощении административных процедур, которые предоставляет внедрение методов бережливого производства.

Нередко определенное преимущество видится производителю более привлекательным, чем другое. Приоритет и срочность желаемых преимуществ от внедрения бережливого производства обычно определяются конкретными головными болями, которые мучают производителей. В стремлении сбросить с плеч проблемы они обычно уделяют мало внимания всем многочисленным выгодам, которые они получают в результате перевода своих заводов на бережливое производство. Непредвиденные преимущества всегда оборачиваются для бережливого производителя приятными сюрпризами.

Одной из прерогатив, получаемых бережливыми производителями, является способность выпускать широкий спектр продуктов в любой день без необходимости прогнозирования спроса на них. Эта способность обеспечивает производителю максимальную гибкость в удовлетворении потребительского спроса. Клиенты уже не так лояльны по отношению к своим поставщикам, как прежде. Сегодня они ожидают намного более сжатого времени выполнения заказа, чем несколько лет назад, и, похоже, это время сокращается с каждым днем. Кроме того, постоянно появляются новые конкуренты, предлагающие лучшее качество, более быструю доставку или меньшую цену.

Конфигурация бережливых процессов в бережливую линию в сочетании со стратегией управления материальными запасами канбан

дает производителю мощный инструмент для удовлетворения потребительского спроса. Эта способность позволяет бережливому производителю изготавливать продукты за время содержания работы. Бережливая линия нуждается лишь в процедуре задания последовательности, определяющей, какой продукт должен производиться на линии следующим. Для клиентов, которые требуют быстрой поставки, это является главным качеством, отличающим данного поставщика от конкурентов.

Эта способность дает производителю и другие преимущества, помимо быстрого отклика и лучшего удовлетворения потребностей клиентов. Чем короче время производственного цикла и время отклика на запрос клиента, тем меньше необходимость в поддержании запасов готовой продукции или незавершенного производства. Обычно размеры запасов последнего эквивалентны общему количеству дней заводского производственного цикла. При сокращении времени отклика на всем заводе происходит соответствующее сокращение объемов запасов незавершенного производства и готовой продукции. Сокращение запасов в этих двух ключевых областях может быть существенным.

Еще терминологии?

Бережливые производственные методы используют специфическую терминологию. Развитие технологии неизбежно приводит к появлению новых лексиконов. Бережливое производство, определенно, не исключение. Для описания устройства линии и процессов канбан должны существовать термины. Однако бережливые производители не зацикливаются на семантике или терминологии. Они ожидают результатов. Какие термины используются для их достижения — на самом деле не важно. Задача производственников заключается в обеспечении отличительного качества своей компании за счет производства продуктов с наименьшим временем отклика, самой низкой ценой и самым высоким качеством. Они хотят снабдить свой торговый персонал всем необходимым оружием для уничтожения конкурентов. Они хотят владеть своим рынком!

Бережливые производители даже обнаруживают, что повседневное управление их производственными мощностями упрощается. Тем не менее «упрощается» не означает, что производители могут сложить с себя обязанности по системному управлению своими бережливыми заводами. Бережливые производители продолжают совершенствоваться, сокращая время отклика. Они пользуются благами кайдзен и другими инструментами постоянного улучшения.

Сегодня многочисленные заводы дают примеры реальных выгод, полученных от внедрения бережливого производства. Можно найти достаточно описаний этих выгод и в промышленной прессе. Добросовестным производителям, которые постоянно стремятся к улучшению своих рабочих процессов, трудно устоять перед соблазном этих пре-

имуществ. В последние годы многие из них приступили к реализации инициатив по внедрению бережливого производства.

Другие производители все еще взвешивают плюсы внедрения бережливого производства на своих заводах против рисков, времени и ресурсов, необходимых для осуществления этого внедрения. Третьи планируют и в будущем сохранять статус-кво или совершенствовать существующие производственные модели.

После более чем десятилетия преобразований заводов всех типов в бережливое производство преимущества, получаемые этими производителями, неоспоримы. Компании, которые все еще решают, нужен ли им новый подход, рискуют уступить ту долю рынка, которую они занимают сегодня. Привычка к комфорту, привязанность и доверие к старым моделям производства в условиях растущих потребностей клиентов эпохи Интернета создаст разрыв между маргинальными компаниями и лидерами в их отраслях.

Многие компании приходят к выводу, что очередное доведение существующей операционной модели просто не может дать им толчок, необходимый для захвата большей доли рынка и повышения дохода от операций. После принятия решения о переходе на методы бережливого производства, когда атмосфера пропитывается настроением перемен и зарождается энтузиазм, на горизонте появляется следующий важный вопрос — «с чего начать?».

Изменения таких масштабов неизбежно связаны с затратами. Во что обойдется перевод завода на бережливое производство? Требуются ли вложения в запасы? Насколько готовы к переменам сотрудники? Какое обучение необходимо? Как быстро компания увидит какую-либо прибыль на инвестированный капитал? Как после долгих лет привычки отказаться от комфортного использования испытанных методов? Как перемены повлияют на подразделения компании? Как изменятся должностные обязанности? Какой будет новая культура? Как изменится система *MRP/ERP*? Не имея опыта трансформаций компании, трудно ответить на эти вопросы.

В поисках путей достижения таких высоких целей, как сокращение времени отклика на запрос клиента, снижение издержек и повышение эффективности производства, производители часто обращаются к помощи компьютерных систем, чтобы получить руководство к действию и решения для внедрения своих новых бережливых инициатив. Здоровый честный скептицизм по отношению к нереалистичным обещаниям простоты внедрения и быстрой и легкой окупаемости компьютерных решений уместен и полезен!

Недостаточно купить и установить новое программное обеспечение — это лишь хороший инструмент для управления. Его приобретение и использование (в качестве решения проблемы) часто оправдывают операционными сбоями систем *MRP*. Не имеет смысла покупать программное обеспечение, устанавливать его и заявлять всему миру,

что теперь у вас бережливое производство. Это может вызвать хаос внутри компании и отразиться на отношениях с клиентами и поставщиками за пределами завода.

Наилучшее место для начала усовершенствования — ваш собственный завод. Не только потому, что это место, в котором находятся деньги вашей компании, но и потому, что, принимаясь за дело, всегда нужно сначала произвести уборку на собственном заднем дворе. Начните с осмысления продуктов и производственных процессов, их требований и реальных целей по времени отклика, качеству и минимальному уровню вложений оборотного капитала по отношению к эффективности и использованию ресурсов. Создайте критическую массу сотрудников, которые будут двигателем трансформации в вашей компании. Внедрение бережливого производства вынудит вас сделать это, и в процессе вы совершите немало удивительных открытий о собственной компании.

К внедрению бережливого производства в вашей компании следует подходить методично и дисциплинированно (рис. 1). Процесс трансформации должен осуществляться быстро, однако темп внедрения должен оставлять организации и корпоративной культуре время для адаптации к происходящим переменам. Если внедрение затянется, энергия и энтузиазм испарятся, а если процесс будет идти слишком быстро, организация не сможет переварить перемены.

Кроме того, нет причин отметать наследие существующей системы планирования ради управления вашим бережливым заводом при помощи какой-нибудь дорогой новой компьютерной программы. Оптимальное для производства решение — использовать традиционные системы



Рисунок 1. Дисциплинированный подход

MRP/ERP для долгосрочного планирования в сочетании с употреблением техник и методов бережливого производства в целях исполнения этих планов.

Ожидания клиентов продолжают расти. Изготовление продукции по особым заказам, уменьшение времени отклика, сокращение запасов и тенденция к производству продуктов партиями меньших размеров продолжаются, так как клиенты по-прежнему требуют особенных продуктов. Методы бережливого производства обеспечивают производителю невероятную гибкость за счет возможности изготовления партий размером в одну единицу продукции. Бережливые методы сокращают бесполезные элементы в производственных процессах за счет того, что продукт последовательно проходит все стадии обработки с минимумом не добавляющего стоимости времени ожидания и простоя в очереди. Продукты могут запускаться в производство на основании фактического потребительского спроса, благодаря чему устраняются ненужные траты производственных ресурсов на спрос, который только прогнозируется.

Кроме того, благодаря сети Интернет, как поставщики, так и клиенты получили доступ к невероятному объему имеющейся сегодня информации о производителях. Это все больше вынуждает поставщиков и производителей догонять или превосходить лучших на своих рынках, их все сильнее обязывают стандарты качества, и они должны предоставлять своим клиентам обслуживание мирового класса.


ГРЕВЦОВ
ПАБЛИШЕР

Часть I

Преимущества внедрения бережливой производственной системы


Гревцов
паблишер

Глава 1

История и современное применение бережливого производства

Можно с уверенностью сказать, что пословица «ничто не ново под луной» верна, когда речь идет о промышленных технологиях. Однако с течением времени уровень сложности этих технологий и их применение продолжают эволюционировать. Примерами этого являются бережливое производство и применение *MRP/ERP*-систем в условиях серийного производства. Эти концепции не являются новыми или радикальными и существовали независимо друг от друга на протяжении десятилетий.

Хорошо зарекомендовав себя на практике, они были доступны производителям в течение многих лет. В этот период происходили недооценка, неправильное применение или даже игнорирование обеих концепций при использовании их в качестве инструментов повышения производительности промышленных предприятий. Цель любой производственной системы — выпуск продукции наивысшего качества за минимально возможный срок с наименьшими капитало- и ресурсовложениями, поставленной потребителю по наименьшей цене. Утверждалось даже, что цели этих двух концепций производства конфликтуют друг с другом. В то же время использование компонентов обеих методологий обеспечивает производителя набором практичных инструментов, которые могут быть применены для оптимизации производственного процесса, что является механизмом повышения конкурентоспособности предприятия.

Эта книга не является исторической. О развитии производства уже было написано достаточно и куда более подробно. Тем не менее краткий обзор эволюционирования методик управ-

ления производством в течение последнего столетия, достижения ими современного состояния может дать нам перспективу сравнения методологий бережливого производства с другими современными производственными системами.

Первыми для промышленности в начале индустриальной революции в 1860-х годах стали проблемы управления станочными производствами с их огромными объемами выпуска продукции. Продуктивность станков значительно опережала продуктивность ручного труда при осуществлении одной и той же работы. Самые первые станки появились в текстильной промышленности. Изготовление продукции, требующей применения металлообработки, все еще было исключительно трудоемким. Главной проблемой управления в этой области производства оставалась производительность рабочих.

Впервые на эти проблемы управления примерно в 1885 году обратил внимание Фредерик Уинслоу Тейлор*. Тейлор предложил идею, что весь производственный процесс должен быть разбит на отдельные задачи таким образом, чтобы они могли быть сокращены или даже исключены из производственного процесса. Его первые труды были сосредоточены на индивидуальной мотивации выполненного объема работы. Тейлор начал проверки своих теорий многочисленными промышленными прикладными задачами, которые были направлены на поиск лучшего пути. Применение этого научного метода вместе с методиками анализа временных затрат, внедренных Фрэнком Гилбретом, в конце концов привело к достижению максимальной производительности с учетом уровня развития производительных сил в промышленности того времени.[1]

Дополнительные доказательства достоверности этих теорий появились тогда, когда Генри Форд начал строительство больших промышленных объектов для производства своих новых автомобилей. Модель производства Форда, основанного на сборочном конвейере, обусловила переход промышленности от использования индивидуальной рабочей силы к массовому производству. Это помогло созданию рынка, основой которого стало повышение эффективности от роста масштабов производства (эффект масштаба). Позже гигантские организации, спроектированные в соответствии с функциональной специализацией и детальным

* Фредерик Уинслоу Тейлор — американский инженер, основоположник научной организации труда.— Прим. редактора.

[1] *The Fundamentals of Flow Manufacturing*. JD Edwards White Paper. November 1999.

разделением труда, вышли за рамки необходимости отвечать требованиям новой концепции повышения результативности за счет роста масштабов производства. Эффект масштаба создавал распределение постоянных издержек, особенно инвестиций в основной капитал и организацию производственных линий, на большие объемы выпуска. Эта движущая сила уменьшила издержки производства на единицу продукции.[1]

Форд также повлиял на массовое производство и потребление в сфере технологии производства. Отличительным признаком этой системы была унификация. Это означало унификацию деталей, промышленных процессов и в конечном итоге простую, легко производимую стандартную продукцию. Унификация требовала почти идеальной взаимозаменяемости деталей. Для достижения этого Форд использовал результаты технического прогресса в области механических станков и систем измерения. Эти инновации способствовали созданию системы последовательной сборки продукции на непрерывно движущейся сборочной линии.[1]

К 1930-м годам унифицированная продукция Форда с его системами прямого планирования и управления устарела вследствие нововведений в области маркетинга и управления в корпорации *General Motors* (*GM*). Если Форд завершил эпоху лошади и коляски, то Альберт П.Слоан из *General Motors* сотворил то же самое с моделью *T*. К 1927 году автомобили *GM Chevrolet* уже имели систему водяного охлаждения, масляный манометр на приборной панели, надежную систему зажигания, педаль газа и бензобак в задней части автомобиля для безопасности и удобства. К тому же новые *Chevrolet* окрашивались в разные цвета! Эра фордовского доминирования, основанного на стандартизации, была завершена.[1]

Заслугой Альберта П.Слоана также является установление стандарта для современных управляющих организаций. Наибольшую известность ему принесло создание структуры многономенклатурного производства, прототипа нынешней дивизиональной структуры, в которой каждое крупное рабочее подразделение удовлетворяет отдельный рынок продукции. Когда Слоан в начале 1920-х годов возглавил корпорацию *GM*, она представляла собой слабый союз компаний, выпускающих автомобили, и производителей комплектующих и запчастей.

[1] Thompson, F. Fordism. *Post-Fordism and the Flexible System of Production*. Willamette University, Salem, Oregon.

Слоан переориентировал автомобильные компании для выпуска пятимодельного автомобильного ряда, начиная с *Chevrolet* и заканчивая *Cadillac*. Согласно этой системе, каждое подразделение вело свою бухгалтерию, а их руководители оценивались по достигнутым показателям рентабельности активов (*ROA*).

На протяжении 1930-х годов основной проблемой промышленности было разнообразие продукции. Несмотря на то что в 1930–1940-х годах работа промышленности все еще обуславливалась выпуском партий продукции в больших количествах, выработка огромных партий продукции, характерных для 17 лет производства модели *T*, стала более невозможной. Потребители все чаще являлись движущей силой изменений в жизненном цикле продукта. В начале 1950-х годов начала утверждаться потребность в специализированной продукции. Продукция стала не только более специфичной, но и обладала ограниченным жизненным циклом.

До сих пор для достижения конкурентного преимущества усилия производителей сосредотачивались главным образом на производительности труда. Инновации в технологии стали новыми средствами повышения производительности, позволившими многим компаниям оставаться конкурентоспособными. Основным критерием отличия одного производства от другого были используемые технологические решения и производительность. Этот период отмечен появлением технологических новшеств в резцах станков, синтетических абразивах, а также во вращающихся резцах, в частности, применяемых на токарных и фрезерных станках. Модернизация металлорежущих станков, а также слоановская методика оценки качества работы по рентабельности инвестиций идеально дополняли друг друга.

Однако прошло время — и появились методы серийного производства! В данном виде производства величина партии продукции основывалась на производительности станков, а не на потребностях рынка. Эта концентрация внимания на повышении эффективности от роста масштабов серийного производства привела к борьбе производственных отделов с отделами сбыта буквально во всех отраслях промышленности. Этот конфликт все еще присутствует в производственных компаниях и сегодня. Серийное производство сделало станки эффективными путем выпуска большого количества продукции. В то же время серийное производство зашло в тупик при попытке одновременного производства разнородной продукции смешанного

состава. Какова же оптимальная величина выпуска однотипной продукции?

В течение 1950-х годов доступность компьютеров значительно повлияла на обработку деловой информации. В докомпьютерную эру функции логистики, управления запасами и производственного планирования создавали постоянную трудноразрешимую проблему для любого отдельного производителя, занятого многоэтапным производством продукции, начиная от обработки сырья и заканчивая выпуском готового изделия. Докомпьютерные технологии управления запасами, доступные тогда, были несовершенны, однако это было лучшее в то время и в тех обстоятельствах.

Приблизительно в начале 1960-х годов, когда вычислительные мощности стали более рентабельными, первые новаторы начали разработку и установку ранних компьютерных систем планирования потребностей в материальных ресурсах (*MRP*-системы). В числе этих первопроходцев Джозеф Орлики, Джордж Плосл и Оливер В. Уайт. Из первоначального небольшого количества число установленных систем к 1971 году возросло до 150 единиц.[1] С тех пор с помощью *APICS* (*American Production and Inventory Control Society* — Американское общество контроля продукции и запасов) число установленных *MRP*-систем приблизилось к общему числу промышленных компаний. Для современного производителя *MRP*-система является основным инструментом для производственного планирования, управления запасами, управления рабочим цехом, калькуляции себестоимости и планирования загрузки производственных мощностей.

Наряду с тем что *MRP*-система является полезным инструментом в арсенале производителя, практики продолжают сталкиваться с проблемой, суть которой — конфликт между целями серийного производства и необходимостью оптимизировать материально-технические запасы. Сталкиваясь с этими конфликтующими целями, *MRP*-система часто принимает на себя ответственность за неудовлетворительные результаты. *MRP*-система (при условии сохранения ее системных настроек) высчитывает оптимальную величину материально-технических запасов и наименьшее время производственного цикла. При пунктуальном следовании рекомендациям *MRP*-системы они дадут ожидаемые результаты. Различные изменения, а также правила работы, вводимые для повышения эффективности и использования ресур-

[1] Orlicky, J. *Material Requirements Planning*. New York: McGraw-Hill, 1975. P. IX.

сов в рамках отдельных рабочих ячеек, как правило, ухудшают отдачу *MRP*-системы. Именно этот компромисс и является истинным виновником снижения результативности *MRP*-системы.

В течение 1950–1960-х годов на Дальнем Востоке, в частности в Японии, была разработана иная производственная модель. Возглавляла это движение компания *Toyota Motor Company*. *Toyota* отстаивала мнение, что стандартная формула «себестоимость + прибыль = отпускная цена» неверна. А верной является формула «прибыль = отпускная цена – себестоимость». Исходя из этой предпосылки, *Toyota* начала создавать промышленную систему, основное внимание в которой уделялось бы управлению издержками. Затраты стали рассматриваться как потери, а все виды потерь подлежали устранению. Потребность в огромном бюрократическом аппарате, необходимом для управления плановой промышленной системой, была поставлена под сомнение.

Основными областями приложения усилий стали запасы незавершенного производства и резервные запасы. В то время как многие компании в США и Европе занимались вычислениями оптимальных величин партий серийной продукции, *Toyota* преследовала цель создать возможность выпуска продукции смешанного состава в едином производственном потоке (бережливая линия по производству продукции смешанной номенклатуры), имея которую компания достигала многих целей — увеличивала производительность и уменьшала затраты и складские материально-технические запасы, одновременно обеспечивая быстрый отклик на потребительский спрос.[1]

На протяжении 1960-х и в период 1970-х годов эти две производственные модели развивались независимо друг от друга. Одна модель занималась поиском лучших способов управления серийным производством путем внесения усовершенствований в модель планирования *MRP*, в то время как другая сосредоточилась на поиске и точной наладке методик производства продукции смешанной номенклатуры в едином промышленном потоке. Вскоре преимущества этих двух несовместимых стратегий проявили себя.

В 1980-е годы товарные рынки США и Европы стали подвергаться давлению со стороны иностранных производителей. На рынок начали поставляться товары более высокого качества и по меньшей цене. Времена запланированного устаревания

[1] *The Fundamentals of Flow Manufacturing*. JD Edwards White Paper. November 1999.

товаров закончились. Западные производители теряли свои доли рынка. Некоторые из них разорились, другие начали старательно искать пути выхода. Многие производители отказались от старых моделей серийного производства в пользу более чувствительного метода бережливого производства с целью уменьшения затрат и материально-технических запасов, повышения качества продукции и ускорения отклика предприятия на колебания рынка.

Распространенность MRP-систем и их воздействие на организацию производства

MRP-система остается основным инструментом принятия решений для большинства производителей. Начиная с 1970-х годов, когда многие компании начали анализировать возможные выгоды от внедрения компьютерных систем управления материально-техническими запасами, число установленных *MRP*-систем росло экспоненциально. Сегодня промышленное предприятие, не использующее в своей деятельности систему планирования и управления материально-техническими запасами, — нонсенс.

Рост популярности *MRP*-систем как «лекарства от головной боли» плановиков, складских и производственных менеджеров совпал с развитием компьютерных технологий. Во времена зарождения последних производственные менеджеры с радостью принимали предложения разработчиков, утверждающих: «Мы нашли решение вашей проблемы». А возможно, наоборот, именно производственные менеджеры отчаянно искали решения проблем с помощью новых компьютерных технологий. В конце концов, неважно, от кого исходила инициатива в этой извечной дилемме «яйцо или курица».

Независимо от того, кто что нашел, производители облюбовали новую компьютерную технологию. Теперь с помощью машин, способных молниеносно обрабатывать массу информации, производители не были больше ограничены доступными в то время средствами управления товарно-материальными запасами. Основы традиционного их управления подлежали пересмотру в отношении их обоснованности, релевантности и применимости. Открытие того, что большего успеха можно достичь не просто отшлифовывая старые существующие методы, а применяя радикально иные подходы к решению вековых проблем, стало истинным откровением.

Инструменты управления товарно-материальными запасами докомпьютерной эпохи[1]

- Система пополнения складов.
- Правило корня квадратного, применимое к наиболее оптимальному размеру заказа.
- Методики управления совокупными товарно-материальными запасами.
- Методики, основывающиеся на точке заказа.
- Анализ и классификация товарно-материальных запасов согласно их функциональному назначению.
- *ABC*-классификация товарно-материальных запасов.

С учетом временной составляющей планирования наряду с вопросами «что?» и «сколько?» возникает вопрос «когда?». Это было значительным достижением в управлении запасами и оборотными средствами и позволило плановикам перенести расход материальных ресурсов своих компаний гораздо ближе к запланированному моменту их потребления производством, чем ранее.

Для выполнения *MRP*-системой своей работы по планированию необходим ввод следующих данных:

- точного, выверенного перечня материалов, необходимых для каждого вида производимой продукции;
- точных карточек аналитического учета материалов для каждого номера изделия;
- прогнозирования спроса;
- спецификации реальных заказов от потребителей;
- спецификации уже проплаченных заказов от потребителей.

Успешное функционирование *MRP*-системы возможно лишь при приложении значительных усилий по вводу и обновлению данных, необходимых для воздействия на процессы планирования и управления товарно-материальными запасами. Кроме того, вся необходимая информация размещена в отдельных базах данных внутри самой *MRP*-системы. Для того чтобы эта система работала эффективно, точность баз данных должна быть вопросом первостепенной важности. Принцип «мусор на вхо-

[1] Orlicky, J. *Material Requirements Planning*. New York: McGraw-Hill, 1975. P. 5.

де — мусор на выходе» (взятый из программирования), в соответствии с которым неверные входные данные не могут привести к правильному результату, был и остается характеристикой эффективности *MRP*-системы.

Используя вышеприведенную информацию, для любого запланированного изделия *MRP*-система вычисляет чистую сумму потребностей по следующей формуле:

общие потребности в материалах – (имеющиеся запасы материалов + материалы, запланированные к получению) = = чистая потребность в материалах,

где общие потребности в материалах = потребность в материалах, составленная исходя из прогноза (плана) продаж будущих периодов + уже открытые заказы на поставку; имеющиеся запасы материалов — это уровень запасов на собственных складах; материалы, запланированные к получению, — те материалы, которые уже запланированы к получению от поставщика или от собственного производства.

Если изделие является покупной деталью, чистая потребность в материалах превращается в заказ на поставку. Если изготавливается самостоятельно, чистая потребность в материалах становится производственным заказом и в итоге частью производственного плана.

Для установления правильной даты возникновения данной чистой потребности в материалах требуется многоуровневый перечень материалов (*indented BOM**). Этот перечень — одна из ключевых баз данных, необходимых для функционирования *MRP*-системы. *BOM* — это не только список наименований деталей и их количеств, необходимых для производства данного продукта, но он также содержит информацию об отклонениях сроков выполнения заказа, которая нужна для расчета временных интервалов, устанавливающих начало и длительность данного производства в соответствии с заказами, созданными *MRP*-системой. Это проделывается путем записи времени производственного цикла каждого технологического процесса в течение всего процесса производства. С помощью данной функции фиксирования времени производственного цикла *BOM* сооб-

* *Indented Bill of Material* — список компонентов от конечного изделия вплоть до уровня материалов, отображающий элементы компонентов, в отличие от одноуровневого перечня материалов (*single-level BOM*), демонстрирующего только непосредственно используемые для производства изделия компоненты. — **Прим. редактора.**

щает *MRP*-системе (через компьютерную сеть), каким образом производится конечный продукт.

Кроме того, *BOM* любопытным образом воздействует на организацию промышленного предприятия. При пристальном рассмотрении часто оказывается, что организация предприятия отражена в уровнях *BOM*. Общие функции или процессы обычно сгруппированы в некоторых отделах и повторяют его структуру. Уровни *BOM* обычно соответствуют схеме последовательного прохождения изделия через производственные структуры предприятия.

Таким образом, возникает интересный вопрос: «Существовало ли разделение производства на департаменты (участки) вследствие группирования функциональных процессов до появления системы планирования или же разделение продиктовано появлением феномена заказа на необходимые для производства материалы *BOM*?» Опять вопрос о первичности яйца или курицы? Каковы же были критерии для создания тех функциональных организационных структур, которые мы видим сегодня? Невзирая на критерии, можно сказать, что структурные изменения произошли под влиянием применения *MRP*-системы.

Наряду с функционализацией организации, разработанной в соответствии с моделью Слоана из компании *GM*, в которой отдельные управленцы были ответственны за показатели прибыли, получаемой на инвестируемый капитал их отделами, внедрение *MRP*-систем в значительной степени определило современные схемы производственных процессов. Возложение ответственности за получение необходимых данных для функционирования *MRP*-системы на управляющие структуры внутри предприятия согласно их функциональным обязанностям (то есть ответственность за *BOM* несут проектировщики, за прогнозирование — отдел сбыта и маркетинга, за управление запасами — отдел планирования и управления товарно-материальными запасами) выглядит достаточно логично.

Первые *MRP*-системы начали функционировать свыше тридцати лет назад. Не без оснований можно утверждать, что большинство промышленных компаний сегодня полностью построены вокруг управления и обслуживания своих *MRP*-систем. Первое поколение первопроходцев, применивших *MRP*-систему, или уже ушло на пенсию, или близко к ней. Последующие поколения и нынешние специалисты уже мало осведомлены и едва ли размышляют о жизни до *MRP*-систем. Они не могут себе представить работу своих производственных линий без этих систем.

Переосмысление модели MRP: «Система не позволит мне сделать это!»

MRP-системы продолжают эволюционировать в чрезвычайно мощный инструментарий. Современные специалисты, применяющие *MRP*, лучше подготовлены и более опытны, поскольку они опираются на знания, приобретенные поколениями пионеров плановой системы. Подготовка профессионалов в деле управления товарно-материальными запасами и планирования сегодня признается важной дисциплиной с собственной совокупностью знаний, так же как бухгалтерское дело, конструирование и контроль качества. С моделью *MRP* удобно.

Более того, кроме непосредственных «бенефициариев» *MRP*-системы (отделов планирования материалов и контроля запасов), вся компания в целом чувствует себя с ней комфортно. Фактически целые подразделения (от цехов до вспомогательных отделов) организованы таким образом, чтобы поддерживать и обеспечивать работоспособность *MRP*-системы. Организационная иерархия выстроена вокруг *MRP*-системы. *MRP*-система существует независимо, живет своей жизнью.

Наряду с тем что для осуществления изменений, необходимых для функционирования *MRP*-системы, в последние тридцать лет было приложено немало усилий, рынок (иногда без предупреждения) продолжает претерпевать изменения. К несчастью, эти перемены зачастую подкрадываются незаметно для производителя, превращая кризисное управление в обычную рутину.

Потери долей рынка, испытанные многими производителями во время становления *MRP*-системы в условиях всемирной конкуренции, были неплохо задокументированы. На смену плановому устареванию (сроку эксплуатации) пришли качество, разнообразие и низкие цены как минимальные требования потребителей. Там, где раньше американские производители наслаждались лидерством на отдельных рынках, вхождение на мировой рынок конкурентов из других стран превратило их сегменты в рынки товаров широкого потребления, иначе говоря, высококонкурентные рынки товаров с низкой степенью диверсифицирующих свойств, высокой эластичностью по цене и низкой лояльностью потребителей. История зафиксировала гибель множества компаний, неудачно отреагировавших на эти вызовы конкуренции.

Между тем специалисты в области *MRP* продолжали усердно и тяжело трудиться, дабы соответствовать новым требованиям. Это совет производителям, которые хотят выдержать испытание временем и преуспеть перед лицом жестких конкурентных вызовов.

Не бывает легких времен. Вызовы становятся все более масштабными. Потребители — все менее и менее лояльными по отношению к производителю. Конкуренты все совершенствуются и совершенствуются. Они реагируют на колебания спроса быстрее, их продукция качественнее, а цены ниже! Даже по достижении лучшей рыночной позиции конкуренты продолжают дышать в спину лидеру.

Улучшенное время отклика на колебания спроса — это одна из сфер, где конкуренты получают преимущество. С последующим уменьшением цены и улучшением качества доля рынка менее подвижных производителей начинает уменьшаться. Первой линией обороны обычно становится увеличение товарно-материальных запасов. Прогнозы будущих продаж сделаны. Запасы готовой продукции произведены, на это потрачен значительный капитал и мощности предприятия. Когда потребители срывают усилия производителя по предсказанию окончательной конфигурации, количества и временных параметров спроса, происходит увеличение запасов готовой продукции. Во избежание роста уровня таких запасов часто принимается решение об их удерживании на уровне незавершенного производства с окончательным оформлением как можно ближе к фактическому заказу клиента. Причина в том, что время отклика на изменения в структуре заказываемой продукции, сделанные потребителем в последний момент, будет меньше, если производитель имеет на руках частично завершенную продукцию.

Вскоре объемы запасов, находящихся на стадии незавершенного производства, растут, как снежный ком. Потребность в оборотных средствах растет пропорционально. Даже работая все напряженнее с целью выжить в конкуренции, производители, пытаясь удовлетворить возрастающие потребности в гибкости и скорости, обнаруживают, что их производственные системы перегружены. Наступает паника и рекомендуется усовершенствование *MRP*-системы. Даже после установки более новой, быстрой и современной ее версии производители часто остаются разочарованными открытием, что новая версия системы есть просто измененная форма старой модели.

Пройдя через такие циклы несколько раз, производители задались вопросом: «Является ли проблемной их *система* планирования, или же методология *MRP* не лучшее решение?» Под сомнение ставится оправданность негибкой системы планирования. Производители чувствуют себя в тисках огромных партий продукции, которые не соответствуют постоянно меняющемуся потребительскому спросу. Они ощущают, что попали в ловушку доверия долгосрочным прогнозам продаж, заблокировав свои производственные и финансовые ресурсы. Они устали от недостатка гибкости и смятения в цехах из-за необходимости реагировать на изменяющийся в последнюю минуту потребительский спрос. Они расстроены и разочарованы постоянной спешкой и методом размещения комплектующих, при котором приходится «ограбить Питера, чтобы отдать Полу». Многочисленные факты дефицита комплектующих все еще являются бедствием для производственных линий, даже несмотря на бесконечные операции по перемещению запасов и множество системных отчетов.

Хотя гибкость ограничена *MRP*-системой, менеджеры, управляющие материальными запасами, обнаружили, что они должны соблюдать интересы и всей организации в целом. Достижение целей отделов и организации выстроено вокруг управления и поддержания *MRP*-системы. Размеры партий определены на таком уровне, чтобы оптимизировать использование производственных мощностей и максимизировать экономичность, а запасы зафиксированы так, чтобы удовлетворять квотам отделов продаж и маркетинга. Отдел закупок установил минимальный объем заказа для получения объемных скидок, а бухгалтерам, занимающимся расчетом себестоимости, дана директива минимизировать затраты на рабочую силу. Плюс ко всему, вице-президенту отдела сырья и материалов предоставляется коэффициент обращения на основе минимального уровня запасов.

Трудно решить, какой из этих приоритетов необходимо удовлетворять. Может быть, им будет приоритет, основанный на том, кто сегодня громче крикнет? Сохранится ли сегодняшнее приоритетное направление таковым завтра? Будут ли нужды производства принесены в жертву финансовым нуждам, или эффективность будет принесена в жертву задачам отдела запасов? Является ли *MRP*-система системой управления производством, или это система управления корпоративной иерархией и корпоративными задачами? Является ли производство собакой, виляющей своим хвостом (организационными потребностями), или же

хвост организационных нужд виляет собакой производства? Кто должен быть разочарован, а кто получить преимущество? Где должна быть лояльность?

Посреди криков: «Система не позволит мне это сделать!», вырастает ряд конфликтующих целей.

Поиски «Святого Грааля» производства

Для некоторых поиск лучшей системы только начинается, для остальных он продолжается!

Когда начинается поиск, недостатка в решениях для специалистов производства не существует. В изобилии появляются модные словечки, сленговые термины, пойманные на лету фразы, акронимы, аббревиатуры, наставления и поучения, банальности, советы и множество иных догм Новой Эры. Производственным специалистам необходимо пробиться через весь этот жаргон и найти лучший набор инструментов для своей компании.

В конце концов, все специалисты ищут одно и то же — путь к уменьшению времени реакции на изменения спроса, к уменьшению товарно-материальных запасов, улучшению качества, удовлетворению целей производительности и одновременно увеличению прибыли и доли рынка для своих компаний.

Производители продолжают искать «Святой Грааль»!

Модель бережливого производства

Поиск производителями методов решения вышеописанных проблем привел многих из них к технологиям бережливого производства. Методы бережливого производства сами по себе не являются чем-то новым уже в течение тысячи лет, они представляют собой компиляцию многих технологий, с которыми производители знакомы и которые использовали в прошлом. Разница заключается в том, что теперь эти технологии собраны воедино, в один мощный метод. Достижение целей при использовании методов единичного бережливого производства, по существу, является методологией обеспечения ритмичности производственного процесса, используемой в сочетании с канбан-технологиями перемещения материалов. Для достижения оптимального использования производственных ресурсов создаются и просчитываются математические модели.

Методы бережливого производства — это ряд технологий, позволяющих выпускать продукцию поштучно с определенной скоростью, одновременно устранив не создающие ценности

время ожидания, время простоя в очереди и другие задержки. По сравнению с плановым производством, в котором продукция выталкивается по линии посредством спуска заказов, в бережливом производстве она вытягивается через производственную линию в соответствии с реальным спросом. Отдельное изделие может двигаться сквозь производственный процесс без остановок, напоминая жидкость, движущуюся по трубопроводу. Эта метафора о движущемся изделии сквозь трубу является источником одного из терминов бережливого производства — *потока*.

Если по конкретному изделию суммировать все время, в течение которого это изделие подвергается воздействию соответствующей совокупности производственных процессов, то оно почти всегда короче времени, необходимого для перемещения по технологическому маршруту партий продукции участок за участком (рис. 1.1). Другими словами, сумма времени, требуемого для прохождения изделия через производство, становится равна тому времени выполнения заказа, которое даже покупателю, неискушенному в данном процессе производства, кажется реальным по объективным признакам. Зачастую подобное, продиктованное покупателем, время создает проблемы, вплоть до ущерба самому покупателю (в том случае, если он в свои планы включает временной запас на неоперативность поставщика, а получает продукт вовремя и, соответственно, не готов к его потреблению и вынужден тратиться, например, на хранение). Методики бережливого производства рассматривают все остальные временные затраты, связанные с движением крупнооптовых заказов через производство, в качестве не создающих ценности временных затрат. Бережливое производство добивается их устранения.

Таким образом, задача бережливого производства заключается в основании и проектировании производственной линии, способной выпускать разнообразную продукцию поштучно, используя только величину времени, действительно необходимого для изготовления продукта. Технологии бережливого производства добиваются уменьшения времени не добавляющих ценности задержек (процесса планирования, простоя в очередях) до нуля. В результате уменьшение (часто значительное) времени производственного цикла является основанием для получения всех связанных с этим уменьшением преимуществ бережливого производства.

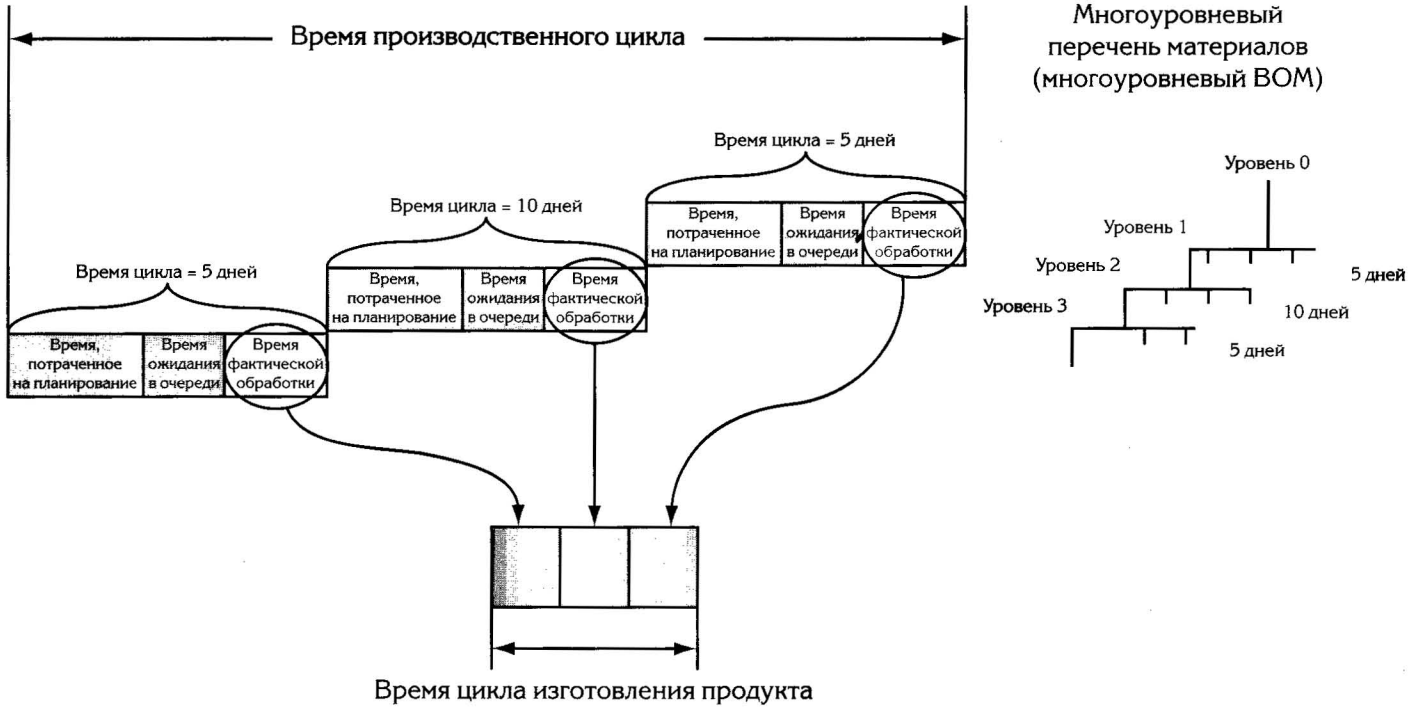


Рисунок 1.1. Зависимость времени, в течение которого изделие подвергается воздействию соответствующей совокупности производственных процессов, от времени производственного цикла

Бережливая производственная линия требует установленной скорости потока через конвейер. Темп, в котором работа движется через предприятие, назван *скоростью потока,* или *тактом.* Поток продукции достигается группированием всех заданий по обработке изделий и их согласованием в соответствии с вычисляемым временем такта. Время такта устанавливает отношение между объемом производства и временем, необходимым для производства этого объема продукции.

Такт = количество рабочих минут в смене ×
× число смен в день / объем выпуска продукции в день

Время такта в большинстве случаев выражается в минутах или процентах минут. Безотносительно к полному времени, необходимому для выпуска продукта, его полное время делится на единицы работы, равные его времени такта. Одна единица работы (время такта) выполняется человеком и/или станком. Частично изготовленная единица продукции затем движется к следующему рабочему месту далее по линии, где выполняется еще один объем работы ценой в такт. Единица продукции проходит через все производственные процессы до тех пор, пока вся обработка изделия не будет завершена (рис. 1.2).

Производитель, эксплуатирующий бережливую линию, может изменить производительность линии для более полного соответствия выпуска продукции необходимым заказчику объемам и составу продукции. С помощью линии, спроектированной для выпуска продукции с использованием определенного времени такта, производитель имеет возможность регулировать скорость и, следовательно, объем производства. Скорость должна определяться ежедневно в соответствии с требованиями заказчика на *этот* день.

В примере на рисунке 1.2 работа выполняется за четыре равных отрезка времени такта. Если каждое время такта обеспечено своим работником, объем выпуска, использованный для расчета такта, будет производиться каждый день. Если,

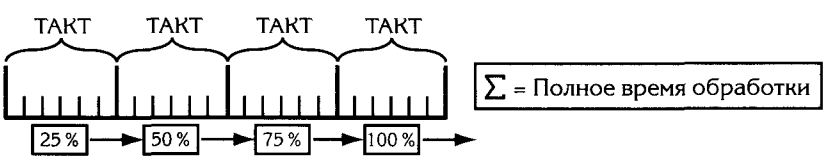


Рисунок 1.2. Последовательный переход производства через отрезки времени тактов

однако, обслуживающий персонал сократится на одного человека, до трех рабочих, то будет получено только три четверти объема выпуска, так как одному рабочему придется выполнять работу, эквивалентную двум тактам для завершения одной единицы продукции. Фактически же каждое четвертое время такта будет пропущено. Умышленно пропуская или выигрывая время такта, можно регулировать скорость производства простой перестановкой рабочих, назначенных в этот день на работу на линии.

Такая возможность изменять ежедневный уровень выпуска продукции в соответствии с требованиями заказа на продукцию является мощным инструментом как для управления запасами незавершенного производства, так и для управления товарно-материальными запасами. Обладая этой возможностью, производитель более не нуждается в планировании расхода производственных ресурсов под влиянием сомнительного прогноза будущего спроса.

Как и в модели Слоана, группирование схожих типов работ и станков создает традиционные отделы и рабочие центры.

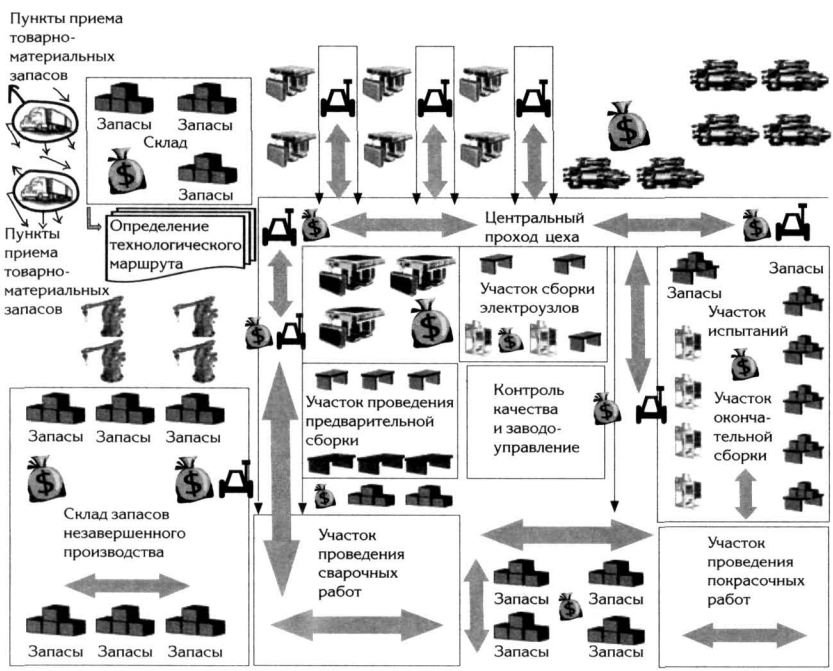


Рисунок 1.3. Группирование схожих работ и станков в участки

Это содействует управлению организацией и облегчает сбор данных о производительности, запасах и маршрутах движения продукции. В большинстве случаев схожие работы и станки географически расположены в одной зоне предприятия. Часто данное группирование схожих работ и станков позволяет провести небольшой анализ равного распределения пропускной способности линии. Неравное распределение пропускной способности может создать дисбаланс между производственными процессами, который часто проявляется в виде «запружи-вания» участка избыточными товарно-материальными запасами (рис. 1.3).

Бережливая линия позволяет решить данную проблему дисбаланса. Бережливые производственные линии являются поступательными сборочными линиями, установленными на производствах, позволяющих выполнять стандартные рабочие операции последовательно и поступательно. Все процессы, необходимые для выпуска продукции, физически *связаны* повсюду, где это только возможно. Физическое расположение ресурсов важно в силу того, что позволяет распределять, балансировать и накапливать процессы обработки равномерно в течение всего производственного цикла (рис. 1.4).

Синхронизация согласно такту и физическое связывание производственных процессов таким образом, чтобы конечный результат работы одного процесса мог быть напрямую использован другим, кардинально уменьшили материальные запасы и время цикла. Из-за простого разделения производственных

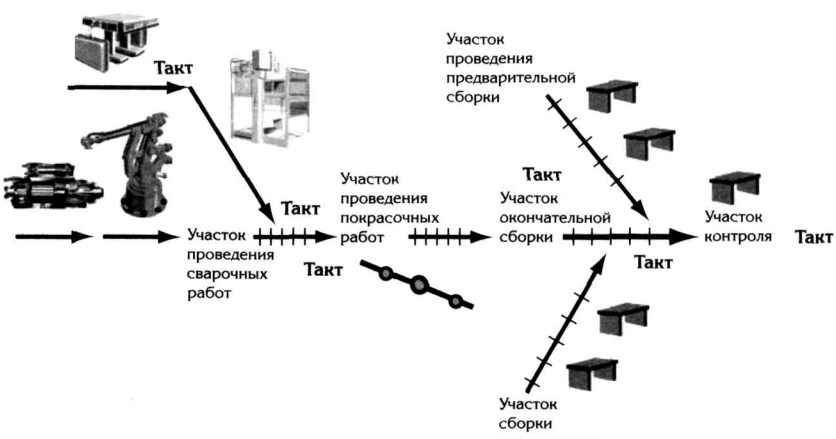


Рисунок 1.4. Модель бережливого производства

процессов на равные единицы работы исчезла необходимость в группировании схожих работ и станков. На линии остались только ресурсы, необходимые для выпуска требуемого объема продукции.

Когда снимаются ограничения, связанные с противоречивыми требованиями несинхронизированных участков, не происходит накопления объемов незавершенного производства. Поскольку производственные процессы просто делятся на равные этапы работы, отпадает необходимость в группировании схожих трудовых ресурсов и станков в участки. На линии расположены только те ресурсы, которые необходимы для производства данной конкретной продукции. Обычные время ожидания и время простоя в очереди, необходимые для нормального передвижения продукции через различные участки в условиях серийного производства, устранены.

Многие производители выпускают продукцию семействами, или сериями. Эти семейства определяют, какая продукция будет выпускаться на конкретной линии. Подобное закрепление за семейством часто диктует выделение производственных ресурсов для определенных продуктов и продуктовых линий. В большинстве случаев образование подобных семейств происходило не с подачи производственников. Эта функция обычно была закреплена за отделами продаж, маркетинга или финансовых групп, и мало кого заботили истинные потребности продукта с точки зрения производственного цикла.

Бережливые производители также выпускают продукты с разбиением их на семейства. Однако выбор члена семейства для многономенклатурных бережливых линий базируется в первую очередь на их производственном маршруте, или на схеме технологического процесса. Далее формирование семейств основывается на сходном времени выполнения отдельных операций, аналогичности производственных процессов и используемых материалов. Бережливые линии оптимизированы таким образом, чтобы производить семейство подобных продуктов, обладающих сходными характеристиками производственных процессов и материалов. Группируемые по такому принципу все члены семейства движутся через требуемые для них ресурсы поштучно, разделяя одно и то же количество квадратных метров производственной площади.

Возможность выпуска разнообразных товаров на одной и той же линии несет много преимуществ для производителя.

Многономенклатурная линия позволяет производить множество изделий, используя одно и то же пространство цеха. Эксплуатирующему бережливую линию следует избегать расходов на расширение рабочих площадей. Кроме того, нет ничего необычного в том, чтобы различная продукция имела разные структуры спроса и циклы продажи. Если же линии были предназначены для выпуска меньшего количества типов продукции, то меняющаяся структура спроса может привести к найму и увольнению работников в попытке уравнять возможности производства и требования заказчика. Предпочтения бережливой производственной линии отдаются изготовлению многономенклатурной продукции на одной линии. Чем больше продукции проходит по линии, тем меньше влияние меняющегося спроса на ценные производственные ресурсы.

Длительность времени производственного цикла на предприятии также имеет прямое и предсказуемое влияние на величину возникающего объема незавершенной продукции. Время отклика производства на колебания спроса на бережливом предприятии оценивается определением критического времени, необходимого для взаимосвязи технологических процессов, участвующих в изготовлении товара. Чем меньше время производственного цикла, тем меньше необходимый для поддержания производства объем запасов на стадии незавершенного производства.

Является возможным значительное уменьшение времени производственного цикла на предприятии, результатом которого может быть уменьшение (или вообще устранение) необходимости цехового сопровождения и экспедирования движения изделий. Время отклика бережливой линии всегда короче времени, необходимого для движения по технологическим маршрутам партий продукции через серийное производство с использованием многоуровневого заказа на материалы и комплектующие (*BOM*).

Методология канбан

Существуют два основных ресурса, необходимых для изготовления продукции, — рабочая сила и сырье. Для производства товаров согласно требованиям заказчика бережливые производители уравновешивают и связывают свои производственные процессы посредством их укомплектования этими ресурсами. Материалы, необходимые для изготовления такой продукции, расположены в точке их применения на бережливой линии, ис-

пользующей технологию под названием «канбан». Система канбан применяет набор сигналов для указания необходимости пополнения производства комплектующими.

Методология канбан представляет собой способ подачи материалов и деталей, разработанный для упрощения их перемещения и оптимизации управления запасами. Вместо того чтобы собирать материалы и детали в комплекты и запускать в производство по технологическому маршруту, их помещают в точку применения на линии и пополняют только при появлении канбан, или сигнала, свидетельствующего об их расходе.

Система канбан требует меньшего числа операций с запасами и, соответственно, уменьшает объем деятельности по эксплуатации системы, обычно необходимой для поддержания в должном порядке промежуточной комплектации, расставленной на полу цеха. Материальные ресурсы, получаемые от поставщика, перемещаются на склады или прямо в точку незавершенного производства. Во втором случае материалы подвергаются операции *обратного оттока* (удаление излишков) из точки незавершенного производства. Эта операция уменьшает наличные запасы посредством вычитания материалов, учтенных в *BOM* продукции.* Операция обратного оттока происходит после завершения всей работы по изготовлению продукта и после того, как все необходимые материалы израсходованы на готовую продукцию. Уменьшение числа операций по вводу и выводу материалов обуславливает высокую точность величины наличных запасов. Многие бережливые производители в значительной степени уменьшили или даже исключили затраты на промежуточный учет движения материалов и физические запасы.

Система канбан, помещающая материалы и детали прямо на линию в точку их расхода на изготовление завершенной продукции, дает бережливым производителям реальное конкурентное преимущество. По причине того, что все материалы и детали, необходимые для производства, размещены на линии и не распределены согласно какому-то особому порядку производства, они могут расходоваться для выпуска любого изделия, движущегося по производственной линии вниз. Все материалы становятся доступными для всех изделий, находящихся в производстве. При наличии системы канбан с возникновением необходимости реагирования на смену приоритетного про-

* Имеется в виду обратный отток той продукции, уровень запасов которой больше, чем описанный в *BOM* набор комплектующих для кратного количества единиц готовой продукции. Иначе говоря, просто пересортица. — **Прим. научного редактора.**

изводства детали не требуется перемещать согласно одному порядку производства и перераспределять — согласно другому. Поскольку детали не распределены в соответствии с установленным порядком производства, а просто располагаются на линии, реакция на изменения приоритета в заказе потребителя ограничена только временем выполнения объема работы по изготовлению продукта.

Система канбан устанавливает взаимоотношения, определяющие, где используются материалы и где они должны быть пополнены. Эти взаимоотношения известны как *направления вытягивания*, *коды вытягивания* или *последовательности вытягивания*. При расходовании или замене какого-либо материала в процессе производства продукта с помощью канбана возникает сигнал. Пустой канбан говорит о необходимости пополнить или заменить (в зависимости от ситуации) используемый материал. Этим сигналом может быть некая карточка или сам пустой контейнер, служащий тарой для перевозки данных комплектующих.

Точка пополнения материалов, используемая на производственной линии, желательно должна быть расположена на небольшом расстоянии от линии. Упомянутая последовательность вытягивания определяет месторасположения точки «использовано в» (точка расхода) и точки «пополнено из» (точка пополнения). Эта информация необходима для содействия системе транспортировки материалов и деталей, на которую возлагается ответственность за их текущее пополнение. Затем пустые контейнеры (в том случае, если они используются как канбан) наполняются в упомянутой точке пополнения. И происходит это или со складов, или напрямую поставщиком. Если поставщик обладает солидной репутацией, то материалы могут быть доставлены прямо на точку пополнения, минуя склад предприятия. Поставщики, являющиеся членами цепочки снабжения, могут быть предупреждены о текущей обстановке в цеху получением этих сигналов электронным путем (через Интернет) (рис. 1.5).

Режим вытягивающей последовательности может связывать и обеспечивать платформу взаимоотношений между производственным цехом и поставщиком и за пределами предприятия при применении электронной системы канбан.

Целью системы канбан является поддержание перемещения запасов в производственном процессе в быстром темпе. Такая скорость нужна для увеличения коэффициента оборачиваемос-

ти капитальных вложений в материально-товарные запасы и для уменьшения потребностей в оборотных средствах предприятия. Ключом к подобному быстрому обороту материальных запасов является частота пополнения согласно сигналам канбан. Пустые канбаны наполняются на основе установленной заранее *частоты снабжения*.

Следовательно, частота снабжения должна быть определена для каждой вытягивающей последовательности каждого номера детали в системе канбан. Частота снабжения устанавливает взаимосвязь между величиной капиталовложений в запасы и объемом деятельности по перемещению материалов. Величина вложений в запасы обратно пропорциональна частоте пополнения материалами. Чем больше промежуток времени между пополнениями, тем более капитальны вложения в запасы. И наоборот, более частое пополнение означает меньшие запасы.

Более частое пополнение также означает большее время на транспортировку материалов. Заманчиво думать только о выгодах уменьшения запасов, однако система канбан должна в конечном счете установить оптимальную стратегию уравновешивания капиталовложений в запасы и затрат на транспортировку материалов. Это обычно итерационный процесс, работающий до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие между двумя вышеупомянутыми величинами.

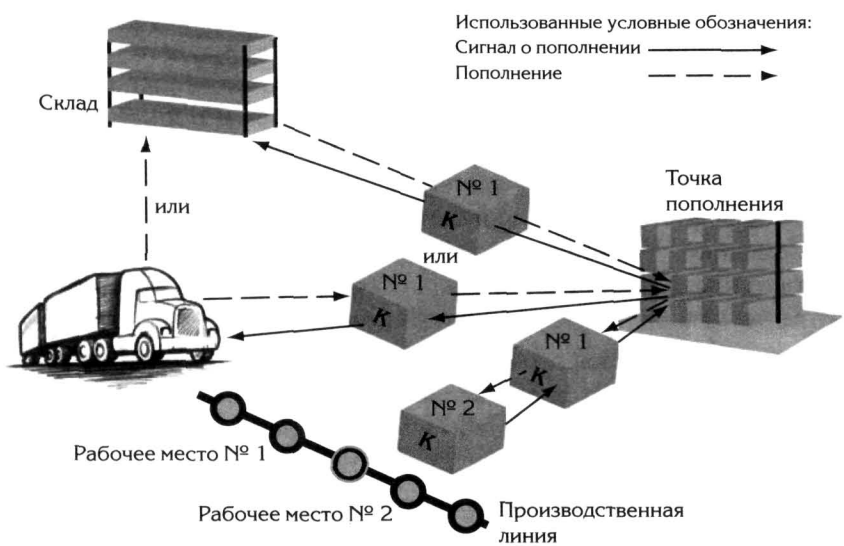


Рисунок 1.5. Цепочка вытягивания канбан

Еще один тип системы канбан используется для сигнализации предыдущему производственному участку для начала изготовления очередной единицы продукции. *Система канбан, запускающая предыдущий процесс* (*IPK*), предназначена для организации процесса движения изделий один за другим. Сигнализация канбан указывает рабочим о необходимости начала работы над определенным продуктом. Производство продукции на бережливой линии планируется таким образом, чтобы одновременно производилась одна единица продукции в определенной последовательности в целях обеспечения уравновешенного потока работы по всему предприятию.

Точная временная согласованность при производстве одной единицы продукции на бережливой линии

Планирование производства на бережливом предприятии значительно облегчается направлением потока работы сквозь предприятие посредством сигнализации канбан и планировкой завода. Планирование производства на уровне завершенной продукции на бережливой линии происходит в ее начале (операция №1). Предварительная сборка происходит в приточных процессах, чье производство управляется сигналами по методу *IPK*. При наличии метода *IPK* нет необходимости в планировании предварительной сборки партиями. Продукция этих приточных процессов поглощается нисходящими процессами, последующее производство в приточном процессе начинается при помощи метода *IPK* — с получением сигнала о пополнении.

Поскольку продукция производится в количестве одной единицы за один раз, она может следовать вниз по бережливой линии в том же порядке, в каком ее хочет видеть заказчик. Специалисту, который формирует заказ, следует только определить порядок производства. Оператор первой ячейки бережливой линии, получив пустой сигнал *IPK*, просто начинает изготовление следующего изделия в порядке, определенном формирующим заказ специалистом, — суть метода *FIFO* (*First in — First out* — «первым пришел — первым ушел»).

В отдельных случаях, таких как изготовление изделия по специальному заказу, может возникнуть необходимость в документе, описывающем конструкцию изделия согласно заказу. Такая карта отклонения от серийной конфигурации сопровождает изделие в течение его продвижения вниз по бережливой линии.

Эта карта указывает оператору, какие из комплектующих, имеющихся на его рабочем месте, необходимы для создания особенной конструкции изделия.

Преимущества выбора бережливых технологий для производства

В то время пока продолжаются бесконечные дискуссии о различных методах производства, с определенностью можно утверждать только одно: серьезные преимущества должны проистекать из любого изменения системы управления. Одна производственная компания отлична от другой. Каждая имеет свои собственные причины для рассмотрения подобных серьезных изменений. В любой момент времени каждый производитель уникально спозиционирован на своем рынке и, возможно, обладает каким-либо конкурентным преимуществом, более привлекательным, чем у других. Безусловно, одно или более преимуществ бережливого метода производства должно быть результатом реализации проекта. Должны быть прибыли от вложения времени и ресурсов, необходимых для проведения изменений. Следует хорошо взвесить все «за» и «против» этих изменений.

Из-за того что преимущества и выгоды от трансформации производства в бережливое тесно связаны, становится невозможным отделить одну задачу от другой. После реализации методов бережливости многие производители были приятно удивлены внезапно открывшимися перед ними перспективами незапланированных выгод и преимуществ. Простая реализация метода бережливого производства обуславливает появление ряда изменений, приносящих производителю прибыли. Ниже перечислены причины, согласно которым производители стремятся перейти на бережливое производство.

Улучшенное время отклика на потребительский спрос

Кажется, все больше и больше участников входит на рынок каждый год (вид продукции не имеет значения). Каждый из них владеет некоторыми характерными признаками, которые отличают его от остальных конкурентов. Покупая их продукцию, потребитель сталкивается с огромным выбором. Доступность и многообразие выбора вкупе с более коротким временем выполнения заказа делают потребителя более переменчивым в его покупательских предпочтениях и менее преданным старым деловым отношениям.

Продукция с одинаковыми свойствами и ценой, предлагаемая множеством производителей, начинает приобретать статус товара широкого потребления. Дифференцирование (различие) товаров становится все более критичным с момента восприятия их потребителем в качестве товаров широкого потребления. Если производитель не может дифференцировать свою продукцию с помощью улучшенной технологии производства, качества или цены, то должен быть выработан какой-то другой критерий привлекательности продукции для потребителей. Если потребитель не видит разницы между продуктами, однако ожидает быстрой поставки продукта определенной конфигурации, то производитель, обладающий способностью реагировать на колебания спроса быстрее конкурентов, получит прибыль. Такая возможность быстрой поставки для многих производителей представляет собой критерий отличия собственной продукции от продукции конкурентов, необходимый для удержания и приобретения доли рынка.

Бережливые предприятия, выпускающие продукцию только за то время, которое необходимо для выполнения фактического объема работы по ее изготовлению, достигают значительно более короткого времени производственного цикла. Чем оно короче, тем быстрее время реакции на заказ потребителя. Более короткое время производственного цикла обычно означает уменьшение объема запасов готовых товаров и/или запасов незавершенного производства, что, в принципе, есть вознаграждение за быструю реакцию на требования заказчика. Если время реакции на спрос меньше *времени на производство изделия, которое ожидает потребитель* (*Customer-Quoted Lead Team, CQLT*), то, следовательно, нет практически никакой нужды в хранении продукции, спрос на которую прогнозируется, на складе. Это является ключевым рыночным отличительным признаком бережливого производителя. Возможность поставлять продукцию на рынок товаров широкого потребления быстрее, в конечном счете, означает увеличение доли рынка за счет тех потребителей, для которых наиболее быстрое время реакции является главным критерием решения о покупке.

Уменьшение запасов

Поскольку бережливая производственная линия может уменьшить время отклика, исчезают причины сохранения больших объемов незавершенного производства. Величина такого уменьшения обычно прямо пропорциональна величине *CQLT*, ко-

торая основывается на минимальном количестве времени, необходимого продукту для прохождения через процессы производства. Однако возможность завода поставлять продукцию за время, меньшее, чем время на производство изделия, которое ожидает потребитель, часто представляет собой проблему, решение которой требует героических усилий со стороны плановиков, производственных менеджеров и персонала отдела закупок.

В некоторых случаях *CQLT* может быть искусственно завышено, что позволяет получить максимальную производительность группированием работы посредством департаментизации. Хотя и не преднамеренно, но введение *CQLT* оказывает большое влияние на политику управления запасами компании. В случае если *CQLT* не приемлемо для заказчика, часто с целью компенсации разрыва между *CQLT* и временем отклика производства поддерживаются как запасы незавершенного производства, так и запасы готовой продукции.

С течением времени произошло развитие многих разновидностей стратегий управления запасами, предназначенных для согласования временного разрыва между *CQLT* и реальным временем отклика производства. Общепринятой стратегией является частично завершенное производство посредством общих уровней *BOM* и окончательная сборка исходя из фактических требований заказчика при помощи дополнительных реконфигурируемых материалов. Закупка таких составных запасов основывается на прогнозируемой оценке окончательной структуры заказа клиента. По аналогии с любыми прогнозами, если заказчик не купит продукцию с запроектированной структурой, могут образоваться избыточные, неходовые или устаревшие комплектующие. Независимо от выбранной технологии, она всегда предполагает некоторые вложения в материально-товарные запасы.

Описанные исторические подходы к управлению производством всегда концентрировались на оптимизации моделей управления незавершенным производством. Улучшения не было, пока производители, несшие огромные затраты, связанные с этими моделями, не начали постигать преимущества, которых они могли достигнуть при помощи бережливых методов.

При уменьшении времени производственного цикла также происходит и соответствующее уменьшение материально-товарных запасов. Кроме того, выравнивание скорости движения запасов, достигнутое на всем предприятии, снижает потреб-

ность в запасах незавершенного производства. При сокращении уровня запасов незавершенного производства и увеличении веры в возможности бережливой линии происходит понижение уровня запасов готовых товаров.

Сокращение требуемых оборотных средств

Производственный цикл предприятия — это промежуток времени от момента попадания приобретенного материала и деталей в производственный процесс до момента их превращения в завершенный продукт. Клиенты ожидают, что заказанная продукция будет поставлена в течение этого периода. В случае превышения времени производственного цикла предприятия над ожидаемым заказчиком временем (*CQLT*) может произойти потеря доверия клиента. Для удовлетворения заказов производитель может приобрести материалы у поставщиков с большим запасом. Когда время производственного цикла предприятия превышает ожидаемое заказчиком время поставки продукции, производители могут рассмотреть различные варианты дальнейших действий.

- Просто сказать заказчику, чтобы тот подождал поставки продукции в течение времени производственного цикла предприятия. Если у вас нет конкурентов и ваша компания — монополист, это может стать верным решением.
- Предварительно подготавливать требуемые блоки и субблоки для возможности осуществить окончательную сборку ближе к получению фактического заказа от клиента. Эти изделия могут быть произведены за более короткое время производственного цикла.
- Поставить заказчику продукцию, произведенную заранее из запасов готового товара. Это общепринятый подход, который неплохо действует в отношении продукции с общими свойствами и предсказуемой структурой заказа. Если продукт, который желает приобрести клиент, конфигурируется или проектируется по заказу, прогнозирование запасов готовой продукции может стать слишком дорогим решением.

Уровни запасов обычно определяются прогнозированием количества запасов незавершенного производства или готовой продукции, которое должно поддерживаться для обеспечения идеальной реакции на требования заказчика. Поскольку ни одному клиенту не нравится ожидать заказанную продукцию в те-

чение времени производственного цикла как производителя, так и его поставщика, то количество приобретенных материалов, необходимых для поддержания запасов незавершенного производства, будет определяться временем поставки материалов от поставщика производителю. Независимо от выбранной методики удовлетворения потребностей заказчика оно достигается посредством выбора каждым производителем подходящей величины поддерживаемых запасов. Компромисс между целями своевременной доставки продукции заказчику и уровнем запасов часто спорен и является предметом дальнейшего рассмотрения.

Уровни запасов могут стать неприемлемо высокими! Величина объема таких запасов может вовлекать, как результат, значительные оборотные средства. Запасы требуют места в цехах, в складских помещениях, в помещениях оптовиков и дистрибьюторов; необходимое пространство не является свободным и добавляет накладные расходы в общую стоимость. Требуемый уровень оборотных средств определяется суммированием стоимости запасов сырья, запасов незавершенного производства, запасов готовых изделий и дебиторской задолженности за минусом задолженности поставщикам материалов (счетов к оплате).

Линия бережливого производства в состоянии снизить вложения оборотных средств с помощью одного только уменьшения времени отклика. Дополнительно к прямой выгоде сокращения времени отклика на потребности заказчика, сокращение времени производства также дает уменьшение требуемых оборотных средств, так как для финансирования буферных запасов требуется не столь большая сумма денег.

Принято считать, что деньги становятся инвестициями в приобретаемые запасы в следующих случаях.

- Когда какие-либо конкретные поставщики ожидают предоплаты в 30-дневный срок (*net 30*), то ранее оплаченные и уже поставленные материалы должны находиться на складе в течение 30 дней перед началом производства (то есть в наличии на складе должен находиться 30-дневный запас материалов).
- Когда переналадка производства занимает четыре недели, деньги связываются еще на четыре недели для поддержки незавершенного производства.
- Если уровень запасов готовых товаров соответствует трем или четырем неделям, деньги связываются еще на три или четыре недели.

► Если счета за поставленную заказчику продукцию не оплачиваются немедленно, деньги могут быть связаны даже на больший срок.

В этом типичном примере вложений в запасы деньги были связаны на срок как минимум от 12 до 13 недель, что соответствует коэффициенту оборачиваемости товарных запасов, равному 4. Для поддержания такого уровня связанных запасов необходимы оборотные средства в размере 25 центов с каждого доллара дохода.

Когда происходит значительное улучшение времени отклика и время производственного цикла сокращается, начинается уменьшение запасов, нужных для поддержания производства. Такое снижение уровня запасов высвобождает средства, которые могут быть или инвестированы, или отнесены в строку прибыли. Уменьшение запасов не является одноразовым улучшением. Запасы имеют теперь значительно меньший уровень, устранение дополнительных накладных расходов и затрат на поддержание запасов представляет собой ±20 % от их величины.

Простота и визуальный контроль

Ключевым преимуществом для бережливого производителя является возможность осуществлять «управление посредством визуального контроля» (*Management by Walking Around, MBWA*) — это основополагающее понятие бережливого производства. Проходя по бережливому предприятию, очень легко увидеть, что происходит в цехах. Поток единичных изделий отображает положение продукции по мере ее движения через производство. Каждый работающий на бережливой линии знает, что и когда делать. Контроль зачастую может быть уменьшен просто в силу самой сущности и структуры бережливой линии.

Организация и дисциплина — важные элементы бережливого рабочего пространства; внедрение бережливого производства одновременно содействует осуществлению принципов *5S*. Все места хранения материалов четко обозначены и содержатся в хорошем состоянии. На рабочих местах располагаются только необходимые инструменты, приспособления, средства измерения и другие ресурсы. На бережливой линии не допускаются суета и некачественное выполнение работы. Из-за того что она разработана в виде последовательного потока процессов изготовления продукта, зависимость от системы цехового контроля, определя-

ющей местоположение конкретного заказа или прогресс его выполнения, значительно снижается или даже полностью исчезает.

Информационные табло в начале линии и некоторые из вспомогательных процессов четко сообщают состав продукции, выпустить которую нужно сегодня. В конце линии вместе с данными о производительности вывешены линейно зависимые от нее сведения, отражающие результаты работы линии за день. Система канбан информирует о том, насколько велика скорость оборота запасов, и сигнализирует о потенциальных нехватках. В конце дня *IPK* и рабочие места позволяют выявить факты недо- или переукомплектованности линии персоналом.

На фабрике, использующей методы бережливого производства, продукция выпускается последовательно, аккумулируя работу, повышая свою ценность для потребителя по мере движения от одного рабочего места к другому. Количество времени, затрачиваемое на перемещение полуфабрикатов между рабочими местами, всегда одинаково. Накопление незавершенной продукции ограничено числом всех рабочих мест на линии. Грудам запасов незаконченного производства между отделами неоткуда возникнуть, так как нет пространства, позволяющего их накопление. В одно и то же время в любой точке большинства бережливых линий изготавливается множество различных конфигураций продукции.

Производство продукции на бережливой линии не требует привязывания оператора к станку или рабочему месту или не поддерживает его. Для регулирования скорости работы линии сообразно дневной норме персонал намеренно добавляется на линию или удаляется с нее. Когда бережливая многономенклатурная линия должна функционировать с количеством работников меньше стандартного числа, необходимые рабочие-операторы перемещаются или производят гибкую перестановку от одного рабочего места к другому с расчетом выполнения дневной нормы. В высшей степени маневренные и квалифицированные сотрудники — вот ключевой источник производительности бережливого производства.

Поскольку производство синхронизировано, у рабочих нет причин торопиться при осуществлении их деятельности; вместо этого им предлагается потратить определенное время, чтобы убедиться в том, что отправляющаяся к следующему рабочему месту вниз по линии единица продукции соответствует стандартам качества. Таким образом, качество профессиональной рабо-

ты улучшено вследствие выделения времени, необходимого для проведения проверки изделия на каждом рабочем месте.

Присущее рабочим бережливой линии качество — удовлетворение от работы. Вследствие необходимости быстрых гибких перестановок в течении потока производства персонал получает огромный объем опыта во множестве видов работ. Поощряется участие сотрудников в мероприятиях по *кайдзен* (процесс постоянного улучшения), и их вклад в производство продукции и квалификация являются действительно весомыми. Усовершенствования процессов производства часто являются результатом повседневной обратной связи между рабочими и менеджерами. Рабочие на бережливом предприятии обычно обладают сильной мотивацией и во многих случаях не требуют внешнего контроля своей деятельности.

Улучшение производительности

Реальное количество изделий, произведенное коллективом по отношению к стандартной величине времени, необходимого для производства этих изделий, считается, как правило, мерой производительности предприятия. Несмотря на то что улучшение производительности само по себе не является главной целью руководителя, метод бережливого производства, по сути, обуславливает это улучшение. Основные методики такого производства, например, кайдзен, сосредотачивают внимание на уменьшении времени ожидания, времени простоя в очереди и других не добавляющих ценности действиях. Устранив внедренные в производственный процесс элементы, являющиеся причиной временной расточительности, рабочие могут потратить больше времени на производство продукции. Улучшение производительности — сопутствующее преимущество бережливого производства.

Функциональные преимущества

Использование связанных процессов и системы *JIK* практически устраняет потребность в планировании незавершенного производства. Со временем многоуровневый *BOM* может быть значительно сжат. Преднамеренные колебания выработки могут осуществляться простым добавлением или снятием персонала с линии согласно необходимому дневному уровню производительности. Бережливый руководитель имеет склонность планировать деятельность предприятия с помощью графиков производства товаров по заказу. Фактические заказы потреби-

телей управляют рабочими ресурсами, необходимыми для производства, каждый день.

По мере формирования бережливой линии в результате внедрения бережливых методов возможно даже упрощение учета издержек. Поскольку время производственного цикла на бережливом предприятии — величина повторяющаяся и неизменяющаяся, а также нечувствительная к изменению объемов производства, могут быть внедрены более простые методы учета затрат по видам деятельности. Затраты на рабочую силу включаются в наличные расходы и относятся к каждому продукту. Дополнительно может быть создана статья изменяющихся накладных расходов для учета исключительно высоких затрат на переоснащение линии, вызванных использованием специальных ресурсов и оборудования.

Вызовы бережливого производства системе MRP

Несмотря на то что и бережливое производство, и система *MRP* пытаются достичь оптимального использования ресурсов, их подходы для осуществления этой цели, безусловно, разные. При принятии решений о перемещении ресурсов оба метода полагаются на одну и ту же начальную совокупность информации. Однако технологии бережливого производства вынуждают руководителя пересмотреть свои методики управления. Такой тщательный самоанализ призывает его переосмыслить свое определение успеха и критерии качества работы.

Потенциальное изменение статус-кво может быть болезненным и ужасным. Неизбежность нового применения существующих данных означает вызов устоявшемуся порядку вещей. Ведь при разработке и обслуживании существующих систем делались карьеры. Приверженность историческим методам и комфорт, которыми пропитались потребители старых систем, может вызвать нежелание или категорическое сопротивление переменам.

Бережливое производство — превосходная модель управления промышленным предприятием. Производители, стойко верные своим нынешним плановым моделям, в попытках улучшить время отклика, качество и уменьшить уровнь оборотных средств рискуют отдать свои доли рынка тем конкурентам, которые сделали выбор в пользу системы бережливого производства. Поскольку методы последнего используют простое применение имеющихся данных по-новому, непоколебимая преданность

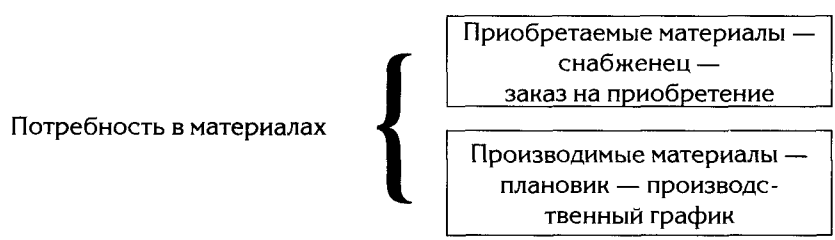
статус-кво абсолютно неоправданна. Почему же в таком случае производители не хотят переосмысливать свои подходы к вызовам конкуренции? Чтобы найти ответ, не надо смотреть на конкурентов.

Обычная причина — приверженность к имеющимся плановым системам. Вспомним формулу суммы потребностей материалов *MRP*-модели.

Общие потребности в материалах – (имеющиеся запасы материалов + материалы, запланированные к получению) = = чистая потребность в материалах

MRP — система, основанная на заказах. Вычисления производятся на уровне как главного графика производства, так и *MRP*-системы. Затем система главного графика производства (*MPS*) / *MRP* определяет начальные и конечные даты заказа, а также количество материалов посредством временного распределения потребностей, основанного на зафиксированном в *BOM* времени производственного цикла. Этот процесс принято называть *взрывом*. Потребность в материалах, созданная процессом взрыва, заносится в систему под названием «заказ».

На основании информации из главной спецификации материал может быть или приобретен у поставщика, или произведен на месте. Затем данные *MRP* о чистой потребности в материалах разделяются на заказы на приобретение и заказы на изготовление. Выбор «произвести или приобрести» обычно является результатом интенсивного процесса принятия решения. В общем случае заказ предоставляется плановику в форме рекомендованного действия. Так происходит деталь за деталью.



За приобретаемые материалы несет ответственность снабженец, а за производимые — плановик. Плановик или снабженец могут отреагировать на рекомендованное действие одним из трех нижеприведенных способов: а) не делать ничего; б) изменить заказ со сдвигом срока платежа, увеличением или уменьшением количества; в) просто аннулировать потребность в материалах.

Система *MRP* действует в отношении каждого конечного продукта или детали, расположенных в ее *BOM*. Процесс взрыва системы *MRP* (определение сроков поставок конкретных комплектующих на их количественный расход при производстве продукта конкретной конфигурации (берется из *BOM*)) выполняется на основе предопределенного базового времени этапов конкретных технологических процессов. Существует два метода выполнения процесса взрыва: а) регенеративный, связанный с переписыванием всего листа заказа; б) основанный на чистом изменении, связанный с простым изменением в листе заказа сроков поставки материалов, их номенклатуры и количества. Независимо от выбранного метода система *MRP* генерирует рекомендованные действия, а плановик и снабженец должны отреагировать на эти предложения одним из трех способов, приведенных выше.

Система *MRP* также предоставляет механизмы обращения с выпущенными заказами на закупку или изготовление. Отдел закупок последовательно работает над созданием и поддержкой закупочного заказа. Что касается производства, то здесь для слежения и управления производственными (или цеховыми) заказами используется система управления цехом (*Shop Floor Control, SFC*), или система управления производственной деятельностью (иначе говоря, система цехового сопровождения выполняемого заказа).

Системы *SFC* распространены на предприятиях с развитыми *MRP*-системами. Система *SFC* требует, чтобы для каждого заказа на производство, сгенерированного системой *MRP*, существовал документ, определяющий его технологический маршрут. Маршрутизация используется для отслеживания хода выполнения заказа. Она также сообщает руководителю правильную последовательность производства, отдел за отделом. В свою очередь производитель должен владеть информацией о состоянии заказа. Он должен фиксировать количество произведенной продукции, величину привлеченной рабочей силы, используемые материалы, отходы производства.

Объем работы, требуемой для точного продвижения заказа, включает в себя привлечение большого числа персонала, например, плановиков и экспедиторов. Кроме того, должны иметься промышленные инженерные ресурсы, необходимые для продвижения заказа. Исходя из структуры документа технологического маршрута, число нужных операций может быть очень большим.

По мере работы системы *SFC* от ее производительности зависит несколько компонентов организации. Система учета издержек в своей системе фиксирования рабочего времени использует встроенную функцию регистрации отработанных часов. Инженеры применяют систему отчетности рабочей силы для определения нормо-часов. Отдел управления запасами пользуется средствами слежения за состоянием заказа для определения данных о наличных или запланированных поставках по каждому отделу для следующей итерации (повтора) процедуры взрыва. На основе данных о прогнозируемом выпуске продукции составляются производственные графики, устанавливаются текущие и будущие требования по производственным мощностям и задаются нормативы производительности. Управление предприятием зависит от информации, получаемой от системы *SFC* при разработке будущих потребностей в рабочей силе.

И если та часть процесса функционирования системы *MRP*, которая генерирует заказы на закупку, все еще требуется бережливому производству, то создание системой *MRP* заказов на производство более не нужно. А если нет необходимости в существовании заказов на производство, то и маршрутизация более не нужна. Поскольку в маршрутизации нет надобности, то все вспомогательные системы, которые используют для своей работы данные о производственном заказе и маршрутизации, не ожидают поддержки.

Ориентация бережливого производства на выполнение заказа, а не на план, который является основой для функционирования *MRP*-систем, а также отсутствие зависимости от дополнительных вспомогательных систем, создают большинство барьеров на пути внедрения бережливого производства. Методы такого производства просты. Служащие, от цеховых рабочих до менеджеров, обычно быстро принимают новую технологию. Однако вспомогательные структуры, системы которых построены на управлении производством, не видят в ней большой пользы для себя. Во время конверсии производства эти системы вызывают наибольшие затруднения. Такие организации могут даже видеть во введении бережливого производства угрозу для себя.

Непрерывная эволюция к бережливому производству

В момент получения заказа производство, основанное на традиционных методах *MRP*, требует обладания значительными

объемами сырья, запасов незавершенного производства и запасов готовой продукции. Планирование и составление графиков осуществляются на основании прогнозов, учитывающих превышение времени выполнения заказов над ожиданиями клиентов по срокам поставок. Обычно эти производственные планы, составляемые с помощью прогнозирования, трансформируются в огромные партии продукции, проходящие через участки предприятия. Большие размеры партий приводят к увеличению количества запасов всех категорий, поскольку производственные ресурсы рассчитываются на основе прогнозируемого спроса, а не реального.

Потребительские запросы растут каждый день, и традиционное производство всегда ищет кратчайшие пути их удовлетворения. За последние десять лет многие компании из списка *Fortune 100* приняли методы бережливого производства для удовлетворения потребностей новой экономики, созданной на основе *e*-коммерции. Рост требований к управленческому персоналу, связанных с увеличением корпоративной прибыли и уменьшением величины оборотных средств, подтолкнул управленцев к постоянному поиску путей сокращения времени производственного цикла, увеличения производительности, уменьшения себестоимости, избавления от затрат, не добавляющих ценности потребителю, и сокращения потребностей в оборотных средствах.

Сегодня бережливое производство — испытанная технология. Связывание и распределение этапов работы, для того чтобы продукт «плыл» по производственному потоку, обусловили значительные улучшения в производственном процессе. И хотя продукция может отличаться по количеству, типу или составу, технологии остаются прежними. Используя основной набор методов, можно создать бережливую производственную линию вместе с системой оптимального пополнения запасов.

Через несколько лет от руководителей предприятий потребуется понимание и развитие многих новых технологий. Среди самых последних — технологии бережливого производства. Переизбыток специальной лексики и изобилие терминологии зачастую порождают большее непонимание, чем сама технология. Это утверждение верно для технологий *MRP/ERP* и бережливого производства. Вторая технология часто преподносится как конфликтующая с первой, хотя на самом деле они дополняют друг друга.

В действительности технологии *MRP* и бережливого производства отнюдь не исключают, а усиливают одна другую. Работая сообща, они могут составить грозную команду. Ключ к этому — использование мощи каждой из этих систем. Преимущества, которые можно получить слиянием этих двух технологий, сегодня очевидны, как никогда ранее.

Основой совместной работы при использовании технологий бережливого производства является его партнерство с *MRP*-системами. Даже у руководителя пока нет лучшего метода определения будущего спроса, чем технология *MRP*. С другой стороны, технологии бережливого производства являются лучшими при размещении станков, рабочих, материальных ресурсов и организации производства. *MRP*-системы превосходят остальные при планировании потребностей, в то время как бережливое производство является превосходящей другие системой исполнения.

Вхождение в Интернет и использование технологий *e*-коммерции

Благодаря Интернету и другим технологиям электронной коммерции в последние несколько лет были созданы новые возможности. Технологии *e*-коммерции появились имея своей основной предпосылкой развитие операций между компаниями (технологии *B2B*). *E*-коммерция сделала доступными для приобретения все категории продукции — от изощренных компонентов до товаров массового потребления. Называется ли это революцией или эволюцией, но тенденция к осуществлению операций между компаниями посредством Интернета не исчезает, а только усиливается.

Концепция *e*-коммерции начала распространяться только пару лет назад. Возможность налаживания контактов между компаниями через Интернет и покупки друг у друга и продажи друг другу товаров и оказания услуг является захватывающей идеей. Коммуникации в режиме реального времени, устранение посредников, мгновенная обработка заказов, уменьшенные запасы и другие выгоды дают компании возможность трансформировать устаревшее производство и сократить затраты.

Производителям следует рассмотреть существующие возможности глобальной онлайн-сети, связывающей промышленные рынки и поставщиков, где *e*-коммерция упорядочена, автоматизирована и почти мгновенна и доступ к необходимым данным и важнейшим услугам обеспечивается нажатием буквально пары клавиш.

Безусловно, *e*-коммерция очень привлекательна для производителей, которые ищут пути сокращения затрат. В попытке осознать потенциальные преимущества все еще можно столкнуться с обычными колебаниями, нерешительностью, сомнениями, окружающими восприятие модели *e*-коммерции. Многие компании быстро и успешно приняли новые технологии и теперь наслаждаются полученными выгодами, в то время как другие все еще интересуются, что это такое, как оно работает, почему они должны вкладывать в это дело и как, в конце концов, эти технологии повлияют на их прибыли.

Как производителю, все еще борющемуся с необходимостью модернизации для удовлетворения возросших потребностей потребителей и уменьшения оборотных средств, справиться еще и с вызовами *e*-коммерции?

Из-за того, что высокоскоростные интернет-соединения могут передавать информацию со скоростью света, есть необходимость в существовании системы, гарантирующей достоверность информации. Методы бережливого производства могут стать платформой того, чтобы подобные трансакции *e*-коммерции были точными и ясными для производителя. Руководитель будет иметь связанные и уравновешенные производственные процессы, способные выпускать продукцию поштучно в течение ее фактического времени производственного цикла. Система канбан будет генерировать сигналы пополнения материалов прямо поставщику, основываясь не на прогнозируемом, а на реальном расходе материалов. Электронные трансакции системы канбан требуют лишь расширения последовательности вытяги-

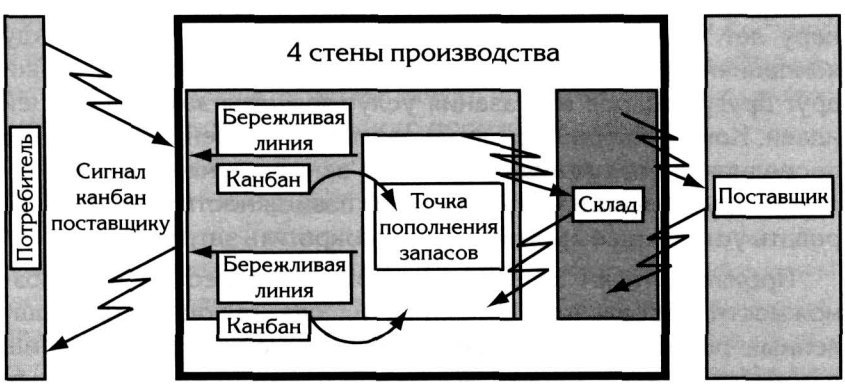


Рисунок 1.6. Расширение направления вытягивания за пределы стен производства

вания за пределы четырех стен производственного помещения, передавая при помощи электронной связи спрос от потребителя через производство к поставщику (рис. 1.6).

Без существования такой платформы, что могло бы стать основой для электронных операций? Была бы это *MRP*, доставляющая информацию со скоростью света, чтобы снова переслать ее при следующей своей итерации? Сколько циклов изменения дат и количества материалов, переданных со световой скоростью, выдержит поставщик, прежде чем заявит о разрыве всякого сотрудничества с производителем в каком-либо эксперименте *e*-коммерции?

Производителям следует быть осторожными и не попасться на всякие жаргонные словечки, окружающие эти технологии. Сконцентрируйтесь на обмене основополагающей информацией и методах, которые послужат целям вашей компании наилучшим образом. Создайте системы (как электронные, так и рабочие), которые поддержат эти методы. Изучите и поймите суть бережливых технологий, а также выясните, каким образом ваша компания сможет заработать на них. Узнайте, насколько все еще жизнеспособно наследие систем *MRP* в данном новом мире и как *MRP* может работать совместно с методами бережливого производства.

При осуществлении введения любой системы, электронной или какой-либо иной, выбирайте ту, которая наилучшим образом отвечает потребностям компании и обеспечивает удовлетворительный возврат вложенных средств. Новая успешная система определенно изменит культуру производства. Во множестве случаев технология — самый простой компонент любой модернизации. Зачастую самый трудный вызов — изменение культуры производства.

Почему необходимо пройти через боль перемен

После десятилетия конверсий всех типов производств в бережливое польза, полученная теми компаниями, которые на это решились, неоспорима. Те же компании, которые все еще решают, необходим ли им переход к бережливому производству, могут находиться в опасности потерять свою нынешнюю долю рынка. Удобство, верность и нежелание менять старые методы производства при необходимости удовлетворения возросших потребностей клиентов эпохи Интернета не позволят компани-

ям, существующим на грани норматива рентабельности, конкурировать со звездами отрасли.

Изменения таких масштабов не бесплатны. Сколько стоит перепроектирование моей фабрики? Какими будут мои вложения в запасы? Насколько чувствительны к переменам мои рабочие? Какой потребуется объем обучения и переподготовки кадров? Как скоро я увижу выгоды? Если у компании нет опыта прошлых трансформаций, то эти трудноразрешимые вопросы могут вызывать страх.

Как только решение о преобразовании производства в бережливое принято, первостепенным обычно становится вопрос «с чего начать?». На каком этапе компания начнет изменять этим годам удобства и доверия старым проверенным методам? Как изменения подействуют на структуру предприятия? Как изменятся требования к комплектации штата? Как будет выглядеть новая культура производства? Будет ли модифицирована система *MRP*?

Ответом на эти вопросы не может быть установка некоторого нового программного обеспечения (ПО). ПО — это инструмент. Нет смысла покупать ПО, устанавливать его и заявлять всему миру, что вы теперь — бережливый производитель. Это не только вызвало бы хаос внутри вашей компании, но и распространило бы его за ее пределы — к поставщикам и потребителям.

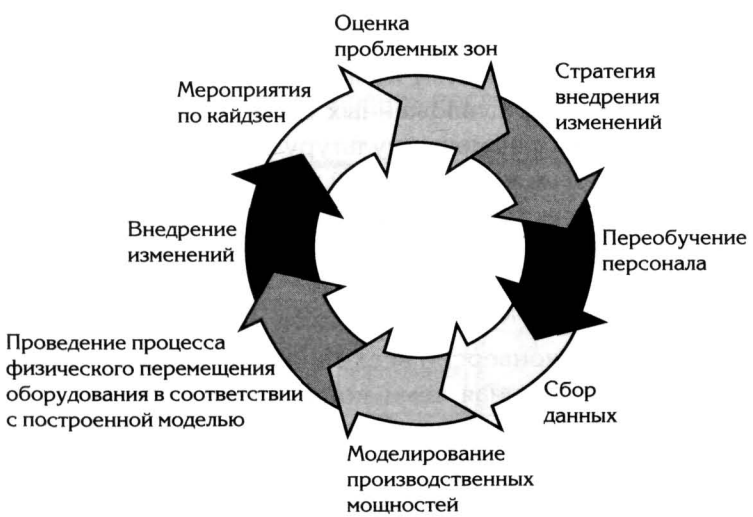


Рисунок 1.7. Дисциплинированный подход к трансформации предприятия

Лучшее место для начала преобразований — ваша собственная фабрика: во-первых, здесь есть деньги, и, во-вторых, первая вещь, которую нужно сделать, — очистить свой задний двор. Начните с понимания вашей продукции и производственных процессов, их потребностей, а также реальных целей по определению времени отклика, выработке критериев качества, обозначению уровня минимального вложения оборотных средств в соотношении с эффективностью и коэффициентом их использования. Создайте критическую массу сотрудников, которая будет поддерживать трансформацию вашей компании. Проект осуществления бережливого производства будет направлять вас совершить это. Данный комплекс мероприятий позволит сделать неожиданные выводы о вашей компании.

Процесс осуществления трансформации в бережливое производство в вашей компании обязан представлять собой методичный и дисциплинированный подход (рис. 1.7). Несмотря на то что процесс трансформации может проходить быстро, темп ее осуществления должен позволить организации и производственной культуре приспособиться к производимым изменениям. Если это займет много времени, энергия и энтузиазм испарятся. Если же процесс будет происходить слишком быстро, организация не сможет «впитать» в себя осуществленные изменения.

Оптимизация и перестраивание ресурсов дают конкурентное преимущество на всех уровнях — от производственного цеха до потребителя. Этот математически обоснованный инструментарий философии бережливого производства построит оптимальное предприятие. Бережливое производство может значительно сократить время цикла, часто с недель до дней, с дней до часов. А если время производственного цикла меньше времени *CQLT*, будет получено доверие за счет продуктивного и эффективного производства.

Изменения могут вызывать неудобства, однако наши конкуренты не будут сочувствовать нашим страданиям. Они не намерены ждать, пока мы достигнем своих целей, или сидеть сложа руки, в то время пока их доли рынка уменьшаются. Поскольку добросовестные производители непреклонно выполняют все возможное, чтобы сделать наши компании конкурентоспособными, преимущества от функционирования наших предприятий по бережливым принципам не заставят себя ждать.


Гревцов
паблишер

Глава 2

Проведение стратегического анализа бизнеса (SBA)

Любая компания, осознавая и принимая преимущества, которые несут преобразования ее производственных мощностей по бережливой методике, должна также осознавать необходимость фундаментальных изменений процессов ее основных видов деятельности, обусловленных все той же философией бережливого производства. Достижение успеха посредством осуществления бережливых методов на производстве инициирует трансформацию всей компании. И поэтому оно не должно происходить в виде краткосрочного проекта с определенными начальной и конечной датами. Реализация бережливого производства обуславливает постоянное развитие компании, основанное на процессе непрерывного улучшения.

Методы, используемые для преобразования производства в бережливое, просты и понятны; реализация этого мероприятия улучшит показатели компании практически сразу. Эти методы представляют собой основные математические уравнения, рассчитывающие идеальную модель производства и оптимальные уровни запасов. По мере достижения начальных целей реализации бережливого производства произошедшие изменения должны стать катализатором непрерывного процесса улучшений в рамках всей компании. Упомянутые идеальные модели часто противоречат существующей системе производства, политике компании и устоявшимся функциональным процедурам.

Внедрение бережливых методов — это не только и не столько вопрос теоретических дискуссий. Принимая во внимание эффект домино, происходящий в масштабах всей компании, изменение производственной системы не должно осуществляться в неполном объеме. Успешное функционирование бережливых методов требует реорганизации культуры производства всей

компании. Довольно рискованно просто посетить семинар, вернуться и начать преобразование предприятия. Хорошие менеджеры должны повысить свой профессиональный уровень принятия решений, прежде чем приступать ко всему объему изменений, необходимых для реализации бережливого производства. Вложение времени и энергии в разработку стратегического анализа бизнеса (*Strategic Business Analysis, SBA*) является неплохим началом принятия решения о создании бережливого производства на вашем предприятии.

Цель выполнения *SBA* — определение потенциальных финансовых преимуществ преобразования организации. *SBA* также должен установить потенциальные организационные и культурные вызовы (это может быть необходимым) и продемонстрировать прибыль на инвестированный капитал (*Return on Investment, ROI*) в реальных деньгах для бережливого производителя. Для оправдания затрат каждая инициатива по улучшению должна предполагать значительную *ROI* времени, людских ресурсов и денежных средств, которые должны быть потрачены для проведения преобразований.

Оправдание затрат на проект бережливого производства должно быть таким же, как обоснование любого другого проекта, предполагающего принятие решения на основе взвешивания рисков и выгод. Предполагаемая *ROI* должна превышать затраты рабочего времени членами команды, участвующими в реализации проекта, а также любые издержки, которые могут понести сторонние консалтинговые компании. Прибыли должны также компенсировать затраты на ожидаемую перестройку предприятия и переучивание персонала, а также на стеллажи новых модификаций, производственную оснастку, контейнеры для перемещения комплектующих и полуфабрикатов и специальные таблички-сигналы для ввода системы канбан. Должен быть проведен исчерпывающий анализ потенциального влияния на организацию. Получение максимальной прибыли от любой системы возможно лишь при реализации всех ее компонентов. Компромиссы снижают потенциальные выгоды. Помните, что достигнутый уровень усовершенствования будет зависеть от степени компромисса между существующей системой управления предприятием и требованиями бережливого производства.

Если *ROI* не может быть определена в денежном выражении, основанием для внедрения бережливого производства должны

стать качественные выгоды. Некоторые из них состоят в меньшей, чем у конкурентов, величине времени отклика на потребности клиентов, что способствует увеличению доли рынка компании, уменьшению количества претензий к качеству продукции, а также потенциальному сокращению количества рабочих смен, времени управления и снижению уровня накладных расходов. Все это является результатом повышения производительности. Среди наиболее существенных преимуществ — фактор управления посредством визуального контроля, простота наблюдения за производством, помощь при возникновении проблем со стороны самообразующихся рабочих команд, избавление от полученных по наследству сложных и дорогостоящих в эксплуатации промышленных комплексов, реализация принципов *5S* (основы для непрерывного процесса улучшения — кайдзен), усиление трудовой дисциплины, повышение качества жизни, связанного с внедрением более высокой культуры производства, и удовлетворение от выполняемой работы.

Каждая компания должна определиться, оправдывают ли затраты те усилия, которые нужно приложить для внедрения бережливого производства. Работая совместно со специалистом в данной области, руководитель проекта, проведший *SBA*, обязан приложить максимум усилий для просчета вышеупомянутых выгод с той целью, чтобы производитель мог качественно сопоставить ожидаемые преимущества с необходимыми затратами на преобразование производства по бережливым методам.

Даже несмотря на то что сторонний бережливый специалист и руководитель проекта со стороны компании могут обладать энтузиазмом и энергией для полного внедрения бережливой философии на предприятии, следует сопротивляться искушению преувеличить потенциальные преимущества преобразования с целью подтверждения успешности такого проекта. Если *SBA* используется только в качестве рычага для начала долго предвкушаемого проекта или для осуществления каких-то других намерений, а результаты, в конце концов, не будут соответствовать заявленным, проект, естественно, будет рассматриваться как неуспешный. Предполагаемые выгоды, обозначенные в *SBA*, всегда будут служить базисом для окончательной оценки исполнения бережливого производства. Если намеченные выгоды превосходят то, что внедрение бережливой философии в состоянии реально принести, *SBA* становится протоколом успеха или провала. В большинстве компаний последствия провала проекта

означают невозможность его повторного запуска когда бы тони было в будущем.

Искусственное раздувание преимуществ и выгод — весьма плохая услуга компании; она может стоить карьеры стороннему специалисту по бережливому производству и руководителю проекта в самой компании. Лучше сделать сдержанную оценку выгод и после превзойти ее, чем переоценить выгоды и не достичь их. Однако в большинстве случаев реализация бережливого производства приносит преимущества, объем которых превышает ожидания компании, делая, таким образом, ненужным их преувеличение.

Строгое следование методам бережливого производства принесет максимальные преимущества предприятию. Однако в реальности подобные преобразования всегда связаны с определенными компромиссами. Спорный компромисс зачастую может негативно повлиять на получение намеченных выгод. По завершении проекта производители проявляют склонность забывать о компромиссах, на которые они пошли «в пылу битвы». Руководитель проекта и специалист по бережливому производству несут ответственность за разъяснение и обучение, а также за согласование разногласий и документальную фиксацию воздействия любых компромиссов на упомянутые в *SBA* прогнозируемые преимущества.

Требования к объемам ресурсов, необходимым для проведения *SBA*, различаются. В зависимости от размера предприятия проведение *SBA* может нуждаться в работе одного или двух человек на срок свыше нескольких дней. Данный анализ не следует проводить в спешке, его сущность подразумевает сбор как качественной, так и количественной информации о компании. Такая информация собирается посредством опроса лиц, обладающих самым лучшим и полным знанием о тех сферах деятельности, в которых будет производиться оценка будущих выгод. В дополнение к количественной информации, используемой для проведения *SBA*, также следует собрать некоторый объем субъективной информации о производстве и организации в целом. Например, в чем заключаются текущие политические вопросы организации, сущность борьбы за влияние, какова степень приверженности проекту, желание и готовность проводить изменения, и кто *в действительности* является лидером перемен.

Для достижения оптимальных результатов реализации бережливого производства необходимы максимальные усилия

со стороны менеджера и организатора проекта; они всегда несут ответственность за успех или провал данного проекта. К проведению *SBA* следует подходить с должным вниманием и тщательностью. Для выполнения проекта крайне важно обладать мотивацией, преданностью делу и заинтересованностью в нем.

Часто желание перемен в организации отстаивается одним или несколькими заинтересованными сотрудниками. Независимо от их положения в иерархии компании успешная реализация проекта требует вклада и скоординированности всей организации. Цели осуществления бережливого производства могут быть труднодостижимыми, если сама организация не подготовлена к необходимым переменам. Сопротивление переменам, вероятнее всего, будет проявляться в «подрывной» деятельности, утаивании информации, недостатке согласованности и даже в неприкрытой враждебности.

Оценочный лист SBA

Готовность, воля и способность к переменам

Оценка готовности, воли и способности к переменам не препятствует реализации внедрения бережливой философии. Сопротивление переменам присутствует в большинстве передовых организаций. Следует определить, удовлетворяет ли людей статус-кво как индикатор их готовности поддержать рекомендуемые изменения, а также оценить понимание работниками значительных усилий, которые потребуются для проведения этих изменений.

Если оценка готовности определяет низкую степень способности поддержать перемены, могут потребоваться дополнительные усилия по обучению и тренингу. Добавочное время, необходимое для этого, может превысить лимит времени, отведенного на осуществление проекта. Соответственно, компании с передовой производственной культурой, знакомой с проведением перемен, может потребоваться меньше времени на переобучение, что ускорит процесс реализации бережливого производства.

К сожалению, готовность, воля и способность к переменам являются очень субъективными оценочными показателями. Ответная реакция не может быть получена под давлением. Трудности при выяснении этой неосязаемой информации не могут служить оправданием для неудачных попыток ее получить. Ответственность за точную оценку готовности лежит на профессионализме

конкретного менеджера проекта, так как он собирает информацию посредством проведения собеседований и опросов.

Применение следующих обобщенных методик часто помогает обнаружению «подводных камней» в компании.

- Разъясните, чем, по вашему представлению, будет отличаться ваша повседневная работа в случае успешного завершения проекта.
- Объясните, почему данный проект имеет для организации первостепенное значение.
- Что представляют собой некоторые наиболее серьезные вызовы, с которыми сталкиваются участники проекта в своей повседневной работе? Каким образом данный проект связан с этой работой?

Для выяснения большего количества деталей ниже приведен список вопросов, необходимых для создания бережливого производства, которые помогут в определении готовности, воли и способности производителя к переменам.

Опрашиваемые сторонним специалистом по бережливому производству и руководителем проекта лица рассматриваются в качестве клиентов.

Клиент — точный термин для описания взаимоотношений конечного пользователя бережливой производственной системы с вышеназванными специалистами.

Общая мотивация и стремление

- Какова мотивация для проведения этого проекта? Обладает ли клиент энтузиазмом или он пассивен?
- Какова сущность сопротивления проекту? Есть ли отличия в мотивации среди разных групп внутри компании?
- Каковы, по мнению клиента, возможные выгоды?
- Кто заинтересован в переменах? Кто против перемен? Кому все равно?
- Ставит ли проект цели, важные для каждого; какие из них не вызывают энтузиазма?
- Существуют ли другие проблемы с мотивацией?

Распределение ресурсов и степень приверженности

- Какие, по мнению клиента, понадобятся вложения времени, энергии и внутренней поддержки для осуществления проекта?

- Рассчитывает ли клиент принять участие в работе? Готов ли он внести свою лепту?
- Требуются ли иные ресурсы (то есть рабочая сила или станки из других отделов и т. п.)? Если да, то были ли они закреплены за проектом?
- Ясен ли будущий бюджет? Совпадает ли взгляд клиента на соответствующий бюджет со взглядом консультанта?
- Существуют ли другие вопросы (сомнения), касающиеся ресурсов?

Климат для проведения перемен

- Какова сущность давления в проведении перемен в организации клиента? Что является источником давления?
- Каким образом проект входит в иерархию интересов клиента? Является ли он высокоприоритетным направлением или это выглядит как то, что просто требует обсуждения в организации клиента?
- Будет ли климат, царящий в организации клиента, способствовать проведению изменений, необходимых проекту?
- Существуют ли другие вопросы, касающиеся климата компании?

Гибкость клиента и профессионализм управления переменами

- Какова способность клиента к реализации новаторских решений? Что показывает последний опыт о возможности клиента проводить требуемые проекту перемены?
- Обладает ли клиент опытом «из первых рук» или он имеет устаревшие знания о проекте?
- Существуют ли еще какие-нибудь вопросы, касающиеся профессионализма и знаний?

Мнение клиента о руководителе проекта или стороннем специалисте

- Обладает ли клиент свежим опытом, связанным с другими проектами?
- Что он думает насчет такого опыта? Что можно взять из предыдущего опыта для более успешного продвижения нынешнего проекта?
- Какова общая позиция клиента касательно лиц, которые будут работать над ожидаемым проектом?

- Существуют ли другие вопросы, касающиеся взаимоотношений клиента и команды по управлению проектом?

Понимание клиентом проекта

- Четко ли клиент определил для себя ожидаемые результаты? Что будет мерилом успеха?
- Осознает ли клиент, что проект так или иначе затронет всю организацию?
- Кто и как собирается использовать результаты? Понимают ли это ключевые игроки?
- Существуют ли другие вопросы, касающиеся понимания клиентом ситуации?

Масштаб и темп осуществления проекта

- Как скоро клиент должен увидеть осязаемые результаты? Каковы эти результаты?
- Какими, по мнению клиента, должны быть масштаб и темп проекта? Насколько большим должен быть проект? Какому темпу хочет следовать клиент?
- Существуют ли другие вопросы, касающиеся масштабов и темпа выполнения проекта?

Другие факторы успеха

- Существуют ли определенные решения, которые будут неприемлемыми в организации клиента?
- Имеют ли клиент и консультант взаимопонимание в отношении терминологии, описывающей проект?
- Существуют ли другие нераскрытые вопросы?

Историческая перспектива

- Как возникла текущая потребность в преобразовании? Как давно клиент был осведомлен о такой потребности?
- Как до текущего момента клиент пытался решить этот вопрос? Что не получалось?
- Как возникла идея о запуске специального проекта по осуществлению бережливого производства?

Важные показатели выполнения SBA

Методы бережливого производства сосредоточены на выпуске продукции за время, наиболее соответствующее фактическому времени обработки данного изделия, значительно уменьшая или

устраняя не добавляющее ценности время. Бережливые производители понимают, что ожидаемое потребителем время на изготовление продукта состоит из времени, действительно требующегося на выпуск товара, и времени, не добавляющего никакой ценности готовой продукции. Все дополнительное время, потраченное сверх действительно требующегося для производства изделий, рассматривается как не добавляющее ценности. Следовательно, масштаб возможных улучшений основывается на разнице между ожидаемым потребителем временем и фактически требуемым временем производства. Анализ текущей ситуации является очень эффективным средством определения величины такой разницы.

Ликвидация этой разницы во времени для большинства компаний зачастую является причиной перехода на бережливые принципы. Преимущество они видят в способности поставлять продукцию потребителям за меньшее время, чем их конкуренты. Сокращение времени производственного цикла позволяет предприятиям выделиться на фоне своих конкурентов и становится важным инструментом продаж на насыщенном рынке (рис. 2.1). Потребители, в свою очередь, ожидают от производителей ус-

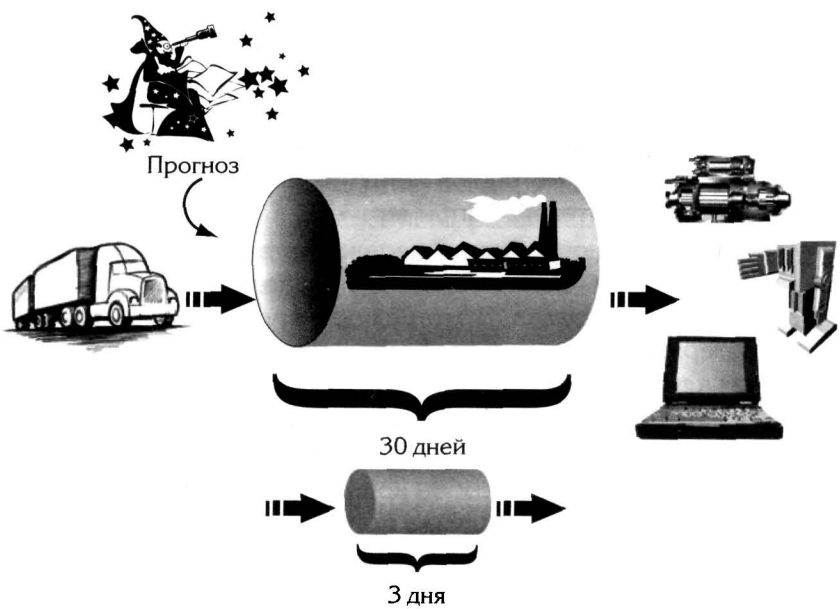


Рисунок 2.1. Разница во времени выполнения одного и того же объема работы

корения процедуры — от размещения заказа до поставки готовой продукции.

Сокращение времени производственного цикла, которое приближается к действительно необходимому времени выполнения объема работы, становится основой для других преимуществ, к получению которых стремятся производители. Применение инструментов, технологий и методов бережливой философии позволяет реализовать предвидение будущего производства. Получение всех выгод и преимуществ, обоснованных *SBA*, базируется на сокращении или ликвидации именно времени на выполнение не добавляющей ценности работы в общем ожидаемом потребителем времени выполнения заказа.

Вышеупомянутая разница во времени также может выражаться в эквиваленте инвестиций в оборотные средства и расходы на запасы. Следовательно, логично предположить, что уменьшение времени производственного цикла должно привести к сокращению объема дополнительных запасов. Сегодня многие компании используют методы производства, противоречащие задаче снижения времени производственного цикла с содержанием минимального объема запасов. В этом случае затраты на сохранение внутренней политики и производственной практики, существующих на предприятии, должны быть обоснованы *SBA*.

Ныне используемые производственные модели часто приводят к превышению времени производственного цикла по сравнению с ожиданиями заказчика. Вместо того чтобы изменить саму модель производства, многие предприятия концентрируются на разработке иных методов в попытке удовлетворения ожиданий своих потребителей. Например:

- Попросить потребителя переждать эту разницу во времени между фактическим и предполагаемым временем исполнения заказа. В этом случае производитель рискует потерять бизнес, так как конкуренты могут выполнить заказ клиента быстрее.
- Поставить потребителю товары из своих запасов готовой продукции (ЗГП). Этот метод хорошо работает, если продукция не требует особой конфигурации или дизайна под заказ. В противном случае прием поставок из ЗГП обойдется дорого, так как потребуется точно прогнозировать спрос. Если продукция, произведенная согласно прогнозу будущего спроса, не продана в течение намеченного периода времени, это приведет к избыточным запасам.

- Создать запасы незавершенной продукции (ЗНП), состоящие из сборочных узлов, блоков и деталей, которые могут быть быстро собраны за меньшее время производственного цикла.

Время цикла поставщика диктует количество приобретаемых материалов, которые необходимо хранить в запасах для поддержания желаемой гибкости реакции на спрос. Независимо от принятого способа управления запасами и обработки заказов с ожидаемым временем поставки на общую стратегию запасов будет влиять весь процесс закупок в предшествующих звеньях цепочки поставок. Выбор любой из указанных выше методик требует принятия стратегических решений об инвестициях в запасы. Каков же идеальный объем запасов?

В общем случае величины запасов определяются прогнозированием количества ЗНП и ЗГП, которые необходимо содержать для обеспечения реакции на заказы потребителей. Так или иначе для заказа материалов у поставщиков должно использоваться прогнозирование, поскольку *ни один* потребитель не любит тратить время на ожидание в течение как периода поставки, так и производственного цикла собственно предприятия-производителя.

Уровень запасов может стать чрезвычайно большим и затратным. В возникновении этой проблемы обычно обвиняют неточность прогнозирования спроса. Производственные компании потратили многие годы и миллионы долларов, пытаясь предсказать будущее с помощью сложных систем прогнозирования. Между тем прогнозы никогда не бывают точными. И если они сегодня, в условиях современного развития технологий, являются ошибочными, то нет никаких причин верить в их точность когда-либо в будущем.

Следующий пример демонстрирует потенциальные финансовые преимущества, которые можно получить применяя методы бережливого производства. Показано, как можно уменьшить размер раздутых запасов. Анализ основывается на информации, полученной непосредственно из собеседования с клиентом.

- Если компания имеет уровень годовых продаж, равный $ 150 млн, и ее прибыль до налогообложения составляет 20%, то конечная стоимость проданных товаров составит $ 120 млн.
- Исторически сложившаяся структура распределения стоимости товаров (рис. 2.2):

- средняя стоимость материалов = 60%;
- средняя величина накладных расходов = 30%;
- средние затраты на рабочую силу = 10%.

- Применение данного исторического соотношения к стоимости проданных товаров, составляющей $ 120 млн, дает следующее годовое распределение затрат:
  - материалы = $ 72 млн;
  - накладные расходы = $ 36 млн;
  - рабочая сила = $ 12 млн (предположим, 400 служащих получают $ 30 тыс. в год).
- На основании стоимости годовых запасов материалов в $ 72 млн, стоимость дневных запасов составляет $ 197 260 ($ 72 млн/365 дней).

Для снижения стоимости продукции компании прибегают ко множеству различных тактических приемов. Эти три компонента стоимости продуктов являются общепринятыми целями мер по ее снижению. Применяемые приемы часто провозглашаются как программы или специальные проекты. Программы по приобретению материалов включают в себя закупку более дешевых материалов или получение скидок от поставщиков. Накладные расходы снижаются за счет экономии электроэнергии, закрытия учебных центров, сокращения расходов на закупку нового оборудования, командировочных расходов и т. д. Некоторые компании предпочитают платить своим работникам меньше, уходить в оффшорные зоны или увольнять сотрудников.

Итоги программ по увеличению производительности

Общепринятой стратегией снижения стоимости продукции является осуществление программ увеличения производительности. Многие компании начинают подобные агрессивные

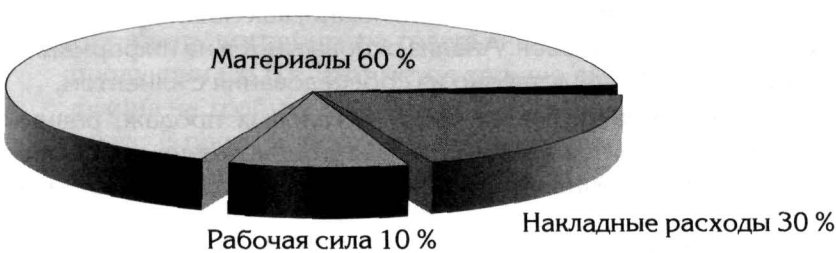


Рисунок 2.2. Компоненты стоимости продукции

программы. Обычно не существует каких-либо специальных рекомендаций по их проведению, поэтому отдельные менеджеры производства прибегают к своей собственной изобретательности для достижения целей повышения производительности. Непосредственно на предприятии этот процесс принимает вид увеличения обрабатываемых партий продукции с одновременным уменьшением числа переналадок. Такая стратегия рискует привести к созданию избыточных запасов и нехватке комплектующих по причине того, что приобретенные материалы выталкиваются в производство посредством графика поставки системы *MRP*. Так или иначе управление запасами — это ответственность отдела снабжения, что создает противоречие с задачей повышения производительности. Нехватка комплектующих и материалов также может быть использована в качестве обычного оправдания невыполнения данной задачи.

По всему предприятию развешиваются плакаты, на собраниях произносятся ободряющие речи, осуществляются рационализаторские программы, устанавливается новый пооперационный конвейер. Вскоре после медленного начала рабочих убеждают, запугивают и заставляют работать интенсивнее. В итоге достигается 15%-ный прирост производительности (оптимистичная оценка).

Вскоре после этого происходит уменьшение количества рабочей силы на 15% посредством увольнений.

Экономия, основанная на повышении производительности =
= $ 1,8 млн = 400 × 15% × $ 30 тыс.

Каковы издержки компромисса по достижению этих целей? Какое это оказало влияние на уровень запасов? Как повлияло на трудовую дисциплину? Было ли принесено качество в жертву объему выпуска? Как много времени было потрачено на управление наименьшим компонентом структуры стоимости продукции? Действительно ли программы по увеличению производительности — лучшее решение для снижения стоимости продукции?

Метод бережливого производства утверждает, что есть лучшая альтернатива традиционным драконовским программам снижения стоимости. Какие возможности снижения стоимости появляются при условии, если самый большой компонент структуры стоимости продукции — стоимость запасов — мог бы быть уменьшен?

В противоположность обычным программам уменьшения запасов, сфокусированных на приобретаемых у поставщика запасах, бережливое производство ставит своими целями снижение уровней ЗГП и ЗНП. Более того, бережливые методы предполагают, что размер запасов материалов останется неизменным или даже увеличится в обмен на скорость реакции на ежедневный потребительский спрос в отношении продукции с различной конфигурацией!

Следовательно, первое, что необходимо выполнить при проведении *SBA*, — количественно оценить возможное снижение уровня соответствующих ЗГП и ЗНП для определения разницы между общим временем производственного цикла и фактическим временем выполнения работы в отношении продукции, включенной в сферу бережливого производства. На основании этой информации можно оценить потенциальную возможность снижения уровня запасов.

Примем как условие, что для одного дня производственного цикла требуется дневная стоимость ЗНП и ЗГП.

Текущие условия производства

Время производственного цикла	= 30 дней
Ожидаемое потребителем время производственного цикла	= 5 дней
Число оборотов запасов («от стены до стены», то есть от поступления на склад до выхода готовой продукции)	= 6
(Запасы материалов, в среднем, в стоимости проданной продукции, деленные на величину «замороженных» денег в запасах разного вида)	= $ 72 млн / $ 12 млн

Величина «замороженных» денег в запасах разного вида (без стоимости труда рабочих) представлена по категориям.

Текущее распределение стоимости приобретенных запасов

	Дни	Значение	
Приобретенные запасы	= 30	$ 5 917 800	($ 197 260 × 30 дней)
ЗНП	= 21	$ 4 109 600	($ 197 260 × 21 день)
ЗГП	= 10	$ 1 972 600	($ 197 260 × 10 дней)
		$ 12 000 000	Величина «замороженных» денег в запасах разного вида

Используя схему технологического процесса (СТП) и *реальный* объем работы для каждого процесса, найдем общий объем времени производства продукции. Это время, необходимое для движения изготавливаемой продукции через производственные процессы, представляет собой добавляющее ценность для потребителя время изготовления продукта на бережливой линии. Переведем это время в дни производственного цикла. Вычтем полученную величину из значения текущего ожидаемого потребителем времени производственного цикла. Умножим полученную разницу на однодневную стоимость запасов ($ 197 260).

После осуществления бережливого производства

Добавляющее ценность для потребителя время изготовления продукта на бережливой линии	= 3 дня
Время, в течение которого потребитель ожидает поставки продукции	= 5 дней

Представим, что производительность не выросла (непривлекательный, но осторожный подход).[1]

Новое распределение стоимости приобретенных запасов после внедрения бережливого производства

	Дни	Значение	Экономия
Приобретенные запасы	= 30	$ 5 917 800	Нет в начале[2]
ЗНП	= 5	$ 986 300	$ 3 123 300
ЗГП	= 5	$ 986 300	$ 986 300
		$ 7 890 400	$ 4 109 600

Единовременная экономия запасов при применении бережливых методов производства	= $ 4 109 600
Новая скорость оборота запасов бережливых методов производства	возросла на 33% до значения 9
Ежегодная экономия (при затратах на ее достижение на уровне 20% от сэкономленной суммы)	= $ 820 000

[1] Увеличение производительности — явление, сопутствующее внедрению методов бережливого производства, однако оно с трудом поддается прогнозированию во время проведения *SBA*. Лучшим подходом будет отсутствие прогнозирования увеличения производительности до тех пор, пока его можно будет вычислить.

[2] Методы бережливого производства утверждают, что на уровень приобретаемых запасов нельзя воздействовать до завершения программы сертификации поставщиков. Со временем, по мере сертификации все большего количества поставщиков, запасы приобретаемых материалов можно будет постепенно снизить.

Эта окончательная величина демонстрирует возможности от снижения уровня запасов. Кроме того, реальное время выполнения работы становится равным по величине времени постоянного воздействия производственных процессов на продукт. Чем больше уменьшается разница между временем производственного цикла и временем, в течение которого потребитель ожидает поставки товара, тем вероятнее снижение уровня запасов.

Для внедрения бережливого производства все же потребуется управленческое время. Однако прибыль от инвестиций времени в управление превышает прибыль от программ снижения стоимости или увеличения производительности. В совокупности с мероприятиями по кайдзен и непрерывным процессом улучшения подобные экономия и достижения — только начало.

Воздействие времени производственного цикла на оборотный капитал

Еще один крупный источник экономии (зачастую незатрагиваемый) — снижение величины оборотного капитала (оборотных средств), необходимого для функционирования бизнеса. Потребность в оборотном капитале снижается простым улучшением времени отклика (реакции) производства. В приобретение запасов вкладываются значительно меньшие суммы, а более короткое время производственной реакции на заказ предоставит огромное конкурентное преимущество.

Недостаток высокого уровня запасов также заключается во влиянии их на накладные расходы. Эти запасы занимают пространство в цехах, на складах и в центрах дистрибуции. Пространство стоит денег, что увеличивает накладные расходы производителя. Запасы нужно пересчитывать, перемещать и платить по ним налоги. Средства, вкладываемые в запасы, недоступны для альтернативных инвестиций, что означает упущенные возможности. Таким образом, сущность запасов очень проста:

ЗАПАСЫ = ДЕНЬГИ!

Рассмотрим (в рамках проведения *SBA*), каким образом время производственного цикла и текущие запасы воздействуют на оборотный капитал. Следующий пример иллюстрирует подобный сценарий.

> Вспомним, что стоимость продукта слагается из трех компонентов: стоимости материалов, стоимости труда рабочих и накладных расходов. Доля материалов в структуре стоимости продукта самая большая. Среднее соотношение

веса компонентов в структуре стоимости — 60% на материалы, 30% на накладные расходы и <10% на рабочую силу (см. рис. 2.2).

Затраты на приобретение материалов представляют собой связывание денежных средств как минимум на период производственного цикла. Если время производственного цикла составляет 4 недели, но ожидаемое заказчиком время поставки — 2 недели, то для покрытия разницы в 2 недели можно использовать стратегию создания ЗГП. Она требует как минимум 2 дополнительные недели на то, чтобы ЗГП были обеспечены приобретенными материалами. Более того, ЗНП и ЗГП требуют дополнительных рабочих ресурсов и накладных расходов.

При 4-недельном производственном цикле в любой момент времени в незавершенном производстве будет связан как минимум 4-недельный запас материалов. Кроме того, на складах может находиться 4-недельный запас уже приобретенных материалов, что обусловлено временем производственного цикла.

При помощи следующего примера можно посчитать вложенный в приобретенные запасы объем средств. Цифры можно заменить показателями реального предприятия.

- Большинство поставщиков ожидают оплаты в тридцатидневный срок (30 календарных дней), несмотря на то что небогатые компании часто играют в игры со сроками оплаты за свою продукцию.
- В соответствии со временем производственного цикла поставщика приобретенные материалы в общем случае оплачиваются и отправляются на склады в ожидании начала производства. Если переналадка производства занимает 4 недели, то средства, вложенные в запасы, также связываются на 4 недели.
- Если уровень ЗГП составляет 3–4 недели, то еще большая величина оборотного капитала связывается на дополнительные 3 или 4 недели.
- После окончания производства продукция может быть отгружена согласно заказу потребителя. На этом этапе потребителю можно выставить счет. Всегда ли оплата перечисляется быстро? Средний показатель задолженности — от 45 до 50 дней. Еще больше оборотных средств оказываются связанными надолго!

На данном этапе средства производителя связаны на срок как минимум от 12 до 13 недель!

Объем вложенного оборотного капитала может быть вычислен следующим образом: стоимость приобретенных запасов + + ЗНП + ЗГП + задолженность – деньги, которые следует уплатить за уже поставленные материалы (счета, подлежащие оплате поставщикам).

Сырье, материалы	4 недели
Материалы в процессе производства	4 недели
Готовая продукция	4 недели
ПЛЮС	
Выставленные счета на оплату клиентам	4 недели
Запасы системы снабжения	16 недель
МИНУС	
Счета, подлежащие оплате поставщикам	4 недели
Оборотный капитал	12 недель

На основе этого примера компания имела бы показатель оборота капитала, равный 4,3 (52 недели/12 недель в запасах). Проще говоря, каждые 25 центов каждого доллара выручки за отгруженную продукцию должны быть вложены в оборотный капитал. Требования к оборотному капиталу могут вызвать значительный отток средств в любой компании. Из-за этого они часто прогорают!

Когда время производственного цикла сокращено, время реакции производства значительно улучшается. Соответственно уменьшается оборотный капитал. Подобная трансформация активов, состоящих из запасов, в финансовые активы повышает ликвидность компании. Вновь доступные средства могут быть вложены в иные приоритеты, например, в расширение рынка, обновление основных фондов, в новые предприятия или же просто занесены в строку прибыли.

Положительный момент состоит еще и в том, что экономия оборотного капитала не является единовременным улучшением. Теперь можно управлять меньшими уровнями запасов, неся меньшие накладные расходы, которые представляют собой остальные ±20 % объема запасов.

Производство, согласно бережливой философии, также ведет к повышению производительности и улучшению качества продукции. Это может быть определено и вычислено в окончательной оценке прибыли от вложенных средств.

Субъекты организации для проведения собеседования в рамках SBA

Представители областей, перечисленных ниже, должны быть опрошены в рамках проведения *SBA*. Цель собеседований на этой стадии — оценка ожидаемых выгод, уровень готовности компании, потенциальные помехи внедрению бережливого производства, а также получение информации, необходимой для оценки прибыли от вложений в проект по внедрению бережливого производства.

- Управление компанией
  - Блок финансов
  - Блок инженерного проектирования
    - Технологический отдел
    - Отдел проектирования
    - Производственный отдел
  - Блок, отвечающий за качество
  - Блок, отвечающий за планирование и осуществление поставок
    - Отдел снабжения
    - Планово-экономический отдел
  - Блок линейных руководителей и начальников производственных отделов
  - Блок, отвечающий за сбыт выпускаемой продукции
    - Отдел маркетинга
    - Отдел работы с клиентами


Гревцов
паблишер

Часть II

Методы преобразования вашего предприятия в бережливое производство


Гревцов
паблишер

Глава 3

Осмысление вашей продукции, процессов и потребностей

Определение масштабов внедрения бережливого производства на начальном этапе

Осуществление бережливого производства должно быть, как хороший роман, — достаточно продолжительным, чтобы охватить всю тему, но в то же время достаточно коротким, чтобы не успеть надоесть. Прежде всего, на начальном этапе должны быть определены легко управляемые масштабы проекта внедрения принципов бережливого производства. Для этого есть несколько причин.

- Члены команды, записанные на участие в проекте по внедрению бережливого производства, крайне редко являются привлеченными консультантами, у которых нет других обязанностей. Зачастую членов такой команды набирают среди работающего персонала и у них есть стандартные обязанности, связанные с их обычной работой. Если обязанности по бережливому проекту станут требовать слишком много усилий и времени, ежедневные приоритетные задачи неизбежно будут сводиться к рутине, результаты которой измеряются конкретными целевыми показателями. Руководителю проекта по внедрению бережливого производства будет сложно спорить с членами команды, которые могут сильно тормозить движение проекта, оправдываясь необходимостью выполнять свои текущие обязанности.
- Проект должен быть достаточно велик для того, чтобы создавать значительную прибыль от вложения времени, средств и человеческих ресурсов, необходимых для про-

ведения преобразований. Большинство подобных решений зависит от размера производства. Меньшее по размеру предприятие может быть способным к внедрению бережливого производства в полном объеме без привлечения огромного коллектива. Соответственно, большее предприятие, вероятно, будет вынуждено провести несколько мероприятий по внедрению.

- Определение идеального размера проекта должно основываться на рассмотрении возможных выгод во время оценки стратегических преимуществ. Может возникнуть необходимость увеличения масштабов проекта, существование которого должно быть обосновано значительными прибылями. Определение размеров и масштабов проекта — субъективный процесс, но на практике существует правило, согласно которому в проект могут быть включены 25 видов продукции и не более 50 технологических процессов. Может возникнуть соблазн увеличить масштаб проекта для достижения определенных прибылей. Однако при принятии подобного решения необходимо проявить осторожность, чтобы было соблюдено равновесие между предполагаемыми прибылями и потребностями в ресурсах для осуществления проекта. Если для достижения упомянутых прибылей требуются чрезмерные объемы затрат усилий и человеко-часов, вполне может возникнуть ситуация, когда внедрение бережливого производства не окупится только финансовыми прибылями. Тогда в качестве обоснования проекта внедрения могут быть использованы менее заметные возможности применения практики визуального контроля, увеличение уровня безопасности производства и удовлетворения работой.
- Довольно затянувшийся проект в итоге истощает силы команды по внедрению. Легко проявлять энтузиазм на ранних стадиях любого проекта по преобразованию. Команды участвуют в собраниях, энергично трудятся, получают одобрение, компания ощущает общий подъем энергии. В этот период члены команды находятся в центре всеобщего внимания. В конце концов, ажиотаж и возбуждение спадают и начинаются суровые будни по сбору данных. Бремя ответственности вкупе с необходимостью принятия быстрых решений могут сломить команду. Ее члены начинают пересматривать свое участие в проекте. По ме-

ре продолжения проекта повседневные заботы оттесняют его на задний план. Именно поэтому время, отведенное на внедрение бережливого производства, должно быть коротким. Все компании отличаются друг от друга и обладают разной способностью к переменам. Время, отведенное на проект, должно быть определено в границах 30–40 дней (на основании масштабов проекта и сопротивляемости к переменам, которая у каждой компании особенная). Проекты, длящиеся более шести месяцев, требуют нового или повторного обоснования, энтузиазму команд нужна подпитка. Промышленное производство — динамичная среда. Возможности и вызовы в ней возникают часто и носят всеобщий характер. Члены команд не считают возможным ограничивать свою службу в компании участием в одном проекте. Если сдерживать их подобным образом, то противодействие проекту проявится в пропущенных сроках и всеобщем отсутствии интереса к нему. Выполнение проекта не должно сопровождаться тяжелой, нудной работой. Энтузиазм должен быть сохранен и перенесен в повседневную деятельность компании.

Выбор базовых продуктов для бережливой линии

Одно из первых решений, которое нужно принять на начальной стадии внедрения бережливого производства, — выбор товаров на уровне наименований готовой продукции, являющихся отдельными единицами хранения (*Stock-Keeping Unit, SKU*)*, которые будут производиться на бережливой линии. Определение изделий-родителей (базовых продуктов) является критически важным, поскольку команде по внедрению необходимо знать, какие производственные процессы и материалы требуются для выпуска этих продуктов.

Обычно производители предлагают потребителям множество вариантов своей продукции. Их комбинации в итоге дают возрастание предложений товаров, каждый вид которых обладает своим особенным числом конечных изделий. Самый первый обзор всех предложений продукции мог бы выявить сотни или даже тысячи доступных продуктов. Производители часто заяв-

* Данный термин обозначает наименования хранимой на складе готовой продукции. Причем наличие даже малейших отклонений позволяет говорить о том, что это разные единицы хранения. Например: два разноокрашенных одинаковых изделия — это разные единицы хранения; изделие, продающееся со скидкой (например, из-за долгого хранения), — единица хранения, отличающаяся от только что выпущенного изделия, продающегося без скидки; упаковка из двух продуктов — единица хранения, отличающаяся от упаковки, например, из четырех продуктов. — **Прим. научного редактора.**

ляют, что возможность сложного конфигурирования товаров является тем, что делает их уникальными, отличными от конкурентов. Каким образом производитель (при выборе продукции для бережливой линии на основе правила о 25 ее видах), выпускающий сотни или тысячи уникальных видов продукции, определяет масштаб своего проекта на таком уровне, чтобы сохранить его управляемость?

Ответ — нет нужды включать все виды продукции и их варианты в конечный проект бережливой линии. На основе общего списка составляется краткий управляемый перечень базовых товаров, которые должны подвергаться тщательному анализу и представлять весь спектр выпускаемой продукции.

На рисунке 3.1 представлена кодированная числовая конфигурация базового продукта при производстве торговых автоматов по продаже прохладительных напитков. Рассмотрение этой конфигурации, обладающей скрытым объемом доступных опций, позволяет заключить, что число таких вариаций может быть бесконечным. Похоже, что компания за многие годы продала большое количество разновидностей этого изделия.

Однако даже из этого потенциально длинного списка продукции можно выделить репрезентативную группу. При проектировании бережливой линии для сжатия этого списка в более короткий, который будет представлять всю гамму товаров, используются два важных метода.

Выполнение анализа Парето базируется на продаже этой продукции в течение многих лет. Вильфредо Парето, итальянский экономист, обнаружил, что небольшая доля совокупности (от 15 до 20%) обладает большей долей активности (от 80 до 85%). Эта закономерность известна также как правило 80/20.

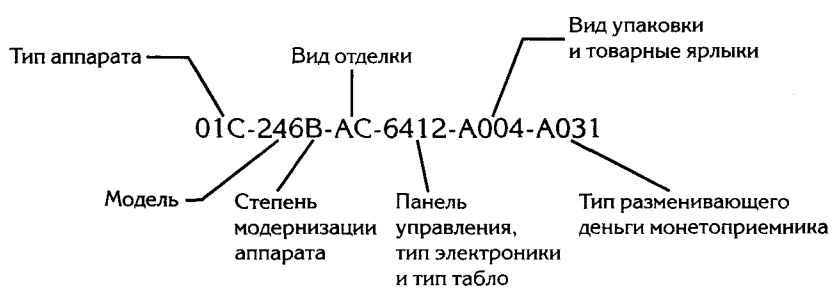


Рисунок 3.1. Кодированная числовая конфигурация базового продукта

Его использование при выборе видов изделий для разработки бережливой производственной линии часто открывает глаза руководителю предприятия на распределение его продукции. Сортировка выполняется с применением программы табличных вычислений посредством выбора команды «сортировка согласно убыванию сорта» в категории многолетних объемов продаж. Необходимо суммировать базовые продукты до тех пор, пока не будет достигнута величина 80% общего объема. На основании правила Парето можно утверждать, что 80% объема продаж приходится только на 20% наименований всего количества хранимого товара. Поэтому, соответственно, остальные 80% наименований этого объема представляют только 20% общего объема продаж (рис. 3.2).

В соответствии с методологией бережливого производства каждый продукт является не более чем комбинацией трудозатрат и комплектующих изделий. Принимая это во внимание, для каждого продукта, избранного для производства на бережливой линии, необходимо фиксировать все трудозатраты по его изготовлению. Важно, чтобы окончательный список выбранной продукции, представляющей весь спектр изделий производителя, включал в себя все производственные процессы. Составленный список должен быть последовательно рассмотрен с целью подтверждения, что продукты, определенные по правилу Парето,

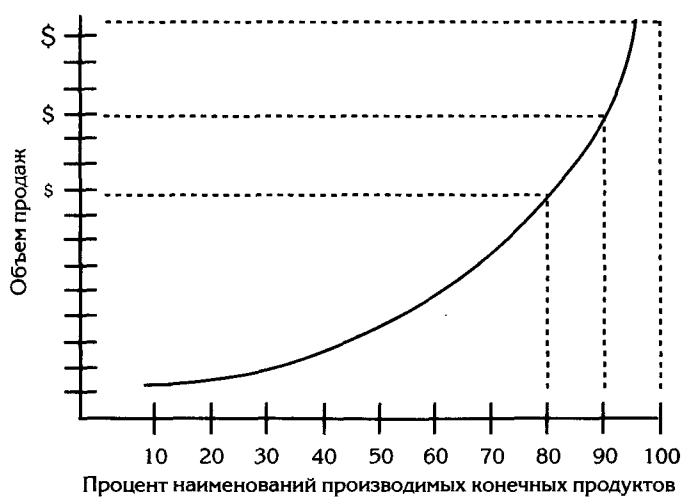


Рисунок 3.2. Уровень продаж, удовлетворяющих имеющийся спрос, относительно хранимого набора продукции

включают все технологические процессы. Исключение следует сделать для мелкосерийной продукции, во время производства которой особые технологические процессы используются только изредка. В таком случае к совокупности кодов компонентов проекта бережливой линии должны быть добавлены компоненты базовых продуктов, использующие эти процессы. Чрезвычайно важным является то, чтобы *все* технологические процессы были представлены в совокупности базовых продуктов.

На этапе выбора продукции для ее включения в совокупность изделий для бережливой линии не следует принимать на рассмотрение производственные материалы. Внимание следует уделять только определению *процессов*. Целью выбора компонентов базовых продуктов для разработки линии является уточнение, определены ли все точки, в которых применяется труд. Позднее канбан-система материалов определит компоненты продукта.

Первые последовательности цифр в кодированной числовой конфигурации исходного продукта отражают информацию о производственных процессах, замыкающие последовательности — различия в *компонентах*. Применение этой простой условности поможет принятию исходной совокупности продуктов для проектирования линии. Рассматривая числовую конфигурацию (код) автомата по продаже прохладительных напитков в качестве примера (а также рис. 3.3), можно отметить, что:

- *тип механизма 01С обозначает, что перед нами торговый* автомат по продаже напитков в жестяных банках. Заказчик может выбрать автомат по продаже напитков в бутылках с обозначением *02С*. Эти два варианта показывают, какие именно процессы необходимы для производства любого из типов автомата — как бутылочного, так и баночного;

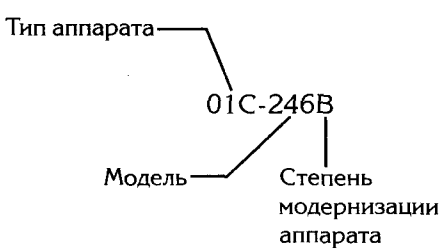


Рисунок 3.3. Кодированная числовая конфигурация производственных процессов

- то же самое можно сказать и об обозначении модели *246*. Все технологические процессы, необходимые для ее производства, одинаковы — как для бутылочного, так и для баночного вариантов;
- возможно, уровень модификации покажет другие процессы, подлежащие включению или удалению из списка.

В случае с вашей конфигурированной продукцией коды компонентов базовых товаров могут быть легко обозначены последовательностью цифр, определяющих только технологические процессы (то есть *01С-246В, 02С-246В* и т. д.).

Баланс конфигурации кодов компонентов базовых продуктов начинает определять вариантность составляющих. Производство различных вариантов продукта требует рабочей силы для изготовления комплектующих. Места, где они производятся, называются фидерными процессами*. Данные процессы представляют собой места производства различных вариантов продукции и связаны с основной сборочной линией. Таким образом, фактическим источником вариантности изделий являются компоненты, потребляемые в фидерных процессах, а рабочая сила обладает универсальностью квалификации.

Для производства необходимого варианта продукта нужно сделать определенный выбор в отношении компонентов, что означает множество различных опций. В таком случае каждому автомату по продаже напитков необходима упаковка какого-либо вида, однако выбранный тип упаковки может состоять из широкого многообразия компонентов. Комплектующие взаимозаменяемы, обладают вариантностью своего применения, но работа по их монтажу остается одинаковой. При выборе взаимозаменяемых деталей расширяется возможность модификации модели. Даже если коды моделей отличаются, коды реальных технологических процессов, применяемых при их изготовлении, остаются относительно постоянными. На рисунке 3.4 показано, что:

- обозначение «вид отделки» отображает цвет покраски: *AC* — красный, *BC* — синий, *AW* — белый и т. д. Может меняться код компонента для покраски, но не сам процесс. В данном случае все автоматы должны быть покрашены. Время, необходимое на покраску автомата в красный цвет или в белый, одно и то же;

* Фидерные процессы — это процессы, питающие основной технологический процесс. Они могут включаться и выключаться в зависимости от конкретной спецификации движущейся по бережливой линии единицы продукции. — **Прим. научного редактора.**

- дальнейшие цифровые последовательности могут также отражать возрастающую вариантность продукта. Каждый торговый автомат нуждается в установке панели управления. Заказчик может выбрать автомат с шести- или восьмикнопочной панелью. Шифры компонентов должны изменяться для отражения выбора заказчика. Для удовлетворения клиента необходимо производить два различных варианта панелей управления. Однако трудовые затраты на установку как шести-, так и восьмикнопочной панели одинаковы. Этот процесс называется «монтаж панели управления». С точки зрения производственного процесса разница между шести- и восьмикнопочным компонентами невелика;
- когда вариантность продукта требует дополнительных рабочих и производственных ресурсов или необходимо отдельное физическое пространство (например, для изготовления варианта изделия нужен отдельный процесс предварительной сборки), код исходного продукта показывает, что вариант товара следует включить в совокупность компонентов с целью определения дополнительных процессов по его изготовлению. На данном этапе не требуется рассмотрения отдельных компонентов, используемых для производства отдельных моделей.

Если общее число кодов компонентов базовых продуктов небольшое, не требуется сокращать список базовых продуктов согласно правилу 80/20 (см. выше). В некоторых случаях объединение кодов компонентов базовых продуктов — очевидный процесс, и поэтому можно не использовать правило Парето. Однако применение этих двух методов поможет производителям

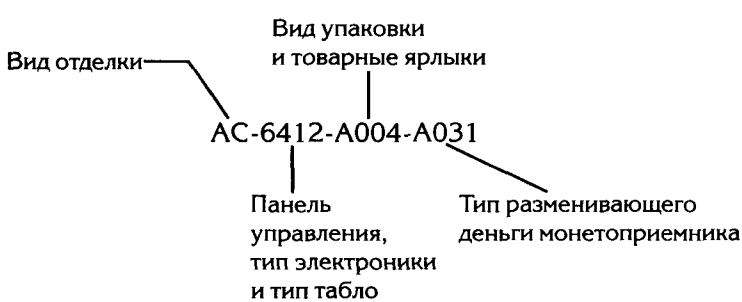


Рисунок 3.4. Конфигурация кода продукта для применения предварительной сборки и отдельных компонентов

с длинным списком конечных продуктов составить сжатый перечень кодов компонентов базовых продуктов, которые могут быть использованы для создания бережливой производственной линии. Сжатый список выполняет две задачи:

- правильно отображает все процессы, участвующие в производстве всех продуктов, необходимых для выполнения потенциального заказа. При определении процессов выявляются все точки применения рабочей силы для выпуска изделий;
- ограничивает проект по осуществлению бережливого производства масштабами, в которых проект остается управляемым в достаточной степени для получения существенной прибыли от вложения в него ресурсов.

Определение производительности бережливой линии, соответствующей спросу на продукцию

После принятия решения о том, что будет выпускаться бережливой линией, должно быть также принято решение сколько, то есть потребность в каждом виде продукции. Величина потребности важна, поскольку она определяет как производительность бережливой линии, так и объемы ресурсов для ее удовлетворения.

Бережливые методы рекомендуют разработать новую линию производства, обладающую достаточной мощностью для удовлетворения более высокого уровня потребности в объемах производства, чем ныне существующий, а также способную обеспечить работу в период от одного года до трех лет. Прогноз последующих требуемых объемов — обязанность команды по материалам. Однако часто легче сказать, чем сделать. На будущую потребность в объемах производства оказывает влияние множество переменных факторов, в силу чего их прогноз затруднен. Он должен быть произведен прежде, чем будет осуществлено внедрение бережливых методов.

Ожидаемый жизненный цикл продукции, непостоянство промышленных технологий, ожидаемый рост рынка сбыта обуславливают сложность подобных прогнозов. Чем меньше отклонения ожидаемого уровня спроса на продукцию в будущем, тем больше величина доверия в его прогноз. Соответственно, чем больше отклонения, тем меньше доверия в прогноз спроса.

Из-за необходимости прогнозирования объема будущих продаж, а также осознания, что его результаты будут использованы

при разработке уровня мощности предприятия, та часть членов команды, которая несет ответственность за подобное прогнозирование, часто испытывает сильное беспокойство. Выработка единого мнения по вопросу будущего спроса является одной из самых трудных задач во время любого процесса внедрения новых технологий. После того как будет предпринято несколько попыток прогнозирования, методы бережливого производства настаивают, чтобы окончательный прогноз потребности в объемах производства, потребности при полной мощности, был одобрен организационным комитетом, прежде чем будет произведена окончательная разработка бережливой линии.

Источники определения будущего спроса

Исторические источники

Очевидным первым шагом при определении компонентов базовых продуктов для бережливой линии будет использование той же структуры спроса, которая применялась при проведении анализа Парето. Градация исторически сложившегося спроса на всю продукцию уже выявила ±20% товаров, которые приносят ±80% выручки. Исходя из этого перечня, с помощью дальнейшей экстраполяции можно составить модифицированный список продукции, который представляет собой все промышленные процессы, необходимые для ее производства. На основании этого команда по материалам (одно из подразделений группы по разработке бережливой линии) несет ответственность как за определение списка продукции, так и за объемы ее выпуска при разработке бережливой линии.

Определение спроса на основании этого списка должно быть прямым и логичным. К счастью, задокументированный период истории не подлежит иным трактовкам. Продукт или был продан, или нет. И хотя удивление может вызывать количество проданной продукции определенного вида, сам факт ее продажи бесспорен. Однако может ли быть использован подобный уровень спроса, полученный на основе анализа объемов спроса прошлых лет, для проектирования бережливой линии? Опора на одни только исторические источники еще не может служить надежным основанием для прогнозирования будущего спроса. На объемы продаж в прошлом могли оказывать влияние разные факторы. Последующие размышления помогут в определении наилучшего уровня спроса при создании бережливого производства.

Интуитивное знание

Такой тип знания относится к категории инстинктивного чувства. Подобного рода информация не может быть подкреплена фактами, она базируется на интуиции. Производственная группа зачастую является лучшим источником таких сведений. В процессе производства группа на основании объемов изготавливаемой продукции часто предсказывает тенденции уровня ее спроса, и это происходит даже до того, как ее увидят отделы маркетинга и продаж. Группа также может обнаруживать потребность в запасных частях и обслуживании, что может сигнализировать о смещении предпочтений потребителей от одной модели к другой.

Само по себе интуитивное знание не следует использовать при прогнозировании спроса во время проектирования бережливой линии, но и пренебрегать им тоже не стоит. Это знание может в буквальном смысле открыть глаза члену команды, несущему ответственность за определение объемов производства будущей линии.

В большинстве компаний, использующих систему *MRP*, обязанность прогнозирования ложится на группы маркетинга и продаж. Иногда эту ответственность перекладывают на производственную группу, обладающую интуитивным знанием. В данном случае группа выполняет свою работу довольно легко, так как кому-то надо устанавливать график производства. График, в свою очередь, требует определения уровня будущего спроса.

Когда производственную группу обязывают дать прогноз своей же работы, она должна опираться только на инструменты, имеющиеся в ее распоряжении, — исторический опыт и интуицию. К сожалению, эти инструменты обладают малыми возможностями прогнозирования будущего. Производственников редко вовлекают в дискуссии, ведущиеся между отделами продаж и маркетинга; они мало осведомлены о будущих маркетинговых программах или ожидаемых изменениях на рынке, которые в состоянии оказывать воздействие на уровень будущего спроса. Тем не менее даже при минимуме информации производственная группа может действовать с достаточной точностью. Перекладывание на нее ответственности за прогнозирование будущего спроса означает уменьшение обязанностей отделов продаж и маркетинга.

Прогнозы часто являются объектом многочисленных насмешек и служат удобным оправданием недостигнутых показателей производительности. Истина заключается в том, что ни один прогноз не бывает точным на 100%. Если бы было возможным точно предсказывать будущее, специалисты занимались бы чем-нибудь более выгодным, чем прогнозированием продаж, например, предсказанием биржевых курсов. С появлением инструментов прогнозирования и компьютерных программ моделирования, доступных производителям сегодня, наука прогнозирования, похоже, не стала точнее, чем она когда-либо была или будет.

Люди, ответственные за составление прогнозов, не ошибаются намеренно, и им не нравится быть объектами постоянных насмешек. Они относятся к своим задачам серьезно и делают все, что могут при помощи тех инструментов и на основании тех данных, которые имеются в распоряжении. Разрабатывая прогнозы будущего спроса на продукцию бережливой производственной линии, они обычно пользуются самой объективной из доступной информации. В отличие от производства, которое полагается исключительно на историческую и интуитивную информацию, специалисты в области прогнозирования могут опереться на ценные эмпирические данные.

Работают обычно прогнозисты в отделах сбыта и маркетинга. Они участвуют в ключевых совещаниях по планированию, в обсуждении стратегий в отношении новых продуктов, в обсуждении перемен в предпочтениях потребителей и предстоящих корпоративных маркетинговых акций. В отличие от производства они обладают лучшим видением будущего, знаниями о последующих маркетинговых программах и возможных переменах на рынке, в силу чего их вклад в прогнозирование будущего спроса для бережливой линии имеет решающее значение.

Прогнозирование является неточной наукой из-за влияния следующих двух основных факторов:

- Точный прогноз будущего спроса почти невозможен, когда речь идет о продажах бесчисленного количества вариантов конечных товаров. Точность повышается, если прогноз относится к семействам продуктов, а не к отдельным конечным изделиям.
- Чем продолжительнее производственный цикл и чем длиннее период прогнозирования, тем менее точным будет прогноз.

Если прогноз используется для предсказания всех изменений в завтрашних продажах, то, вероятно, он будет весьма точным. Если тот же прогноз используется для предсказания продаж той же номенклатуры продукции на период от 6 до 8 недель (время, в течение которого потребитель ожидает выполнение заказа), он, скорее всего, будет весьма неточным.

Так как же прогноз спроса на продукцию на период 12, 24 или 36 месяцев может быть достаточно точным, чтобы на его основе спроектировать бережливую производственную линию? Ключ к составлению как можно более точного прогноза спроса — *меньшая* детализация при определении номенклатуры продукции. Базовые продукты, которые будут производиться на бережливой линии, выбираются путем оптимизации по правилу 80/20. Нередко случается, что тысячи наименований конечных продуктов сокращаются до небольшого количества компонентов или их семейств. Главный критерий, о котором необходимо помнить при сокращении количества наименований продукта, — это наличие в списке всех производственных процессов. Благодаря тому что прогнозирование спроса ограничивается небольшим количеством наиболее распространенных продуктов или семейств продуктов, повышается точность прогноза.

При использовании методов бережливого производства продукт определяется как сумма материалов и объема работы, необходимых для его производства. Бережливая линия в конечном счете проектируется на основании объема и номенклатуры спроса, при этом составляется план физического размещения производственных ресурсов, необходимых для удовлетворения прогнозируемого спроса, в заводском цехе. Объем может оказывать влияние на проект линии. Но если фактическая номенклатура продукции отклоняется от номенклатуры, для которой выполнялось прогнозирование, то насколько различным будет фактическое содержание работы в разных моделях? Верно то, что и номенклатура, и объем спроса могут влиять на материалы, однако изменения номенклатуры воздействуют на содержание работы, используемой для проектирования линии, незначительно.

Это прекрасное свойство бережливой производственной линии, поскольку оно обеспечивает максимальную гибкость, предоставляя возможность производить любую модель любого продукта в любой день, ограниченную только наличием необходимых компонентов. Производственные ресурсы бережливой

линии статичны и могут каждый день перераспределяться для производства любого продукта.

Знание рынка

Прогнозирование начинается с рассмотрения исторических данных и экстраполяции их на будущее. Исторические данные носят объективный характер. Они просто отражают историю продаж определенной номенклатуры и объемов продукции. Другую субъективную и количественную информацию, имеющую значение для прогноза будущего спроса, добывают и используют для модификации исторических данных с целью разработки как можно лучшего прогноза. Обычно количественным, абсолютным данным доверяют больше, чем субъективной информации. Знание рынка является важным компонентом предсказания будущего спроса. Эта информация имеет решающее значение при определении мощности будущей бережливой линии. Отдел маркетинга имеет лучшее представление о будущем, чем любое другое подразделение организации. Тем не менее даже при использовании самой лучшей информации для составления прогноза он редко бывает на 100% точным.

Поскольку бережливая линия проектируется исходя из прогноза спроса на период от 18 до 36 месяцев, изменения номенклатуры продукции или объема неизбежны. Большинство компаний разрабатывают стратегические планы на будущее. Основываясь на своем знании клиентской базы компании и общего направления развития рынка, отделы продаж и маркетинга способны более точно предсказывать потенциальные изменения номенклатуры и объема производства в процессе выбора базовых продуктов. Они также обладают информацией о рекламных акциях, компаниях по стимулированию сбыта, о деятельности конкурентов и рыночных стратегиях.

Знание рынка субъективно, и ему может придаваться меньшее значение, чем историческим данным, однако это знание может оказаться полезным при рассмотрении списка базовых продуктов и соответствующих потребностей. При таком пересмотре может выясниться информация, которая приведет к внесению в окончательный список дополнительных изменений.

Поскольку список продуктов и будущих потребностей имеет важное значение для проекта бережливой линии, окончательный список должен быть одобрен и утвержден руководящим комитетом.

Документирование технологического процесса и создание смешанных семейств продуктов

Процесс

Процесс — это выполнение последовательных рабочих задач на определенной физической площади с помощью логически сгруппированных ресурсов. В производстве процесс может быть объединением ресурсов (людей и машин), которые выполняют работу по изменению формы, размеров или функции материалов в ходе их преобразования в готовый продукт.

После определения базовых продуктов, которые будут подвергаться обработке на бережливой линии, и соответствующих потребностей необходимо определить и задокументировать процессы, применяемые для производства этих продуктов. Документация является графическим представлением технологических процессов, схематически зафиксированных в последовательности, выполняемой для производства данного продукта. Это графическое представление называется *схемой технологического процесса*. Она должна создаваться для каждого продукта, выбранного для производства на бережливой линии.

Схема технологического процесса

Схема технологического процесса (СТП) — это графическое изображение процессов, описывающее их последовательность и синхронизированную передачу продукта из одного процесса в другой, необходимый для его завершения.

Отличный способ создать графическую СТП — выбрать продукт из готового списка базовых продуктов и пойти в цех, в котором он изготавливается. Начиная с последнего производственного процесса перед отправкой продукта клиенту (обычно это отгрузочная платформа), проследите производство продукта в обратном направлении (вверх по потоку), документируя все процессы до той точки, в которой в процесс поступают исходные материалы и осуществляется первое вложение трудовых ресурсов. Полезно нанести на схему стрелки, показывающие, где результат предыдущего процесса поглощается последующим.

С точки зрения методов бережливого производства, продукт состоит только из трудозатрат и комплектующих деталей. При создании СТП не следует принимать во внимание покупные

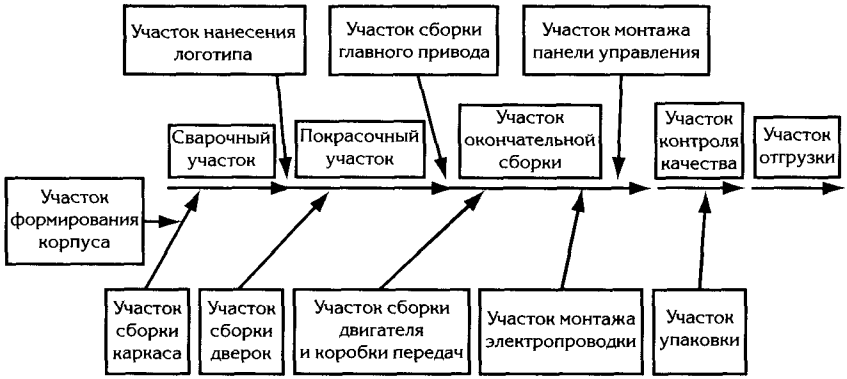


Рисунок 3.5. СТП бытового электроприбора

изделия, не требующие технологической обработки на линии. Даже если различия покупных материалов могут обусловить появление нового базового продукта, целью СТП является документирование процессов, в которых для производства продукта используются труд или машинное время. Определение покупных компонентов, применяемых для производства продуктов, является функцией системы канбан.

Окончательная схема, полученная после завершения документирования процессов, должна иметь вид «рыбного скелета» Исикавы* (рис. 3.5). Для большей наглядности представления точек, в которых результат предыдущего процесса поглощается последующим, нанесите на схему наименования процессов.

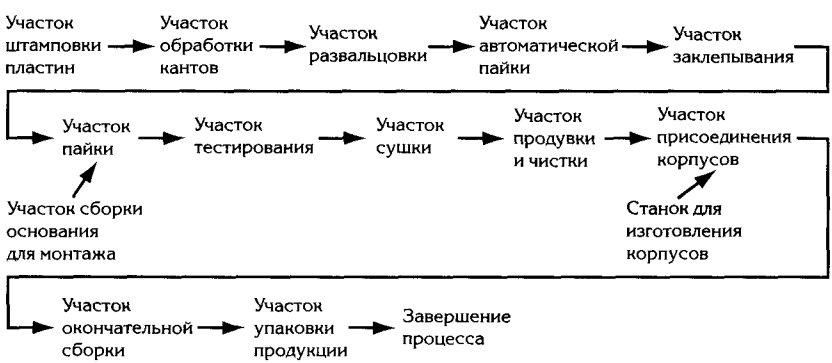


Рисунок 3.6. Линейная СТП продукта

* Данная схема также известна как диаграмма Исикавы. — **Прим. научного редактора.**

При документировании технологического процесса важно точно определить те точки, в которых одними процессами поглощается результат других. СТП наглядно показывает последовательность процессов, необходимых для производства продукта, а также их взаимосвязь в ходе изготовления изделия. Из СТП бытового электроприбора на рисунке 3.5 хорошо видно, что узел, собранный на участке сборки двигателя и коробки передач, поступает на участок окончательной сборки перед узлом, собранным на участке сборки главного привода. После этого монтируется электропроводка, затем — панель управления.

Графическая СТП также показывает хронологическую последовательность основной сборки как отдельного процесса, которым потребляется выработка других процессов. В случае СТП кухонного комбайна этими процессами являются подсборки. В методологии бережливого производства эти подсборочные процессы называются фидерными. Их точное размещение имеет большое значение, так как работа, выполняемая в ходе фидерного процесса, реализуется параллельно с основными сборочными процессами. Параллельное, а не последовательное выполнение работы является главным фактором сокращения общего времени производственного цикла.

Технологический процесс производства некоторых продуктов может быть более линейным, как показано на рисунке 3.6. В других случаях схема бывает более сложной, отражая дополнительные действия (рис. 3.7).

Когда отдельные задачи, необходимые для выполнения работы в процессе окончательной сборки, документируются, как показано на рисунке 3.8, легко увидеть, в какой именно точке процесса монтируется двигатель, главный привод, электропроводка и панель управления. Способность точно документиро-

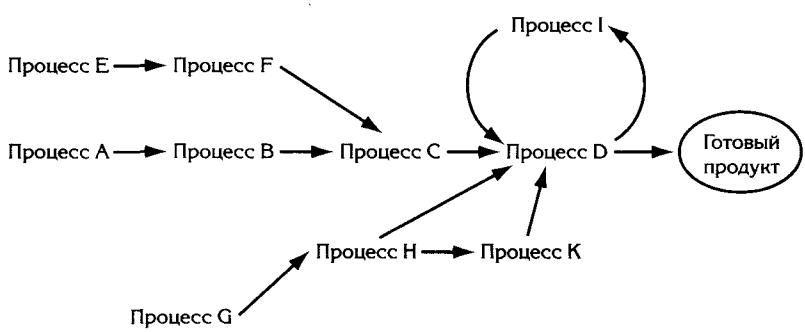


Рисунок 3.7. Сложный технологический процесс

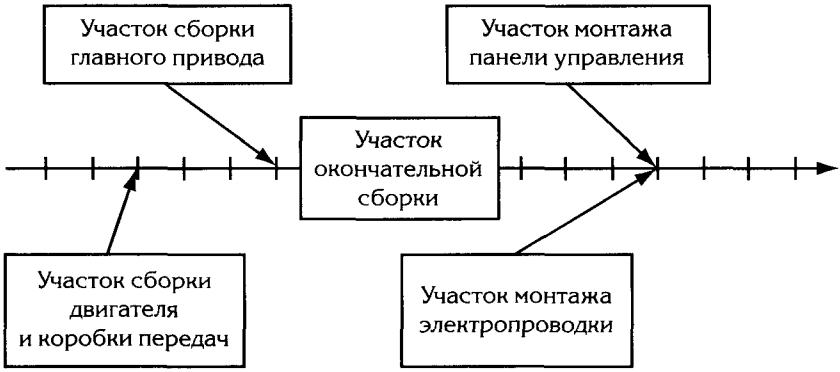


Рисунок 3.8. Документирование отдельных заданий

вать эти рабочие задачи играет решающую роль в их распределении по рабочим местам, а также по размещению оборудования в производственном помещении.

То же верно для всех фидерных процессов. Отдельные рабочие задачи и их элементы времени для каждого процесса, определяемые позже, не учитываются при создании СТП.

Факторы, влияющие на объем выпуска

Схема технологического процесса должна создаваться для каждого базового продукта, выбранного для производства на бережливой линии при ее проектировании. Для него также определяется ожидаемый объем полной мощности. СТП исходит из того, что требуемый объем выпуска, определяемый для каждого базового продукта, равен объему выпуска каждого из процессов, нанесенных на СТП. Однако существуют причины, по которым объем может изменяться во время производства. На участке каждого процесса, выработка которого составляет менее или более 100%, должны документироваться причина и величина отклонения от требуемого объема.

Изменения объема выработки могут оказывать влияние на количество производственных ресурсов, необходимых для производства на линии желаемого объема.

Объем выработки имеет важнейшее значение для точного вычисления времени такта. Время такта является знаменателем в формуле, с помощью которой определяется количество ресурсов, необходимых для достижения объема выработки каждого процесса. Его мы обсудим ниже.

Отходы и повторная обработка

Когда при движении продукта через производственный процесс контроль обнаруживает какой-либо дефект, возможны два варианта действий.

Повторная обработка

Для восстановления или повторной обработки продукт можно вернуть в предыдущий процесс, отправить в процесс, не относящийся к бережливой линии, или оставить на том рабочем месте, где был обнаружен дефект. После завершения повторной обработки продукт перемещается вниз по потоку или возвращается на линию для повторения определенного процесса или последовательности процессов. В результате этого изменяется выработка каждого процесса, в котором имела место повторная обработка или переработка. Предполагаемая величина этого изменения, выраженная в процентах, должна фиксироваться на СТП. Для каждого процесса, в котором происходит повторная обработка, должны отмечаться четыре параметра: (1) в каком процессе произошел дефект; (2) каков исторический (то есть предполагаемый) процент повторной обработки; (3) в каком процессе дефект исправляется; (4) в каком процессе находится точка возвращения повторно обработанного продукта на бережливую линию.

СТП повторной обработки представлена на рисунке 3.9, где процесс *D* — процесс, в котором был обнаружен дефект; историческая переработка = 10%; процесс *I* — процесс, в котором продукт подвергается повторной обработке; процесс *D* — процесс, через который повторно обработанный продукт возвращается на линию.

В этом примере, где желаемая выработка процесса *D* = 100 и историческая переработка = 10%, 10% объема каждого продукта, который поступает в процесс *D*, потребует повторной обработки и будет отправлен в процесс *I*. Таким образом, объ-



Рисунок 3.9. Цикл повторной обработки

ем процесса *I* будет равен 10. Поскольку 10 единиц продукции подвергаются переработке в процессе *I* и затем возвращаются в процесс *D* для прохождения обработки во второй раз, объем продукции, проходящей через процесс *D* (выработка), будет составлять 110 диниц. Повторная обработка величиной 10% означает, что для достижения требуемого объема выпуска в 100 единиц необходимы 110 единиц продукции. Это называется *циклом повторной обработки.*

Повторно обработанные продукты могут возвращаться на линию в точке, расположенной на несколько процессов выше по потоку от того места, где был обнаружен дефект. Это обычное явление в ходе контроля качества. В таких случаях объем выработки каждого нижестоящего по потоку процесса также должен быть увеличен на процент переработки для учета объема продукции, который подвергнется обработке во второй раз.

Повторная обработка всегда рассматривается как не добавляющая ценности работа и может оказать значительное влияние на количество ресурсов, необходимых для производства требуемого объема продукции. В долгосрочной перспективе повторную обработку можно устранить путем ликвидации самих дефектов, которые к ней приводят. К тому же превосходным методом ее уменьшения или устранения является кайдзен. Окончательное разрешение некоторых более сложных проблем, выявленных при его помощи, может потребовать изменения тактики и стратегии компании. Такие решения обычно сопряжены с большими затратами времени, и наилучшим путем их реализации является непрерывное совершенствование технологического процесса.

Повторная обработка и отходы — щекотливый вопрос для большинства производителей. В мире нет такого предприятия, которое не сталкивалось бы и с тем, и с другим в большей или меньшей степени. Если повторная обработка и отходы не документируются и не учитываются, большинство производителей предпочитают игнорировать их, просто корректируя ежедневные производственные показатели в конце рабочего дня. Если не учитывается и время, необходимое для повторной обработки, оно может вычитаться из времени, имеющегося в распоряжении для производства запланированного дневного объема продукции. Повторяющиеся значительные объемы повторной обработки, не учитываемые ежедневно, могут привести к невыполнению производственных графиков, нарушению сроков поставок и сверхурочной работе.

Производители нередко занижают статистику или скрывают тот факт, что на их предприятиях имеют место процессы повторной обработки. Понимая, что это представляет проблему, они часто не решаются признать ее существование или масштаб, в котором она влияет на функционирование их производства. Если производителю удается подвергать материалы повторной обработке или отправлять их в отходы безнаказанно, соблюдая нормы производительности или загруженности ресурсов, топоиск первопричины проблем может так и не начаться. Выявление не добавляющей ценности повторной обработки — первый шаг к ее устранению. Бережливое производство стремится к ликвидации лишних затрат.

Циклы повторной обработки должны наноситься на СТП. Каким бы заманчивым это ни было, на данном этапе не должны предприниматься никакие действия для устранения причин повторной обработки. СТП просто фиксирует ее существование и ее объем и используется для идентификации процессов, в которых задействованы труд или машинные ресурсы и на выработку которых могут влиять отклонения от запланированного спроса.

Отметим, что процесс повторной обработки может быть определен отдельно от регулярных процессов, необходимых для изготовления продукта. СТП должна фиксировать процессы, в которых используется работа людей или машин для производства определенных продуктов и объемов.

Поскольку на повторную обработку нередко закрывают глаза, ее процессы часто не рассматриваются как регулярные. Производители предпочитают считать их аномалиями или исключением из правил. Но при составлении СТП не забывайте о процессах повторной обработки. Хоть она и не добавляет в продукт ценности, но требует ресурсов для выполнения работы.

Часто используемый аргумент в пользу того, что повторную обработку не следует документировать или даже вообще принимать во внимание, заключается в том, что ее объем может изменяться изо дня в день в зависимости от ряда неустойчивых условий. Каким образом процент повторной обработки может быть применен к движущейся цели? В зависимости от типа повторной обработки даже необходимые для нее процессы могут быть каждый день разными. Несмотря на справедливость этих аргументов, СТП должна определять и документировать наиболее типичный сценарий, если вы хотите правильно спроектировать производственные ресурсы бережливой линии.

Используйте нормальное распределение (то есть кривую Гаусса) для нахождения наиболее вероятного сценария (рис. 3.10). Избегайте «аналитического паралича», не старайтесь сделать точный расчет. Если объем повторной обработки будет переоценен, то в худшем случае будет завышена потребность в ресурсах, а если недооценен, то потребность в ресурсах будет занижена. Ошибочная оценка лучше, чем вообще никакой. Если впоследствии окажется, что оценка была неверной, объем повторной обработки можно будет скорректировать.

Отходы

В большинстве случаев при выявлении в продукте дефекта сначала предпринимается попытка исправить его или повторно обработать продукт для устранения неполадки. Переработка обычно выполняется на рабочем месте, где был обнаружен дефект, или же продукт возвращается на повторную обработку в процесс, расположенный выше по потоку, или отправляется в отдельный процесс вне линии. Если повторная обработка удается, продукт возвращается на линию и следует по потоку до своего полного завершения. В некоторых случаях исправление дефектов или повторная обработка не могут быть выполнены или являются нецелесообразными с финансовой точки зрения. Альтернативой повторной обработке является отправление продукта в отходы. При этом он или уничтожается, или от него избавляются каким-либо другим способом, что приводит

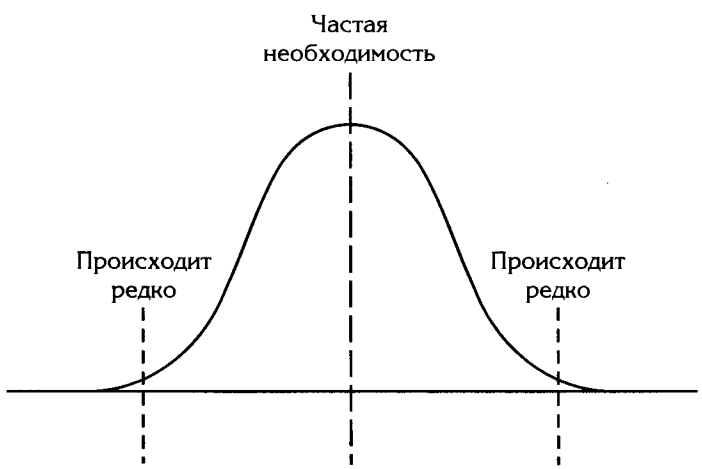


Рисунок 3.10. Типичное распределение возникновения необходимости в повторной обработке

к уменьшению выработки линии или отдельных процессов. Подобно повторной обработке, перевод продукта в отходы также оказывает влияние на объем выработки каждого процесса, в котором он имеет место. Различие состоит в том, что при переводе продукта в отходы изменяется объем не только того процесса, в котором отходы возникли, но и объем всех процессов, расположенных выше по потоку. Поскольку для достижения желаемой выработки переведенные в отходы единицы продукции необходимо заменить, через каждый процесс должны проводиться дополнительные единицы. Историческое количество отходов, выраженное в процентах, должно фиксироваться на СТП в той точке, в которой они появляются.

Отходы указываются на СТП, как показано на рисунке 3.11. В этом примере желаемая выработка процесса *D* равняется 100 единицам, а историческая переработка составляет 10%. В результате процесса *I* отходы составляют 2%, таким образом, процесс *D* должен вырабатывать 112 единиц для компенсации как 10% переработки, так и 2% отходов (потребность 100 единиц + 10 единиц, которые будут подвергнуты повторной обработке + 2 единицы, которые будут переведены в отходы).

В таком случае процесс, расположенный выше по потоку перед процессом *D*, должен вырабатывать 102 единицы, так как 2 единицы, предположительно, будут переведены в отходы в процессе *I*. Следовательно, каждый процесс, находящийся выше по потоку, должен вырабатывать две дополнительные единицы для компенсации потери отходов в процессе *I*. Если в каком-либо процессе, стоящем выше по потоку, возникают дополнительные отходы, то требуемое количество единиц возрастает

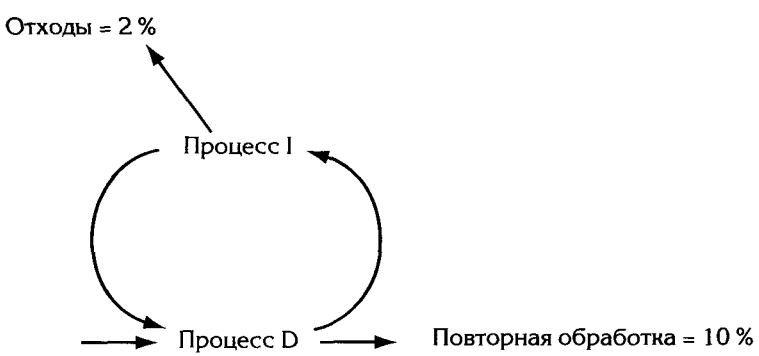


Рисунок 3.11. Отходы по результатам повторной обработки

на величину отходов, возникающих в этом процессе. Все отходы накапливаются по ходу движения вверх по потоку вплоть до входного процесса линии. Вследствие накопления отходов в различных процессах по мере прохождения вверх по потоку требуется значительное количество единиц на входе, чтобы сохранить объем производства в 100 единиц на выходе линии.

Как и повторная обработка, отходы представляют собой дополнительную работу, которая должна выполняться сверх требуемой для производства нужного объема продукции. В отличие от повторной обработки, которая обычно затрагивает лишь несколько процессов, отходы могут быть очень коварны. Они могут оказывать влияние на все процессы вплоть до литейного производства. Процесс управления ликвидацией отходов требует от менеджеров значительных затрат времени, не добавляющего ценности.

Помимо того что отходы приводят к увеличению затрат на материалы, трудозатраты, необходимые для компенсации отходов, представляют собой не добавляющую ценности работу. Эта дополнительная работа может оказывать значительное влияние на количество ресурсов, требуемых для производства необходимого клиенту объема продукции. И снова вспомним о кайдзен: этот метод может давать отличные результаты, в том числе и при его использовании с целью сокращения или устранения отходов.

Опциональность

Продукты, следующие вниз по бережливой линии, иногда могут не проходить через некоторые процессы. Поскольку эти процессы используются для удовлетворения требований клиента не во всех случаях, их выработка изменчива. Например, рассмотрим производство автомобилей при желаемом объеме выпуска в 100 единиц. Согласно заказу клиента, *CD*-проигрыватель требуется установить только на половине из них (50%). Поэтому объем выпуска процесса подсборки *CD*-проигрывателей (фидерного процесса) составит только 50 единиц. Объем выпуска автомобилей на главной линии остается равным 100.

Если бы гипотетически для производства автомобиля и *CD*-проигрывателя требовалось одинаковое время, то для выпуска нужного количества автомобилей за определенный период времени потребовалось бы вдвое больше ресурсов.

Рассмотрим СТП, представленную на рисунке 3.12, где:

- желаемый объем равен 100 единицам;

- процесс *K* является опциональным процессом;
- 60 % выработки процесса *H* переходит в процесс *D*;
- 40 % выработки процесса *H* переходит в процесс *K*;
- объем выпуска процесса *K* равен 40 единицам;
- 100 % объема выпуска процесса *K* переходит в процесс *D*;
- объем процесса *D* на входе остается равным 100 единицам;
- объем процесса *D* на выходе равен 100 единицам.

При создании СТП обязательно задокументируйте опциональные процессы и запишите исторический процент проходящей через них продукции. Объем продукции, проходящей через опциональные процессы, может влиять на количество необходимых ресурсов.

Создание многономенклатурных семейств продуктов

Способность производить разные виды продуктов на одной линии предоставляет бережливому производителю множество преимуществ. Многономенклатурная линия позволяет выпускать ряд продуктов на одной и той же производственной площади. Это может быть важным для руководителя предприятия, желающего отложить или избежать расширения производственных помещений в связи с увеличением объемов или ассортимента продукции.

Кроме того, это означает, что для производства разных продуктов не нужны отдельные бережливые линии. Даже если различные изделия изготавливаются по разным СТП, как правило, для них используются одни и те же производственные ресурсы. Совместно используемые ресурсы бережливой линии уменьшают или устраняют необходимость в дополнительных рабочей

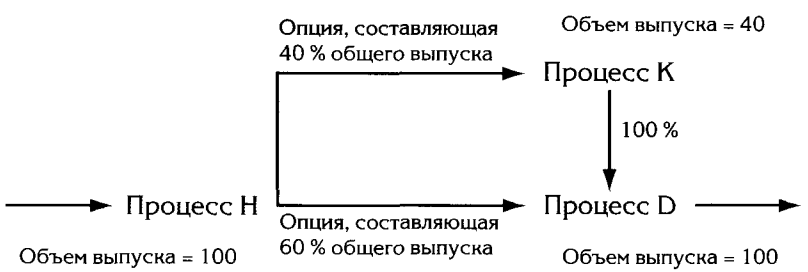


Рисунок 3.12. Влияние опциональности на объем выпуска бережливой линии

силе, станках, комплектующих деталях, персонале, занимающемся планированием, закупками и контролем. Дублирующиеся ресурсы являются расточительством и должны быть устранены.

Многие производители выпускают продукты, группируя их в семейства. Часто основанием для этого являются предпочтения клиентов по окраске товара или брендовой принадлежности, исходя из конструктивных особенностей, особых возможностей применения или территории сбыта. Принадлежность к некоторому семейству часто определяет, на какой производственной линии продукты будут создаваться. При условии достаточного объема производства распределение по семействам может обуславливать закрепление производственных ресурсов за конкретными продуктами и технологическими линиями. В большинстве компаний выделение семейств осуществляется не производственниками, а является прерогативой отделов сбыта, маркетинга или финансовых групп, при этом реальные производственные требования продуктов практически не имеют значения. Производственники редко оспаривают распределение продуктов по семействам, даже если в результате для обеспечения выработки потребуется содержание избыточных ресурсов.

Бережливые производители также выпускают продукцию используя группирование изделий в семейства, но принимают активное участие в отнесении продуктов к тому или иному семейству. Выбор семейств продуктов для производства на многономенклатурных бережливых линиях основывается в первую очередь на общности технологических маршрутов товаров, зафиксированных на их СТП. Дополнительными критериями выбора являются близкие по длительности значения операционного времени (времени прямой обработки детали), а также схожесть содержания самой работы и используемых материалов. Бережливые производственные линии конструируются таким образом, чтобы они оптимально подходили для изготовления некоторого семейства сходных продуктов, использующих общие производственные процессы и материалы. Благодаря такому группированию все изделия, составляющие семейство, могут продвигаться через необходимые для их обработки ресурсы поштучно.

Нередко бывает, что разные продукты обладают различными структурами спроса и циклами продаж. Если производственные линии создавались под небольшое число типов товаров, изменения структур спроса на них могут приводить к найму/увольнению сотрудников в попытке подогнать производственную

мощность линий под требования клиентов. Бережливые линии функционируют наилучшим образом при выработке большого ассортимента продукции на одной линии. Чем больше изделий создается на одной линии, тем меньше влияние колебаний спроса на ценные производственные ресурсы.

Следует разработать визуальное представление многономенклатурной СТП, которая служит основой для концептуальной схемы бережливого производственного предприятия. Не будучи стесненной рамками отделов, многономенклатурная СТП концептуально визуализирует возможную планировку фабрики, облегчающую поддержание желаемого потока продуктов в одну единицу.

СТП не должна учитывать физический размер или цвет компонентов, используемых для производства продукта. Цель СТП — идентификация процессов, в которых выполняется работа по изготовлению изделия. Один из способов визуального выявления семейства товаров, которые могут выпускаться на одной и той же линии (то есть на одной и той же производственной площади), — накладывать одну СТП поверх другой и смотреть их на свет, что позволяет увидеть как размещение всех сходных процессов повторной обработки и опциональных процессов, так и особых, редко используемых фидерных процессов (рис. 3.13).

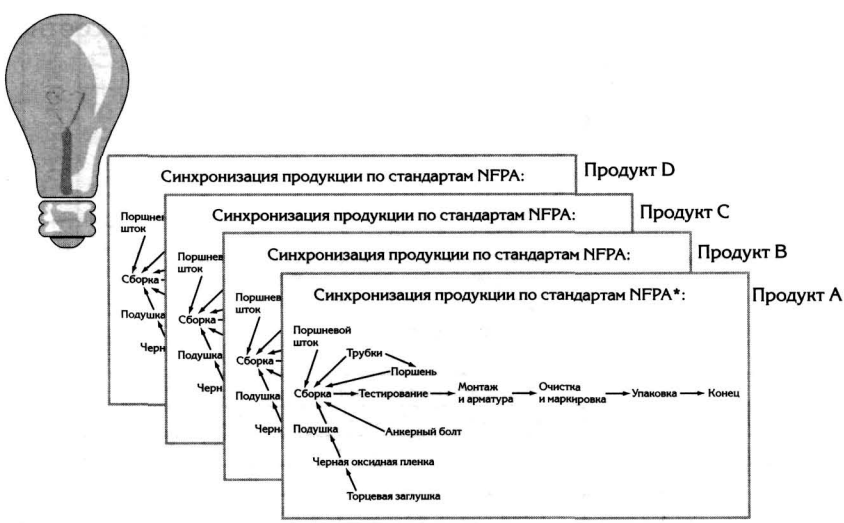


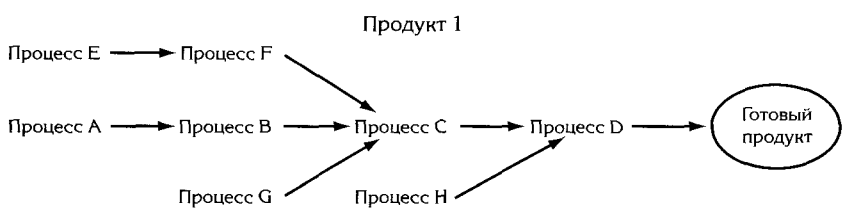
Рисунок 3.13. Ряд продуктов с похожими процессами изготовления

* Национальная ассоциация по гидравлическим приводам, США. — Прим. научного редактора.

При помощи данного метода можно получить предварительное визуальное представление о том, как технологические процессы должны размещаться в производственном помещении по отношению друг к другу. Однако использование этого метода затрудняется тем, что линия обычно проектируется в расчете на производство большого количества базовых продуктов. Более практичный способ разработки модели многономенклатурного производства заключается в создании *технологической карты общих процессов*. Многономенклатурную СТП можно использовать для визуального размещения всех процессов бережливой производственной линии.

Технологическая карта (рис. 3.14) представляет собой простую таблицу с горизонтальной и вертикальной осями. Такая форма имеется в компьютерных программах табличных вычислений. Программа табличных вычислений — идеальный инструмент для создания технологической карты.

По вертикальной оси записываются номера компонентов базовых продуктов, выбранных для производства на линии. По горизонтальной оси перечисляются процессы из СТП, созданной для проектирования линии. Начиная с первого компонента, сверяйтесь с его СТП и ставьте «*X*» в ячейках таблицы на пересечениях строки базового продукта и столбцов процессов, через которые этот продукт проходит. Продолжайте действовать таким образом, пока все номера базовых продуктов не будут соотнесены со всеми процессами на технологической карте.



Технологическая карта									
	Проц. A	Проц. B	Проц. C	Проц. D	Проц. E	Проц. F	Проц. G	Проц. H	Проц. I
Продукт 1	X	X	X	X	X	X	X	X	
Продукт 2									
Продукт 3									
Продукт 4									
Продукт 5									

Рисунок 3.14. Связь между СТП и технологической картой

Технологическая карта общих процессов										
		Проц. *A*	Проц. *B*	Проц. *C*	Проц. *D*	Проц. *E*	Проц. *F*	Проц. *G*	Проц. *H*	Проц. *I*
Продукт 1		X	X	X	X	X	X	X	X	
Продукт 2		X	X	X	X			X	X	
Продукт 3		X	X	X	X	X	X		X	X
Продукт 4		X	X	X	X	X	X	X	X	
Продукт 5		X	X	X	X	X		X	X	
Продукт 6		X	X	X	X	X	X		X	X
Продукт 7		X	X	X	X	X	X	X	X	
Продукт 8		X	X	X	X	X	X		X	X
Продукт 9		X	X	X	X			X	X	X
Продукт 10		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Рисунок 3.15. Заполненная технологическая карта общих процессов

Готовая технологическая карта будет наглядно показывать, какие продукты используют одни и те же процессы — независимо от размера, цвета, стандартного времени или принадлежности к существующим семействам продуктов.

Эта таблица фиксирует общность процессов для создания семейств продуктов исключительно на основании процедур, используемых для их производства. Процессы, нехарактерные для всех продуктов, будут включены в бережливую линию в качестве опциональных. При составлении окончательного плана линии технологическую карту можно использовать для определения мест физического размещения этих процессов на бережливой линии.

Заполнив технологическую карту общих процессов (рис. 3.15), можно составить визуальную многономенклатурную СТП (рис. 3.16), используя при этом карандаш и бумагу или такие компьютерные программы, как *Word, Excel, Visio* или *CAD* (среди других). Подойдет даже белая доска и маркеры.

Перерисуйте СТП первого базового продукта с помощью какого-то цвета. (Использование разных цветов для различных продуктов не обязательно, но полезно.) Затем перерисуйте СТП второго базового продукта, используя другой цвет. При этом не нужно перерисовывать процессы, которые включает в себя СТП первого базового продукта. Когда попадается новый процесс, которого ранее не было, отмечайте его выбранным цветом, отличным от использовавшегося для обозначения СТП. Продол-



Рисунок 3.16. Многономенклатурная СТП производства продуктов по уходу за газонами

жайте перерисовывать СТП всех исходных продуктов, пока в многономенклатурную СТП не будут включены все процессы. Полученный результат представляет собой концептуальный план новой бережливой линии.

Определение требуемых уровней производительности процессов и такта

Синхронизация — это ключ к успеху бережливой производственной линии. Когда она функционирует, все процессы выполняются в одинаковом темпе. Даже если для отдельных производственных процессов требуется разное время, бережливая линия разбивает все времена на одинаковые по объему элементы. Синхронизация процессов различной продолжительности достигается путем увеличения или уменьшения количества задействованных производственных ресурсов. Теперь ни один процесс не обладает большей мощностью, чем остальные. Синхронизация — это сердце любой бережливой производственной линии.

Концепция уравновешения работы не нова, однако философия бережливого производства применяет ее особым образом. Вместо синхронизирования линий на основе такого физического параметра, как длина линии, методы бережливого производства уравновешивают работу путем регулирования объема выработки отдельных процессов. После определения необходимых объемов выработки процессы разделяются на одинаковые элементы работы. Несмотря на то что каждый производственный процесс для каждого продукта может иметь разное время работы, методы бережливого производства устанавливают баланс, используя отношение время/объем, называемое *тактом*.

Такт вычисляется следующим образом:

$$\text{такт} = \text{количество рабочих минут в смену} \times \text{число смен в день} / \text{объем выработки в день},$$

где количество рабочих минут в смену — *количество* времени, имеющееся у каждого производственного оператора для выполнения работы в свою смену; число смен в день — количество смен в день на один процесс; объем выработки в день — общий требуемый объем с учетом процессов повторной обработки, отходов и опциональности.

Такт является выражением необходимой периодичности. Поскольку он обозначает требуемый объем выпуска за определенный

период времени, он является выражением нужного *темпа*. Такт устанавливает, что если некоторый объем должен быть произведен за установленный период времени, то одна единица должна изготавливаться каждые *X* минут. Например, рассмотрим восьмичасовую рабочую смену при работе в одну смену в день. Общее имеющееся в распоряжении время равняется 480 минутам. Если требуемая выработка процесса составляет 240 единиц продукции, то *значение времени такта составляет 2 минуты,* иначе говоря, для производства требуемого объема в 240 единиц 1 единица должна изготавливаться каждые 2 минуты 480-минутного рабочего дня. Время такта обычно выражается в минутах.

Время такта часто называют целевым темпом процесса. Вследствие опциональности, повторной обработки и отходов процессов, отмеченных на СТП, каждый процесс может иметь различный объем выработки, и поэтому для каждого процесса должно устанавливаться его собственное, индивидуальное, значение времени такта.

Когда время такта для каждого процесса задано, поток продукта налаживается путем физического перемещения ресурсов каждого производственного процесса, сбалансированного в соответствии с вычисленным темпом такта, в непосредственную близость к той точке бережливой линии, в которой его выработка поглощается готовым продуктом. Общее время разбивается на элементы работы, эквивалентные времени такта. Производственные процессы, разделенные на одинаковые элементы, соответствующие такту, являются синхронизированными независимо от общего времени, необходимого для создания сборочного узла или готового продукта. Одна единица работы, эквивалентная времени такта, выполняется одним человеком и/или одним станком. Частично завершенная единица, равная времени такта, затем передается следующему ресурсу ниже по потоку, где выполняется очередной объем рабочих задач размером в такт. Единица рабо-

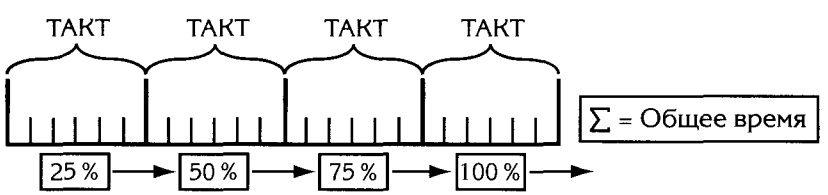


Рисунок 3.17. Время непосредственной обработки изделия, сгруппированное по времени такта

ты движется по потоку через все производственные процессы, пока не будет выполнена вся необходимая работа (рис. 3.17).

Сбалансирование работы по такту и физическое размещение производственных процессов друг с другом позволяют завершенному продукту одного процесса непосредственно поглощаться следующим. Это значительно сокращает запасы и времена циклов. Поскольку производственные процессы просто делятся на равные элементы работы, объединение рабочих и станков, выполняющих похожие функции, в отделы становится ненужным. На линии располагаются только те ресурсы, которые требуются для производства объема при полной мощности данного процесса.

Производители обычно говорят о времени такта бережливой линии как о единой величине. В действительности время такта всей линии является временем такта лишь самого последнего ее процесса. На это неправильное употребление термина «такт» можно закрыть глаза, если только производитель понимает, что каждый процесс имеет свое собственное время такта, основывающееся на объеме выработки данного процесса.*

Числители и знаменатели времени такта

Формула времени такта проста, однако при его вычислении необходимо учитывать некоторые важные моменты.

Количество рабочих минут в смене

Несмотря на исключения из правила, типичная продолжительность рабочей смены для большинства производителей остается равной восьми часам. Но все ли 100% этого периода посвящены производству продуктов? Рабочие ежедневно совершают разнообразные действия, время которых вычитается из времени непосредственной обработки продукта. Рабочие отвлекаются на перерывы, обед, необходимое обучение, оперативные собрания и собрания по непрерывному совершенствованию (кайдзен). Это время должно быть подсчитано и исключено из общего количества рабочих минут в смену.

Например, смена, которая начинается в 7:00 и заканчивается в 15:30, предполагает, что на выполнение работы уйдет 8,5 часов. Однако из этого времени необходимо вычесть следующее:

* Очень важный момент для процесса, где есть рабочие места, обслуживаемые более чем одним рабочим. Время такта такого процесса следует рассчитывать исходя из последовательности работ, выполняемых каждым рабочим в отдельности. — **Прим. научного редактора.**

- ► 0,5 часа на обед;
- ► 0,5 часа на перерывы (два 15-минутных перерыва);
- ► 2 часа (от 12 до 15 минут 1–2 раза в день) на еженедельные мероприятия кайдзен;
- ► 0,05 часа один раз в месяц на собрание по технике безопасности.

После этого остается 7,25 часа, или 435 минут, в день собственно рабочего времени.

Вариации рабочего времени в каждой компании различны. Виды деятельности, время выполнения которых вычитается из общего времени, также неодинаковы в разных компаниях. Некоторые предприятия работают с десятичасовыми сменами, в то время как другие используют подвижный пятидневный график работы при девятичасовых сменах. Каждая компания отличается от других, но определить фактическое рабочее время, имеющееся в распоряжении операторов для непосредственной обработки продуктов, требуется всем.

При вычитании из рабочего времени минут, которые не участвуют в выполнении работы, существует соблазн взять в расчет и фактор человеческой усталости и другие причины, ведущие к снижению производительности. Методы бережливого производства признают существование этих элементов времени, но не рекомендуют учитывать их при подсчете рабочих минут в смену для вычисления времени такта. Если принять во внимание эти элементы при определении времени такта, они будут встроены в проект бережливой линии и станут невидимыми для инициатив по усовершенствованию процесса в будущем. Если снижение производительности измеримо, то можно выявить его причины.

Если подсчитать эти элементы времени отдельно, в дальнейшем с ними можно работать в рамках непрерывного процесса совершенствования, или мероприятий кайдзен. Для компенсации фактов снижения производительности методы бережливого производства рекомендуют учитывать коэффициент производительности при определении дневной потребности в кадрах. В дальнейшем снижение производительности может быть измерено и после выяснения его причин уменьшено или устранено. Будучи встроенными в проект линии, факторы, вызывающие снижение производительности, становятся невидимыми, неизмеримыми и неустранимыми.

Число смен в день

Выберите число смен в день для данного процесса. Для вычисления времени такта при проектировании бережливой линии удобнее принимать число смен за единицу и затем экстраполировать необходимые ресурсы путем простого умножения и деления.

Задача бережливой линии — производить весь требуемый объем, по мере возможности, за одну смену. Помимо экономии накладных расходов за счет отказа от второй и третьей смен это дает возможность увеличивать мощность линии на 100% путем введения дополнительных смен в ответ на увеличение спроса. Бережливая линия функционирует как выключатель света — или включена, или выключена. Однако этот выбор возможен не всегда. Для процессов, в которых работы одной смены недостаточно для поддержания времени такта, следует рассмотреть другие возможности достижения баланса в соответствии с тактом.

Объем выработки в день

Требуемый объем продукции играет важную роль, поскольку в конечном итоге он определяет количество ресурсов, необходимых для выработки этого объема. Методы бережливого производства предполагают, что новые производственные линии обладают достаточной мощностью для изготовления большего объема, чем необходимо в данный момент. Бережливая производственная линия должна проектироваться в расчете на удовлетворение спроса, прогнозируемого на период от одного до трех лет. Предполагаемый будущий спрос определяет базовый объем, который используется для окончательного определения объема выработки каждого производственного процесса. Существует несколько видов операций, которые могут вызывать изменения требуемого от процесса базового объема выработки. Эти операции должны учитываться при расчете необходимого объема для каждого процесса.

Опциональный процесс

Опциональный процесс — это дискретный процесс, объем выработки которого меньше или больше 100% объема выработки готовых изделий. Опциональный процесс используется только в тех случаях, когда согласно заказу клиента готовое изделие должно обладать дополнительными свойствами или особыми функциональными возможностями. Примеры такой опциональ-

ности — окрашивать или не окрашивать изделие, устанавливать или не устанавливать какое-либо устройство или размещать одно или два каких-либо устройства в единице продукции. Для опциональных процессов, объем выработки которых превышает 100% (имеется в виду продукция, которая требует установки двух устройств на одну единицу), процент опции будет равен 200%, трех на единицу продукции — 300% и т. д. Для процессов с объемом выработки 100% процент опции будет составлять 75, 60, 50% и т. д.

Объем выработки опционального процесса рассчитывается по следующей формуле:

$$В = В_{вых} \times \text{опция } \%,$$

где $В_{вых}$ — выработка на выходе процесса, расположенного выше по потоку перед опциональным процессом; опция % — коэффициент выработки опционального процесса.

Процесс повторной обработки

Процесс повторной обработки — это процесс, в котором исправляются выявленные дефекты продукции, содержащей поглощенный объем работы.

Материалы, подлежащие повторной обработке, могут быть возвращены в предыдущий процесс, отправлены в процесс вне линии или оставлены на том рабочем месте, где дефект был выявлен. Восстановление или повторная обработка увеличивают объем каждого процесса, в котором они имеют место. Они также увеличивают объем выработки каждого процесса, через который они проходят после возвращения на бережливую линию. Величина этого изменения, выраженная в процентах, отмечается на СТП. Объем будет увеличиваться (на основании исторического значения повторной обработки в процентах) в каждом процессе, отмеченном на СТП, в котором дефект возник, в котором исправляется, а также в любом дополнительном процессе, в который попадет изделие по возвращении на линию.

Новый объем выработки, обусловленный повторной обработкой, вычисляется по следующей формуле:

$$В = В_{вых} \times (1 + \text{повторная обработка } \%),$$

где $В_{вых}$ — выработка на выходе процесса, в котором был выявлен дефект; повторная обработка % — исторический процент повторной обработки для данного процесса, указанный на СТП.

Отходы

Продукты, в которых были найдены дефекты, подлежат исправлению или повторной обработке. Повторная обработка может выполняться на том рабочем месте, где был обнаружен дефект, возвращаться в процесс выше по потоку или отправляться в какой-либо процесс вне линии. Если повторная обработка успешна, продукт возвращается на линию и продолжает движение вниз по потоку вплоть до его завершения. В некоторых случаях исправление дефекта или повторная обработка невозможны или финансово нецелесообразны. Если продукт не может быть подвергнут повторной обработке, он должен быть переведен в отходы. Материалы, переведенные в отходы, уничтожаются или от них избавляются каким-либо другим способом, что приводит к сокращению выработки линии или отдельного процесса. При этом изменяется не только выработка того процесса, в котором появились отходы, но и объемы всех процессов выше по потоку. Поскольку переведенные в отходы единицы продукции для достижения желаемой выработки необходимо заменить, через каждый процесс нужно провести дополнительные единицы продукции. Историческое количество отходов, выраженное в процентах, указывается на СТП в точке возникновения отходов.

Требуемый объем всех процессов выше по потоку от точки возникновения отходов вычисляется по следующей формуле:

$$В = В_{вых} \times \text{ отходы } \%,$$

где $В_{вых}$ — объем выработки процесса, в котором возникли отходы; отходы % — исторический процент отходов данного процесса, указанный на СТП.

Затем необходимо подсчитать процент отходов для всех процессов, расположенных выше по потоку от точки возникновения отходов.

Еще один полезный инструмент, который может использоваться для определения и вычисления этого количества, — карта процессов. Обратите внимание, что проект линии, к которой относится карта процессов (табл. 3.1), рассчитан на выпуск 300 единиц продукции данного семейства. Несколько процессов имеют меньший объем. Несмотря на то что данные продукты относятся к одному и тому же семейству, не каждый из них проходит все процессы. Эти процессы являются опциональными. Поэтому их объем отличается от объема, предусмотренного для

	Карта опциональных процессов								
		Проц. *A*	Проц. *B*	Проц. *C*	Проц. *D*	Проц. *E*	Проц. *F*	Проц. *G*	Проц. *H*	Проц. *I*
Продукт 1	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
Продукт 2	45	45	45	45	45			45	45	
Продукт 3	16	16	16	16	16	16	16		16	16
Продукт 4	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
Продукт 5	24	24	24	24	24	24		24	24	
Продукт 6	30	30	30	30	30	30	30		30	30
Продукт 7	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
Продукт 8	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
Продукт 9	36	36	36	36	36			36	36	36
Продукт 10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ВСЕГО	300	300	300	300	300	219	195	221	300	120

Таблица 3.1. Объемы выработки опциональных процессов

всего семейства товаров. В силу различия объемов разными будут и времена такта этих процессов.

После создания карты опциональных процессов можно разработать подобные карты для процессов повторной обработки и перевода в отходы, используя процентные доли повторной обработки и отходов и вычисленные на их основе объемы выработки для определения количества, указываемого в карте процессов. Заметьте, что чем больше количество, тем меньшим будет время такта. Верно также и обратное: чем меньше требуемый объем, тем большим будет время такта.

На обычном заводе путем объединения похожих типов работ и станков создаются традиционные департаменты и рабочие центры. Такое группирование облегчает организационный контроль и сбор данных о производительности, маршрутизации и запасах. При этом в большинстве случаев сходные работы и станки физически размещаются в одном месте производственного помещения. В большинстве случаев при таком группировании работ или машин практически не принимается во внимание равномерное распределение производственной мощности. Неравномерное же распределение производственной мощности может привести к несбалансированности производственных процессов, которая часто выражается в накоплении избыточных запасов.

Бережливые производственные линии решают эту проблему. Благодаря устранению дисбаланса мощностей между отдельными департаментами объемы незавершенной работы не могут накапливаться, что значительно сокращает запасы незавершенной продукции. Кроме того, группирование похожих человеческих и машинных ресурсов в департаменты становится ненужным. На бережливой линии располагаются и используются только ресурсы, требуемые для производства прогнозируемого объема спроса. Остальные являются лишними. Бережливая линия использует такую схему расположения производственных мощностей, которая позволяет выполнять стандартные рабочие задачи систематично и последовательно. Там, где это возможно, все процессы, необходимые для производства продукта, связываются друг с другом. Физическое размещение ресурсов имеет большое значение, поскольку оно позволяет равномерно аккумулировать, распределять и уравновешивать рабочие задачи на протяжении всего производственного цикла.

Время такта каждого процесса — ключевой компонент внедрения бережливой производственной линии. Такт является знаменателем в формуле расчета количества ресурсов для каждого процесса. Он часто отождествляется с барабанным боем, темпом или ритмом. Время такта определяет темп производственных операций. На бережливой линии время такта не меняется, пока не будет превышен заложенный в проект объем выработки. Изменения дневного объема выработки сглаживаются за счет изменения числа работников, обслуживающих процесс. Время такта остается постоянным.

Бережливые производители могут ежедневно принимать решение об изменении объема выработки линии в соответствии с объемом спроса клиентов. На бережливой линии, рассчитанной на производство продукции с определенным временем такта, производитель способен регулировать выработку линии путем сокращения количества производственных ресурсов, выделяемых линии в конкретный день. Выработка регулируется ежедневно на основании требований клиента в данный день.

В примере на рисунке 3.17 работа выполняется за четыре одинаковых времени такта. Если бы на каждое время такта приходился один оператор, то каждый день производился бы заложенный в проекте объем спроса, который использовался при расчете такта. Однако если укомплектование персоналом сократить до трех операторов, то производиться будут только три четверти этого объема, так как операторам понадобится переходить с одного рабочего места на другое, выполняя два времени такта для производства одной единицы продукции. Таким образом, каждое четвертое время такта будет пропущено. Путем простых кадровых решений — изменения числа работников, обслуживающих линию в данный день, — можно достигать желаемого объема производства, умышленно пропуская или выигрывая времена такта.

Эта способность изменять объем выработки в соответствии с фактическим объемом заказов клиентов является мощным инструментом управления запасами незавершенной продукции и готовых изделий. Благодаря этой способности производители избавлены от необходимости связывать свои производственные ресурсы графиком, разработанным на основе ненадежного прогноза будущего спроса.

Производство на основании прогноза требует укомплектовывать линию персоналом в расчете на максимально возмож-

ный спрос. Бережливый производитель может изменять объем выработки линии каждый день в соответствии с фактическим спросом на ее продукцию. Если фактический объем требований клиентов меньше прогнозного, в распоряжении производителя имеются следующие два варианта реакции:

- Если ведущим критерием эффективности является соотнесение уровня накладных расходов с уровнем стоимости труда, то можно продолжать производство, сохраняя полную мощность, что приведет к выпуску непроданных запасов или хранению готовой продукции для продажи в последующем. Производительность воплощается в единицы продукции, изготавливаемые сверх реальных продаж. Последствия производства этих запасов пропорциональны времени, в течение которого продукция будет храниться на складе. Если падение фактических требований клиентов происходит часто, то количество хранимых запасов будет продолжать расти. Показатели производительности будут выглядеть отлично, но оборачиваемость запасов снизится. Если заказы клиентов будут сохраняться на уровне, меньше ожидаемого, в течение долгого времени, это может привести к накоплению значительного количества дорогостоящих запасов готовой продукции. Существует вероятность, что, когда реальный спрос снова достигнет уровня прогноза или превысит его, сохраненные запасы не будут удовлетворять новым требованиям клиента.
- Корректировать объем производства путем умышленной субоптимизации кадрового обеспечения бережливой линии. Это вызывает ежедневное определение потребности в обслуживающих линию кадрах на основании фактических требований клиентов в данный день. Приведение объема производства в соответствие с фактическими требованиями клиентов избавляет от необходимости хранить запасы (запасы готовой продукции). Оптимизация человеческих ресурсов должна соответствовать фактическим требованиям клиентов. Если фактические требования клиентов не достигают прогнозного уровня, то недоиспользование человеческих ресурсов предпочтительнее продолжения производства дорогих запасов готовой продукции.

Исходя из того что материалы составляют наибольший компонент стоимости продукта, а труд — наименьший, для сглаживания колебаний спроса методы бережливого производства

предпочитают умышленно недоиспользовать рабочую силу, вместо того чтобы создавать запасы. Конечно, если производительность, измеряемая по объему выпуска и уровню загрузки ресурсов, является главным критерием эффективности производства, то субоптимизация ресурсов представляет собой задачу, выполнение которой коренным образом противоречит интересам конкретного производственного менеджера.

С другой стороны, человека, ответственного за оборачиваемость запасов, такое решение полностью удовлетворяет. Это основное противоречие является единственной причиной сбоев функционирования бережливых производственных линий после их первоначального внедрения. Разрешение этого конфликта ложится на плечи руководителей высшего уровня, поскольку в сферу их ответственности входит обеспечение ясности направления развития всей организации.

Документирование сочетания процессов и критериев качества

Бережливая линия предоставляет производителю многочисленные преимущества, в основе которых лежит способность изготавливать продукты поштучно в непрерывном потоке. Бережливая линия способна давать сигнал к поштучному производству, вытягивая продукт в расположенную ниже по потоку точку потребления. Возможность вырабатывать продукцию по одной единице за раз обеспечивается синхронизацией всех рабочих мест бережливой линии. Для этого каждому месту должны выделяться равные объемы работы, независимо от типа процесса. Единица продукции последовательно перемещается по линии от одного рабочего места к другому, когда выполняется очередной объем работы в течение времени такта. Каждый раз, когда с бережливой линии выходит на 100% завершенный продукт, все остальные незаконченные единицы продукции перемещаются на одно рабочее место вниз по потоку по направлению к точке завершения. Установленное время такта каждого процесса определяет темп, в котором продукты «перетекают» вниз по потоку.

Процессы и последовательность выполнения работы по изготовлению продуктов описаны на СТП. Темп производства, необходимый для удовлетворения потребности клиента в этих продуктах, определен временем такта. Следующий шаг к получению всей нужной информации — измерение стандартного времени, требуемого для выполнения каждого процесса, в ко-

тором подвергаются обработке все из продуктов бережливой линии. Для каждого процесса и для каждого продукта нужно задокументировать отдельные задачи и необходимое для их выполнения время. Поскольку каждый продукт может требовать выполнения различных задач и/или разного времени обработки, нужно исследовать его и необходимое для его производства сочетание процессов.

Инструмент, используемый для документирования этих элементов работы, — карта последовательности событий (КПС). Для внедрения бережливой линии необходимо разработать шаблон такой карты (рис. 3.18). Это можно сделать при помощи компьютерной программы табличных вычислений. В последующем шаблон можно будет использовать при внедрении новых бережливых линий. Он применяется для документирования работы, выполняемой в каждом процессе. Большинство компаний уже имеют похожие документы, такие как маршрутная документация или операционные карты технологических процессов, и часть этой информации может быть использована для создания КПС. В отличие от большинства существующих маршрутных документов или операционных карт КПС требует более детального документирования процесса на позадачной основе. Рабочие задачи, задокументированные в КПС, применяются для точного определения их конкретных элементов, соответствующих времени такта, которые должны выполняться на каждом рабочем месте. Детали здесь играют важную роль.



Рисунок 3.18. Карта последовательности событий

1. Идентификация продукта

Идентифицируйте продукт, для которого разрабатывается КПС. КПС содержит базовую информацию о рабочей задаче и является основным документом, определяющим, какой именно обработке подвергается конкретный продукт в определенном процессе. Если эта документация достаточно подробна, производственный отдел и отдел инженерного проектирования могут использовать КПС в качестве опорного источника для последующих усовершенствований конструкции продукта.

2. Идентификация процесса

Идентифицируйте описываемый процесс. Имена, используемые для процессов, должны совпадать с именами, примененными на СТП. Логичность названий важнее традиций. (Например, что предпочтительнее — *Assy* или *Assm*, *Grind* или *Grnd*, *QA* или *QC*?) При усовершенствовании процесса в результате мероприятий кайдзен КПС может использоваться для документирования внесенных изменений.

3. Номер последовательности

Документируйте последовательный порядок производственных задач в рамках конкретного процесса. Рекомендуется вместо нумерации «1, 2, 3, 4...» применять метод нумерации, похожий на используемый в маршрутных документах (010, 020, 030, 040...). Этот метод нумерации позволяет вставлять дополнительные задачи по мере их появления (то есть 015, 025, 035, 045...).

4. Описание последовательности

Составьте подробное описание задачи, стараясь охарактеризовать каждую отдельную операцию. Проект бережливой линии требует уравновешения работы, выполняемой в каждом процессе, посредством разделения ее на элементы, эквивалентные времени такта. Разбиение задач на составные части при их описании впоследствии облегчит распределение обязанностей между конкретными рабочими местами. Повторяющиеся задачи, такие как монтаж ряда крепежных деталей (болтов), рекомендуется документировать один раз, при этом в следующем описании указывается, сколько раз повторяется данная задача. Элементы работы, занимающие менее шести секунд, или одной десятой минуты, не стоит документировать отдельно, но не следует и сводить весь процесс к одной глобальной задаче. Продол-

жайте документировать каждую задачу, пока все они не будут определены для данного процесса.

В бережливом производстве элементы работы подразделяются на три категории: работа по наладке, необходимая работа и работа по перемещению. Каждая из этих категорий определяет еще два типа работы. Работа может выполняться станком или человеком, и это должно записываться в КПС. Иногда человек может выполнять работу одновременно со станком (то есть параллельно). Когда это происходит, документируются оба типа работы с указанием в скобках наименьшего элемента времени. КПС требует фиксации всех категорий и типов выполняемой работы. Задокументированные работы по наладке и перемещению легко отделяются от добавляющих ценность задач и становятся предметом рассмотрения в рамках мероприятий кайдзен и пока-йоке. В долгосрочной перспективе ставится цель устранить всю не добавляющую ценности работу.

Для каждой из этих категорий и рабочих задач должно фиксироваться количество времени, необходимое для выполнения данной задачи. Синхронизация бережливых производственных процессов основывается на уравновешении работы, задокументированной в КПС. Так, работа, определенная в КПС, будет разделена на группы элементов, эквивалентные времени такта. Время выполнения каждой такой группы должно быть определено и записано в соответствующем столбце КПС по категории и типу работы. Временные стандарты могут уже существовать, но храниться в отдельных документах или других местах. При использовании для составления КПС уже существующих записей убедитесь, что элементы времени и задачи, зафиксированные в маршрутных документах или операционных картах, на 100% соответствуют текущему положению вещей и задачам процессов, а также описаниям продуктов и процессов, содержащихся в КПС. Убедитесь также, что существующие временные стандарты реалистичны и соответствуют стандартам времени, наблюдаемым в данный момент.

В результате пересмотра существующих стандартов может выясниться, что с целью облегчения определения критериев эффективности в документацию были внесены нереалистичные или недостаточные временные нормы. Они могут быть устаревшими или установленными путем измерения времени работы самого быстрого или самого медленного оператора или не отражать современных методов. За не-

многими исключениями, стоимость труда является наименьшим из *x* компонентов общей стоимости продукта (рис. 3.19). Технические стандарты, повсеместно используемые для разработки маршрутной документации, часто учитывают только категорию необходимой работы, опуская время, требуемое для наладки, перемещения и контроля качества. Даже если эта работа не учитывается при составлении документации, кому-то (или чему-то) все равно приходится ее выполнять.

Методы бережливого производства требуют фиксации в ПС всех элементов работы, как добавляющей ценность, так и не добавляющей ее. Функцией КПС не является оценка или попытка устранения причин не добавляющих ценности элементов работы. КПС предназначена для документирования того, где осуществляется работа и сколько времени занимает ее выполнение. Выяснение причин и поиск возможностей устранения не добавляющей ценности работы относятся к сфере задач комитетов по кайдзен и процессу непрерывного совершенствования.

Методы бережливого производства требуют использовать при составлении КПС достаточные для свободного выполнения работы, но реалистичные стандарты времени. Окончательный проект линии будет основываться на средневзвешенной величине времени производства всех продуктов, относящихся к данному семейству. При определении стандартов времени нет нужды вдаваться в тонкости или замерять время работы с точностью до четвертого знака после запятой. В конечном итоге бережливая линия будет укомплектована людьми с разной квалификацией, работающими с различной скоростью. Анализ времени работы нескольких людей, выполняющих одну и ту же задачу,

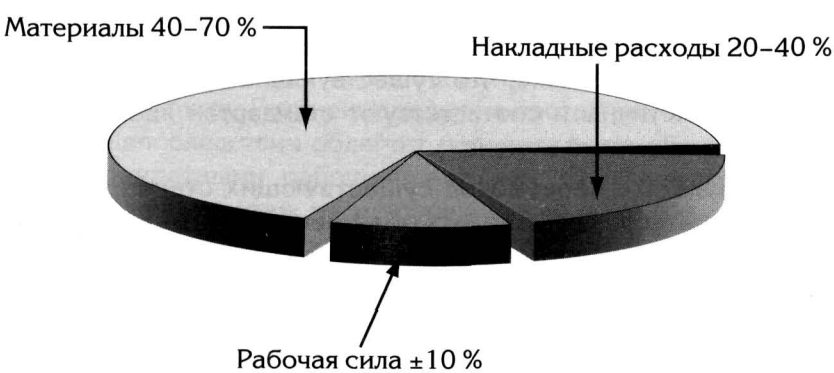


Рисунок 3.19. Компоненты стоимости продукта

покажет нормальное распределение и выявит самого быстрого и самого медленного работника, между которыми в районе средней величины будет находиться большинство остальных.

Бережливая линия не должна проектироваться на основании стандартного времени работы самого быстрого или самого медленного рабочего. Она должна проектироваться таким образом, чтобы средний человек мог успешно и продуктивно выполнять свою работу. Для фиксации стандартов времени в КПС используется следующая формула вычисления времени выполнения рабочей задачи:

(1 оптимистичная оценка + 4 наиболее вероятных оценки + + 1 пессимистичная оценка) / 6 наблюдений

5. Добавление ценности

Определение добавляющей ценность работы в бережливом производстве простое. Выяснить, добавляет работа ценность или нет, можно при помощи вопроса: «Если бы у клиента был выбор, был бы он готов оплачивать время, необходимое для выполнения этого элемента работы?» Добавляет ли данная работа ценность для потребителя путем изменения формы, размеров или функции продукта, или же ее цель — подтвердить правильное выполнение работы в предыдущем производственном процессе?

После документирования категорий и типов работы необходимо принять решение о том, является ли каждая конкретная группа элементов работы добавляющим ценность или не добавляющим ее шагом. Вначале это решение никак не повлияет на рабочие задачи, уравновешиваемые в процессе проектирования бережливой линии. После ввода ее в эксплуатацию вся работа, записанная в КПС, должна будет выполняться вне зависимости от ее статуса добавляющей ценность или не добавляющей ее. Если работа была помечена в КПС как не добавляющая ценности, она становится кандидатом на последующее сокращение или устранение посредством кайдзен. Каждая не добавляющая ценности группа элементов работы, описанная в КПС, должна помечаться звездочкой (или каким-либо другим знаком) в столбце «добавление ценности» как возможность усовершенствования процесса. Впоследствии группы по непрерывному усовершенствованию процесса, или кайдзен, могут выделить приоритетные кандидатуры на устранение из числа не добавляющих ценности элементов работы, помеченных в КПС.

6. Работа по наладке

Работа по наладке определяется как работа, выполняемая в качестве подготовки к другой работе, например, помещение единицы продукции на рабочее место как подготовка к выполнению необходимой работы, которая, в свою очередь, характеризуется как работа, изменяющая форму, размер или функцию продукта. Работа по наладке не подходит под это определение; поскольку она не изменяет форму, размер или функцию продукта, то всегда рассматривается как не добавляющая ценности. Тем не менее до ее устранения посредством кайдзен она подлежит выполнению и документируется в КПС.

Существует два различных типа работы по наладке, и это различие также должно фиксироваться для последующих исследований. Первый тип — *динамический.* Это означает, что определенная работа выполняется при обработке каждой единицы продукции. Второй тип — *статический,* то есть производственный процесс должен останавливаться на время выполнения работы по наладке. Статическая наладка, как правило, амортизируется за время производства определенного количества продуктов. Работу по наладке может выполнять человек или машина. Динамическая наладка для машины — это время, необходимое для помещения материала в машину перед началом каждого цикла обработки. Динамическая наладка для человека — это работа, которая выполняется каждый раз перед выполнением необходимой работы.

7. Необходимая работа

Эта работа, изменяющая форму, размер или функцию обрабатываемой единицы продукции. Она выполняется с целью трансформации исходных материалов в продукт, пригодный для использования потребителем. Эту работу может выполнять машина или человек. Если работа выполняется машиной и человеком параллельно (одновременно), каждая задача должна описываться по отдельности с указанием наименьшего элемента времени в скобках.

8. Работа по перемещению

Данный тип работы выполняется для перемещения завершенной работы на следующее рабочее место для дальнейшей обработки. Ее может выполнять машина или человек. Как и наладка, работа по перемещению не подходит под определение

необходимой работы, однако она должна документироваться для возможного устранения посредством кайдзен в будущем.

Работа по перемещению может быть динамической (если выполняется при обработке каждой единицы продукции) или статической (если работа не выполняется до тех пор, пока не наберется определенное количество продукции). Если передаточный конвейер сдвигается на один шаг каждый раз, когда единица продукции перемещается на следующее рабочее место, — это динамическая машинная работа. Она была бы статической, если бы для перехода на следующее рабочее место требовалось накопить определенное количество продукции, например, поддон. То же верно для человека, выполняющего работу по перемещению: он может использовать транспортную платформу по завершении каждой единицы продукции или же выполнять работу по перемещению, когда наберется целый поддон.

9. Информация о качестве

Производственные процессы, как правило, характеризуются некоторой степенью вариантности. Они редко бывают безупречно надежными и обычно могут выполняться не только единственным правильным способом. Столкнувшись с вариантностью процесса, отдельный оператор должен решить, каким образом обрабатывать изделие, и выбрать правильный вариант выполнения задачи. Если работник опытен и обладает высокой квалификацией, он, скорее всего, примет верное решение и сделает работу хорошо. Однако неопытный или плохо обученный оператор может принять неверное решение и произвести брак. Инженерный персонал неустанно работает над выявлением и устранением вариантности производственных процессов. Однако полная ее ликвидация маловероятна, и до тех пор, пока процессы не являются на 100% надежными, единственной реальной альтернативой борьбе с вариантностью остается осуществление контроля над производством.

Для каждой описанной в КПС рабочей задачи должен документироваться единственный правильный способ ее выполнения. Оператору не следует оставлять свободу интерпретации: он может быть не в состоянии принять верное решение. Задачей команды менеджеров является определение одного предпочтительного, правильного способа обработки изделия на каждом рабочем месте. Время, необходимое для осуществления контроля над производством, также должно документироваться в КПС.

Не добавляющие ценности действия и вопросы качества

Сбор информации для составления КПС требует значительных вложений времени и ресурсов. Однако это действие часто позволяет совершать удивительные открытия о производственных процессах. Многие из выявленных проблем могут быть разрешены интуитивно, быстро и малой ценой («только руку протянуть»). Решение многих других потребует времени, изобретательности и затрат ресурсов.

- Наладка и перемещение: эти элементы времени всегда должны рассматриваться как не добавляющие ценности. Как таковые все временные циклы работы по наладке и перемещению являются кандидатами на сокращение или устранение. Часто перегруппировка производственных процессов, обеспечивающая непосредственное поглощение выработки одного процесса другим, приводит к ликвидации некоторых из этих элементов, поскольку процессы располагаются рядом друг с другом. Устранение других работ по наладке и перемещению может потребовать дополнительного исследования (например, замена штампов за одну минуту и т. п.) и программ кайдзен.
- Проверки качества: проверки наличия отклонений и соответствия критериям качества, записанным в КПС, должны рассматриваться как не добавляющие ценности работы. Однако пока из процесса не будет устранена вариантность, проверки должны выполняться для обеспечения использования единственного правильного способа обработки. Подходит ли работа по выполнению проверок под определение добавляющей ценности? Снова спросим себя: «Если бы у потребителя был выбор, стал бы он оплачивать работу по выполнению проверок?» Клиенты не просят выполнять эту конкретную работу. Им просто нужно, чтобы продукт соответствовал его рекламе. Каким образом это достигается — дело производителя. И выбор проверок как средства преодоления вариантности совершается производителем. Проекты кайдзен и пока-йоке могут помочь сделать процесс безупречно надежным.
- Инженерное проектирование: «Разработчики перебрасывают проект через стену, а производственники ломают голову, как это сделать». Такие жалобы производственников часто вполне оправданны. Может быть, многие из запи-

санных в КПС задач не выполняются из-за недостаточного понимания производственного процесса разработчиками. Нередко бывает, что отдел инженерного проектирования удален от производственного помещения. Это осложняет разработчикам доступ к производственным мощностям, необходимый для того, чтобы своими глазами увидеть, как в действительности создается какой-либо продукт. Инженеры-конструкторы сосредоточены на разработке конкретного изделия или его компонентов, часто не имея представления о том, как будет осуществляться сборка продукта в производственном цеху. При отсутствии налаженной коммуникации между производством и разработчиками производственники по умолчанию будут импровизировать и самостоятельно придумывать, как им собрать продукт исходя из своего собственного опыта. Разработка технологии изготовления продукта в цеху в отсутствие ценной инженерной квалификации обычно приводит к появлению дополнительных шагов и проверок. По завершении КПС она должна быть представлена на рассмотрение отделу инженерного проектирования. Это дает возможность разработчикам внести в существующий производственный процесс изменения, позволяющие избежать не добавляющих ценности элементов работы и улучшить конструктивные решения при разработке следующего поколения продуктов.

Суммирование общего времени процесса

Когда описания последовательностей, критерии качества и все времена будут задокументированы, просуммируйте все времена всех элементов работы (рис. 3.20). Время работы машин и людей следует считать по отдельности. Сумма времени работы людей и машин представляет собой общее время, необходимое для обработки определенного продукта в данном процессе. Это время должно включать также и не добавляющее ценности время — время выполнения наладки, перемещения и проверки. При наличии выбора любой производитель или его клиент отказался бы от выполнения не добавляющей ценности работы. Производители знают, что этот процесс просто увеличивает издержки производства их продукции. Слишком большие издержки отрицательно влияют на способность компании успешно конкурировать на рынке. Производитель может пытаться переложить эти затраты на потребителя, однако существует определенный по-

Идентификатор продукта

Устройство

Карта последовательности событий

Идентификатор процесса

Окончательная сборка

№ последовательности	Описание последовательности	Добавление ценности	Работа по наладке		Необходимая работа		Работа по перемещению		Информация о качестве
			Машина	Человек	Машина	Человек	Машина	Человек	
10	Извлечь опору и каркас	*		2,75					Проверить каркас на соответствие заказу
20	Установить каркас на стенд	*		1,3					
20	Загерметизировать все сварные швы на задней стороне каркаса с помощью герметика					2,1			Герметик должен закрывать все области сварки
30	Вставить болты через каркас и опору					0,6			
40	Подсоединить автоматическую отвертку и закрепить болты					1,3			Вращающий момент — 40 фунтов на дюйм^2
60	Передать на упаковку	*						1,0	Проверить серийный номер

$\sum$Время цикла = 9,05

Рисунок 3.20. Сумма всех циклов: добавляющих ценность и не добавляющих ее

рог, сверх которого клиент будет не расположен оплачивать затраты, не добавляющие ценности в приобретаемую продукцию, и предпочтет иметь дело с конкурентом.

Каким бы болезненным ни было признание наличия не добавляющих ценности элементов работы, кому-то в цеху все же приходится ее выполнять. Если эту работу не удается сразу же легко устранить из процесса, ее необходимо документировать и включать в исходный проект линии. Благодаря документированию в КПС не добавляющей ценности работы, выполняемой на данное время, ее объем очевиден и является предметом рассмотрения в рамках мероприятий по непрерывному совершенствованию. Производитель должен разбираться с бесполезными элементами, не возлагая вину за их существование на операторов, мастеров, инженеров или собственных предшественников.

Технические стандарты, как правило, закрывают глаза на существование элементов не добавляющей ценности работы. Такие элементы обычно сваливаются в кучу, объявляются непроизводительной работой и в отчетах относятся к вариантности процессов. На непроизводительную работу часто ссылаются (не всегда объективно) с целью оправдания необходимости в дополнительной рабочей силе или приобретения нового оборудования для выставления в выгодном свете прогнозных оценок таких потребностей. Часто проводятся кампании по повышению производительности, но при этом их инициаторы имеют смутное представление о том, с чего начать. КПС, возможно, вообще первый документ, в котором фиксируется не добавляющая ценности работа и дается ее количественное определение.

Сумма общего времени, включая наладку, необходимую работу, перемещение и проверку на соответствие критериям качества, используется для определения стандартного времени, которое применяется для расчета потребности в ресурсах.


Гревцов
паблишер

Глава 4

Планировка линии и определение рабочих мест, создание связанных и синхронизированных процессов

Информация, собранная до этого момента, описывает процессы, связанные с ними потребности и фактическое время, имеющееся для выполнения работы. На основании этих сведений можно рассчитать время такта. Оно определяет темп, с которым должна работать линия для достижения желаемой дневной выработки. Последовательности событий совершенствуются. Карты последовательности событий (КПС) описывают отдельные задачи, время, необходимое для выполнения установленных задач, и критерии качества на уровне индивидуальных задач. Далее рассмотрим, сколько ресурсов требуется для достижения желаемой мощности линии?

Что такое ресурс? Ресурсы (в контексте бережливого производства) бывают следующих видов:

- люди;
- рабочие места;
- станки;
- запасы.

В методологии бережливого производства ресурсы распределяются иначе, чем в методологии запуска заказов *MRP*. *MRP* исходит из того, что производственные процессы или участки имеют бесконечную мощность. Периодически для удовлетворения внутреннего спроса, определяемого на основе взрыва спро-

са, заложенного в главном графике производства, генерируются заказы. После того как *MRP* выполнила процедуры временного распределения, загрузка каждого из этих участков определена. Приоритетность созданных заказов определяется в соответствии со сроками выполнения и имеющейся мощностью участка. Если уровень загрузки данным заказом не превышает установленной мощности участка в течение назначенного периода времени, план хорош.

Для того чтобы установить правильные начальные и конечные даты этих заказов, которые, в свою очередь, определяют загрузку каждого участка на основании чистой потребности в материалах, требуется заказ на необходимые для производства материалы, который является ключевым компонентом работы системы *MRP*. В заказе на материалы перечисляются детали и количества, необходимые для изготовления продукта. Там также указывается информация об отклонениях сроков выполнения заказа на каждом уровне перечня материалов. Она необходима для расчетов распределения времени, в соответствии с которыми устанавливаются даты размещения и выполнения заказов, созданных системой *MRP* (рис. 4.1). Общее время производства готового продукта также определяется путем последовательного суммирования времен всех технологических процессов на всех уровнях перечня материалов (*BOM*).

Эта функция фиксирования сроков в перечне материалов через компьютерную сеть сообщает системе *MRP*, каким образом производится изделие, и служит основой для создания производственного плана. Различные уровни *BOM* представляют собой схему последовательного прохождения изделия через производственные мощности предприятия, наподобие алгоритма, в процессе которого более простые элементы подвергаются

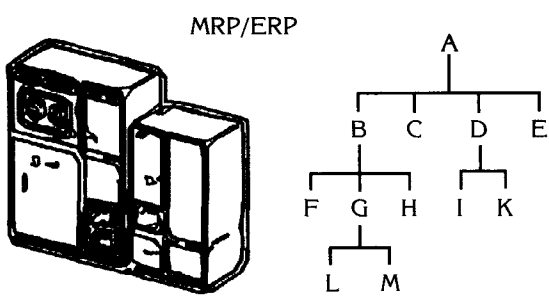


Рисунок 4.1. Система *MRP* требует составления подробного заказа на необходимые для производства материалы

обработке и, соединяясь друг с другом, образуют более сложные и т. д. На уровне участков сумма всех заказов определяет загрузку конкретного участка на этот период.

Многоуровневый *BOM* может также оказывать влияние на организацию производственных участков. На многих заводах их планировка нередко отражает уровни перечня материалов. Похожие функции или производственные процессы намеренно объединяются в участки, отражающие уровни *BOM*. Ранние *MRP*-системы часто способствовали созданию таких организационных структур, которые соответствовали строению многоуровневого *BOM*.

Обслуживание и эксплуатация системы *MRP* требуют использования разносторонней и информативной базы компетенций. Наряду с моделью Слоана, которая предусматривает ответственность отдельных менеджеров за показатели прибыли их отделов на инвестируемый капитал, внедрение систем *MRP* внесло большой вклад в развитие современных организационных схем производства. Помимо облегчения выполнения производственных графиков, вполне логичным казалось консолидировать ответственность за обслуживание *MRP* в функциональных организациях внутри компании.

Сегодня большинство предприятий, использующих *MRP*, поручают создание и обслуживание перечня материалов отделу проектирования, прогнозирование — отделу сбыта и маркетинга, планирование и управление запасами — отделу управления товарно-материальными запасами, а управление маршрутными документами — технологическому отделу. Распределение задач по созданию и обслуживанию этой информации между функциональными отделами служит удобным оправданием роста отделов.

Последствия дисбаланса

Даже с наступлением эры современных систем планирования, несмотря на то влияние, которое они оказали на разделение цехов на участки и организацию административной работы, очень мало внимания уделялось тому, чтобы производственные подразделения создавались равными по размерам и мощностям. Ресурсы распределяются по участкам просто на основании их подобия. Неравенство мощностей, возникающее в результате этого, является причиной большого количества проблем, существующих сегодня в цехах, решение которых обусловлено по-

пытками найти равновесие между загрузкой по заказам и мощностями участков.

Подумайте о сегодняшней работе в цехах. Если определенная загрузка по заказу меньше номинальной мощности участка, группа контроля производства часто запрашивает дополнительные заказы. Когда это происходит, производственный контроль может быть вынужден выполнить обязательные запланированные заказы до назначенной даты выпуска. Перемещение заказов вперед по графику может вызвать дефицит комплектации в будущем, который приведет к чрезмерной суете в собственном отделе и на смежных участках и росту связанных с этим издержек.

Когда назначенная загрузка по заказам приближается к номинальной мощности, они могут отставать от установленных дат выпуска. Отставание от графика выливается или в просроченные заказы, или в сверхурочное время. Соблюдение графика осложняется тем, что менеджеры, ответственные за производство, обычно оцениваются по производительности и загруженности (степени использования) выделенных им человеческих и машинных ресурсов. Обычная практика оптимизации этих показателей эффективности — обеспечить как можно большую занятость как можно большего количества ресурсов. На практике это проявляется в уменьшении числа переналадок при увеличении партий обрабатываемых изделий для амортизации неэффективности доработок. Вытягивание заказов перед установленными в графике датами выпуска ради группирования схожих работ с целью максимизации загруженности или снижения потерь производительности в связи с переналадкой — типичный способ максимизации целей по эффективному использованию ресурсов. Это группирование работы обычно называется *серийным производством.*

При использовании методов серийного производства объемы партий обусловлены исключительно соображениями мощности станков. Серийное производство позволяет достичь высокой продуктивности станков при обработке большего количества продукции. Благодаря повторяемости при обработке больших партий одних и тех же товаров достигается даже более высокая производительность рабочих. В некоторых случаях цель по использованию ресурсов по важности превосходит цели удовлетворения клиентов. Там, где наиболее весомыми являются цели по использованию ресурсов, реальные требования рынка часто

занимают второе место после требований производительности и загруженности ресурсов.

Эта концентрация внимания на производительности на протяжении многих лет стравливала производственные отделы с отделами сбыта и маркетинга во всех отраслях. Сегодня этот конфликт существует во многих производственных компаниях. Серийное производство становится особенно проблематичным при попытке выработки разнородной продукции смешанного состава. Какое количество является оптимальным? Слишком много — это сколько? Какой заказ имеет наивысший приоритет? Решение этих вопросов занимает важное место в дорогостоящем повседневном общении между подразделениями компании.

Естественная синхронизация предполагает выравнивание потребностей в загрузке всех участков. Это равновесие предполагает создание резервного запаса. Начальники участков быстро соображают, что сглаживать колебания спроса и при этом достигать целей по использованию ресурсов возможно путем опережения спроса за счет поддержания достаточного количества запасов или выпущенных заказов. Манипуляции с заказами, заключающиеся в их группировании, помогают оптимизировать показатели производительности участка, однако результатом этой методики всегда являются избыточные запасы, нехватка деталей, просроченные даты выполнения и опоздание заказов, а также высокие вложения оборотных средств в материально-товарные запасы.

Издержки серийного производства значительны. Помимо необходимости выделения большой площади цеха для хранения резервных запасов, машинные и рабочие ресурсы преждевременно расходуются на обработку фактически неприоритетных заказов лишь для выполнения целей по использованию ресурсов. Запасы, произведенные в результате этого процесса с опережением прогнозируемого спроса, единственно ради выполнения показателей участка по эффективности и использованию ресурсов часто становятся лишними или устаревшими, если фактический спрос так и не материализуется.

Из-за несбалансированных мощностей и необходимости добиваться максимальной производительности и эффективного использования ресурсов производственные участки с избыточной мощностью всегда будут запрашивать работу у участков, расположенных выше по потоку. Если участок является принимающей ячейкой, работа для него выступает в форме произ-

водственных заказов, генерируемых системой планирования. Если запрос дополнительной работы выходит за рамки рекомендованного системой планирования, заказы вытягиваются с опережением. Практика вытягивания заказов с опережением порождает порочный круг дефицита материалов, спешки и многократного изменения сроков выполнения.

Для того чтобы участки с избыточной мощностью за счет амортизации переналадок при обработке больших партий получили такую же возможность максимизировать продуктивность, какую имеют другие участки, им обычно приходится искать дополнительную работу. На первый взгляд, избыточная мощность кажется достаточно приятной проблемой, однако начальники участков с избыточной мощностью тратят значительную часть своего времени на поиски дополнительной работы, чтобы обеспечить полное использование ресурсов своих участков. Если им не удается поддерживать занятость имеющихся ресурсов, они всегда будут выглядеть непроизводительными или отстающими в использовании ресурсов по сравнению с другими участками. В дополнение к расточительному использованию мощности, это приводит к накоплению запасов в последующих звеньях производственной цепочки, что всегда связано с высоким риском того, что они окажутся избыточными или устаревшими.

Участки с недостаточной мощностью, расположенные в производственном потоке ниже фидерных участков с избыточной мощностью, сталкиваются с прямо противоположной проблемой — нагромождением работы. По мере накопления невыполненной работы обычно напрашивается решение увеличить мощность. За исключением капитальных затрат, единственным путем создания временной дополнительной мощности является добавление сверхурочных часов или рабочих смен. Если реальная мощность в долгосрочной перспективе остается неизменной, затраты на сверхурочные работы неизбежны, поскольку участок постоянно бомбардируют требованиями ускорить обработку и изменить приоритетность производственных заказов.

Если участок, следующий в потоке за участком с недостаточной мощностью, имеет большую мощность и потребность максимизировать производительность, то ради удовлетворения своей потребности этот участок будет оказывать беспрестанное давление на участок с недостаточной мощностью, добиваясь изменения его приоритетов. Сегодня это ежедневно происходит на многих производствах. К сожалению, для них это стало

стилем жизни. Целые предприятия, посвятившие себя подобной суете, существуют исключительно ради этого ежедневного акта восстановления баланса в фабричных цехах.

Бережливый способ достижения синхронизации

Для бережливого производства вся эта спешка и составление графиков — пустая трата времени, труда и денег. Большие, плохо организованные, малоподвижные резервные запасы в рамках бережливого производства также считаются излишними. Поскольку дополнительные процессы и избыточные запасы добавляют в продукт затраты времени и денег, их необходимо исключить. Методы бережливого производства позволяют решить проблемы этого дисбаланса. А методология в целом представляет собой альтернативную операционную систему, в которой баланс достигается путем использования только тех ресурсов, что необходимы для удовлетворения потребительского спроса, идеальный уровень использования которых может быть достигнут путем субоптимизации существующих ресурсов. По этой причине методы бережливого производства часто вступают в конфликт с существующей системой оценки загруженности ресурсов.

Бережливые линии — это поступательные производственные линии, на которых оборудование размещается таким образом, чтобы стандартные рабочие задачи можно было выполнять последовательно. Там, где это возможно, все процессы, необходимые для выпуска продукта, *физически* связаны друг с другом. Эта связь позволяет равномерно распределять, аккумулировать и синхронизировать рабочие задачи на протяжении всего производственного цикла. Каждый раз, когда продается единица продукции, вся линия приходит в движение, запуская вниз по цепочке производство следующей единицы. Бережливая линия устроена так, что все процессы происходят с одинаковой скоростью. Поскольку продукты изготавливаются по одной единице в один момент времени с одинаковым темпом, этот тип линии часто называют поточной (по сходству с жидкостью, протекающей по трубе).

Подход к использованию имеющихся мощностей в методике бережливого производства значительно отличается от принятого в модели *MRP*. Методы бережливого производства планируют, какая мощность потребуется в будущем, рассчитывают ресурсы для каждого процесса и организуют мощности таким образом, чтобы эти ресурсы располагались рядом друг с другом. Пос-

кольку все ресурсы работают в одинаковом темпе и физически связаны между собой в точке их использования, формирование партий или группирование работы для достижения эффективности и максимального использования ресурсов отдельных участков становится ненужным. Перечень изделий, распределенный по дням в соответствии с потребительским спросом, необходим, но создание производственных заказов системой *MRP* для планирования процессов на бережливой линии не требуется. Методы бережливого производства в первую очередь уделяют внимание установлению баланса между производственными процессами, при этом необходимость достижения эффективности участков, использование и загрузка ресурсов сохраняются в качестве второстепенных целей.

Методы бережливого производства представляют собой способы обеспечения ритмичности технологического процесса, при которых рассчитанные для последовательности событий (ПС) нормы времени машинного и ручного труда просто делятся на части, равные времени такта. Синхронизирование по такту и физическое связывание производственных процессов позволяет одному процессу напрямую использовать конечный результат работы другого. Это резко сокращает материальные запасы и времена циклов. Поскольку производственные процессы просто разделены на равные единицы работы, группирование схожих работ и станков в участки становится ненужным. На линии размещаются только ресурсы, необходимые для выпуска требуемого объема продукции.

Когда снимаются ограничения, связанные с противоречивыми требованиями несинхронизированных участков, не происходит накопления запасов незавершенного производства. Если технологические процессы синхронизированы, связаны друг с другом и выполняются последовательно, продукция может изготавливаться за время, более близкое к фактически необхо-

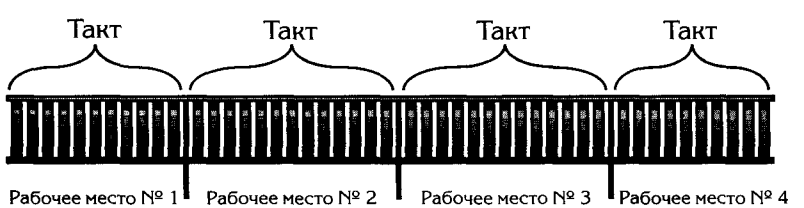


Рисунок 4.2. Тактовое производство объемов работы за определенное время

димому для ее производства. Каждый раз за время одного такта от предыдущего процесса к последующему по линии перемещается только одна единица продукции и только одна единица сходит с линии (рис. 4.2). Обычные время ожидания и время простоя в очереди, необходимые для нормального передвижения продукции через различные производственные участки в условиях серийного производства, значительно сокращены или устранены.

Время такта представляет собой отношение времени к объему. Оно рассчитывается путем деления времени, имеющегося в распоряжении для выполнения работы, на желаемый объем выпуска для каждого процесса. Такт устанавливает скорость, с которой должна выполняться обработка продукции в рамках определенного процесса для достижения запланированной выработки.

Задача бережливого производства заключается в проектировании и внедрении производственной линии, способной последовательно выпускать разнообразные изделия, каждый раз пропуская от одного процесса к последующему одну единицу продукции. Бережливая линия способна выполнить эту задачу, затрачивая только то время, которое действительно необходимо для изготовления продукта. Фактическое время, требуемое для прохождения изделием различных стадий обработки, поч-

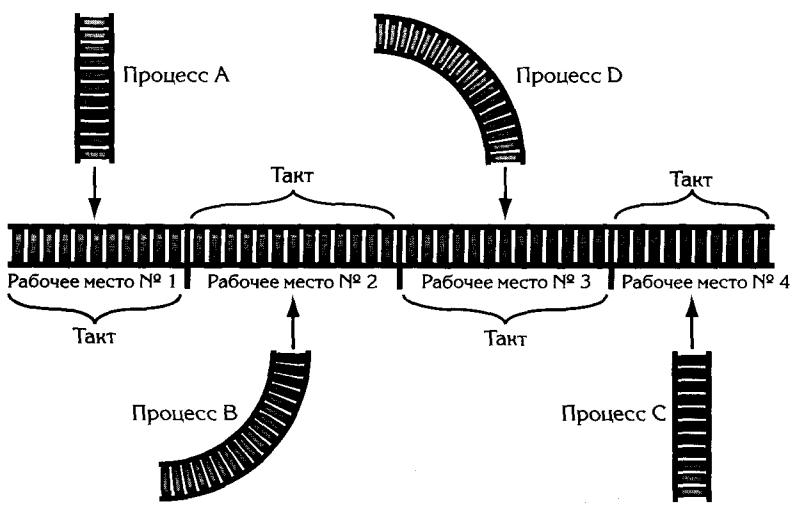


Рисунок 4.3. Синхронизированные и связанные друг с другом процессы

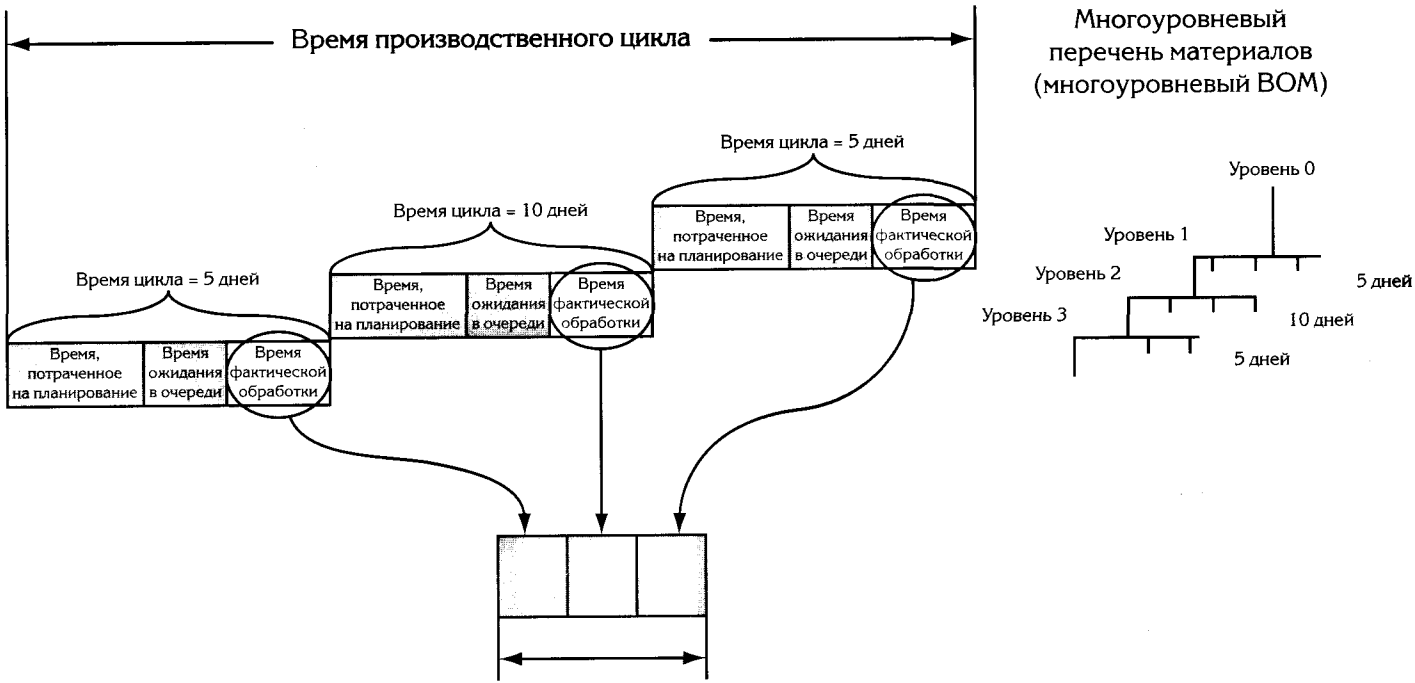


Рисунок 4.4. Время непосредственной обработки изделия в общем времени производственного цикла

ти всегда меньше времени, которое нужно для перемещения партий продуктов через фабрику. Методы бережливого производства устраняют не добавляющее ценности время ожидания и сокращают время планирования и время простоя в очереди (рис. 4.3).

Методы бережливого производства предполагают изготовление одной единицы продукции за один раз с определенной скоростью без времени ожидания, простоя в очереди или других задержек. Продукт *вытягивается*, следуя по производственной линии по сигналу от нижестоящего процесса, в противоположность *выталкиванию* системой планирования путем запуска заказов. Время, затрачиваемое на производство продуктов, не обеспеченных потребительским спросом, рассматривается как не добавляющее ценности и устраняется в ходе бережливого производства (рис. 4.4).

Расчет потребностей в ресурсах

Для того чтобы определить количество ресурсов (людей, рабочих мест, станков или запасов), требуемых для получения нужного объема выпуска для каждого процесса, указанного на схеме технологических процессов, необходимы две математические величины. Первая (числитель) — это норма времени, указанного на СТП. Время выполнения операции представляет собой сумму всех видов работ людей и машин. Сюда входят не добавляющие ценности времена динамической наладки, повторной обработки, а также перемещения и контроля качества. Суммирование этих времен с элементами продолжительности каждого процесса, добавляющими ценность, дает время непосредственной обработки для конкретного сочетания определенного продукта и процесса (рис. 4.5). Времена работы людей и машин суммируются по отдельности.

В качестве знаменателя в формуле расчета ресурсов выступает время такта для данного процесса. Оно может различаться для разных процессов в зависимости от объема выпуска процесса. Факторы, влияющие на объем выпуска процесса, — отходы, повторная обработка и опции.

$$\text{Такт} = \text{рабочие минуты за смену} \times \text{количество смен в день} / \text{объем выпуска в день}$$

Базовая формула расчета количества ресурсов:

$$\text{время выполнения операции}_{\text{ПС}} / \text{такт} = \text{количество ресурсов},$$

Идентификатор продукта: **Устройство**

Карта последовательности событий

Идентификатор процесса: **Окончательная сборка**

№ последовательности	Описание последовательности	Добавление ценности	Работа по наладке		Необходимая работа		Работа по перемещению		Информация о качестве
			Машина	Человек	Машина	Человек	Машина	Человек	
10	Извлечь опору и каркас	*		2,75					Проверить каркас на соответствие заказу
20	Установить каркас на стенд	*		1,3					
20	Загерметизировать все сварные швы на задней стороне каркаса с помощью герметика					2,1			Герметик должен закрывать все области сварки
30	Вставить болты через каркас и опору					0,6			
40	Подсоединить автоматическую отвертку и закрепить болты					1,3			Вращающий момент — 40 фунтов на дюйм^2

$\sum$ всех времен = 9,05

Рисунок 4.5. Сумма всех времен: добавляющих ценность и не добавляющих ее

где ресурсами являются люди, рабочие места, станки или запасы; время такта — единицей измерения *скорости*; время выполнения операции $_{ПС}$ — единицей измерения *времени*.

Хотя расчет количества ресурсов прост, он редко выполняется с использованием только одной нормы времени. При производстве смешанных семейств продуктов нормы времени для каждого из изделий, выбранных для обработки на бережливой линии, могут быть разными. Расчет количества ресурсов на основании лишь одной нормы времени уместен только при обработке одного продукта с использованием одного процесса. Очень немногие производители выпускают только один продукт. Большинство из них создают широкий спектр товаров с внушительным количеством опций; при этом для обработки большого числа различных продуктов используются разные процессы, и нередко бывает, что все продукты имеют различные нормы времени при прохождении некоторого процесса. Эту динамическую характеристику можно обнаружить при рассмотрении норм времени на карте процесса.

При обработке такого большого количества продуктов, каждый из которых имеет собственное время выполнения операции, выбор одного времени для подстановки в числитель формулы расчета количества ресурсов — не самая простая задача. Какое время следует избрать для расчета количества ресурсов для процесса *F* из таблицы 4.1? Времена варьируются от 25,0 минут до 32,0 минут. Лучше всего не брать самое короткое или самое длительное время. Для определения нормы времени, ко-

	Процессы								
Продукты	V_c	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
Продукт 1	25	2,6	6,6	4,0	10,5	1,5	30,0	10,0	12,0
Продукт 2	31	2,7			11,0	1,5	27,5	10,0	14,0
Продукт 3	50	2,5	4,5	4,0			25,0	10,0	11,0
Продукт 4	6		7,0	4,0	15,0	2,0	32,0	10,0	16,0
Продукт 5	12	2,9	5,5		13,0		29,5	10,0	13,0
Продукт 6	6	3,5		4,0	14,0	1,8	31,0	10,0	15,0
Σ общего объема = 130									

Таблица 4.1. Различные продукты имеют разное время выполнения операции

торое будет использоваться для расчета количества ресурсов, производителям разнообразных продуктов следует вычислять среднее время выполнения операции.

Объем полной мощности (V_c) для продукта 4 составляет 6 единиц в день. Если бы линия была спроектирована в расчете на максимальное время (32,0 минуты в среднем), но ежедневно производилось бы только 6 единиц продукции, то требования к ресурсам, возможно, были бы завышены, поскольку большинство остальных продуктов требуют менее 32,0 минут для прохождения этого процесса. Если бы при проектировании линии использовалось время 32,0 минуты, то при обработке продукта 3 линия работала бы быстрее, чем требуется для производства объема выпуска.

С учетом формулы времени такта производство продукта на линии за меньшее время, чем время выполнения операции, привело бы к тому, что дневная выработка выполнялась бы за меньшее время, чем количество реальных рабочих минут в смене в формуле такта. Вместо выполнения работы за 435 минут при использовании более продолжительного времени выполнения операции, чем 32,0 минуты, дневная норма могла бы выполняться за 340 минут. В действительности операторы не будут поддерживать одну и ту же скорость на протяжении всего рабочего дня только для того, чтобы рано закончить, а скорее используют 95 минут для замедления темпа работы, чтобы уложиться в дневную норму.

Оба варианта неприемлемы, поскольку на бережливой линии предпочтение отдается производству с постоянной скоростью в течение всего дня при полном использовании запланированных фактических рабочих минут. В противоположном случае, если бы бережливая линия была спроектирована исходя из 25,0 минут, линия работала бы слишком медленно не только для продукта 6, но и для всех продуктов, для которых время выполнения операции превышает 25 минут. Лучшее решение — разработать производственную последовательность из продуктов как с большими, так и с малыми временами выполнения операций, реализация которой в течение дня позволила бы сбалансировать линию.

При подборе продуктов для разработки проекта линии была выбрана группа товаров, в которой представлены все потенциальные продукты и объемы. Было бы невероятным совпадением, если бы именно то сочетание продуктов и те объемы, которые

были выбраны для проектирования линии, действительно соответствовали ежедневным требованиям. С учетом этого линия бережливого производства проектируется для такого сочетания продуктов и объемов, производство которого с наибольшей вероятностью может потребоваться в произвольный день.

Эту же логику можно применять при выборе репрезентативного времени для использования при расчете количества ресурсов, когда для каждого процесса необходимо определить среднее время. Однако, для того чтобы выполнить еще более точную оценку времени, нужна дополнительная информация. Оценка будет точнее, если взвешивать времена, соответствующие продуктам, которые наиболее часто подвергаются обработке в данном процессе. Поэтому необходимы дополнительные вычисления для определения взвешенной нормы времени ($НВ_в$) для каждого процесса. Используя времена и объем полной мощности (V_c) из карты норм времени процесса, взвешенную норму времени вычисляют следующим образом:

$$НВ_в = V_c \times \text{норма времени ПС} / \Sigma\ V_c,$$

где числитель рассчитывается следующим образом:

Процесс *F*

Продукт 1	25	×	ПС	30,0	=	750,0
Продукт 2	31	×	ПС	27,5	=	852,5
Продукт 3	50	×	ПС	25,0	=	1250,0
Продукт 4	6	×	ПС	32,0	=	192,0
Продукт 5	12	×	ПС	29,5	=	354,0
Продукт 6	6	×	ПС	31,0	=	186,0
					$\Sigma\ V_c \times$ ПС =	3585,0

а знаменатель равняется:

$$\Sigma\ V_c = 130$$

(объем для процесса *F*)

$НВ_в$ равняется:

$$3585 \times 130 = 27{,}6 \text{ минут}$$

Время такта равняется:

$$\frac{7 \text{ часов} \times 60 \text{ минут} \times 1 \text{ смена} = 420 \text{ минут}}{\Sigma \text{ совокупного объема процесса } F = 130 \text{ единиц}} = 3{,}23 \text{ минуты}$$

Заменяя вычисленную ранее норму времени выполнения операции в базовой формуле расчета количества ресурсов но-

вой взвешенной нормой времени, рассчитаем количество ресурсов для процесса *F*:

$$\frac{НВ_в}{\text{такт}} = \text{количество ресурсов}$$

Таким образом, количество ресурсов для процесса *F* равняется:

$$\frac{27,6}{3,23} = 8,54 \text{ (или 9) ресурсов}$$

Количество ресурсов округляется до следующего целого числа. Это обоснованно, поскольку невозможно использовать часть человека, рабочего места, станка или единицы запасов. Если дробная величина составляет 0,1 или больше, число следует округлять в большую сторону. Если дробная величина меньше 0,1, то число можно округлить в меньшую сторону, что сократит количество ресурсов на одну единицу. Округление в меньшую сторону следует использовать осторожно, поскольку лучше иметь переизбыток ресурсов, чем недостаток. Количество ресурсов всегда можно подогнать после того, как будет обеспечено исправное функционирование линии.

Всегда следует помнить, что норма времени представляет собой средневзвешенную величину, а время такта рассчитывается на основании прогнозируемого сочетания продуктов и объема. Эти числа являются *средними величинами*. Попытки добиться абсолютной точности при принятии решений об округлении средних величин часто приводят к занижению прибылей. Решение об округлении в большую или меньшую сторону принимается субъективно на основании знаний о конкретном процессе. Из предосторожности методы бережливого производства предпочитают ошибку в большую сторону, то есть округление до следующего целого числа.

Для большинства продуктов затраты на рабочую силу являются наименьшим компонентом стоимости продукта. Ресурс всегда можно убрать, однако добавление его в последующем может оказаться более сложным. В конечном счете задача заключается в том, чтобы обеспечить как можно более успешную обработку продуктов на бережливой производственной линии за время такта. Округление ресурсов в большую сторону может обеспечить дополнительную свободу действий для достижения целей по времени такта. Это в первую очередь относится

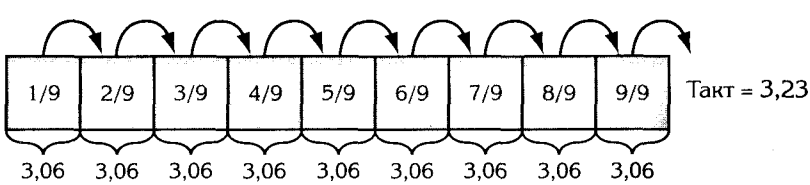
к определению потребности в рабочей силе. Люди не машины, их производительность может изменяться изо дня в день. При проектировании бережливой производственной линии следует подумать об округлении количества ресурсов в большую сторону. Если в расчеты будет ошибочно включена стоимость дополнительной единицы рабочей силы, это не окажет значительного влияния на общую стоимость продукта.

Если $НВ_в$ делится на округленное количество ресурсов (в данном случае 9), то время непосредственной работы каждого ресурса получается равным 3,06 минуты (27,6 × 9 = 3,06 минуты). Это время меньше времени такта, которое составляет 3,23 минуты. Разница во времени дает некоторую свободу действий рабочим и помогает обеспечить выполнение целей по времени такта (рис. 4.6).

Количество необходимых ресурсов должно определяться для каждого процесса, обозначенного на СТП. Расчет количества ресурсов является выражением количества ресурсов на каждый процесс, необходимых для производства установленного объема выпуска за определенное время такта процесса.

Расчет количества ресурсов — это компонент методов бережливого производства, за счет которого обеспечивается синхронизация линии. Данная техника предельно проста как в теории, так и в практическом применении. Подумайте, какую ценность представляет возможность сбалансировать все производственные процессы, необходимые для производства определенного продукта или сборочного узла, таким образом, чтобы все они завершались в одно и то же время! Эта способность составляет главное различие между бережливым производством и запуском заказов в производство системой *MRP*.

$$\frac{НВ_в}{ТАКТ} = \frac{27,6}{3,23} = 8,54 \text{ (или 9) ресурсов}$$



$НВ_в$ 27,6 / 9 ресурсов = 3,06 минуты

Рисунок 4.6. Рабочие места, синхронизированные по такту

Синхронизация работы является ключом к производству продукта за время его непосредственной обработки. Исключение из производственного цикла не добавляющего ценности времени ожидания и простоя в очереди приводит к значительному его сокращению. Синхронизированная работа — это ключ и к значительному сокращению или устранению запасов незавершенного производства, что в конечном итоге ведет к сокращению запасов готовой продукции. Чем меньше времени продукты подвергаются обработке в производственном процессе, тем проще обрабатывать заказы клиентов. Накладные расходы сокращаются за счет устранения системных операций ускорения и планирования.

Поскольку работа в каждом процессе синхронизирована в соответствии со временем такта, выведенным из требуемого объема выпуска, различие норм времени разных процессов не имеет большого значения. Количество ресурсов, нужное для достижения цели по времени такта, — важный фактор. Методы бережливого производства стремятся к соблюдению такта в каждом процессе. Расчет ресурсов определяет их количество, необходимое для решения данной задачи.

Определение ресурсов

После расчета *количества* необходимых ресурсов нужно определить физические атрибуты отдельных ресурсов. Если в качестве нормы времени для определения количества ресурсов использовалось рабочее время из КПС, то в первую очередь следует вычислить необходимое число рабочих. Полученное значение количества ресурсов — это количество рабочих, необходимое для производства объема выпуска за время, установленное в КПС.

На определение окончательного числа людей, необходимых для обслуживания бережливой линии, будут влиять и другие факторы, однако первоначальный расчет количества ресурсов служит для контроля точности и выявления возможностей улучшения производительности. Численность рабочих, рассчитанная для предполагаемого объема производства будущей бережливой линии, должна быть пропорциональной числу рабочих и объему в настоящее время. Сравнение этих двух величин обосновывает результаты расчета количества ресурсов. Значительное отклонение при сравнении числа рабочих/объема может потребовать исследования времени выполнения операций, использованного для расчета количества ресурсов, или причин потери производительности.

Если время выполнения операций достоверно, то путем суммирования числа рабочих, полученного при расчете ресурсов для будущего объема выпуска, и сравнения его с имеющимся количеством рабочих можно оценить масштаб повышения производительности. Время выполнения операций предполагает 100%-ную производительность, и окончательный результат расчета ресурсов, возможно, следует увеличить с учетом текущего ее коэффициента. Сравните это число с используемым количеством рабочих. Если оно больше, чем расчетное количество ресурсов, то разница между ними является величиной повышения производительности, достижимого путем внедрения бережливой линии. Сравнивайте только те процессы, которые не претерпят существенного изменения после внедрения бережливой линии.

Итак, количество людей, необходимое для обслуживания бережливой линии, определено. Каждому рабочему потребуется физическое месторасположение для выполнения работы, предусмотренной в рамках данного процесса. Поэтому расчет количества ресурсов одновременно определяет как необходимое количество людей, так и количество физических рабочих мест. Индивидуальные рабочие места могут принимать различные формы. Если процесс — это *сборка*, а продукт — кухонный комбайн, то рабочим местом, по всей вероятности, будет верстак. Рабочим местом может также служить плоская поверхность, роликовый конвейер или круглый поворотный стол. Для более крупных продуктов рабочим местом может быть специально окрашенное место в цеху, соответствующее размерам изделия. В зависимости от продукта производственный процесс может требовать несколько разных типов рабочих мест. Однако их общее число должно соответствовать количеству ресурсов, рассчитанному для всех процессов.

Для каждого рабочего места как части окончательного проекта компоновки линии должны быть определены физические атрибуты и размеры площади, занимаемой им в цеху. Для оптимизации использования полезной площади цеха нужно следить за тем, чтобы площадь рабочего места была как можно меньше. Если физические размеры продукта — 12 на 6 дюймов, то для его обработки совсем необязательно иметь верстак шириной в 6 футов. В качестве альтернативы одному большому рабочему столу можно провести посредине линию, разделяющую его на два 36-дюймовых рабочих места, на которых с тем же успехом можно будет выполнять данную работу. Если это возможно,

два рабочих места (ресурса) могут занимать то же пространство, что и одно. Если продукт занимает только 6 дюймов, то 48-дюймовый верстак на самом деле не нужен. С точки зрения методов бережливого производства, избыточное пространство рабочего места — расточительство. Часто для приведения рабочего места в соответствие с выполняемой работой требуется креативность.

Если время выполнения операции для данного процесса относится к станку, то расчет количества ресурсов даст число станков, необходимых для достижения цели по времени такта. Как и в случае рабочих мест для ресурсов рабочей силы, необходимо знать размеры площади для машинного ресурса. Сюда также входит площадь, занимаемая любым вспомогательным оборудованием или служебными столами, стеллажами, тележками и т. д., необходимыми для обслуживания станка.

Если требуемое количество машинных ресурсов превышает имеющееся в распоряжении число станков, необходимо добавить вспомогательные ресурсы. Они могут принимать форму дополнительных станков, доработанных до многоцелевого применения штампов и/или их мультипозиционность с целью сокращения времени переналадки, добавочных материально-производственных запасов или увеличенного количества смен. Методы бережливого производства не могут создавать мощность на пустом месте и определяют только количество ресурсов, необходимых для достижения цели по времени такта. При составлении проекта компоновки линии должно быть установлено физическое размещение всех требуемых ресурсов.

Обычным способом синхронизировать работу станка в соответствии со временем такта является создание дополнительных материально-производственных запасов для компенсации разницы между временем такта и временем рабочего цикла станка. Не удовлетворяясь приблизительной оценкой числа материально-производственных запасов, которое необходимо создать, бережливые методы требуют вычисления нужного количества. Правильное количество материально-производственных запасов находится по формуле расчета количества ресурсов. Для машинного процесса она имеет следующий вид:

$$\frac{\text{время рабочего цикла станка}}{\text{время такта процесса}} = \text{количество единиц материально-производственных запасов}$$

Если машинный процесс, например *покраска*, требует 60 минут для непрерывного прохождения длины конвейера че-

рез сушильный канал, а время такта составляет 3,23 минуты, то нужное количество единиц материально-производственных запасов равняется 19. В данном случае 19 дополнительных единиц материально-производственных запасов будут 19 покрасочными крюками, установленными на конвейере, на которых висят 19 единиц продукции, размещенные таким образом, чтобы одна единица выходила из туннеля каждые 3,23 минуты. Даже если одна единица преодолевает расстояние процесса покраски за 60 минут, 19 единиц в туннеле обеспечат поддержку времени такта бережливой линии, составляющего 3,23 минуты.

Другой типичный случай машинного времени — процесс термического отжига, который по последовательности процедуры схож с процессом контроля качества. Если термический отжиг длится 120 минут при времени такта 3,23 минуты, то необходимое количество единиц материально-производственных запасов составляет 120 × 3,23 = 38 единиц. Машинное время указывает, что требуется 38 мест для термического отжига или точек подключения, где процесс будет начинаться каждые 3,23 минуты для одной единицы и каждые 3,23 минуты заканчиваться для другой. Для целей проектирования компоновки линии нужно также учитывать размеры площади, занимаемой этими 38 единицами.

Физическое размещение ресурсов

После определения физических свойств и количества ресурсов их необходимо разместить на плане предприятия таким образом, чтобы это облегчало видимость продуктов и их перемещение. При разработке КПС два пункта — наладка и перемещение — были определены как никогда не добавляющие ценности.

В новой схеме предприятия должны быть сокращены или устранены значительные затраты времени на перемещение продуктов и материалов. Кроме того, физическое размещение фидерных (подсборочных) процессов в тех точках на линии, где их выходной продукт поглощается нисходящими сборочными процессами, сократит как время перемещения, так и время ожидания.

Для перекомпоновки предприятия в бережливую конфигурацию следует создать бумажную модель новых мощностей, которая предпочтительнее чертежа *CAD* по двум важным причинам.

- Участие команды: перекомпоновка предприятия с целью извлечения выгоды от внедрения бережливого произ-

водства должна быть командной работой. У многих сотрудников компании могут быть блестящие идеи относительно того, как усовершенствовать движение продукции на фабрике. Перекомпоновка предприятия — хорошее время проверить теории членов команды. В этом процессе должны участвовать сотрудники цехов, которые работают на производстве каждый день. Проведение перекомпоновки предприятия на столе конференц-зала с использованием большого листа бумаги способствует тому, чтобы все члены команды внесли в процесс свой вклад. Удобнее работать вокруг стола, чем разрабатывать чертеж перекомпоновки в *CAD*, склонившись над монитором компьютера проектировщика.

- Малые затраты: наиболее эффективные схемы производственных линий являются результатом многочисленных проб и попыток компоновки. Повторные попытки следует поощрять, так как они помогают заручиться одобрением всех членов команды. Эти повторения происходят в то время, когда отдельные члены команды вокруг стола предлагают свои собственные идеи или вносят поправки в предшествующие. Качественное обсуждение оптимальных решений проблем компоновки обычно заканчивается консенсусом. Повторения и обсуждение часто происходят в форме перекомпоновки и перемещения моделей ресурсов. Использование схематических копий ресурсов, вырезанных из бумаги с соблюдением масштаба, облегчает дискуссию. Перемещение бумажных копий ресурсов быстрее и дешевле, чем представление каждой идеи в компьютерной системе.

Начните процесс с создания большой бумажной схемы, представляющей периметр будущей зоны бережливого производства. Чем больше лист бумаги, тем лучше он подходит для участия в обсуждении всей команды. Обозначьте все неперемещаемые объекты («монументы»), такие как энергетические коммуникации, несущие опоры здания, в котором будет размещена бережливая линия, канализация, крупногабаритное оборудование, перемещение которого связано с большими затратами, и другие стационарные строительные конструкции. Для каждого необходимого ресурса подготовьте вырезанную из бумаги с соблюдением масштаба схематическую копию, повторяющую периметр занимаемой им площади.

Начиная с точки, наиболее близкой к клиенту (обычно это отгрузка), двигайтесь вверх по потоку, раскладывая бумажные копии необходимых ресурсов согласно схеме технологического процесса, разработанной для производства смешанной номенклатуры продуктов. Испробуйте все идеи, минимизирующие перемещения и оптимизирующие движение продукции от одного рабочего места к другому. Вырежьте из бумаги схематические копии всех вспомогательных приспособлений, стеллажей и тележек, используемых при производстве продукции, даже если сами по себе они не являются производственными ресурсами. Проверьте, чтобы оставалось свободное пространство для необходимого перемещения материалов, например, проходы для передвижения автопогрузчиков и места для больших контейнеров с материалами. Проектируйте рабочие места таким образом, чтобы они были компактными, но как можно более удобными для рабочих.

Существующие трудовые процессы не должны накладывать ограничения на проект оптимальной линии. За исключением «монументов», проектирование идеальной линии предполагает полное свободомыслие без каких-либо барьеров. Оптимальная схема линии может потребовать изменения имеющихся проходов. Проход не является «монументом»! С учетом правил Администрации США по охране труда и здоровья (*Occupational Safety & Health Administration, OSHA*) и соображений экологии и безопасности оптимальное бережливое решение планировки цеха должно иметь преимущественное значение по сравнению с любыми предыдущими произвольными размещениями, которые ему препятствуют.

Если бы деньги не были проблемой, можно было бы перемещать что угодно. На практике перемещение некоторых вещей может оказаться непомерно дорогим. В отдельных случаях прибыль на капитал, который требуется для переустановки, не оправдывает перемещение. Это относится, например, к тяжелым механическим станкам, установленным на специально сконструированных бетонных подушках; грязным и опасным процессам; экологически вредным с точки зрения существующих требований процессам, для которых необходимы специальная вентиляция или особое обслуживание, а также к процессам с высоким уровнем шума. Перемещать такие процессы в непосредственную близость к процессу сборки не имеет смысла. Окончательный проект линии должен рекомендовать практичные и финансово

оправданные решения, максимизирующие эффект бережливых методов и отражающие здравый смысл.

Все эти примеры следует иметь в виду при завершении проектирования, когда все члены команды должны принять окончательный вариант линии. Руководящий комитет также должен одобрить проект будущей бережливой линии и подписаться под ним. После этого инженер-технолог или проектировщик преобразует бумажную схему с размещенными на ней копиями ресурсов в формальную схему производства, обычно в системе *CAD*. На основании окончательного проекта должен быть создан технологический план установки линии. К задачам этого этапа обычно относятся планирование воздуховодов и электропроводки, перестановка рабочих столов и заключение контрактов с монтажниками и другими подрядчиками. Если новая планировка требует временного прекращения производства, то нужно также разработать график остановки и перекомпоновки производства.

Определение задач для каждого рабочего места

После определения количества ресурсов и синхронизации в соответствии с целью каждого процесса по времени такта необходимо точно обозначить, какая именно работа и какой контроль качества будут выполняться на каждом рабочем месте. КПС документирует последовательные рабочие задачи каждого процесса. Конкретные задачи, которые должны выполняться на каждом рабочем месте, определяются путем суммирования элементов времени рабочих задач, перечисленных в КПС, до достижения времени, равного времени такта (рис. 4.7).

Метод запуска предыдущего процесса по сигналу канбан

Часто бывает трудно выбрать из КПС отрезок, идеально соответствующий времени такта. Поскольку суммирование задач редко дает результат, идеально соответствующий времени такта, определение работы конкретного рабочего места всегда будет содержать небольшой дисбаланс. Для преодоления этих незначительных отклонений от времени такта и естественного дисбаланса между операторами, обслуживающими линию, ниже по линии за рабочим местом располагается *канбан, запускающий предыдущий процесс* (*In-Process Kanban, IPK*). *IPK* обеспечивает «временную парковку» для единиц продукции, об-

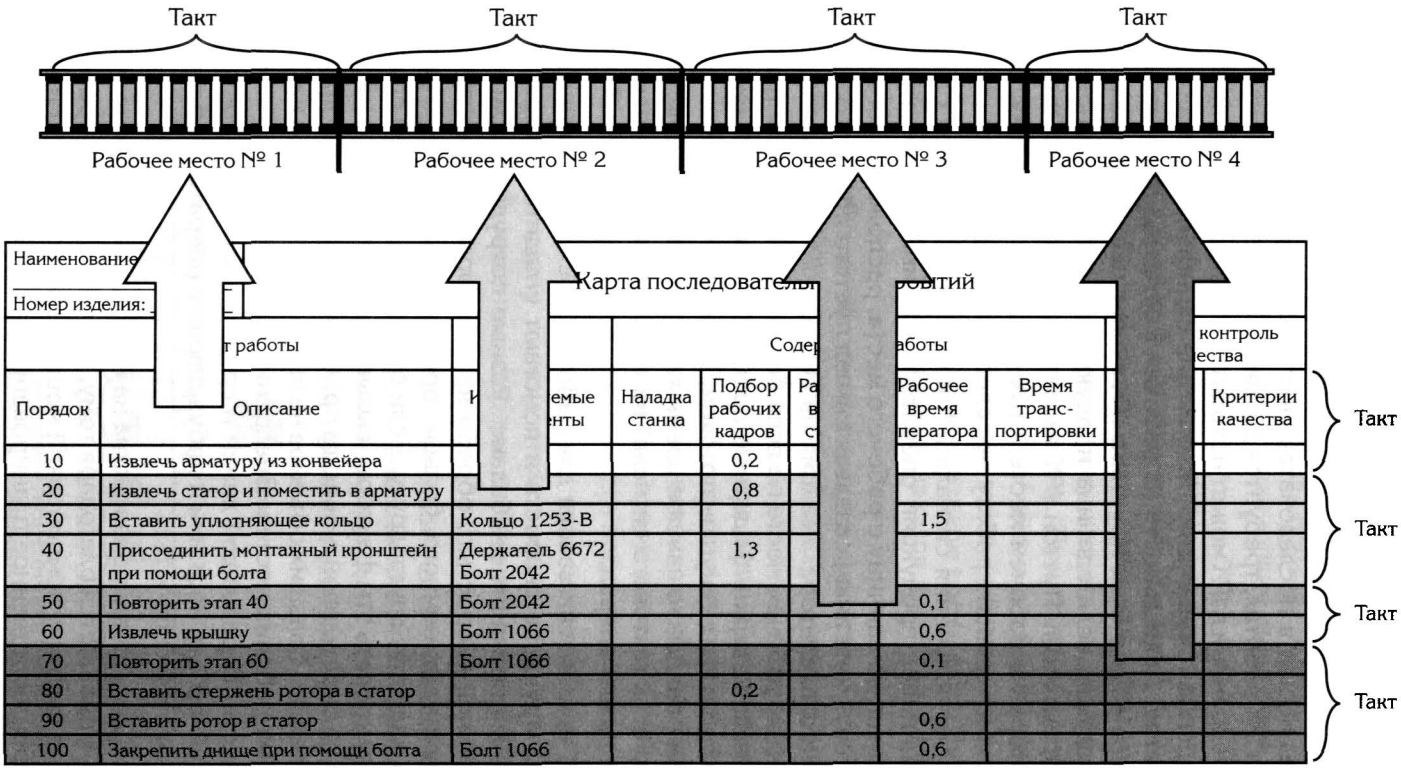


Рисунок 4.7. Группирование работы в соответствии с тактом рабочего места

работка которых была завершена раньше, чем их может принять следующее рабочее место.

ПРК также используется в качестве сигнала к началу обработки следующей в последовательности единицы. Для того чтобы сигнал *ПРК* работал, требуется дисциплина оператора. В каждый момент времени в *ПРК* может находиться только одна единица незавершенной продукции. Накопление единиц продукции не допускается. Деятельность на рабочем месте не может начаться, пока его *ПРК* не будет пустым. *ПРК* может освободиться только в том случае, если единица продукции будет принята следующим процессом. Пустой *ПРК* является сигналом, сообщающим оператору на рабочем месте, стоящем выше по потоку, о том, что можно начинать работу над следующим продуктом.

После получения сигнала *ПРК* к началу работы над следующей единицей продукции оператор вытягивает очередную незавершенную единицу с рабочего места, расположенного выше по потоку, тем самым создавая сигнал пустого *ПРК* для соответствующего оператора. Реакция на сигналы *ПРК*, расположенные на каждом рабочем месте по всей бережливой линии, и передача сигналов вверх в фидерные процессы придают бережливой линии сходство с текущим потоком. Если все рабочие места синхронизированы, то каждое время такта при получении сигнала *ПРК* (то есть тактового сигнала) на всей линии происходит движение на шаг вперед.

ПРК критически важны для работы бережливой линии. Они контролируют ее скорость и помогают сгладить влияние факторов, вызывающих дисбаланс. Разные сотрудники работают с различной скоростью, обработка некоторых единиц продукции занимает немного больше времени или комплектующие плохо подходят друг к другу. Если бы не существовало способа контролировать эти факторы, вызывающие небольшое расхождение на бережливой линии, то проблема решалась бы простым накоплением больших объемов незавершенной работы на более быстрых рабочих местах. Внедрение дисциплины *ПРК* — секрет «текучести» бережливой линии и средство, стимулирующее командную работу на линии и побуждающее операторов работать с одинаковой скоростью.

Планирование производства на бережливой фабрике значительно упрощается благодаря тому, что поток работы проводится через фабрику компоновкой мощностей и системой сигналов *ПРК*. Производственное планирование на бережливой линии на-

чинается с операции бережливой линии № 1 на уровне готовых изделий. Поскольку продукты производятся поштучно, из них можно формировать последовательность, которая перемещается вниз по бережливой линии в том же порядке, в котором были получены заказы клиентов. Плановику нужно лишь определить порядок производства.

Продукты поступают на бережливую линию по одному в один момент времени в соответствии с заранее определенными правилами последовательности, которые обеспечивают сбалансированную скорость работы линии по производству смешанной номенклатуры продукции. При получении сигнала пустого *IPK* оператор на первом рабочем месте бережливой линии просто вытягивает следующий заказ клиента в производство, соблюдая установленную плановиком последовательность. Этим обеспечивается выполнение заказов клиентов в порядке их поступления.

Сборочные узлы изготавливаются в фидерных процессах по тем же методам сигнала *IPK*. Имея синхронизированную линию и используя *IPK* для подачи сигнала к началу работы, не нужно давать отмашку производству или планировать серийный выпуск сборочных узлов. Выработка этих фидерных процессов непосредственно поглощается нижестоящими процессами, а последующее производство в фидерном процессе инициируется *IPK* как сигналом о необходимости пополнения запасов.

В особых случаях, например, при изготовлении изделия по специальному заказу, может возникнуть необходимость в сопровождении изделия документом, описывающем его конфигурацию.

Такая карта отклонения от серийной конфигурации сопровождает изделие в течение его продвижения через производство. Эта карта указывает оператору, какие из комплектующих необходимо использовать для придания изделию особой кон-

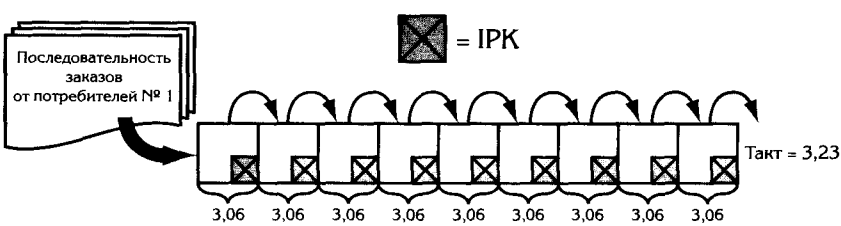


Рисунок 4.8. Последовательное удовлетворение потребительского спроса по отношению к производственному плану

фигурации. Последовательность работы фидерного процесса должна определяться в том же порядке, что и поглощающих нижестоящих процессов (рис. 4.8).

Дисциплина для поддержания баланса на рабочих местах

Поскольку для успеха бережливой линии так важна сбалансированность процессов, необходимо периодически проводить повторное уравновешивание для отладки линии. Бережливая производственная линия постоянно стремится к достижению идеального баланса в соответствии с установленной целью по времени такта. Однако множество проблем может вызывать дисбаланс на линии. С течением времени операторы линии могут приобрести плохие привычки. Если нарушения баланса не корректируются незамедлительно, рано или поздно бережливую линию ждет крах. Менеджерам надлежит обращать внимание на следующие признаки нарушения баланса и немедленно их устранять.

- **«Обустройство гнезда».** Определенный оператор решил превратить рабочее место в свою собственность. Признаком этого служит появление на рабочем месте личных предметов, например, календарей, картинок, радио и других личных мелочей. Это типичная привычка, которая свидетельствует о нежелании реагировать на сигналы *ПРК*. Если данный сотрудник не хочет перемещаться по сигналу *ПРК*, он в одностороннем порядке решает, где и когда работать. Правило бережливой линии гласит: сотрудники должны перемещаться к работе — работа не перемещается к сотруднику. Не ждите, пока на рабочем месте накопится куча личных вещей. Прекратите «обустройство гнезда», как только появится первый предмет.
- **«Запас на черный день».** Всегда готовый к худшему, такой сотрудник собирает собственный запас комплектующих. В оправдание накопленной груды обычно можно услышать историю о нехватке деталей, которая приключилась несколько лет тому назад. На бережливой линии операторы занимаются сборкой, а складские рабочие обеспечивают их деталями! То же самое относится к инструментам. При обосновании их коллекции также повествуется сказка о том, как однажды, много лет назад, для сборки специальной модели потребовался определенный инструмент. Обеспечивать каждое рабочее место инструментами, не-

обходимыми для обработки продукции, должна компания. Инструменты и оборудование являются собственностью компании и относятся к рабочему месту. Обращайте внимание на ящики с инструментами, выдвижные ящики столов, стеллажи, шкафы и любые другие места, где могут накапливаться впрок запасы инструментов и деталей. Непрерывно укрепляйте философию *5S* — всему свое место и все на своем месте.

- **«Я особенный».** Вследствие продолжительной работы в компании, большого опыта или особой квалификации у этого оператора появляется ощущение, что он заслужил право выбирать, какую работу делать. Если это заблуждение не исправить, то такие операторы будут привередничать, выбирая только те изделия, над которыми они предпочитают работать. Иногда они также «обустраивают гнезда» и собирают собственные запасы, чтобы работать только над избранными ими изделиями. Осматривая бережливую линию, обратите внимание на сочетания продуктов в *IPK.* Удостоверьтесь, что изделия выпускаются в порядке, соответствующем дневной последовательности, установленной плановиком.
- **«Идея получше».** У операторов часто бывают блестящие идеи и рационализаторские предложения, но нельзя позволять, чтобы эти индивидуальные идеи внедрялись в одностороннем порядке. Если оператор самовольно решит отказаться от использования какого-либо прибора или перегруппировать работу, это может нарушить баланс всей линии. Операторов следует поощрять к тому, чтобы они подавали свои идеи надлежащим образом. Требуйте, чтобы они использовали регулярные совещания по усовершенствованию процесса и мероприятия кайдзен для представления своих предложений. Новые идеи и усовершенствования процесса оказывают влияние на всю линию и должны быть управляемыми.
- **«Скорость бьет такт».** До внедрения бережливой производственной линии от операторов всегда требовали вырабатывать как можно больше изделий и как можно быстрее. В компаниях, в которых загруженность ресурсов всегда была главным критерием производительности, способность выполнять эти требования свидетельствовала о ценности специалиста для компании. На бережливой линии от тех же самых операторов требуют, чтобы они произво-

дили только одну единицу продукции за раз по сигналу *IPK*. Когда работа закончена, изделие перемещается в *IPK*. Новая бережливая среда покажется им неестественной, и их старые привычки не исчезнут просто потому, что этого пожелает менеджмент. Обеспечьте согласованность работы с сигналами *IPK*. *IPK* — секрет поддержания потока шириной в одну единицу, и менеджмент должен поддерживать дисциплину, необходимую для сохранения единого потока. Не позволяйте операторам помещать в *IPK* более одной единицы продукции. Если существует проблема с балансом линии, она проявится в виде отказа системы *IPK*. Не игнорируйте этот важный предупреждающий знак. Используйте методы синхронизации для решения проблемы.

Одна из главных причин, по которым бережливые линии становятся разбалансированными вскоре после их запуска, заключается в игнорировании менеджментом этих предупреждающих знаков. Линии не разваливаются за один день, а разрушаются за длительное время в результате ряда незначительных действий, которые никто не скорректировал. После того как они потратили так много времени на проектирование бережливой производственной линии, членам команды трудно устоять перед соблазном переложить ответственность за управление и эксплуатацию линии на кого-нибудь другого. Потворство безразличию — первый шаг к возвращению к старым практикам, неудовлетворенность которыми и вызвала переход к методам бережливого производства.

Молчание — знак согласия. Наблюдение за бережливой линией — это сфера ответственности всех менеджеров. Когда член руководящей команды видит нарушение бережливых методов и решает ничего не предпринимать, операторы укрепляются во мнении, что их поведение приемлемо. Менеджеры должны исправлять нарушения незамедлительно, объясняя их и обеспечивая обучение правильным методам. Вся работа, потребовавшаяся для преобразования производственных мощностей в формат бережливого производства, может пойти насмарку, если новая линия не будет надлежащим образом обслуживаться и совершенствоваться. Постоянно практикуйте управление посредством визуального контроля (*Management by Walking Around, MBWA*).

Еще одна типичная ошибка — полагать, что переход компании на бережливое производство — это проект сроком в месяц. С точки зрения успешного внедрения бережливого производс-

тва ничто не может быть более далеким от истины! Бережливая философия должна стать стилем жизни и методом производства, избранным для управления заводом. К переводу завода на бережливое производство нужно относиться как к фундаментальному изменению, затрагивающему все уровни организации, четко формулируя и вплетая в ткань корпоративной культуры ожидаемые преимущества. Излишняя демократия только поставит под угрозу долгосрочный успех.

По мере достижения равновесия на рабочих местах всегда смещайте остающийся дисбаланс на последнее рабочее место. Затем, используя ряд способов синхронизации, работайте над устранением неполадок на нем. Постоянный поиск идеального равновесия на бережливой линии требует непрерывного дисциплинированного усовершенствования процесса от всей организации (рис. 4.9).

Существует несколько простых способов, которые можно использовать для преодоления дисбаланса на рабочих местах. Эти способы должны применяться в том порядке, в каком они представлены здесь. Первые из них — самые простые в использовании и наименее затратные. При устранении дисбаланса следует начинать с первого способа и затем переходить к последующим, до тех пор пока проблема дисбаланса не будет решена.

- **Ищите работу, которую можно ликвидировать.** Динамическая наладка и перемещение *всегда* являются кандидатами на ликвидацию. Перемещения и наладки были определены в КПС. Непрерывно совершенствуя производство, используйте все возможности для ликвидации не добавляющей ценности работы. Работа по проверке качест-

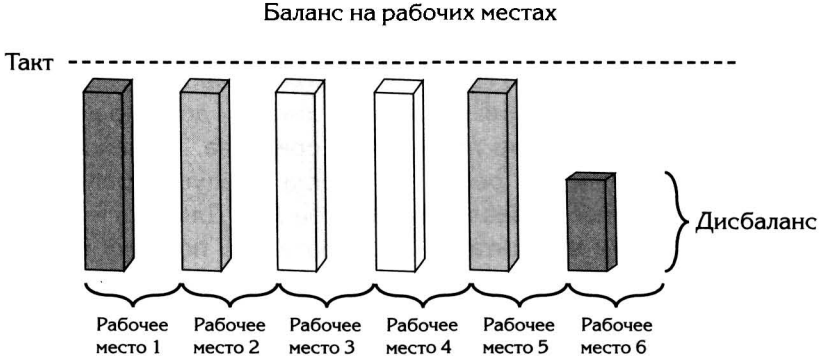


Рисунок 4.9. Поиск равновесия в соответствии с тактом на каждом рабочем месте

ва также является кандидатом на ликвидацию, что может компенсироваться усовершенствованиями процесса, упрощающими эту работу. Критерии качества и технологическое развитие могут потребовать помощи отделов обеспечения качества и технологического отдела.

- **Перераспределите работу между рабочими местами.** Перераспределение работы — один из наиболее обычных способов достижения баланса на рабочих местах. Для этого используется карта последовательности событий. Перераспределение достигается посредством перевода рабочих задач из КПС с одного рабочего места на следующее. Убедитесь, что перераспределение работы технически выполнимо и не окажет отрицательного влияния на качество.
- **Добавьте *IPK* к рабочим местам, на которых нарушен баланс.** *IPK* = запасы = вложение денег. Если необходимо добавление *IPK*, сначала убедитесь, что все возможности устранения не добавляющей ценности работы и перераспределения работы были полностью исчерпаны. Добавление дополнительных *IPK* также означает, что потребуется дополнительное производственное время для изготовления добавочных единиц продукции. Избегайте соблазна угадать количество запасов *IPK*, которые следует держать на рабочем месте. Правильное их количество, которое нужно добавить, рассчитывается следующим образом:

$$\frac{\text{фактические минуты в день}}{\text{такт}} - \frac{\text{фактические минуты в день}}{\text{НВ}_в} = \text{количество } IPK,$$

$$\text{дополнительно необходимое время} = IPK \times \text{НВ}_в$$

- **Добавьте ресурсы.** Добавление машинных ресурсов или рабочей силы часто является наиболее дорогим решением проблемы нарушения баланса на линии и должно использоваться в качестве последнего средства. Однако стоимость добавления ресурсов всегда следует сравнивать со стоимостью добавления запасов *IPK*. Для обоснования потребности в капитальных затратах на покупку нового оборудования можно сравнить стоимость добавления рассчитанного ежедневного количества запасов *IPK* со стоимостью поддержания и управления материально-производственными запасами, с одной стороны, и стоимостью приобретения нового оборудования — с другой. Примите

наилучшее для вашей компании деловое решение, основываясь на сравнении этих затрат.

- **Установите правильную последовательность.** На линии, производящей смешанную номенклатуру продукции, порядок производства может оказывать влияние на синхронизацию линии. Избегайте последовательного использования продуктов с одинаковым временем непосредственной обработки. По мере возможности за ними должны следовать продукты с малым временем непосредственной обработки. Чередование в последовательности различных продуктов в течение рабочего дня поможет достичь желаемой дневной скорости производства на линии.

Поиск идеального баланса на каждом рабочем месте — деятельность бесконечная, как и изменение сочетаний продуктов и объемов производства. На баланс также влияет усовершенствование процессов. Бережливые производители никогда не достигают идеального равновесия. Однако это не означает, что к нему не нужно стремиться. Когда достигается оптимальное состояние, также достигается и способность производить изделие за время его непосредственной обработки. Это уменьшает общее время производственного цикла, что приводит к сокращению времени отклика на спрос и снижению уровня товарно-материальных запасов. А это мощное оружие для увеличения доли рынка.

Бережливое производство — совершенно иной способ управления производственной компанией. Бережливое производство не волшебная палочка, которая чудесным образом разрешит все проблемы, накопившиеся за долгое время, но оно предлагает ряд технических приемов, которые дают незамедлительную отдачу. Дальнейшая успешная эксплуатация ваших бережливых производственных линий требует постоянной работы по их усовершенствованию с использованием всех методов, освоенных во время процесса трансформации. Для многих компаний это означает необходимость изменения корпоративной культуры. Какой бы тяжелой ни была эта работа, она будет вознаграждена выгодами бережливого производства.

Включение в проект линии принципов 5S

Порядок и аккуратность — критически важные элементы производственной среды. Все места размещения материалов должны быть четко обозначены. На рабочих местах должны находить-

ся только необходимые инструменты, приборы, измерительные устройства и другие ресурсы. На бережливой линии недопустимы путаница или беспорядок. Нет нужды зависеть от показаний системы контроля цеха, чтобы получить информацию о местонахождении или степени завершенности конкретного заказа. Реализацию методов бережливого производства поддерживают принципы *5S*. Элементы *5S* и прикладные бережливые методы взаимодополняют друг друга.

Сортировка (Seiri)

Уберите предметы, которые не используются для изготовления продукции на регулярной основе.

- Важный компонент внедрения бережливой производственной линии — удаление предметов, признанных ненужными для изготовления продукции. К ним могут относиться инструментальные ящики, различного рода шкафы с выдвижными ящиками, запирающиеся шкафчики, столы, стулья, такие предметы личного пользования, как микроволновые печи, столики, полки и тумбочки. Эти предметы соблазняют к накоплению нежелательных материалов, например, деталей, инструментов, книг и других предметов, не требуемых для изготовления продукции.
- Соблазн собирать подобные предметы — часть человеческой природы. Операторы окружают себя знакомыми предметами, стремясь к комфорту. Это стремление может объясняться прошлым опытом, например, имевшими ранее место случаями нехватки деталей, отсутствия нужных инструментов или приборов или необходимостью знать, как обрабатывать редко встречающиеся продукты. Операторы любят создавать комфорт, устраивая себе «дом вдали от дома» из коллекции личных вещей, которые часто накапливаются на индивидуальном рабочем месте, что противоречит принципам бережливого производства — принципам баланса и гибкости.

Упорядочение (Seiton)

Определите, какие предметы должны находиться в зоне бережливого производства, и расставьте их по местам — всему свое место и все на своем месте.

- Кроме физических рабочих мест, где реально выполняется работа, всегда есть инструменты, приборы и детали, которые должны быть размещены таким образом, чтобы

быть легко доступными оператору. Каждый из этих необходимых предметов должен располагаться или на рабочем месте, где данный предмет используется для повседневной работы, или поблизости от точки его применения. Возможные варианты — силуэтные доски для инструментов и приборов, расположенные в легко доступном для оператора месте, специально окрашенные зоны на полу, подвесные воздуховоды и электролинии, а также стеллажи и устройства для хранения канбан.

- Для всех материалов, которые не используются непосредственно на рабочем месте, также важно определить позицию. К таким материалам относятся транспортные паллеты, вилочные погрузчики, чистящие средства, мусорные контейнеры и любые другие разгрузочно-погрузочные устройства для материалов. «Место стоянки» должно располагаться поблизости от рабочего места, где данный предмет используется наиболее часто. Оно должно быть выкрашено, а складские рабочие должны быть приучены возвращать предмет обратно, когда он не используется.

Систематическая уборка (Seiso)

Поддерживайте порядок, подметайте и мойте.

- Причины, по которым следует содержать производственное помещение в чистоте, очевидны. Операторы должны гордиться помещением, в котором они работают, чтобы это чувство отражалось в продукции, которую они производят. Что не менее важно, чистое производственное помещение обеспечивает систему раннего предупреждения о затруднениях. Захламленность производственного помещения может скрывать проблемы, такие как бракованные материалы, которые свидетельствуют о недостатках системы обеспечения качества; запасные части, которые могут указывать на недостатки системы канбан, или незавершенные единицы продукции, которые говорят о дисбалансе на бережливой линии. Чистая производственная среда бережливой линии помогает выявлять эти потенциальные недоработки.
- Время, необходимое для выполнения действий по уборке, можно включить в расчет времени такта. Количество минут за смену служит числителем в формуле расчета времени такта. Время, требуемое для выполнения уборки в начале и в конце каждой смены, можно включить в этот расчет.

Поскольку количество ресурсов для бережливых производственных линий рассчитывается на основе вычисления времени такта, включение этих действий в расчет даст время, нужное для ежедневного выполнения этой работы.

Стандартизация (Seiketsu)

Осуществляйте дисциплинированное руководство.

- Внедрение большинства методов бережливого производства требует минимизации индивидуальных интерпретаций при принятии решений. В проектирование бережливой линии вкладывается много труда, с тем чтобы операторы могли уделять больше времени изготовлению продукции, расходуя меньше времени на принятие решений. Операторов обучают следовать принятым решениям в соответствии с методами бережливого производства. Все операторы должны соблюдать одинаковые правила.
- Ключевое преимущество бережливого производителя — возможность осуществлять *MBWA* (управление посредством визуального контроля). При обходе мощностей бережливого производства очень легко увидеть, что на нем происходит. Поток продукции, организованный в соответствии с системой *IPK*, сам указывает, что и когда нужно делать. Время, уделяемое наблюдению, часто можно сократить благодаря простоте планировки бережливой линии.

Совершенствование (Shitsuke)

В число задач менеджмента входит укрепление и демонстрация собственного лидерства.

- Наблюдение за условиями труда относится к задачам менеджеров при осуществлении *MBWA*. Если член руководящей команды видит нарушение правил и ничего не говорит по этому поводу, операторы думают, что их поведение приемлемо. Индивидуальные интерпретации операторам позволяются только на их рабочих местах. Менеджмент должен брать на себя решение проблем на бережливых производственных линиях. Руководители имеют возможность видеть общую картину всей линии. Это и есть *MBWA*.
  - Следите за условиями труда. Используйте новые стандарты организации работ в качестве инструмента управления для концентрации внимания на деталях. Линия начинает портиться с маленьких деталей. Ищите

предметы, которых не должно быть на линии. Решайте проблемы незамедлительно.

- Следите за гибкостью операторов. Способность ежедневно варьировать сочетание продукции и регулировать объем производства на основании фактической потребности в данный день составляет ключевое отличие бережливой линии от серийного производства. Эта способность обеспечивает вашей компании конкурентное преимущество. Гибкость сотрудников — ключевой элемент бережливого производства.
- Следите за сверхурочной работой. Ее необходимость всегда должна быть временным явлением. Сверхурочная работа должна использоваться при непредвиденных всплесках спроса только в течение короткого времени. Если она требуется постоянно, возможно, пора повторно установить равновесие на бережливой линии с учетом ее новой производительности.
- Следите за работой коллектива. Поощряйте командную работу. Запрашивайте идеи для непрерывного усовершенствования линии. Позволяйте людям самим управлять собственной судьбой. Следите за тем, чтобы команды сосредотачивались на производительности линии. Сделайте так, чтобы в распоряжении команд были простые и доступные процедуры кайдзен, или механизмы непрерывного усовершенствования, для повышения качества продукции или производственных процессов.
- Следите за производительностью линии. Она является показателем успеха. Установите критерии качества работы линии. Отслеживайте и публикуйте их. Размещайте их на линии для наглядного представления нормы дневной выработки и отражения фактического хода производства.
- Следите за качеством промежуточных продуктов. Объясните и продолжайте подчеркивать пользу и важность проверки критериев качества. В конечном итоге цель — выявить и исправить все дефекты, прежде чем продукция попадет на заключительную проверку качества, в последний пункт отбраковки продукции или к потребителю. Проводите выборочные проверки на линиях. Пусть бригадир или менеджер наугад выбирает изделие с конвейера или из *IPK* и удостоверяется, что в этой точ-

ке изделие прошло не большую и не меньшую обработку, чем требуется, и что обработка выполнена правильно. Делайте это часто и у всех на виду!

- Следите за обучением сотрудников. Оно имеет очень важное значение для обеспечения последовательного и регулярного потока продуктов каждый день. Чем лучше сотрудники обучены, тем более они гибкие и тем лучше работает линия.

- Использование методов бережливого производства требует отхода от стиля работы, применявшегося в прошлом. Методы бережливого производства действенны, но они требуют поддержки и сопровождения. Выгоды от внедрения методов бережливого производства будут прямо пропорциональны усилиям, которые менеджеры приложат для того, чтобы эти методы реально работали в цехах. Осуществляя *MBWA*, члены руководящей команды должны обращать внимание на любые нарушения правил бережливого производства (в области проверки качества, командной работы, гибкости и согласованности *IPK*). Вносите коррективы незамедлительно. Попустительство порождает неправильное поведение.

Глава 5

Стратегии канбан

Методы бережливого производства выделяют в продукте два компонента: труд, или объем работы, необходимой для его производства, и комплектующие части. Бережливые производители стремятся сбалансировать объемы работ и физически связать производственные процессы так, чтобы выработка одного процесса непосредственно потреблялась следующим, стоящим ниже по потоку. Затем ресурсы укомплектовываются кадрами для выполнения ежедневных потребностей клиентов таким образом, чтобы спрос удовлетворялся без накопления запасов готовой продукции.

Объем непосредственной работы составляет только половину того, что необходимо для изготовления любого продукта. Для его производства также требуются комплектующие части. Методы бережливого производства рекомендуют использовать канбан-стратегию подачи материалов для обеспечения технологических процессов необходимыми компонентами.

Наиболее распространенная практика применения канбан — двухбункерная система транспортировки материалов. Она используется давно и не является изобретением бережливого производства. Однако, как и многие физические некомпьютеризированные системы, с появлением современных систем *MRP* она впала в немилость. Заслуга в воскрешении и усовершенствовании старых двухбункерных систем принадлежит японским производителям, которые после Второй мировой войны начали использовать их в своих некомпьютеризированных производственных системах.

Когда первый контейнер в двухбункерной системе опустошается в результате потребления его содержимого производством, сам пустой контейнер становится сигналом, указывающим на необходимость его наполнения. В течение времени, требу-

емого для восстановления содержимого контейнера, второй контейнер остается на рабочем месте, продолжая снабжать производство. В тех случаях, когда перемещение контейнера или использование его самого как сигнала было непрактичным, в качестве сигнала о необходимости пополнения запасов применялась карточка.

Если во всем производственном словаре и существует какое-нибудь определение, которое неверно понимали, которым злоупотребляли и которое неправильно использовали, то, несомненно, это «канбан». После его повторного открытия западными производителями в 1970-х и 1980-х годах понятие «двухбункерная система канбан», вероятно, ошибочно использовали чаще, чем любую другую систему.

Термин «канбан» часто применяют к любому методу подачи материалов, в котором просто используются небольшие контейнеры на рабочем месте или карточки для повторного заказа материалов. Он применялся даже для описания самой производственной линии (то есть линии канбан). Подобно тому, как с первых дней наблюдения японского опыта использования этого метода развивалось знание о системах канбан, с течением времени происходила и эволюция правильного применения этого знания.

Сегодняшние подходы к реализации не начинаются с некорректного использования исходных идей системы. Обычно ранее установленные системы канбан модифицируются в результате небольших изменений в течение долгого времени, как правило, для приспособления их к другим системам и методам. В динамичной, быстро развивающейся производственной среде голос защитника системы канбан легко может заглушить новые голоса. В конце концов, разработчики исходной системы канбан переходят к чему-нибудь другому, и часто все, что остается от первоначальной системы канбан, — это сам термин.

Канбан — японское слово, которое обозначает «сообщение», «сигнал» или «карточка». Это методика, используемая для продвижения продуктов и/или вытягивания материалов в бережливом производственном процессе. Существует три основных типа систем канбан, каждый из которых находит определенное применение для достижения конкретной цели. В бережливом производстве канбан могут иметь несколько вариантов в зависимости от применения:

- ► канбан, запускающий предыдущий процесс: четкий и видимый сигнал, который располагается с нисходящей сто-

роны операции, сигнализируя предыдущей операции о том, что необходимо выполнить следующее количество работы за время такта. Канбан, запускающий предыдущий процесс, также сигнализирует оператору о необходимости переключиться на выполнение ждущей работы;

- однокарточный канбан: метод пополнения материальных запасов «две корзины», использующий два контейнера одинаковых размеров. Количество материалов, которое вмещают контейнеры, рассчитывается исходя из времени, требуемого для восстановления запасов. Когда первый контейнер становится пустым, это служит сигналом для его пополнения, в то время как второй контейнер продолжает снабжать пункт потребления;
- многокарточный канбан: метод пополнения материальных запасов, при котором для сигнализации о необходимости пополнения используется несколько раздельных сигналов к перемещению и сигналов к производству. Множественные сигналы обычно используются в смежных производственных процессах или независимых ячейках, где существует необходимость в длительных наладках и перемещениях на большие расстояния, что требует больших затрат времени на пополнение материальных запасов.

Канбан, запускающий предыдущий процесс

Первый тип системы канбан — канбан, запускающий предыдущий процесс (*In-Process Kanban, IPK*). *IPK* используется на производственной линии для подачи сигнала о том, что необходимо изготовить очередную единицу продукции за время такта. *IPK* служит трем целям:

- сглаживанию небольших дисбалансов на бережливой линии;
- поддержанию правильной последовательности производства, соответствующей потребительскому спросу;
- уведомлению оператора о том, что необходимо переключиться на следующее рабочее место, чтобы помочь сбалансировать бережливую линию.

Поскольку люди не машины, достичь идеального баланса для каждого времени такта бережливой линии сложно, если не сказать невозможно. На работу линии в течение дня неизбежно оказывают влияние различия отдельных людей, деталей, продуктов и моделей. Для преодоления небольших дисбалансов, вызывае-

мых этими различиями, на каждом рабочем месте располагается *IPK*, прикрепленный к контейнеру с «работой» для следующего рабочего места таким образом, что он легко виден с рабочего места, стоящего ниже по потоку. *IPK* служит «временной парковкой» для единиц продукции, обработка которых завершается прежде, чем их готово принять следующее рабочее место.

Другое предназначение системы *IPK* — давать сигнал к обработке следующей единицы продукции на самой бережливой линии. Работа не может быть начата, пока следующий ниже по потоку *IPK* не освободится. Эта сигнализация сообщает рабочим цеха, когда необходимо начать работу над следующим продуктом. Продукция вводится в бережливую линию поштучно в определенной последовательности, что помогает обеспечить сбалансированное течение работы через фабрику или выполнить очередность заказов, установленную плановиком.

Поскольку продукты производятся по одной единице за один момент времени, они могут следовать вниз по бережливой линии в той же очередности, в которой были получены заказы клиентов. Плановику нужно только определить порядок изготовления. Оператор на первом рабочем месте бережливой линии, получив сигнал пустого *IPK*, просто начинает производство следующей единицы в том порядке, который установил плановик. Выполнение работы должно соблюдаться в порядке поступления, по принципу «первым пришел — первым ушел» (*First in — First out, FIFO*).

Гибкость, способность операторов легко перемещаться вверх и вниз по линии, является необходимым фактором достижения высокой производительности бережливой линии. Бережливые линии каждый день укомплектовываются персоналом заново, исходя из количества продукции, которую необходимо произвести в данный день. Если объем продукции, направляемый по линии, меньше ее расчетной мощности, норма выработки модифицируется за счет укомплектования бережливой линии только тем количеством операторов, которое необходимо для выпуска дневного объема изделий.

Ежедневное изменение кадрового обеспечения в соответствии с объемом спроса требует намеренной субоптимизации бережливой линии. Если мощность линии проектируется в расчете на то, что 10 операторов на 10 рабочих местах будут производить 100 единиц продукции, однако ежедневные продажи составляют 80 единиц, то бережливое производство требует

укомплектования линии только 8 операторами на 8 рабочих местах. На протяжении рабочего дня любая продукция, которая находится на двух рабочих местах, не обеспеченных кадрами, одно время такта не подвергается обработке. После каждого цикла такта операторам нужно было бы переключаться на необеспеченные персоналом рабочие места и выполнять необходимую обработку простаивающих материалов.

Субоптимизация линии за счет кадрового обеспечения, соответствующего дневной потребности, порождает два явления: (1) создается «дыра» в линии. В примере с 10 рабочими местами и 8 операторами создаются две «дыры». В первый цикл такта две единицы продукции не подвергаются обработке. Этим единицам для завершения обработки требуется дополнительный цикл такта; (2) «дыры» в линиях перемещаются вверх и вниз от одного рабочего места на линии к следующему в течение всего дня. Когда «дыра» достигает последнего рабочего места линии, один цикл такта пропускается и одна единица не покидает линию в качестве готового изделия.

В конце дня 20% мощности остались недоиспользованными в форме пропущенных циклов времени такта, в то время как 80% мощности были использованы для удовлетворения потребности в 8 единицах. Хотя мощность пришлось субоптимизировать, желаемый результат был достигнут. Единственным вопросом в связи с субоптимизацией остается занятость двух человек, не принимающих участие в процессе. На бережливом производстве операторам рекомендуется максимальная гибкость для возможного переназначения на обслуживание других процессов, если в данный день они не требуются на линии.

Чтобы переключение операторов работало, необходимы сигналы *IPK* для размещения единиц незавершенной продукции на выходе каждого рабочего места. Эти незаконченные единицы, или пустые *IPK*, служат сигналами, указывающими операторам, куда и когда им нужно переместиться*.

Однокарточная система канбан

Наиболее распространенным вариантом использования канбан в бережливом производстве, или методом, который чаще всего имеется в виду под понятием «канбан», является двухбункерная

* На самом деле, использование периодически высвобождающихся рабочих — одно из самых больных мест бережливого производства. Решение этой проблемы требует креативного подхода как менеджмента предприятия, так и самих рабочих. — **Прим. научного редактора.**

однокарточная система канбан пополнения материальных запасов. В ней два одинаковых контейнера наполняются одинаковым количеством деталей. Оба контейнера располагаются в одном и том же месте — там, где данный материал используется. Материал применяется в порядке его поступления, и когда первый контейнер опустошается, он служит карточкой, или сигналом, к пополнению материала. Одиночной карточкой называется карточка, прикрепляемая к каждому контейнеру и информирующая складского рабочего о месте пополнения и количестве необходимого материала.

Второй контейнер остается на рабочем месте, позволяя продолжать производство продукции. Его карточка идентична карточке на первом контейнере. Контейнеры пополняются в заранее установленных местах, или точках пополнения. Отдельные детали могут использоваться в разных местах и иметь несколько точек пополнения. Для приобретаемых материалов последней точкой пополнения в конечном итоге окажется местонахождение поставщика.

Во время этого цикла пополнения первого контейнера второй контейнер остается в месте использования материала, предоставляя детали для продолжения производства. С течением времени материал из второго контейнера будет использован. Если размеры контейнеров правильно рассчитаны для необхо-

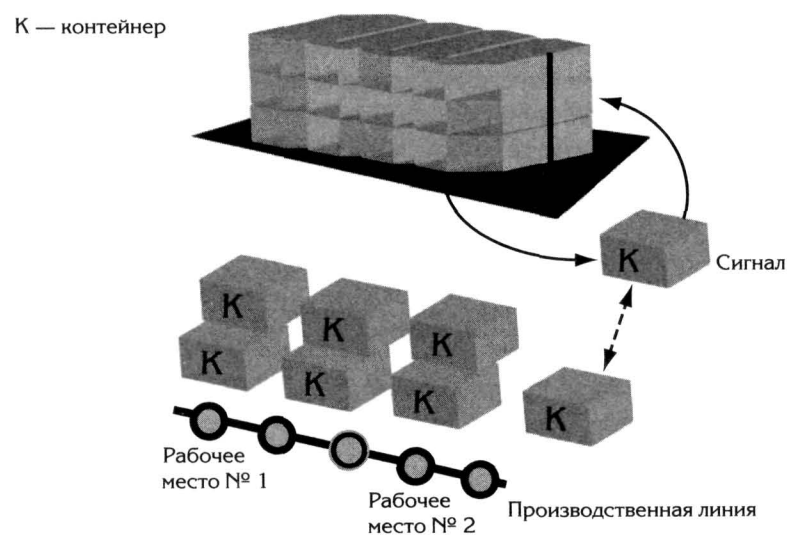


Рисунок 5.1. Цикл пополнения канбан

димого количества запасов, то последняя деталь из второго контейнера будет использована точно в тот момент, когда первый контейнер вернется после пополнения, или до окончания одного дополнительного времени такта (рис. 5.1).

Ключевым элементом любой системы канбан является создание сигнала. По мере использования отдельных деталей и истощения контейнерных запасов должен *создаваться сигнал.* В случае системы «двух корзин» сигналом служит первый пустой контейнер. Этот сигнал требует пополнения запасов данной конкретной детали. Если его не заметят или проигнорируют, то в точке потребления возникает ситуация дефицита

Когда запас деталей в точке их потребления будет исчерпан и появится сигнал, должно быть известно определенное место, в котором может быть пополнен запас этой детали. Деталь впервые используется на том рабочем месте, где она устанавливается в определенный сборочный узел. Это место называется точкой потребления, или точкой использования. Для каждой точки потребления должно быть заранее установленное место, где хранятся и откуда извлекаются детали для пополнения запаса. Это место называется точкой пополнения запасов, или точкой пополнения.

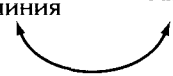
В то время как конкретные операции или рабочие места могут быть определены как отдельные точки использования, присвоение индивидуальных обозначений каждой операции или каждому рабочему месту с их точками пополнения может привести к экспоненциальному разрастанию количества связей вытягивания. Общепринятое название точки потребления в процессе сборки — *линия.* Используя этот общий термин, большинство применяющих систему канбан считают его достаточным в большинстве применений. Такая общепринятая терминология намеренно ограничивает количество последовательностей вытягивания для упрощения их обслуживания и обслуживания цепочек вытягивания.

Между точками потребления и точками пополнения должны быть определены связи. Взаимосвязь точек потребления и пополнения называется *путем вытягивания, кодом вытягивания, последовательностью вытягивания* или *ссылкой вытягивания.* Для каждого номера детали, избранного для включения в систему канбан, должны быть определены отдельные точки потребления и пополнения. И точкам использования, и точкам пополнения запасов необходимо присвоить имена.

Общепринятое условное обозначение точки использования, где деталь в конечном итоге потребляется каким-либо сборочным узлом, — *линия*. Это объясняется тем, что деталь устанавливается в сборочный узел, изготовленный на бережливой линии или для ее нужд. Общепринятой практикой также является давать условное обозначение «линия» любому другому месту, где деталь устанавливается без осуществления какой-либо дополнительной ее обработки (например, фидерному процессу или центру запасных частей).



Номер детали	Точка потребления	Точка пополнения	Частота доставки, ч	Количество канбан	Единица измерения
560919 Коробка	Бережливая линия	*RIP*-1	8	500	штука



Физическая точка пополнения материальных запасов, используемых на производственной линии, должна быть расположена на небольшом расстоянии от нее. Последовательность вытягивания устанавливается для определения мест потребления и пополнения. Эта информация указывается для облегчения задачи складскому рабочему, ответственному за фактическое пополнение запасов. Впоследствии пустые канбан пополняются в местонахождении точек пополнения. В свою очередь, запасы канбан этих точек пополняются или со складов, или непосредственно у поставщика. Если поставщики зарекомендовали себя как надежные и стабильные, материалы могут доставляться непосредственно в точки пополнения, минуя склад. Поставщики как участники цепочки поставок могут получать электронные уведомления (через Интернет) о сигналах канбан на основании использования запасов в цеху в режиме реального времени.

Точка пополнения материальных запасов, используемых на линии, обычно называется *RIP*. *RIP* представляет собой акроним от английского термина *Raw and In-Process Materials* — сырье и полуфабрикаты. *RIP* является первичным местом пополнения, которое служит для хранения материалов, используемых для пополнения запасов деталей на линии. Другой широко используемый термин — «*супермаркет*». Это более образное понятие для описания цикла пополнения материальных запасов, используемых на линии. «Супермаркет» — метафора, основанная на сходстве с простотой пополнения в ближайшем супермарке-

те запасов товаров, повседневно используемых в домашнем хозяйстве. Как и обычному супермаркету, *RIP* (или «супермаркету» системы канбан) требуются разнообразные запасы в непосредственной близости от точки использования в достаточном количестве, чтобы удовлетворить непредвиденный спрос.

Вместо того чтобы держать большие объемы материальных запасов в домашней кладовой (то есть на линии), рачительный хозяин счастлив предоставить местному супермаркету (*RIP*) поддерживать достаточные запасы всего необходимого для приготовления его блюд (продуктов). Когда необходим какой-либо ингредиент, достаточно сходить в ближайший супермаркет, чтобы купить только то, что нужно, как можно ближе к точке потребления. Запас ингредиентов (материалов) удерживается на минимуме, зато находится в достаточной близости, чтобы удовлетворять срочные производственные нужды.

В случае местного супермаркета, чем чаще происходит пополнение запасов, тем выше оборот материалов. То же относится и к производству. Запасы, которые находятся на линии, должны потребляться быстро при очень коротком времени пополнения или высокой скорости оборота, в то время как количество запасов *RIP* должно быть таким, чтобы пополнение происходило менее часто. Для обозначения местонахождения запасов пополнения приемлемы оба термина, однако термин *RIP* наиболее часто используется для обозначения этих запасов.

Не существует твердого правила, устанавливающего количество «супермаркетов», или *RIP*, но на одном заводе нередко их бывает несколько. Требуемое количество «супермаркетов» зависит от общего количества деталей, желаемой скорости пополнения запасов и размеров конкретных производственных мощностей. Как и в случае с обозначениями линии, создание слишком большого числа «супермаркетов» может привести к увеличению количества ссылок вытягивания. Использование нескольких обозначений для «супермаркетов» должно быть тщательно обдуманным, поскольку чрезмерное их количество может привести к уменьшению прибыли на инвестируемое время, необходимое для их обслуживания.

Используя ту же двухбункерную конфигурацию, что и линия, *RIP* содержит запасы однотипных деталей, используемых на рабочих местах линии. Определяемый как точка пополнения для последовательности вытягивания линии *RIP* одновременно является точкой потребления запасов, необходимых для удов-

летворения потребностей линии в материалах. Таким образом, запасы *RIP* являются и точкой потребления, и точкой пополнения. Как и в случае с запасами линии, сигнал к пополнению материальных запасов должен генерироваться, когда опустеет первый контейнер. Пустой контейнер служит сигналом канбан к пополнению запасов. Как и для сигналов канбан линии, для *RIP* должна быть определена точка пополнения.

Пополнение *RIP* может происходить в одной из двух точек пополнения. Первая — это склад, где хранятся приобретаемые у поставщиков материалы. Поставщик доставляет материалы на склад в требуемые сроки в количествах, определенных системой планирования. Установленный срок доставки базируется на прогнозе потребностей для удовлетворения будущего спроса, который разрабатывает система планирования (рис. 5.2).

Другое место пополнения запасов *RIP* — непосредственно поставщик. В эту точку вместо отсылки пустого физического контейнера сигнал, скорее, будет передаваться в электронной форме (например, факс, штрих-код, Интернет или даже телефонный звонок покупателя).

Сегодня, благодаря развитию современных информационных технологий и интернет-коммерции, появляются новые возможности. Установление связи между предприятиями через сеть Интернет, позволяющее им покупать и продавать друг другу товары и услуги, — блестящая идея. Коммуникация в режиме реального времени, устранение посредников, мгновенная обработка заказов, сжатие запасов канбан и другие положительные

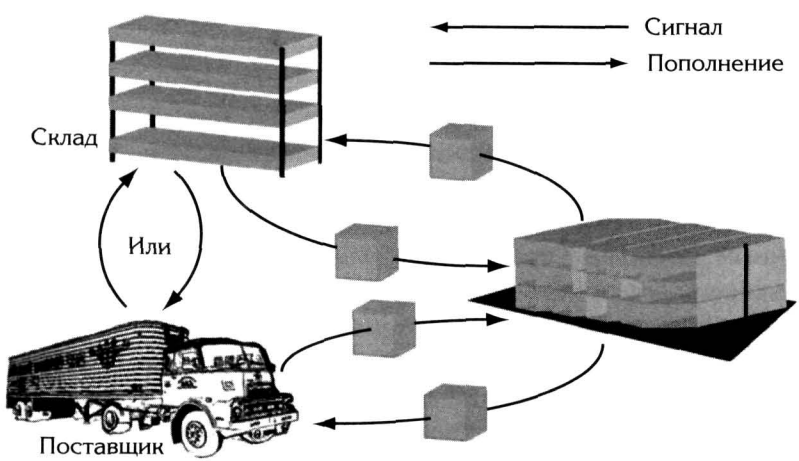


Рисунок 5.2. Точки пополнения сырья и полуфабрикатов (*RIP*)

эффекты предоставляют компании возможность преобразовать устаревшие процедуры и снизить издержки. Система последовательностей вытягивания является ключевым элементом связи с цехом и обеспечивает необходимую платформу для сообщения между цехом и поставщиком посредством электронных канбан.

Поскольку через высокоскоростное Интернет-соединение данные могут передаваться со скоростью света, необходимость в системе обеспечения корректности информации возрастает еще больше. Двухбункерная система канбан предоставляет платформу для точных и информативных Интернет-трансакций между производителями и поставщиками. При наличии сбалансированных и связанных между собой технологических процессов, позволяющих обрабатывать продукты по одной единице за один раз за их действительное время производственного цикла, канбан-системы будут генерировать сигналы о необходимости пополнения материальных запасов только исходя из реального потребления, а не на основе прогнозов. Интернет-трансакции теперь могут состоять из цепочек вытягивания, которые при помощи электронной связи простираются за пределы четырех стен производственного помещения, соединяя клиента с производством и производство с поставщиком.

Что может стать основой для электронных трансакций при отсутствии такой платформы? Будет ли это протокол *MRP* о выполненных действиях, отправленный со скоростью света лишь для того, чтобы быть повторно переданным при следующей итерации *MRP*? Сколько циклов изменения дат и количеств, передаваемых со скоростью света, вытерпит поставщик, прежде чем заявит об окончании своего участия в вашем электронном эксперименте?

В идеале предпочтительная точка пополнения запасов *RIP* — непосредственно поставщик. Однако для большинства производителей наиболее популярной точкой пополнения остается склад. Главная причина этого — недостаточная уверенность в надежности поставщика, в его способности своевременно поставлять продукты стабильно хорошего качества. Риск остановки производственной линии из-за недостатка приобретаемых материалов слишком велик, чтобы позволить себе полагаться на поставщика! Подобные опасения — основная причина накопления запасов «на всякий случай».

На самом деле несправедливо сомневаться в надежности и стабильности всех поставщиков. Поборов эти страхи, можно

в значительной мере сократить количество приобретаемых материалов, хранящихся на складе, или вообще избавиться от них. Разработка критериев надежности и стабильности для поставщика, благодаря которым материалы смогут поставляться непосредственно в *RIP*, минуя склад, — это наилучшее оправдание программы аттестации поставщиков.

Время пополнения

После определения точек потребления и пополнения следует выявить время, необходимое для физического пополнения. Время пополнения — это время, которое требуется для извлечения сигнального контейнера, его транспортировки в точку пополнения, заполнения контейнера материалами и возвращения на предназначенное для него место, в точку потребления. От времени этого цикла пополнения зависит количество запасов, которые должны оставаться во втором контейнере для продолжения производства на линии во время наполнения первого контейнера.

Поскольку время пополнения используется для определения количества материальных запасов в контейнерах, оно является решающим элементом при определении необходимых капитальных вложений в материально-производственные запасы и коэффициента оборачиваемости запасов в цеху.

Количество материала в каждом контейнере в каждой точке потребления рассчитывается следующим образом:

$$\frac{\text{дневная потребность} \times \text{время пополнения}}{\text{емкость упаковки}} = \text{количество материала в контейнере,}$$

где

дневная потребность — средняя величина дневной потребности в данном компоненте. Дневную потребность можно определить, выявив потребность во всех базовых изделиях, в которых используется данный компонент, и умножив ее на необходимое количество, установленное в перечне материалов (*BOM*): [потребность × (количество в *BOM*)]. Этот расчет является продуктом процесса взрыва из системы MRP, используемого для определения потребности в деталях. Канбан не рассматривает временное распределение, применяемое системой *MRP*;

время пополнения — время, необходимое для извлечения сигнального контейнера, его транспортировки в точку по-

полнения, заполнения контейнера материалами и его возвращения на предназначенное для него место, в точку потребления. Время пополнения обычно выражается в днях или процентах дней (например, 50% — полдня на пополнение материала, то есть пополнение требуется два раза в день). Если дневная потребность равняется 100, а время пополнения составляет 0,5, то количество материала в контейнере будет равно 50 штукам;

емкость упаковки — некоторые материалы могут поставляться в упаковках (например, металлические крепежные изделия, маленькие детали, разборные элементы и хрупкие предметы). С этими компонентами обычно неудобно обращаться по отдельности, поскольку они поставляются уже расфасованными по упаковкам в определенном количестве. Формула канбан используется для вычисления количества упаковок, необходимых для продолжения производства во время пополнения. Если емкость упаковки не указана, по умолчанию она принимается за 1. Емкость упаковок обычно можно узнать в *RIP* и точках пополнения запасов.

При первом внедрении системы канбан может возникнуть соблазн сжать время пополнения до минимума, чтобы повысить оборачиваемость материалов и сократить вложения в материально-производственные запасы. Однако эта стратегия имеет свои издержки. Повышение скорости оборота материалов означает увеличение расходов на транспортировку и погрузочно-разгрузочные работы, количества складских рабочих, большее число перемещений и более интенсивное движение в производственных помещениях. Поэтому необходимо принять компромиссное решение, уравновешивающее вложения в материальные запасы и расходы на транспортировку материалов и погрузочно-разгрузочные работы. В результате будет достигнут оптимальный баланс между вложениями при нужном числе повторений процесса пополнения.

Общепринятый способ оптимизации вложений в материально-производственные запасы — пересмотр величины дневной потребности, используемой для расчета канбан. Вспомним, что величина дневной потребности должна быть установлена для вычисления времени такта и определения количества производственных ресурсов, необходимых для удовлетворения этой потребности. Поскольку бережливые линии проектируются на удовлетворение будущего спроса, их мощность устанавливается в расчете на объем выпуска, превышающий текущий спрос.

Предполагаемый при проектировании рост потребности может быть весьма значительным, составляя до 50% объема текущего спроса. При эксплуатации бережливой линии колебания дневного объема продаж могут сглаживаться путем субоптимизации выработки за счет сокращения кадрового обеспечения линии. В уже внедренном канбан отсутствует механизм, позволяющий сглаживать дневные колебания спроса. Сигналы создаются, когда контейнеры становятся пустыми. Если количество материала в контейнере канбан рассчитано на основании величины дневной потребности, которая основывается на прогнозе значительных объемов продаж, сигнал к пополнению может появляться через слишком длительные промежутки времени. Количество материально-производственных запасов будет слишком большим, а их оборачиваемость меньше ожидаемой.

Система канбан может быть введена в эксплуатацию за несколько лет до достижения намеченных объемов продаж, в расчете на которые проектировались производственные мощности фабрики. Для приведения линейного роста в соответствие с требуемым объемом величина дневной потребности, используемая для вычисления канбан, может и должна модифицироваться, чтобы отражать объемы продаж на момент внедрения системы. Поэтому если бережливая линия спроектирована на будущий объем 150 единиц, а объемы продаж в настоящее время составляют 100 единиц, то контейнеры канбан должны вмещать 100 единиц. Если они будут вмещать 150 единиц, то цикл пополнения увеличится на 50% и материалы будут оставаться в запасе на 50% дольше.

Комбинации связанных между собой последовательностей вытягивания называются *цепочками вытягивания*. Цепочка вытягивания должна быть установлена для каждого компонента, используемого в системе канбан. Она описывает всю последовательность связей между точками потребления и пополнения для каждого компонента, используемого в системе канбан. Для каждой последовательности вытягивания в цепочке вытягивания также должно быть определено время пополнения.

Точка потребления	1 день	Точка пополнения	3 дня	Точка пополнения	10 дней	Точка пополнения
Бережливая линия	→	*RIP*-1	→	Центральный склад	→	Поставщик

Цепочка вытягивания также играет важную роль в определении количества материально-производственных запасов, кото-

рые будут находиться в системе канбан. Поскольку количество запасов определяется на основе установленного времени пополнения, вложения в материально-производственные запасы могут регулироваться путем управления временем пополнения между последовательностями вытягивания.

Внедрение и повседневная эксплуатация двухбункерной однокарточной канбан-системы

Когда решения о цепочках вытягивания и вложениях в материально-производственные запасы приняты, наступает время наполнить контейнеры, продумать способы подачи материалов и начать эксплуатацию системы. Первоначальное внедрение системы канбан может потребовать больших затрат труда. Многие компании недооценивают время и физическую работу, необходимую для установки системы и ее ввода в эксплуатацию. Система на основе простой цепочки вытягивания «линия — *RIP* — склад» нуждается, по меньшей мере, в четырех контейнерах, которые нужно будет наполнять, маркировать и подавать в точки потребления и пополнения запасов.

Умножьте это на количество компонентов в системе канбан и добавьте время, требуемое для реализации большого проекта. Однако по завершении первоначального внедрения повседневная работа по обслуживанию системы будет сводиться к изменениям номенклатуры/объема и техническим доработкам. Для успешного внедрения системы канбан необходимо заручиться поддержкой как можно большего числа людей, чтобы обеспечить завершение построения этой системы до начала эксплуатации бережливой линии с действующей двухбункерной канбан-системой пополнения материальных запасов.

Задание размеров контейнеров в соответствии с вычисленным количеством запасов канбан

Для обеспечения рациональности вложений в материальные запасы очень важно, чтобы физический канбан-контейнер соответствовал вычисленному количеству запасов канбан. Людям свойственно использовать то пространство, которое имеется у них в распоряжении. Это подтверждают подвалы, чердаки, гаражи и кладовки большинства людей. Решение о том, оставить что-либо или выбросить, часто принимается в зависимости от имеющегося места для хранения. С приходом на работу операторы приносят с собой эту тенденцию.

Если канбан-контейнер имеет большие размеры, чем необходимо для хранения вычисленного количества запасов, то скорее его заполнят полностью, чем заменят контейнером, более подходящим для требуемого количества запасов канбан. Контейнеры избыточного размера приводят к инфляции вложений в материально-производственные запасы. Часто появляется соблазн избежать затрат на покупку подходящих контейнеров, используя уже имеющиеся. Если при определении размеров имеющихся контейнеров не учитывалось вычисленное количество запасов канбан, то в долгосрочной перспективе эта попытка сэкономить может оказаться более дорогостоящей.

При первоначальном внедрении системы канбан обязательно нужно помнить об определении канбан как сигнала. При достижении вычисленного количества канбан должен подаваться сигнал. Этот сигнал может принимать различные формы в зависимости от характера контейнера. Если материалы слишком большие и не могут быть помещены в контейнер, то необходимо принять решение о том, каким образом будет генерироваться сигнал при достижении вычисленного количества канбан и невозможности использовать в качестве сигнала пустой контейнер. При обсуждении альтернатив канбан-контейнерам термин «контейнер» употребляется образно.

Многообразие вариантов этого сигнала ограничено лишь воображением, требуемым для его создания. В качестве канбан может служить карточка, вставляемая в штабель материалов на половине его высоты. Им может быть обозначенное краской на полу место для двух поддонов (когда один из поддонов использован и убран, пустое место становится сигналом канбан) Или наклонный роликовый стеллаж, вмещающий два контейнера, в котором место для второго контейнера окрашено в качестве сигнала. Сигналом канбан может быть смотровое стекло бункера на уровне половины его объема. Главное — создание сигнала.

Для более мелких компонентов, которые занимают меньший объем, чем самый маленький доступный для приобретения контейнер, может использоваться один контейнер, разделенный пополам перегородкой. Когда передняя половина контейнера будет заполнена, перегородку можно удалить и использовать в качестве сигнала канбан. Заднюю половину контейнера можно пересыпать вперед для использования в качестве второго контейнера. Независимо от того, какое решение вы придумаете, главным элементом системы канбан остается создание сигнала

в тот момент, когда будет достигнуто вычисленное количество запасов канбан. Остающиеся запасы (второй контейнер) должны быть достаточными для продолжения производства до завершения процедуры пополнения.

Цвет контейнеров канбан не имеет значения, это вопрос эстетики и личного вкуса. Для наглядного воплощения порядка и дисциплины системы канбан бережливые производители могут предпочесть использование единого для всех канбан цвета. Некоторые производители, применяющие систему канбан, употребляют определенные цвета для определенных категорий компонентов или последовательностей вытягивания. Это требует чрезвычайно высокой дисциплины, иначе при первой же замене определенного контейнера контейнером другого цвета вся система цветового кодирования будет нарушена.

Помните, что речь идет о системе бережливого производства, которое подразумевает устранение не добавляющей ценности работы. Оправданы ли затраты времени и усилий, необходимые для поддержания системы цветового кодирования канбан? Чувствуют ли клиенты, что цветовое кодирование контейнеров канбан добавляет ценность в продукт, который они у вас покупают?

Маркировка контейнеров

Как и сама бережливая линия, система канбан базируется на той основной предпосылке, что системы не создаются под определенных людей. Карьеры операторов и складских рабочих, обслуживающих систему канбан, могут быть изменчивыми. Людей повышают в должности, они меняют работу и уходят на пенсию. Если система канбан не будет достаточно прочной, ее успешная работа будет зависеть от того человека, который последним ее обслуживал.

Системы создаются для решения задач и удовлетворения нужд организации. Операторы, эксплуатирующие систему, должны выполнять установленные ею правила и процедуры. В случае бережливого производства процесс принятия решений для достижения желаемых результатов завершается до начала эксплуатации системы.

Свобода действий для усовершенствования и исправления недостатков системы должна оставаться, но даже этот процесс обязан иметь структуру. Необходимо предусмотреть процесс, подобный кайдзен, для сбора и внедрения хороших идей, которые могут появляться у операторов и складских рабочих. Пер-

сонал, обслуживающий систему канбан, не должен принимать меры к изменению системы в одностороннем порядке, на основании своей собственной интерпретации. Если это допустить, то система канбан атрофируется в неформальную систему транспортировки материалов, в которой методов будет столько же, сколько складских рабочих. В отличие от поддержания системы цветового кодирования контейнеров, поддержание дисциплины в эксплуатации системы канбан добавляет в ваш продукт значительную ценность.

Помимо обучения, главным способом ежедневного, ежечасного сообщения складским рабочим параметров системы канбан является маркировка конкретных контейнеров. Существует пять важных элементов информации, которые должны размещаться на ярлыке контейнера канбан для сообщения заложенных в системе параметров: номер компонента, описание, точка потребления, точка пополнения и количество в контейнере (рис. 5.3). К факультативной информации, которую часто помещают на ярлык канбан, относятся штрих-код, производственная ячейка, необходимость применения какого-либо штампа для обработки или описание набора компонентов для проведения переналадки оборудования при обработке данной детали.

Если операторы и складские рабочие следят за достоверностью элементов, указанных на ярлыках, то желаемая стратегия вложений в материально-производственные запасы реализована, перечень материалов (*BOM*) и записи главной спецификации поддерживаются в порядке и потребности клиентов удовлетворены.

Если компоненты канбан маленькие и недорогие (например, металлические крепежные детали: болты, шайбы, гайки и т. д.),



Рисунок 5.3. Бирка на канбан-контейнере с пятью элементами важной информации

то можно использовать метод быстрого счета. Вместо того чтобы кропотливо подсчитывать каждую единицу, данный метод предусматривает использование таких единиц измерения, как горсть или совок. Еще один вариант, подсказываемый здравым смыслом, — провести линию по внутреннему периметру контейнера канбан и использовать быстрый счет «заполнить до линии». Количества запасов канбан и емкости контейнеров должны иметь практический смысл, повышать эффективность действий складских рабочих, добавляющих ценность. Однако и эти решения не должны приниматься складским рабочим в одностороннем порядке. Решения об изменении количества канбан должны приниматься менеджером системы канбан.

Анализ подачи материала

Система канбан функционирует в соответствии с теорией разделения труда. Это значит, что производственные операторы наилучшим образом используются для изготовления продукции на бережливой линии. Складские рабочие — для пополнения контейнеров канбан, обслуживания систем канбан и поддержания материально-производственных запасов. Поэтому пополнение запасов и транспортировка материалов относятся к компетенции профессионального складского персонала. В системе канбан производственным операторам не позволяется «охотиться» за деталями. Поиск деталей для сборки — главный фактор потери продуктивности производственными операторами.

Пополнение деталей канбан, необходимых для производственных операций, лучше всего работает тогда, когда оператору не нужно отвлекаться от выполнения заданий на рабочем месте бережливой линии. Поэтому должна существовать методика, позволяющая: (1) уведомлять складского рабочего о том, что контейнер пуст и его необходимо пополнить, и (2) сообщать складскому рабочему, где необходимо физически поместить пополненный контейнер после его возвращения на линию.

Существует два способа уведомления складского рабочего о необходимости пополнения материала. Первый — это система трех лампочек. Она состоит из трех лампочек разного цвета, которые устанавливаются рядом друг с другом. Обычно используются красный, желтый и зеленый цвета. Лампочки размещаются высоко в воздухе, их выключатели всех цветов находятся на уровне роста оператора. Высокое размещение лампочек необходимо, чтобы складской рабочий мог их хорошо видеть

с любого места производственного помещения. Лампочки расположены через равномерные промежутки недалеко от производственной линии, где операторы могут быстро и просто оставлять пустые канбан-контейнеры, запасы которых были потреблены.

Если все контейнеры канбан полны, то гореть будут все зеленые лампочки, указывая на полную обеспеченность запасами. Когда контейнер канбан опустошается, оператор должен переместить пустой контейнер к месту сбора рядом с лампочками. При этом оператор переключает свет с зеленого на желтый. Желтый свет сообщает складскому рабочему, что в этом месте необходимо пополнение материалов. У складского рабочего после этого есть время частоты снабжения, чтобы забрать контейнер, пополнить его и вернуть в точку потребления. Если материал во втором контейнере в точке потребления расходуется до возвращения пополненного контейнера, возникает ситуация дефицита.

Когда случается такая ситуация и оператор не может продолжать производство продукции, желтый свет переключается на красный. Если материал не будет пополнен до окончания следующего времени такта, то выше этой точки на бережливой линии работа остановится, и работа ниже по потоку от этого рабочего места будет иссякать. Ситуация, когда горит красный свет, требует немедленного вмешательства для ее разрешения. Производители часто устанавливают дополнительные красные лампочки в кабинетах менеджера производства или инженера-технолога, чтобы обеспечить немедленное внимание к ситуации дефицита. Производители могут также расширить использование красного света для сигнализации о других производственных проблемах, помимо ситуаций дефицита материальных запасов.

Другой популярный метод — система «разноски молока». Создание сигналов и перемещение контейнеров в центральную точку сбора поблизости от бережливой линии происходит таким же образом. Разница заключается в отсутствии системы трех лампочек. Складскому рабочему просто задается маршрут, по которому он регулярно проходит в течение дня. Пустые контейнеры забирают, возвращают в точку пополнения, наполняют и возвращают на рабочее место, после чего забирают новые пустые контейнеры для повторения цикла.

Бережливые линии с большим объемом производства чаще используют систему трех лампочек, в то время как линии с мень-

шим объемом производства обычно предпочитают систему «разноски молока». Так или иначе, обе системы работают.

Размещение материалов канбан на рабочем месте бережливой линии должно обеспечивать простоту их использования производственным оператором. Это требование не доставляет проблемы, если применяются хорошие методики пополнения материала. Следует избегать помех в работе оператора. Материалы должны подаваться с обратной стороны рабочего места. Наилучшее решение — наклонные проходные стеллажи, приспособленные для подачи материалов оператору. Подача материалов с обратной стороны требует маркировки контейнера дополнительным ярлыком на его задней стороне.

Располагая контейнеры канбан на рабочем месте, всегда учитывайте эргономику оператора. Размещайте контейнеры канбан на расстоянии вытянутой руки напротив оператора, чтобы последнему не нужно было поворачиваться за материалом из стороны в сторону или на 180 градусов. Учитывайте средний рост операторов. (На одном рабочем месте бережливой линии в любой день могут работать разные операторы.) Учитывайте время такта линии и влияние времени и физического утомления на оператора, который столько раз в день повторяет одинаковые движения. Размещение материалов канбан — крайне важный элемент планировки бережливого рабочего места.

Там, где это возможно, предпочтение отдается вертикальной укладке контейнеров друг на друга. Рядом стоящие контейнеры искушают оператора пользоваться ими обоими сразу. К сожалению, если это случится, то оба контейнера опустеют одновременно, что может вызвать остановку линии до тех пор, пока не произойдет пополнение. Если размещение контейнеров рядом — единственно возможный вариант, то на одном из контейнеров следует поместить указатель, напоминающий оператору о том, какой контейнер нужно использовать сначала.

Материалы следует размещать как можно ближе к оператору, но без ущерба безопасности или свободе передвижения. Это сократит время пополнения материалов складским рабочим. *RIP* должны располагаться как можно ближе к бережливой линии. В системе бережливого производства любые перемещения и работа по наладке считаются действиями, не добавляющими ценности.

Некоторые из этих решений, помимо оригинальных стеллажей, контейнеров и полок, требуют творческого мышления. По-

заботьтесь о том, чтобы складские рабочие и операторы были включены в мероприятия кайдзен по усовершенствованию бережливой линии.

Прохождение компонентов однократного использования через систему канбан

Планирование производства на бережливом предприятии значительно упрощается тем, что поток работы направляется через фабрику самой ее планировкой и сигнализацией канбан. Планирование производства выполняется путем выстраивания последовательности операций бережливой линии, в которой первая операция располагается на уровне завершенной продукции. Сборочные узлы производятся в фидерных процессах, работа которых запускается сигналами по методу *IPK*. Продукция фидерного процесса непосредственно потребляется идущим ниже по потоку процессом, а последующее производство начинается по сигналу *IPK*.

Поскольку продукты выпускаются по одной единице за один раз, они могут следовать вниз по бережливой линии и фидерным процессам в том же порядке, в каком поступили заказы клиентов. Благодаря этому эффекту шестеренки, при котором все рабочие места завершают свои рабочие задания и переходят к выполнению следующих в одно и то же время, плановику остается только определить порядок производства. Используя методологию сигнализации *IPK* («первым пришел — первым ушел»), оператор на первом рабочем месте бережливой линии начинает обработку следующей единицы продукции в том порядке, который выбрал плановик. Это относится также к первой операции в любом фидерном процессе. Чтобы начать производство, операторы должны знать, какой сборочный узел следующий в последовательности. В конце фидерного процесса, когда сборочный узел завершен, он сразу потребляется той конкретной моделью, для которой этот сборочный узел требуется.

В особых случаях, таких как изготовление изделия по специальному заказу, может возникнуть необходимость в сопровождении продукта документом, описывающим конструкцию изделия согласно заказу. Эта карта отклонения от серийной конфигурации сопровождает изделие в течение его продвижения вниз по бережливой линии. Она указывает операторам, какие компоненты необходимо установить для создания особенной конструкции изделия.

В случае стандартных компонентов, включенных в систему канбан, даже процесс предварительной сборки изделия по специальному заказу остается простым. Компоненты, указанные в карте отклонения от серийной конфигурации, потребляются непосредственно продуктом, и по мере необходимости выполняется обычный цикл пополнения канбан. Для производства продуктов, требующих компонентов однократного использования, нужны дополнительные затраты времени на управление материалами и их транспортировку. При применении канбан-процедур однократного использования, определенных системой канбан для продуктов, которые требуются редко и в малых количествах, специальные компоненты вытягиваются в процесс производства только после получения реального заказа клиента.

Исходя из фактического спроса, складских рабочих ежедневно нужно уведомлять о том, какие специальные компоненты необходимы и в какой точке потребления они будут использованы. Эта информация может сообщаться посредством набора карточек на доске последовательности или в табличном представлении. Необходимые материалы затем должны помещаться на рабочем месте в специально обозначенном секторе, чтобы оператор легко мог установить эти компоненты, когда карта отклонения от серийной конфигурации достигнет его рабочего места.

При проектировании двухбункерной канбан-системы пополнения материалов для рационализации выбора компонентов, включаемых в систему канбан, применялось правило Парето 80/20. Обычно бывает так, что наибольших затрат времени менеджмента требует управление компонентами однократного использования и определение порядка их следования. Затраты времени на управление этими компонентами составляют обратную величину по отношению к рационализации при выборе исходных компонентов системы канбан: 80% времени, затрачиваемого на управление, расходуется на 20% общей номенклатуры комплектующих. Эти самые 20% объема представляют собой 80% всех компонентов разового использования.

Очевидным решением этой дилеммы является стандартизация номенклатуры продуктов, ограничение конфигурации несколькими легко выполнимыми вариантами и устранение всех компонентов однократного использования. Когда номенклатура продукции компании по-настоящему приблизится к статусу линии товаров массового спроса*, это может оказаться возможным.

* Другими словами, найдутся решения по унификации штучных изделий. — **Прим. научного редактора.**

К сожалению, для большинства производителей этот сценарий, вероятно, никогда не осуществится. Отделы сбыта многих компаний просто не хотят поступиться даже самой маленькой частью продаж ради стандартизации. Отделы сбыта воспринимают способность предлагать максимальную конфигурацию продуктов как важное конкурентное преимущество.

Таким образом, специалисты по планированию снабжения должны быть готовы ежедневно расходовать надлежащее время на управление этими специальными заказами клиентов и необходимыми для них компонентами однократного использования. Та часть времени управленцев, которая не расходуется на определение порядка последовательности и обеспечение снабжения компонентами однократного использования, должна посвящаться увеличению количества компонентов, включенных в стандартную систему канбан.

В конечном итоге выбор наилучшей стратегии для компании становится вопросом компромисса. Если продукты, в значительной степени конфигурируемые по желанию клиента, будут предлагаться по той же цене и на тех же условиях доставки, что и более стандартные продукты, производимые в большем объеме, то необходимо осознавать цену такой политики. Политика «любые продукты любым клиентам в любое время» предполагает неизбежность дополнительных затрат на снабжение единичными компонентами, нужными для выполнения этого обещания. Если компания готова нести эти материальные издержки, при этом достигая своих целей по доле рынка и норме прибыли, то эта политика, возможно, самая лучшая.

Оптимальная политика обработки заказов, как правило, находится где-то посередине. Система канбан представляет собой отличный инструмент для принятия этих решений в области ценовой политики и стратегии обслуживания. Исходная система канбан стартовала с сочетания 80/20. Какова будет стоимость сочетания 85/15, 90/10 или 95/5? Стоимость увеличения доли компонентов, включенных в систему канбан, необходимого для достижения этих целей по исполнению заказов, легко можно вычислить. После определения стоимости каждого из разных вариантов политики исполнения заказов можно выбрать тот, который наилучшим образом подходит для достижения намеченных объемов продаж или целей по проникновению на рынок.

Для клиентов, которые продолжают требовать компоненты однократного использования для своих особенных конфи-

гураций, должна быть установлена альтернативная политика выполнения заказов с учетом времени, необходимого для получения специальных компонентов от поставщика, и любых дополнительных транспортных затрат, связанных с обработкой заказа. Все обязательства, предполагающие такую же цену и условия поставки, что и для стандартных изделий, не только приводят к хаосу на производстве и в отношениях с поставщиками, но и в конечном итоге несправедливы по отношению к клиентам.

Многокарточная система канбан

Разновидностью однокарточной системы канбан является многокарточная система. Она представляет собой метод, использующий множественные отдельные сигналы (карточки перемещения и производства) для трансляции сигнала к пополнению. Множественные сигналы обычно используются в смежных производственных процессах или в независимых ячейках, там, где имеют место длительные наладки оборудования и большие расстояния, которые увеличивают время пополнения. Чаще всего многокарточные системы применяются в литейных и прочих «грязных» производствах, расположенных, как правило, вдали от основного производства. Вместо одной карточки или контейнера, служащих в качестве сигнала, в многокарточной системе карточки собираются до тех пор, пока не наберется заранее определенное их количество. Оно и служит сигналом, например, для наладки станка и пополнения необходимого количества материалов.

Контейнеров нужно несколько, когда количество пополняемых материалов слишком велико, чтобы поместиться в один контейнер. Если контейнер с компонентами в результате потребления его содержимого опустошается и при этом емкости контейнера недостаточно для того, чтобы вместить количество пополнения, применяется метод накопления группы частичных сигналов от нескольких пустых контейнеров.

Поскольку до фактического начала пополнения должно накопиться некоторое количество частичных сигналов, многокарточная система канбан требует установления точки сбора. Наилучшим местом для точки сбора частичных сигналов является станок, или производственная ячейка, с которого начинается производство. Для накопления этих сигналов используют доску последовательности ожидание — работа.

Для работы оператора станка на производстве ежедневно должны приниматься два крайне важных решения: (1) какие детали производить и (2) в каком количестве. Огромное преимущество любой системы канбан заключается в ее способности давать ответы на оба этих существенных вопроса. Получение сигнала канбан сообщает о необходимости пополнения запасов некоторой детали. В однокарточной системе установить приоритет пополнения просто: оно производится в порядке получения сигнала (то есть по принципу *FIFO*). Если машина или группа машин обрабатывают разнообразные компоненты и в течение дня поступают множественные сигналы канбан, то для правильного установления приоритетов требуется система. Многокарточная система использует доску последовательности ожидание — работа, с помощью которой определяется, что нужно выпускать, и на основании потребления устанавливается порядок производства.

Многокарточная система похожа на однокарточную в том, что, когда контейнер в точке потребления становится пустым, должен создаваться сигнал. В отличие от однокарточной системы, многокарточная не использует пустой контейнер в качестве сигнала к пополнению. В многокарточной системе контейнеры сами по себе не несут смысловой нагрузки. Вместо этого к контейнеру прикрепляется карточка, которую удаляют после использования материала. Карточка просто возвращается на производственную площадку, где она будет использована для любого пополнения. Карточка, удаленная с контейнера, инициирует сигнал канбан. Она называется *карточкой перемещения*, потому что инициирует перемещение предназначенных для пополнения материалов в точку потребления.

Материал для пополнения хранится в отдельном месте, похожем на *RIP* в однокарточной системе. В отличие от *RIP* число хранящихся там контейнеров для пополнения определяется путем вычисления количества, необходимого для компенсации времени на наладку и времени обработки других компонентов, над которыми ведется работа на этом производственном станке, или ячейке. К каждому контейнеру в месте хранения прикрепляется вторая карточка. Эта карточка называется *карточкой производства* (рис. 5.4).

Когда новый контейнер, наполненный компонентами, вытягивается в точку потребления, карточка производства уда-

ляется с него и заменяется карточкой перемещения. Карточка перемещения используется повторно и прикрепляется к новому полному контейнеру каждый раз, когда контейнер вытягивается в точку потребления. После того как карточка производства удаляется с контейнера, она отправляется в свою точку пополнения. Карточки производства, отправленные в точку пополнения, накапливаются на доске последовательности ожидание — работа.

Помимо номера компонента и описания материала, карточка выпуска несет дополнительный элемент информации. На ней указывается, сколько карточек необходимо собрать для создания сигнала, разрешающего начать наладку и обработку на общем производстве или в производственной ячейке. Это записывается как «1 из *X* карточек». Одна карточка производства, удаленная с контейнера пополнения, представляет собой одну из заранее определенного числа карточек, которые в сумме санкционируют начало выпуска новых компонентов. Все карточки должны накапливаться на доске последовательности ожидание — работа, прежде чем начнется пополнение.

Доска ожидание — работа представляет собой простую доску, которая вертикально разделена посередине на две равные части. Сверху на одной половине доски написано слово «ожидание», на другой — «работа». На каждой половине доски размеща-

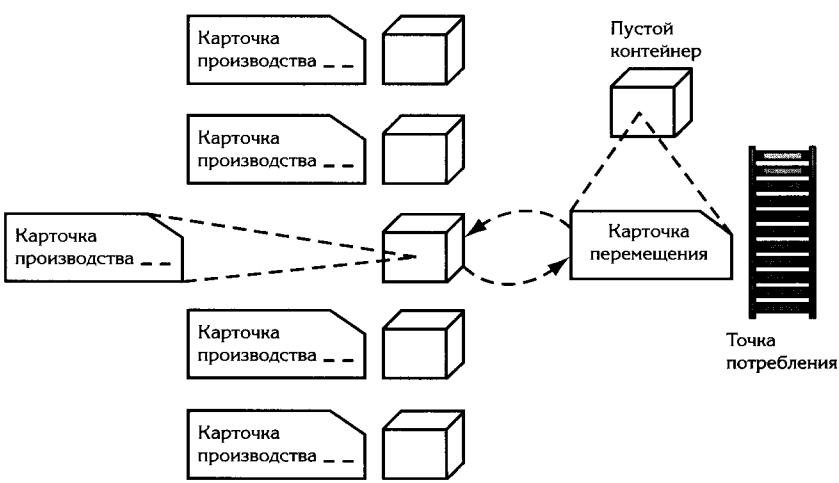


Рисунок 5.4. Многокарточная система с использованием карточек перемещения и производства

ются колышки, зажимы или крючки для карточек производства, вернувшихся из места пополнения материальных запасов в точках потребления. На стороне «ожидание» вернувшиеся карточки производства собираются на любой шпильке, зажиме или крючке по номерам компонентов. Карточки накапливаются, пока не будет получено заранее определенное для данного номера компонента число карточек (рис. 5.5).

После того как все карточки производства были собраны, их комплект перемещается на рабочую половину доски последовательности. При этом их произвольное размещение уже не допускается. Шпильки, зажимы или крючки на рабочей половине пронумерованы слева направо, сверху вниз, и наборы карточек производства размещаются на рабочей стороне доски последовательно. Карточки должны размещаться в порядке их поступления, чтобы компоненты выпускались в той же последовательности, в которой они были использованы в точке потребления.

Применение дисциплины канбан на общем производстве или в производственной ячейке автоматически устанавливает правильный порядок выпуска, пока номер компонента и требуемое количество определяются карточками производства. Это разрешает ежедневную дилемму — что, сколько и в каком порядке производить. От оператора станка не требуется дополнительной интерпретации.

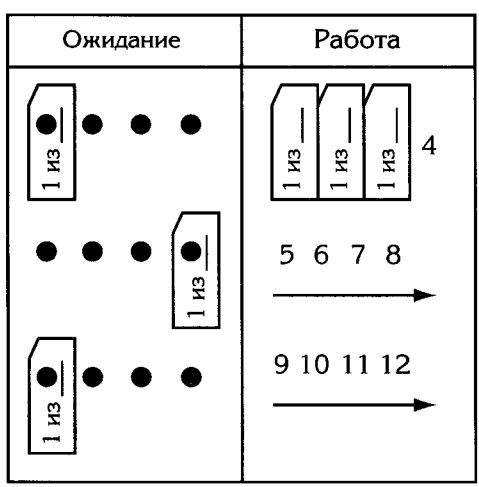


Рисунок 5.5. Доска ожидание — работа

Определение количества канбан и числа карточек для запуска процедур перемещения и производства

Число карточек, необходимых для создания сигнала к производству в многокарточной системе, должно вычисляться с использованием дополнительных переменных: желаемое количество дней пополнения материалов плюс предполагаемое количество дней ожидания на доске ожидание — работа. Эти дополнительные дни должны включать время транспортировки, требуемое для пополнения запасов точки потребления, прежде чем возникнет дефицит материала. (Формула похожа на ту, которая использовалась для вычисления количества однокарточных канбан.)

Общее количество затем делится на количество в контейнере. В результате получается количество контейнеров и количество карточек производства.

$$\frac{\text{Дневная потребность} \times \text{время пополнения}}{\text{количество в контейнере}} = \text{число контейнеров и карточек}$$

Хоть эта формула и проста, получение окончательного ответа может осложняться при включении в расчет всех компонентов, которые проходят через станок или производственную ячейку. Для оценки общей загрузки станка или модуля станка необходимо произвести дополнительные вычисления. Если загрузка начинает превышать ±85%, время пополнения может потребовать изменений.

Рекомендуется оценивать загрузку оборудования раз в месяц. К факторам, необходимым для этого, относятся:

- число станков;
- время обработки одной единицы продукции;
- количество рабочих дней в месяце;
- количество рабочих минут в смене;
- число смен в день;
- время наладки;
- время профилактического технического обслуживания и время простоя.

Для определения количества канбан должно быть известно время обработки одной единицы продукции. Чтобы определить машинное время, требуемое для производства желаемого количества канбан, необходимо вычислить и сложить общие

количества канбан для каждого компонента. Вычитание этого необходимого машинного времени из всего имеющегося в распоряжении дает время, отмеренное на выполнение наладок. Деление этого времени на время, необходимое для осуществления одной наладки, дает допустимое число наладок в месяц. Общее количество компонентов канбан, подвергающихся обработке, не должно превышать допустимое число наладок.

Исходя из загрузки на общем производстве или в производственной ячейке, определение идеального количества канбан может потребовать подгонки под модель загрузки, разработанную для станка или производственной ячейки. Обычно это представляет собой итеративный процесс, часто требующий многократных повторений процедуры для установления окончательного идеального количества канбан.

Глава 6

Управление материальными запасами при помощи системы канбан

Преимущества систем канбан

Простота физического сигнала

Ключ к успешному функционированию системы канбан — создание сигнала, который сообщает о необходимости пополнения материальных запасов. Кроме того, сигнал требует, чтобы пополнение происходило в установленные сроки. Независимо от того, поступает ли сигнал в виде пустого контейнера, карточки или пустого места на полу, он всегда носит физический характер. Сигнал к пополнению является материально ощутимым объектом, и поэтому его сложно проигнорировать. Пустой контейнер или карточка просто говорят, что запасы материала нужно пополнить. Это не подлежит обсуждению. Не нужно интерпретировать сгенерированный компьютером отчет, заниматься выяснением обстоятельств, обучать выявлению дефицита материалов складских рабочих в точке пополнения. Запас материалов просто нужно восстановить на определенное количество за установленное время пополнения.

Использование физических сигналов вносит простоту в процесс пополнения и подачи материалов. Острые вопросы пополнения материалов были уже решены при вычислении канбан. От складских рабочих не требуется индивидуального толкования полученного физического сигнала, а необходимо лишь соблюдение количества и времени пополнения. Приоритет пополнения контейнеров с материалами определяется правилом *FIFO* в порядке поступления сигналов. Пополнение просто должно осуществляться заданным количеством материала за установленное время.

Гибкость, позволяющая производить максимальное многообразие продуктов каждый день

Системы планирования *MRP* основаны на заказах. Когда *MRP* выполняет процесс взрыва *BOM*, генерируя рекомендации для производства, в системе создается заказ. Статус заказа в системе планирования изменяется от планируемого или твердо запланированного до выполненного. Этот заказ содержит: наименование продукта, который необходимо произвести, длительность отдельных циклов при изготовлении продукта, дату начала производства и длительность выполнения заказа, а также требуемое количество продукции. Комплектующие, необходимые для выпуска продукта, должны выдаваться со склада и записываться в список отборки*. Этот процесс также называется комплектованием.

После вытягивания требуемых деталей со склада и передачи их в производство в *MRP*-системе совершается операция перемещения материально-производственных запасов со склада в незавершенное производство. Затем детали приписываются конкретному запасу или закрепляются за ним. Исключая изменения срока выполнения, количества продукта или возможные модификации самого продукта, подлежащего производству, эти детали остаются заказом на протяжении всего производственного процесса.

К сожалению, изменения производственного заказа в части срока выполнения, количества или даже самого производимого продукта случаются достаточно часто (например, отмена заказа клиентом или изменение прогноза). Кроме того, может измениться приоритетность выпущенных заказов; клиент может потребовать ускорения выполнения заказа; случается нехватка приобретаемых материалов, что задерживает начало выполнения заказа; для достижения требуемых показателей производительности заказы могут группироваться (выходя за пределы установленной последовательности сроков выполнения); бывают поломки оборудования, проблемы с рабочей силой. Изменение производственного заказа может быть обусловлено и множеством других факторов.

Когда эти изменения происходят, они должны учитываться системой планирования, с тем чтобы следующая итерация про-

* В отечественном производстве данный документ называется лимитно-заборной ведомостью. — Прим. научного редактора.

цесса взрыва была точной и основанной на самой последней информации. Для этого необходимо наладить обратную связь с системой планирования, обеспечивающую обновление статуса выпущенного заказа. На многих производственных предприятиях подобные изменения настолько часты и обычны, что большая часть рабочего времени плановика ежедневно посвящается их обработке и вводу в систему планирования. Некоторым плановикам даже поручается заниматься этим множеством изменений полный рабочий день. Человека, выполняющего эту функцию, обычно называют диспетчером.

Не все детали являются кандидатами на включение в систему канбан. Существуют важные причины, в силу которых определенные компоненты всегда требуют индивидуального обращения с собой. Детали, изначально выбираемые для включения в систему канбан, определяются согласно правилу 80/20. Правило Парето утверждает, что 80% общего объема продаж достигаются за счет 20% единиц складского хранения (ECX) или готовых изделий. Благодаря ежедневному наличию деталей, необходимых для производства 20% готовой продукции, обеспечивается способность удовлетворять 80% общего потребительского спроса в любой день. Превышение границы доступности продукции в 80% должно основываться на финансовом решении, исходящем из стратегии сбыта, направленной на захват доли рынка. Обеспечение способности быстро удовлетворять потребительский спрос в изделиях особой конфигурации, выходящих за пределы 20% ECX, требует вложений в запасы деталей с низкой оборачиваемостью.

После выбора компонентов канбан и их размещения на соответствующих рабочих местах линии они доступны для изготовления любого продукта, который движется вниз по потоку бережливой линии. Компоненты канбан не закрепляются за какой-либо определенной ECX или заказом на производство и могут использоваться для изготовления любого продукта в любое время.

Имея в распоряжении детали, которые могут применяться для производства любого продукта каждый день, производитель способен удовлетворять потребительский спрос за меньшее время. Детали, не закрепленные за выпущенными заказами на производство, обеспечивают максимальную гибкость в удовлетворении потребительского спроса. Даже продукция, требуемая клиентом в срочном порядке, может вводиться в производс-

тво на бережливой линии в любое время, независимо от времени цикла этого продукта. Система канбан допускает производить такие отклонения без необходимости уведомлять систему планирования об изменениях выпущенных заказов. Нет необходимости в откреплении или повторном закреплении деталей за отдельными заказами на производство. Детали, находящиеся на бережливой линии, могут использоваться для изготовления любого продукта.

Упрощение управления скоростью оборота запасов

Использование системы канбан упрощает управление скоростью оборота и разработку стратегий инвестирования в материально-производственные запасы. Количество запасов и обусловленные ими инвестиции в оборотный капитал основываются на количестве дней пополнения, определенном для отдельных компонентов. Чем больше времени требуется для пополнения, тем больше материальные запасы и их стоимость. Величину вложений в материальные запасы можно контролировать путем управления продолжительностью времени пополнения, определенного для данного компонента. При первоначальном внедрении системы канбан следует внимательно рассмотреть эту динамику.

Время пополнения — это время, необходимое для осуществления цикла пополнения. Оно диктуется количеством деталей, которые должны быть в распоряжении в точке потребления для продолжения производства в течение цикла пополнения. Для каждой последовательности вытягивания должно вычисляться количество материалов, требуемых в точке потребления для продолжения производства в течение того времени, пока пополняемый материал не вернется в точку потребления.

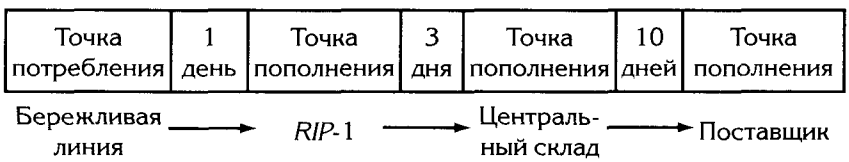
Неспособность пополнить материал за установленное время может привести к ситуации нехватки деталей в точке потребления.

Номер компонента	Точка потребления	Точка пополнения	Время пополнения, дн.
560919 Коробка	Бережливая линия	*RIP*-1	1

Количество запасов для каждой последовательности вытягивания вычисляется по формуле

$$\frac{\text{дневная потребность} \times \text{время пополнения}}{\text{количество в упаковке (по выбору покупателя)}} = \text{количество в контейнере}$$

Для каждого компонента, выбранного для включения в систему канбан, должна устанавливаться цепочка вытягивания. Цепочка вытягивания — это ряд связанных друг с другом последовательностей вытягивания, описывающий все точки потребления и точки пополнения материала, а также время, необходимое для каждого пополнения. Система канбан использует цепочку вытягивания для определения политики управления запасами каждого конкретного компонента на основе суммы времен пополнения для каждой последовательности вытягивания.



При первом внедрении системы канбан рекомендуется разработать минимальное число цепочек вытягивания. Это упрощает управление системой на первых порах, пока не накопится некоторый опыт ее использования. По определению, ограничение числа цепочек вытягивания требует группировки компонентов по категориям.

Один из распространенных способов группировки компонентов, широко используемый сегодня многими производителями, — *ABC*-анализ. Распределение компонентов по принципу *ABC* отлично подходит для того, чтобы начать с него разработку стратегии управления скоростью оборота материальных запасов. В большинстве случаев компоненты причисляются к категории *A*, *B* или *C* на основании цены за единицу, при этом к категории *A* относятся наиболее дорогие, а к категории *C* наиболее дешевые компоненты. Стандартная логика позволяет предположить, что на основании классификации *ABC* можно разработать различные стратегии управления запасами компонентов. Система канбан следует этой логике в управлении компонентами.

Цепочки вытягивания следует разрабатывать с учетом *ABC*-анализа: для компонентов категории *A* время пополнения должно быть коротким — для минимизации количества запасов и необходимых вложений в них. Напротив, дешевые компоненты категории *C* и ниже могут иметь более продолжительное время пополнения, что обуславливает большее количество и менее частое пополнение запасов.

Результатом разработки политики управления запасами при помощи цепочек вытягивания является то, что оборачиваемость запасов комплектующих, распределенных по категориям согласно их стоимости, можно легко контролировать путем простого управления их временем пополнения.

Упрощение процессов управления запасами

Требования к точности учета материальных запасов в системе канбан так же важны, как и в любой системе управления запасами. Системы канбан предполагают меньшее число операций с запасами и сокращают объем работ по обслуживанию системы, обычно необходимых для отражения ситуации в цеху в реальном режиме времени. Снижение числа операций по перемещению запасов способствует высокой точности учета имеющихся материальных запасов. Там, где позволяли нормативные требования, многие бережливые производители значительно сократили или ликвидировали затраты на отслеживание движения запасов и физические запасы.

Управление запасами в системе канбан простое и наглядное. Цепочка вытягивания определяет категории запасов, которые должны поддерживаться системой канбан. Запасы линии и запасы *RIP* («супермаркета») — это материалы, которые относятся к запасам незавершенного производства. *Складские запасы* — материалы, хранящиеся на складе. В системе канбан операция по учету запасов необходима только тогда, когда материал перемещается из одного из этих мест — линия, *RIP*, склад или поставщик — в другое.

После использования материалов в точке потребления на линии генерируется сигнал. Пустой контейнер забирают для пополнения и доставляют в точку пополнения (*RIP*). Нужный материал хранится в двух контейнерах в *RIP*. По правилу *FIFO* (то есть в порядке поступления) материал пополняется из первого контейнера и возвращается на линию.

В целях повышения оборачиваемости запасов и скорости обращения денег не требуется выполнять операции по перемещению материально-производственных запасов с линии в *RIP*. По задумке, циклы потребления и пополнения должны происходить очень быстро. Если время пополнения канбан цепочки вытягивания рассчитано исходя из количества запасов, требуемых на один день, то цикл будет совершаться один раз в день. Вспом-

ним, что количество для контейнера канбан рассчитывается как дневная потребность, умноженная на время пополнения.

Если бы было необходимо выполнение операции по перемещению запасов дневной потребности для каждого номера компонента в каждом цикле с линии в *RIP*, то возросли бы накладные расходы и вероятность ошибок. Кроме того, если бы требовалось выполнять операции для каждого компонента, это не способствовало бы быстрому обращению денег и высокой оборачиваемости запасов. Путем простого увеличения количества дней, на которое рассчитаны запасы, находящиеся на линии, можно увеличить время пополнения, что приведет к менее частому появлению сигналов. Больше запасов = менее частые сигналы к пополнению = меньше операций по перемещению запасов.

После повторения определенного числа циклов пополнения из *RIP* первый контейнер *RIP* опустеет. Если время пополнения контейнера *RIP* рассчитано исходя из трехдневной потребности в запасах, то цикл пополнения линия — *RIP* будет поддерживаться в течение трех дней, прежде чем контейнер опустеет. Пустой первый контейнер *RIP* становится сигналом к пополнению. Производство на линии может продолжаться, и цикл пополнения линия — *RIP* может поддерживаться, поскольку второй контейнер в *RIP* содержит достаточно материала для удовлетворения потребности в материале в течение еще трех дней, пока и этот контейнер не опустеет. Соответственно, первый контейнер должен быть пополнен и возвращен в *RIP* до истечения трех дней.

RIP обычно пополняется из двух установленных точек пополнения: со склада или от поставщика. Обе эти точки, как правило, расположены за пределами производственного цеха. Даже если склад расположен по соседству с производством, обычно он им не управляется. Не считая изъятия «под покровом ночи», обычно материалы, хранящиеся там, не доступны для производства без заявки на материалы. Материалы, хранящиеся на складе, скорее, находятся в ведении отдела материально-технического снабжения (рис. 6.1).

Система канбан признает и поощряет такое распределение прав собственности. Когда пустой контейнер возвращается из *RIP* для пополнения на складе, должна выполняться операция перемещения, уменьшающая количество складских запасов и увеличивающая запасы незавершенного производства в *RIP*.

Подобная операция должна выполняться также и в том случае, если запасы *RIP* пополняются непосредственно поставщиком.

В зависимости от количества дней, на которое рассчитаны запасы *RIP*, число операций перемещения будет определяться количеством компонентов в *RIP*. Если величина запаса составляет три дня, операция перемещения будет выполняться каждый третий день. Если пять дней — каждый пятый день и т. д. Как и в случае с запасами на линии, больше запасов = менее частые сигналы к пополнению = меньше операций по перемещению запасов.

Материал, перемещенный в производственный цех, может покинуть его только двумя путями — в виде отходов или в качестве готового продукта. Должна существовать система учета отходов. Если на производстве существует отдел контроля расхода материалов, рекомендуется анализировать отходы каждый день, с тем чтобы операцию, в которой возникли отходы, можно было исследовать на наличие проблем. При сверках, проводимых реже, необходимо устанавливать причины отходов.

Для недорогих компонентов можно использовать простую систему жетонов, когда, вместо того чтобы тратить время на составление отчета, оператор может выбрасывать отходы просто в бункер брака. При этом в контейнер канбан бракованного материала помещается жетон (например, фишка для игры

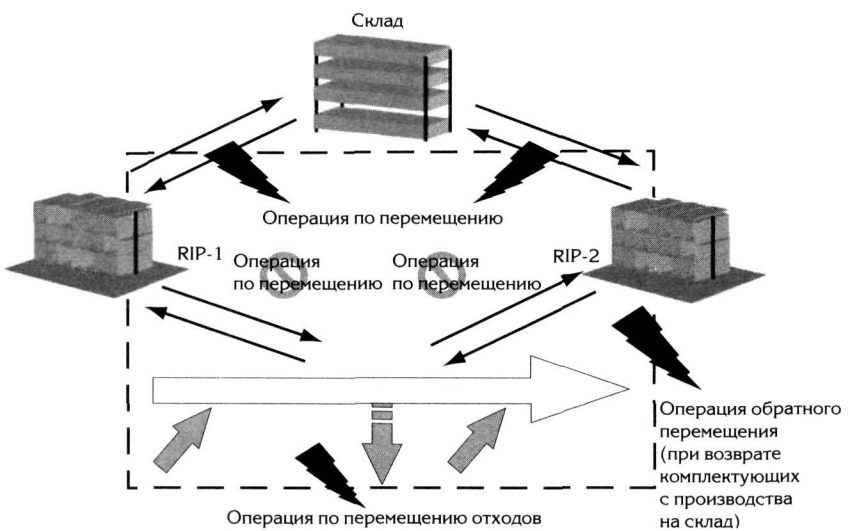


Рисунок 6.1. Требования системы канбан к операциям по перемещению материальных запасов

в покер), заменяющий бракованный материал. Когда контейнер опустошается, специально обученный складской рабочий, ответственный за пополнение контейнера, подсчитывает фишки и составляет отчет об отходах.

Материалы, полученные от поставщиков, перемещаются в складские помещения или непосредственно на места незавершенного производства. Впоследствии материалы выводятся из последнего с помощью операции обратного перемещения. Эта операция уменьшает имеющиеся запасы незавершенного производства путем вычитания из них материалов, записанных в *BOM* данного продукта. Одновременно к запасам готовой продукции может быть прибавлено одно завершенное изделие.

Второй путь, по которому поступивший на производственную площадку материал покидает цех, — в качестве компонента завершенной единицы продукции. Число компонентов в запасах незавершенного производства сокращается на количество материала, указанного в *BOM*, посредством процесса, называемого *обратным перемещением*. Операция обратного перемещения выполняется после завершения всех работ и потребления всех материалов, необходимых для изготовления конечного изделия. Она добавляет одну завершенную ECX к запасам готовой продукции и сокращает незавершенное производство на 1 × количество, указанное в *BOM*. Для эффективности операций обратного перемещения и сохранения достоверности информации о запасах незавершенного производства *BOM* должен быть чрезвычайно точным.

В *BOM* могут содержаться следующие неверные данные, способные искажать информацию о запасах незавершенного производства: (1) компоненты, не включенные в *BOM*; (2) компоненты, указанные в *BOM*, но не использованные при изготовлении продукта, и (3) неправильное количество материалов. Ошибки в *BOM* являются главной причиной ошибок обратного перемещения, ведущих к искажению информации о запасах незавершенного производства.

Ошибки могут возникать также в том случае, если какой-либо оператор бережливой линии производит несанкционированную замену компонента. Когда запас нужного материала исчерпан, его замена каким-либо иным материалом может осуществляться только с разрешения мастера бережливой линии.

Недостаток материалов на бережливой линии становится незаметным

Для многих производителей недостаток материалов представляет серьезную проблему. Причины этого так же многочисленны, как и используемые на производстве компоненты. Ошибки в *BOM*, недостоверная информация о наличии материальных запасов, опоздания поставщиков, ошибочное количество, недостаток дисциплины при выполнении необходимых операций перемещения, неучтенные отходы, чрезмерное накопление запасов и плохое ведение документации являются наиболее распространенными причинами.

После выявления недостатка прилагаются героические усилия по его спешному исправлению, что часто приводит к дополнительным расходам по доставке материалов от поставщика или ночным поездкам за материалами в аэропорт. На хороших поставщиков сыплются угрозы, лесть и всяческие инсинуации. Воздух пропитан отчаянием. Компоненты заимствуются из ступенчатого производственного заказа и передаются другому, имеющему более высокий приоритет. Компоненты снимаются с запасов готовой продукции для продолжения производства. «Срочно» становится девизом дня. Каждый сотрудник превращается в «пожарного».

Производители предпринимают решительные шаги для того, чтобы избежать повторения ситуации дефицита в будущем. Они инициируют программы диверсификации поставок, подыскивая по три–четыре поставщика одних и тех же материалов.

Комплектующие заказываются с опережением производства и запираются на замок. Разрабатываются и внедряются программы поддержания страховых запасов. Склады запираются на ночь с целью исключить неучитываемое использование материалов. Плановики создают «тайники» со спрятанными комплектующими, вследствие чего страховые запасы удваиваются и учетверяются. Как результат, производство теряет доверие к отделам снабжения, которые, в свою очередь, не доверяют производству. Системы *MRP* объявляются непригодными. Сотрудники обвиняют друг друга, царит подозрительность. Ни одна система снабжения в мире, какой бы многообещающей она ни была, не может исключить все сбои, которые происходят в цехах и административных управлениях. Системы канбан не являются исключением. Ни одна система снабжения не может разрешить или предсказать все проблемы, вызывающие ситуации недостатка материалов.

Однако система канбан может сделать недостаток материала незаметным в точке его потребления на линии, предоставляя возможность решать проблему до остановки линии. Это возможно благодаря использованию *RIP* в качестве точки хранения страхового запаса.

Рассмотрим цепочку вытягивания некоторого компонента:

Точка потребления	2 дня	Точка пополнения	8 дней	Точка пополнения	10 дней	Точка пополнения

Бережливая линия → *RIP*-1 → Центральный склад → Поставщик

Контейнеры канбан для этой цепочки вытягивания представлены на рисунке 6.2. В соответствии с этой цепочкой цикл пополнения запасов линии из *RIP* будет произведен четыре раза, прежде чем первый контейнер *RIP* опустеет. Последовательность вытягивания для контейнера *RIP* указывает, что точкой пополнения является центральный склад. Исходя из времени цикла поставщика на складе должны присутствовать запасы компонента, достаточные для использования в течение десяти дней. В данной цепочке вытягивания по завершении четвертого цикла пополнения запасов линии из *RIP* первый контейнер *RIP* возвращается на склад для пополнения. Если по какой-либо причине на складе нет запаса компонентов для пополнения контейнера *RIP*, возникает ситуация дефицита компонентов!

В системе канбан это привело бы к положению, представленному на рисунке 6.3. Хоть ситуация дефицита компонентов и возникла, она была обнаружена на складе, а не в точке потребления на линии, где производство продукции может продолжаться. Дефицит компонентов в данный момент незаметен.

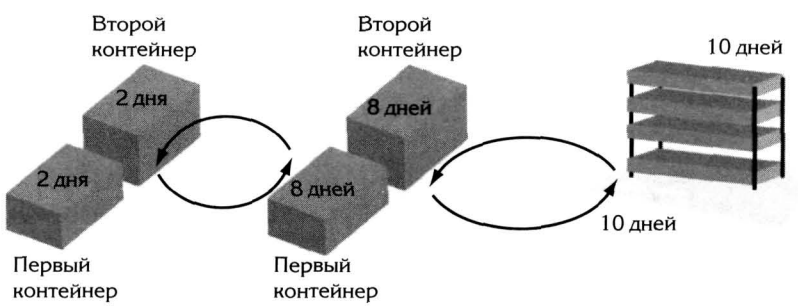


Рисунок 6.2. Цикл пополнения цепочки вытягивания определенного компонента

Запасов компонентов на линии должно хватить для продолжения производства в течение двух–четырех дней. Там имеется как минимум полный второй контейнер, который только что был пополнен из *RIP*, плюс остатки из контейнера, который потребляется в данный момент, от нуля до двух дней. В *RIP* второго контейнера с 8-дневным запасом должно хватить еще на четыре цикла пополнения контейнера с линии.

Если первый контейнер *RIP*, который теперь находится на центральном складе как физическое напоминание о дефиците, не будет пополнен складом из запасов поставщика в течение 10–12 дней, то по завершении последнего цикла пополнения запасов линии из *RIP* может произойти прекращение производства всех продуктов, в которых используется данный компонент.

Существует вероятность того, что избежать ситуации дефицита на линии все-таки не удастся, потому что его причина не сможет быть своевременно устранена. Тем не менее страховые запасы линии и *RIP* достаточны для продолжения производства в течение 10–12 дней, что дает время для поиска выхода из сложившейся ситуации. Во время выяснения причин и поиска окончательного решения проблемы дефицита, производство сможет продолжать изготовление продукции, используя буферные запасы линии и *RIP*.

Канбан не устраняет причины ситуаций дефицита, однако предоставляет решение проблемы наиболее подходящему для этого организационному подразделению — отделу снабжения. В большинстве производственных компаний отдел снабжения отвечает за закупки, учет запасов, склад и получение материалов. Таким образом, ответственность за разрешение ситуации дефицита будет локализована на складе. Все мероприятия по его восполнению будут незаметными для бережливой линии!

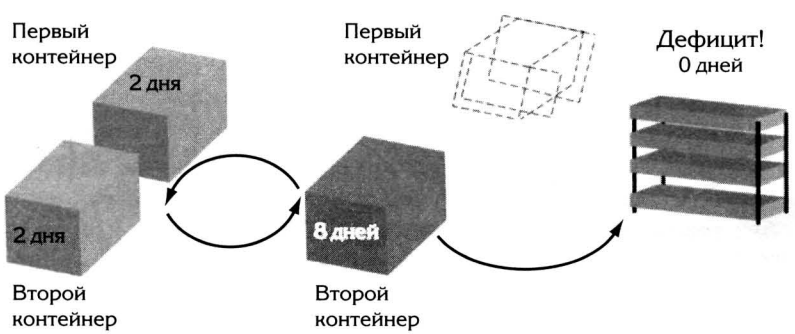


Рисунок 6.3. Выявленный дефицит на центральном складе

Помимо устранения дефицита, отдел снабжения собирает информацию, необходимую для анализа основной его причины, документирует частоту его возникновения и разрабатывает долгосрочные решения, призванные не допустить его повторения в будущем. Хорошие инструменты кайдзен, включая анализ по Парето, могут помочь сконцентрировать усилия на устранении основных причин недостатков и избавить производство от забот, связанных с разрешением ситуаций дефицита.

Первой реакцией производителя на внедрение системы канбан может быть сомнение в необходимости запасов *RIP*. Действительно, для запасов *RIP* необходимо выделение площади цеха и они требуют инвестиций. Как и любой другой системе, *RIP* нужно обслуживание. Однако затраты на поддержание запасов *RIP* должны сравниваться с преимуществами, которые они дают. Если исключение ситуаций дефицита на линии является важной целью, то следует рассмотреть потенциальные последствия неиспользования запасов *RIP* в системе канбан (рис. 6.4).

Когда на линии генерируется сигнал канбан и первый контейнер возвращается на пополнение, то при отсутствии запасов *RIP* этот контейнер отправляется прямо на склад. Если, как в предыдущем случае, по неизвестным причинам на складе не окажется запасов для восстановления запасов линии, сколько дней производство сможет продолжаться до остановки линии? При времени пополнения в два дня остающихся на линии компонентов должно хватить для продолжения производства на период от двух до четырех дней. Без промежуточных запасов *RIP* может быть выполнен только один цикл пополнения линии.

Возможно, дефицит удастся восполнить за эти два или четыре дня, прежде чем произойдет остановка линии. Героические усилия по спешному решению проблемы и возбуждение от кризисной ситуации могут быть захватывающими. Однако если

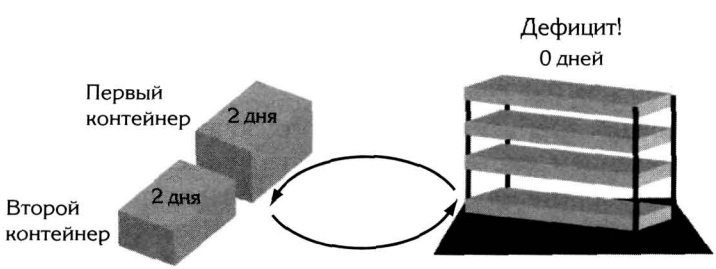


Рисунок 6.4. Пополнение канбан без *RIP*

краткосрочные ситуации дефицита представляют собой обычное явление и случаются часто, то во что обойдется постоянная суматоха на складе? Какие последствия это будет иметь для отношений с поставщиками и покупателями? Каково будет качество жизни плановика в обстановке беспрестанной суеты?

Запасы *RIP* играют двойную роль в цикле пополнения материалов на производстве. Во-первых, в качестве системы раннего предупреждения о возможных ситуациях дефицита, предоставляя отделу снабжения достаточно времени для принятия необходимых мер, прежде чем нехватка материала приведет к остановке линии. Во-вторых, *RIP* является местом хранения страхового запаса. Страховой запас *RIP*, в котором пустой контейнер служит сигналом, требует пополнения на основании фактического применения материала, а не исторических данных о его использовании. Сигнал *RIP* основывается на времени, необходимом для пополнения материала, а не на произвольном количестве или процентном отношении.

RIP обеспечивает существование буфера материальных запасов, позволяющего уменьшить или устранить дефицит материалов на бережливой линии, и страховой запас, который служит системой раннего предупреждения, требует вложения средств. Канбан = запасы = капитал. Однако путем управления системой канбан возможно достичь цели по инвестициям в материальные запасы. При использовании цепочки вытягивания с 2-дневным запасом линии, 8-дневным запасом *RIP* и 10-дневным запасом склада, что в сумме составляет запас на 20 дней, если исходить из 250-дневного рабочего года, оборачиваемость запасов составляет более 12 раз.

Если запасы линии сокращаются до пополнения один раз в день, запасы *RIP* сокращаются до пополнения каждые 5 дней, а запасы склада остаются 10-дневными, то оборачиваемость возрастает более чем до 15 оборотов (250 × 16 дней). Увеличение скорости оборота материалов при более коротком времени пополнения компенсируется большим объемом необходимых погрузочно-разгрузочных работ.

Возможно, требуемый объем погрузочно-разгрузочных работ с введением системы канбан увеличится. Преимущества ускорения оборота материальных запасов и сокращения требуемого оборотного капитала должны сравниваться с требуемым объемом погрузочно-разгрузочных работ. В конечном итоге следует найти баланс между частотой пополнения и вложени-

ями в материальные запасы. Сегодня в распоряжении имеются компьютерные программы, позволяющие путем множественных итераций найти желаемое равновесие.

Недостатки систем канбан

Отсутствие возможности планирования

Двухбункерная канбан-система управления материальными запасами не имеет возможности заглянуть вперед для определения спроса. При первоначальном внедрении системы канбан дневная потребность для вычисления емкости контейнера канбан определяется путем экстраполяции исторической информации. Спрос не является статичным фактором. Он может увеличиваться и уменьшаться, подчиняясь капризам рынка. Номенклатура продукции и объемы производства с течением времени изменяются. Эволюционируют технологии, и потребителям часто предлагаются новые модели, старые постепенно исчезают или снимаются с производства. Чтобы идти в ногу со временем и приспосабливаться ко всем возможным изменениям, необходимо возложить на кого-то ответственность за обслуживание системы канбан.

Коррективы в стандартные системы планирования вносятся путем изменений базы данных, необходимых для поддержания целостности системы (то есть изменений базовой спецификации и *BOM*). Автономные системы канбан, как правило, не пересекаются с существующими системами планирования. На ком бы ни лежала ответственность за обслуживание системы канбан, это лицо должно быть включено в список распространения информации о внесении изменений, с тем чтобы они осуществлялись во взаимодействии с имеющейся системой планирования.

Один из способов достижения этого заключается в рассмотрении выходных данных системы планирования. Чистые потребности за определенный период можно просуммировать и разделить на количество дней за этот период. Это даст среднюю дневную потребность в данном компоненте за указанный период. Можно установить отклонение в процентах от полученной величины в качестве возможного диапазона (например, ±15%). Если существующая дневная потребность канбан выпадает из этого диапазона, ее можно скорректировать. Конечно, все новые и снятые с производства компоненты требуют индивидуальных решений в каждом конкретном случае.

Можно возразить, что в конечном итоге выходные данные системы планирования вообще не нужны для определения потребности в материалах. Поставщики могли бы просто реагировать на сигналы канбан, которые они получают от производителя. Это было бы верно, если бы можно было задать объем будущего спроса для определения дневной потребности, на основе которой вычисляются количества канбан. Кроме того, всех поставщиков необходимо было бы признать сертифицированными в области бережливого производства. В то время как у первых практиков почти не было другого выбора, кроме как использовать систему канбан для получения материалов для выпуска товаров, для большинства современных производителей достижение этой цели все еще остается трудным.

Не все компоненты являются кандидатами на включение в систему канбан

Метод канбан — это метод подачи материалов, созданный для упрощения погрузочно-разгрузочных работ и управления материальными запасами. Вместо хранения материалов в складских ячейках и выдачи их в производство для прохождения технологического маршрута, материалы физически размещаются в точке их использования на линии и пополняются только при появлении канбан-контейнера или сигнала в результате потребления материалов изготавливаемым продуктом.

После выбора компонентов, включаемых в систему канбан, определения дневной потребности и частоты пополнения запасов сигнал канбан, генерируемый при помощи цепочки вытягивания, тут же инициирует пополнение материалов без необходимого участия плановика или покупателя. Таким образом, дополнительное вмешательство требуется лишь для решения вопросов номенклатуры или объема производства продукции. В остальном цикл пополнения может повторяться бесконечно.

Система канбан, при использовании которой материал размещается прямо на линии в точке его потребления продуктом, предоставляет бережливому производителю реальное конкурентное преимущество. Поскольку все необходимые для выпуска материалы размещаются на линии, они доступны для изготовления любого продукта, который в данный момент продвигается вниз по линии. Все материалы становятся доступными для всех продуктов. В идеальном случае запасы всех без исключения компонентов должны были бы автоматически пополняться сис-

темой канбан. Если бы это было возможно, подача материалов на производство, без сомнения, была бы существенно упрощена. Однако для большинства производителей, выпускающих продукты разнообразной конфигурации, включение всех возможных комплектующих для всех допустимых конфигураций продукции в систему канбан могло бы оказаться очень дорогой альтернативой.

Подобно равновесию погрузочно-разгрузочных работ и инвестиций в запасы, здесь необходимо принятие компромиссных решений, наиболее оправданных с деловой точки зрения. Одно из решений, которое требуется заблаговременно принять при внедрении бережливого производства, заключается в выборе базовых продуктов (на уровне единиц складского хранения (ECX) — запасов конечных изделий, готовой продукции), производство которых должно поддерживаться бережливой линией. Выбор базовых продуктов для производства на бережливой линии определяет, какие исходные компоненты должны быть включены в систему канбан.

Оптимальная политика выполнения заказов для большинства торговых организаций заключается в поставке «любых продуктов любым людям в любое время». Компании часто предлагают своим клиентам многочисленные варианты разнообразных продуктов. Их ассортимент может раздуваться до сотен или тысяч наименований. Эту политику, формально или неформально, пытаются воплощать в жизнь большинство производителей. Перестановки опций и продуктов часто приводят к стремительному росту числа предлагаемых позиций, каждая из которых имеет свой собственный номер конечного изделия. Производители часто утверждают, что их продукты уникальны. На самом деле уникально количество, многообразие и сочетание имеющихся в распоряжении комплектующих и опций процессов, используемых для производства стандартной линейки продуктов (рис. 6.5).

Этот рост числа разновидностей конечных изделий требует соответствующего количества разнообразных комплектующих для удовлетворения спроса. В таком случае как же производителям, которые могут иметь сотни или тысячи возможных сочетаний комплектующих, решить, какие из них должны всегда быть под рукой для удовлетворения спроса клиентов?

Для ответа на этот вопрос необходимо тщательно продумать, какие продукты должны быть включены в процесс проектирования бережливой линии. Действительно ли нужно вклю-

чать в проект все комплектующие для всех разновидностей всех возможных конфигураций продукта? Или же возможно выбрать группу продуктов, которая будет репрезентативной для всей выпускаемой продукции? При выборе некоторой репрезентативной группы продукции для превращения потенциально длинного списка исходных продуктов в список короткий, который в конечном итоге станет списком совокупности продуктов для проектирования бережливой линии, можно руководствоваться двумя важными принципами.

Начните с анализа исторической информации о продажах продуктов по принципу Парето, который был выведен Вильфредо Парето, итальянским экономистом (1848–1923). Он заметил, что на малую часть, от 15 до 20%, участников некоторой совокупности приходится основная часть, от 80 до 85%, всей активности. Эту закономерность он назвал правилом 80/20. Использование его при выборе продуктов-кандидатов и их компонентов позволит определить 20% компонентов, необходимых для производства 80% требуемой продукции.

Затем отбору компонентов, необходимых для удовлетворения 80% общей потребности в материалах для выполнения заказа клиента, нужно придать экономическую целесообразность. Это означает, что для удовлетворения остальных 20% потенциальной потребности в материалах все или часть комплектую-

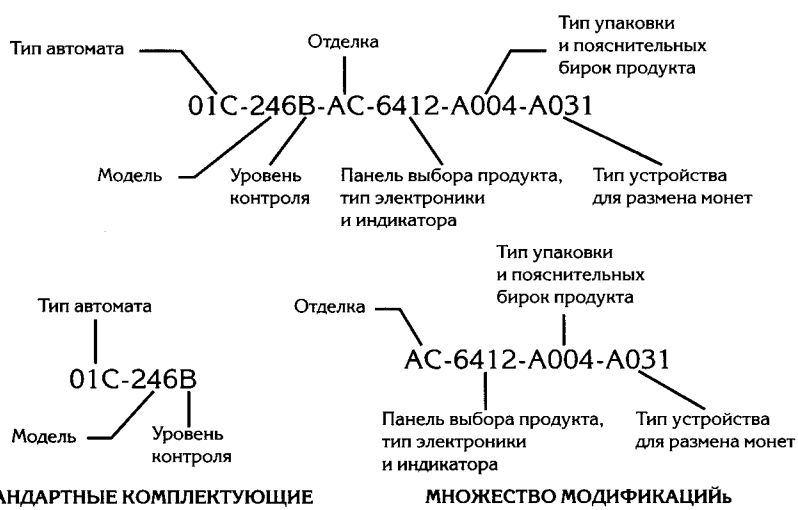


Рисунок 6.5. Стандартные комплектующие и конфигурируемые опции

щих, которые обеспечивают остающиеся 80% возможных модификаций, должны храниться на складе, позволяя удовлетворить любой возможный заказ.

Решение об удовлетворении более чем 80% потребности в материалах для выполнения заказа клиента является функцией уровня инвестиций в материальные запасы, на которые производитель готов пойти ради удовлетворения этой потребности. Каждая компания должна принимать это решение исходя из своей выгоды. По мере приближения продукции к статусу товаров массового спроса желательным может оказаться уровень выше 80%. Если продукция отличается от продукции конкурентов по иным параметрам, чем цена, доставка и конфигурация, то уровень 80% может быть адекватным для данного рынка (рис. 6.6).

Выбор компонентов для включения в систему канбан может привести к дискуссии о политике выполнения заказов клиентов. Действительно ли реально предлагать любые продукты любым клиентам в любое время? Готова ли компания к инвестициям в материальные запасы, необходимым для осуществления такой политики? Определена ли политика выполнения заказов вообще? Изменились ли ожидания клиентов с того момента, когда политика выполнения заказов пересматривалась последний раз?

Существует вероятность, что для выбора компонентов, включаемых в систему канбан, понадобится несколько разных версий политики выполнения заказов, рассчитанных на различных

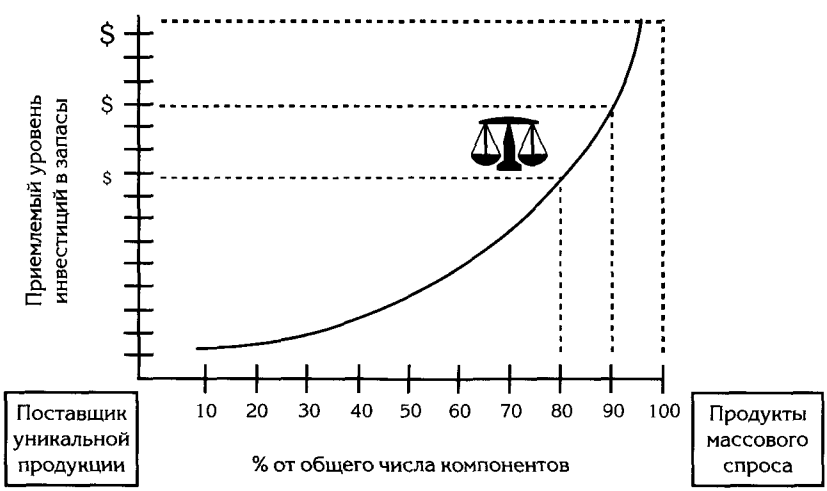


Рисунок 6.6. Достижение равновесия: инвестиции относительно уровня обслуживания заказчика

потребителей. И в этом случае правило Парето снова оказывается хорошим инструментом для идентификации этих категорий клиентов. Категории клиентов могут быть определены на основании структуры их заказов. Классифицируйте клиентов по общей стоимости их заказов и конфигурации продуктов. Определите уровень 80% общей стоимости заказов. В систему канбан должны быть включены как минимум компоненты из *BOM*, описывающие эти конфигурации продуктов.

Кроме того, для конфигураций продуктов, вошедших в этот диапазон (±80%), должна быть принята политика выполнения заказа, гарантирующая поставку продукта в течение общего времени его производственного цикла. Это будет возможным, поскольку линия проектируется в расчете на выполнение непосредственной работы, а система канбан будет обеспечивать наличие требуемых компонентов. Стоимость более высоких уровней сервиса, выше исходного уровня в 80% компонентов, можно установить в соответствии с инвестициями в комплектующие, необходимыми для достижения данного уровня. Политика обслуживания клиента может выбираться для каждой единицы складского хранения (ECX) отдельно.

Передвигаясь вниз по списку общих сумм заказов, можно установить дополнительные версии политики их выполнения на основании времени, необходимого для получения комплектующих, не вошедших в систему канбан. Если эти компоненты покупные, то время цикла их поставки поставщиком должно быть добавлено к общему времени производственного цикла продукта.

Выбор политики выполнения заказа на основании сумм продаж часто разоблачает многие из причин, на основании которых производители тратят много времени, пытаясь ускорить выполнение заказов. Стоит ли время, затраченное на ускорение производства заказов, тех денег, которые эти заказы приносят? Во что обходится обработка заказов особой конфигурации с учетом сверхурочной работы, дополнительных транспортных расходов, потери производительности и влияния на качество жизни? Соответствует ли выручка, которую приносят 10% наименее распространенных конфигураций продукта, существующей модели бизнеса? И служит ли она вообще интересам предприятия на тех рынках, на которых оно стремится присутствовать? Возможно ли добиться переключения клиентов на продукты, входящие в диапазон 80%-ной политики выполнения заказов, взамен на более быструю их доставку?

Некоторые компоненты плохо подходят для участия в системе канбан из-за того, что они слишком дорогие, хрупкие или чувствительные к воздействиям окружающей среды. Другие компоненты могут быть недорогими, но слишком большими и громоздкими для того, чтобы размещать их по соседству с бережливой линией. В качестве примеров можно назвать ящики из гофрированного картона, детали крупного формования, предварительно разрезанные изоляционные материалы и другие объемные материалы. Несмотря на то что эти материалы стоят относительно дешево, площадь, требуемая для хранения их большого числа, не позволяет размещать их в цеху.

Поэтому с такими материалами следует работать как с материалами однократного использования или подавать их по мере необходимости. Материалы в двухбункерной системе канбан автоматически пополняются при уменьшении запасов и появлении сигнала. Материалы однократного использования требуют работы каждый раз, когда они потребляются. Ввиду этого ответственность за их использование должна возлагаться на определенного складского рабочего, который будет подавать их на бережливую линию по мере их потребления.

Практический менеджмент системы канбан

Двухбункерная канбан-система управления материальными запасами — это прикладная система, требующая ответственного участия специалистов-профессионалов по операциям с материалами в разработке и обслуживании системы для обеспечения ее максимально эффективного функционирования. После разработки и внедрения проекта повседневное обслуживание системы канбан ограничивается изменениями номенклатуры и объема, интеграцией в систему инженерных разработок и физическим обслуживанием ярлыков, контейнеров и стеллажей для хранения. Этот необходимый сервис призван обеспечивать целостность системы.

Требования системы канбан к обслуживающему ее персоналу существенно отличаются от требований компьютерной системы планирования. Обслуживание компьютерной системы сосредоточено на контрольном экземпляре спецификации компонентов продукта и *BOM*. При его обновлении процесс взрыва планирования генерирует необходимую потребность в материалах и определяет длительность отдельных циклов при производстве продукта. Система канбан не полагается на результаты

процесса планирования. При ее использовании человек должен вычислять идеальное количество для цепочки вытягивания, наполнять и маркировать контейнеры и подавать материал.

Кроме того, система канбан предусматривает назначение ответственных за обеспечение соответствия номеров компонентов текущему сочетанию номенклатуры и объема, а также за физическую работу по доставке деталей, контейнеров, ярлыков и размещению контейнеров в предназначенных для них местах. Для сегодняшнего поколения складского персонала, привыкшего предоставлять работу по материальному обеспечению системе проектирования и планирования, внезапное требование взять на себя практические обязанности по физической доставке и целостности производственных материалов придает новый смысл термину «управление материалами».

Практическое управление материалами в системе канбан особенно очевидно при первоначальном внедрении системы. Даже при рационализации выбора компонентов согласно правилу 80/20 в соответствии с предполагаемым объемом продаж в результате может получиться значительное количество отдельных компонентов. Для них всех необходимо принять ряд индивидуальных канбан-решений. Если окончательная совокупность компонентов канбан равняется 1000, это значит, что необходимо принять, по меньшей мере, 1000 индивидуальных решений.

Первое необходимое решение — включать ли компонент в систему канбан. Если нет, то какая альтернатива будет предложена для подачи этого компонента в точку потребления? Что будет служить сигналом к пополнению? Компоненты, намеренно не включаемые в систему канбан, называются компонентами однократного использования.

Обычный способ управления компонентами однократного использования — назначить им отдельный плановый код в контрольном экземпляре спецификации компонентов продукта и планировать операции с ними в обычном порядке, используя систему планирования. Когда система планирования выдает сообщение к действию, ответственный плановик закупает компонент в обычном порядке и уведомляет приемку. Это можно делать при помощи отдельного однократного канбан-сигнала или карточки. После потребления компонента на бережливой линии карточка возвращается в распоряжение покупателя, который может использовать ее повторно, если соответствующий компонент потребуется в будущем, или уничтожить ее.

Следующее решение основывается на желаемом размере инвестиций в материальные запасы. На базе цены за единицу компонента необходимо задать для него наиболее уместную цепочку вытягивания, определяющую желаемое число дней, на которое должно хватать запасов. Если цена за единицу компонента низкая, можно задавать цепочку вытягивания с большим числом дней запасов. И наоборот, если цена за единицу компонента высокая, то можно задать цепочку вытягивания с меньшим числом дней запасов. При определении цепочек вытягивания для компонентов на основе желаемой величины вложений в запасы следует помнить, что чем меньшим будет число дней запасов, тем большим будет объем необходимых погрузочно-разгрузочных работ.

Еще один важный фактор — размер компонента. Возможно ли поместить вычисленное количество канбан в контейнер? Если да, какого размера он должен быть? Большинство поставщиков предлагают контейнеры разных размеров и цветов из разных материалов. Если компоненты не вмещаются в контейнер, как они будут подаваться в точку потребления? Если размер и количество компонентов слишком велики для того, чтобы их можно было поместить в контейнер на рабочем месте, можно ли поставить контейнер на пол или на поддон на полу? Если контейнер будет стоять на полу, что будет служить сигналом к пополнению? Все компоненты, включенные в систему канбан, должны иметься в точке потребления в установленных количествах.

Каждое из этих решений необходимо принять для всех компонентов в системе канбан. Это требует практического подхода к управлению материалами. При использовании системы канбан функции принятия подобных решений необходимо четко делегировать в виде конкретной административной функции. Существуют способы уменьшить общее число решений, которые требуется принять. Обычно для этого используются группирование компонентов по категориям и выбор стратегии на основе предопределяемых критериев категории. К обычным категориям, используемым для принятия решений в системе канбан, относятся *ABC*-анализ, товарное кодирование и плановое кодирование.

Необходимость принятия индивидуальных решений по каждому компоненту, выбранному для участия в системе канбан, вводит совершенно новую парадигму управления производственными материалами.

Должностные обязанности менеджера канбан

Первоначальное внедрение системы канбан связано с большим объемом работы и принятием множества решений. После внедрения система канбан требует ежедневного регулирования. Если ее не поддерживать и не совершенствовать, она начнет разрушаться после первого дня работы. Термин «менеджер» здесь используется не для указания позиции сотрудника в иерархии. Он предназначен скорее для описания требований по регулированию и обслуживанию системы канбан. Распределение ответственности в системе канбан важнее названия должности или позиции в организации.

Менеджер канбан участвует в разработке должностных обязанностей для этой позиции. Сфера его ответственности должна включать следующие функции:

- разработку формальных методов выполнения регулярных и частых проверок последовательностей вытягивания для подтверждения того, что все карточки или сигналы канбан находятся на предназначенных для них местах;
- разработку процедур, информирующих о необходимости проведения изменений в самом процессе и в области инженерного проектирования, для подтверждения того, что вместимость канбан соответствует текущему положению дел и отражает все изменения *BOM* и времени пополнения;
- контроль процедур системы канбан, обеспечивающий соответствие размеров канбан утвержденным стратегиям вложений в материальные запасы. Контроль наличия на производственной площадке установленного количества канбан и соблюдения расчетного количества вытягивания канбан складскими рабочими;
- разработку и проведение мероприятий кайдзен, направленных на улучшение системы канбан, с участием всех складских рабочих с целью обеспечения использования лучших практик и изучения рекомендаций складского персонала;
- организацию обучения и сертификацию складских рабочих по системе трех лампочек или системе «разноски молока», используемых для создания сигнала к пополнению.

Менеджер канбан должен следить за тем, чтобы все важные элементы системы исправно функционировали и поддержи-

вались в должном состоянии, обеспечивая максимальную эффективность функционирования системы, с целью достижения оптимального уровня инвестиций в материальные запасы и соблюдения стратегий обслуживания клиентов в системе канбан.

Важно поддерживать высокую точность учета материальных запасов. Менеджер канбан должен разрабатывать методику и упрочивать процедуры, обеспечивающие выполнение операций по учету запасов *RIP* при поступлении материалов в *RIP*. Это необходимо для того, чтобы компоненты могли учитываться как наличные запасы, доступные для процессов материального планирования *MRP*-системой. Одна из сильных черт системы канбан заключается в том, что компоненты, содержащиеся в области *RIP*, не закрепляются за продуктами или заказами.

Для учета использования материалов вне *RIP* внедряется процедура обратного перемещения. Она должна быть формальной компьютерной операцией, служащей для вычитания компонентов из запасов *RIP* после завершения готового изделия. Процедура обратного перемещения выполняется посредством электронного вычитания количества материалов, указанных в *BOM*. Обратное перемещение должно выполняться каждый раз, когда готовое изделие покидает бережливую линию.

BOM должен быть как можно более точным для поддержания достоверного баланса запасов. Следует предусмотреть бизнес-процесс учета технических изменений, чтобы *BOM* по мере необходимости обновлялся и поддерживался в максимально современном состоянии. Менеджер канбан должен быть включенным в оборот информации, гарантируя своевременное внесение изменений в систему канбан. Как и в случае операций обратного учета, технические изменения компонентов должны будут отражаться в системе канбан для обеспечения максимально корректного выполнения таких операций.

Внедрение системы канбан основывалось на статических данных на определенный момент времени. Однако канбан — это динамическая система, которую нужно постоянно обслуживать и регулярно обновлять, с тем чтобы она отражала текущие условия производства. Необходимо предусмотреть регулярные процедуры по измерению изменившихся параметров поставок, чтобы в цепочках вытягивания и количестве канбан могли учитываться самые последние технические изменения, времена пополнения запасов, размеры упаковок и изменения производственной мощности.

Помимо снабжения производства компонентами, необходимыми для изготовления продукта, задачей системы канбан является обеспечение быстрого движения запасов через производственный процесс для достижения целей по обороту запасов. Эта быстрота нужна для управления инвестициями в запасы и сокращения потребностей бизнеса в оборотном капитале. Ключом к управлению оборотом запасов является частота пополнения канбан-контейнера, которая основывается на заранее установленной частоте доставки. Таким образом, существует прямая корреляция между временем пополнения контейнеров и инвестициями в материальные запасы.

Величина вложений пропорциональна частоте пополнения материала. Чем дольше время пополнения, тем больше вложения в запасы. И наоборот, более частое пополнение означает меньшие запасы. Эта взаимосвязь между временем и вложением средств так важна, что ее необходимо тщательно отслеживать и регулировать.

Хорошим средством для оценки скорости оборота запасов при системе канбан является скорость пополнения контейнера. Если контейнеры канбан пополняются слишком медленно, это указывает на то, что уровень запасов выше, чем необходимо для удовлетворения потребностей производства. В то же время, более частое пополнение означает большее время погрузочно-разгрузочных работ. Быстрое пополнение контейнера является знаком того, что экономия на запасах может нейтрализоваться затратами на погрузочно-разгрузочные работы.

Как ни соблазнительно принимать во внимание только преимущества сокращения запасов, системы канбан в конечном итоге должны находить оптимальную стратегию, которая уравновешивает вложения в запасы и затраты на погрузочно-разгрузочные работы. Обычно это итеративный процесс, который продолжается до тех пор, пока не будет достигнут оптимальный баланс.

Количество канбан вычисляется на определенное число средних дней использования запасов. Однако бывает так, что фактический потребительский спрос превышает расчетное число дней запасов в системе канбан. Симптомом этого будет увеличение числа циклов пополнения контейнеров линии и *RIP*. Если количество запасов *RIP* достаточно большое, система канбан может выдержать краткосрочные всплески спроса выше среднего уровня. Если цикл повторяется слишком много дней

подряд, то, в конце концов, могут быть исчерпаны даже запасы склада, и тогда возникнет ситуация дефицита комплектующих. Менеджер канбан должен быть бдителен в подобных ситуациях и исследовать причины их возникновения.

Если всплеск спроса был краткосрочной аномалией, то, возможно, не потребуется предпринимать никаких иных действий, кроме как предложить плановику распределить повышенный спрос на большее число дней, если это возможно. Если всплеск спроса оказывается опережающим индикатором новой тенденции спроса, то менеджер канбан должен провести перерасчет дневных норм, частоты поставок, количества запасов в контейнерах и их вместимости, пересмотреть вспомогательные атрибуты подаваемых материалов (бирки, цветовые маркеры и т. п.) и процедуры последовательности процессов.

В некоторых случаях всплеск спроса может быть индикатором определенного паттерна заказов клиента. Применение модели среднедневного объема использования для вычисления количества канбан этих компонентов дает неточные результаты. Хотя такой спрос имеет редкий цикл, объем заказов носит постоянный характер. Важный вопрос, на который должен ответить менеджер канбан, — следует ли все время держать под рукой запасы канбан этого компонента для удовлетворения редко случающегося спроса. Каковы издержки/преимущества содержания запасов для удовлетворения редко случающегося спроса?

Хранение компонентов в течение долгого времени для обеспечения обслуживания клиента увеличивает стоимость продукта. Если затраты не переносятся на клиента, маржа уменьшается. Любое решение, которое приводит к снижению маржи, должно тщательно продумываться. Оправдывает ли стоимость удовлетворения редко случающегося спроса на продукцию особенной конфигурации затраты на хранение запасов компонентов для удовлетворения этого спроса? Стоит ли объем спроса того, чтобы гарантировать стандартный срок выполнения заказа? Не изменилось ли направление вашей компании таким образом, что обслуживание этих клиентов перестало быть рентабельным? Не лучше ли уступить этот бизнес конкуренту, с тем чтобы сконцентрироваться на производстве тех продуктов, которые приносят вашей компании наибольший доход?

Внедрение системы канбан часто служит катализатором пересмотра существующей политики. Имея своей целью принятие наилучших для компании деловых решений, система канбан

является объективным механизмом оценки затрат для анализа конкретной политики выполнения заказов. Менеджера канбан не следует наделять полномочиями принимать решения о политике выполнения заказов в одностороннем порядке, однако он должен быть способен свободно инициировать дискуссии на эту тему и вносить значительный вклад в принятие окончательных решений.

Единственный момент времени, когда два полных контейнера должны находиться в месте расположения канбан, — ввод системы канбан в эксплуатацию. После первого цикла пополнения в месте расположения канбан должен находиться только один контейнер, в то время как второй контейнер пополняется. Это показывает, что материал постоянно находится в движении — или потребляется в производстве, или пополняется. Это процесс распределения, который требует постоянных корректив. При пополнении запасов *RIP* с частотой поставки раз в пять дней, складской персонал, например, должен наполнять и возвращать контейнер в точку потребления за четыре–пять дней. Если контейнер последовательно наполняется за один–два дня, то запасы, возможно, вдвое превышают необходимое количество компонентов.

Долгосрочная задача системы бережливого производства — уменьшить или устранить потребность в складе. В отсутствие склада поставщик доставлял бы компоненты прямо в *RIP*, минуя приемку и склад. Это позволило бы сократить срок доставки в цепочке вытягивания канбан на время, требуемое для получения, проверки, размещения и складирования материальных запасов.

Несмотря на то что экономия в результате доставки запасов в *RIP* прямо от поставщика очевидна, существуют две причины, по которым эта политика не может вводиться в один день с системой канбан, — ненадежность и нестабильность поставщиков. Если качество поставок вызывало подозрения в прошлом и их надежность в будущем под сомнением, то любому производителю меньше всего хочется, чтобы компоненты поставлялись прямо на бережливую линию только для того, чтобы ее пришлось останавливать из-за неудовлетворительного качества. То же самое касается истории соблюдения поставщиком сроков доставки. Большинство запасов сырья и полуфабрикатов, которые хранятся на складе, — это страховой запас, который служит буфером для защиты от ненадежности поставок.

Исторически сложилось так, что производители ведут дела с поставщиками на известном расстоянии. Во множестве случаев несправедливо смешивать всех поставщиков в одну кучу как ненадежных и нестабильных. Большинство из них стремится обслуживать своих клиентов как можно лучше и готово сотрудничать, доказывая свою надежность и стабильность. В силу долгой истории этих антагонистических отношений, для того чтобы поставщикам можно было доверять, требуется приложить определенные усилия. Установление открытых, честных и доверительных взаимоотношений является главной целью программы сертификации поставщиков. Только при уверенности в их надежности и стабильности можно внедрять политику доставки запасов в *RIP* прямо от поставщика.


Гревцов
Паблишер

Часть III

Управление проектом по внедрению и вводу в эксплуатацию, ежедневному обслуживанию и оценке эффективности бережливой линии


Гревцов
паблишер

Глава 7

Формирование команды

Готовность к переменам

Команда по управлению проектом играет активную роль в процессе внедрения бережливого производства. Она является катализатором перемен в компании и двигателем проекта. При разработке исходного проекта организация обязательно должна овладеть системой бережливого производства. Повседневное управление новой системой будет отличаться от того, что происходит сейчас! Хоть методология бережливого производства и является наилучшей технологией организации производственных операций, она — всего лишь система. Как система бережливое производство после его первоначального внедрения должно надлежащим образом обслуживаться и управляться командой менеджеров. Ответственное отношение к системе бережливого производства — императив.

Оно достигается соблюдением следующих принципов.

- Образование: организуйте механизм, обеспечивающий фундаментальное понимание методов бережливого производства. Цель такого обучения заключается в том, чтобы старые и новые сотрудники усвоили эти методы и внедряли результаты мероприятий по непрерывному улучшению процесса.
- Участие: процесс трансформации любой компании с использованием методов бережливого производства требует досконального понимания бизнес-процессов компании. И наоборот, компания должна понимать идеи и принципы бережливого производства. Чем больше людей будут приглашены к участию во внедрении, тем проще создать критическую массу, необходимую для закрепления изменений на долгое время после завершения первоначального проекта.

- Лидерство: методы бережливого производства поощряют практику управления посредством визуального контроля. Руководящая группа должна полностью принять новые методы и поддерживать осуществленные изменения. Наблюдение за условиями работы входит в обязанности менеджеров.

Процесс трансформации производства в бережливое

Достижение измеримых результатов является главной целью любого проекта. Методика внедрения бережливого производства создается для их получения посредством концентрации именно на улучшении эффективности производства. Подход, предполагающий достижение реальных результатов, определяет конкретные этапы и шаги, необходимые для достижения поставленной цели. В обязанности проектной группы входит лидерство и руководство деятельностью организации по выполнению этапных задач. Руководящая группа должна на деле демонстрировать свою решимость по внедрению бережливого производства, выделяя человеческие и финансовые ресурсы и поддерживая неизбежные культурные перемены.

Переход от существующих производственных методов к методам бережливого производства может потребовать значительных усилий. Их внедрение состоит из ряда последовательных, систематических шагов, образующих ряд проектов, основные вехи которых могут быть спланированы по времени в соответствии с уровнем комфорта и способностью к изменениям вашей компании. Агрессивность и скорость преобразования зависят от состояния существующей технологической информации и степени решимости руководящей группы. Эта методика внедрения поможет шаг за шагом провести команду специалистов-производственников через процесс проектирования бережливой производственной линии и создания соответствующих канбан-систем.

Поскольку задачи по внедрению систематичны и последовательны, большой объем сбора необходимой информации можно распределить и поручить членам команды, имеющим специфическую техническую квалификацию. Этот командный подход решает одновременно две проблемы.

- Работа разделяется на легко выполнимые части. Члены команды, осуществляющей проект по внедрению, обыч-

но не освобождаются от выполнения своих ежедневных обязанностей, хоть им и необходимо собирать важную информацию о компании.

- Множественность заданий членам команды способствует более широкому участию большего количества людей. Внедрение методов бережливого производства не должно быть таинственным или проводиться за закрытыми дверями. Большее количество участников означает более глубокую ассимиляцию и эффективное принятие новых методов.

Начало преобразования производственных мощностей требует самой важной информации о вашей компании. Значительная часть этой информации, скорее всего, легко доступна, но обычно не в той форме, которая нужна для внедрения бережливого производства. Методы бережливого производства используют данную информацию для проектирования производственных процессов по сходству с технологическим маршрутом изготовления продуктов. Собранные сведения используются в ряде формул, при помощи которых рассчитываются ключевые параметры обеспечения ресурсами. Результаты этих математических моделей позволяют предпринять важные меры по оптимизации проекта линии. В ходе внедрения бережливого производства команда всегда должна быть готова добывать дополнительную информацию по мере появления в ней необходимости.

Рекомендуется создать документ о ходе внедрения, который будет служить в качестве архива. По завершении проекта этот архив будет представлять собой журнал внедрения, содержащий записи обо всех действиях по преобразованию производства. Он включает все определения материалов и процессов, работу по подготовке мощностей, информационную деятельность команды, распределение задач, определение этапов внедрения бережливых методик, а также копии этой и другой сопровождающей документации. Архив как документ о ходе внедрения может быть использован в качестве исторического справочника для будущих проектов внедрения внутри компании.

При внедрении бережливого производства поощряется вовлечение в этот процесс широкого круга участников. Члены команды, которым поручается осуществление проекта внедрения, обязательно должны пройти обучение методам и принципам бережливого производства, прежде чем приступить к действию. Уровень понимания бережливого производства командой играет

значимую роль не только во время внедрения, он жизненно важен и для понимания движущих сил при разработке первой многономенклатурной бережливой линии. Остальные сотрудники, не задействованные в первоначальном внедрении, также должны быть вовлечены в процесс обучения на подобных практикумах. Работники, которые выполняют отдельные задания в рамках проекта внедрения, не являясь штатными членами команды по внедрению, способствуют созданию критической массы, осваивая бережливые методы и затем обучая других правильному обслуживанию бережливой производственной линии.

Первоначальное успешное внедрение первой бережливой линии станет плацдармом для достижения новых коммерческих целей. Коммерческие цели первой программы должны быть определенными. Если они ставились на основе стратегического анализа бизнеса (*SBA*), то движение к их достижению будет фиксироваться и отслеживаться как ключевой критерий успеха программы. Если коммерческие цели не были установлены до начала проекта внедрения, их необходимо как можно скорее определить уже в процессе внедрения.

Назначаются координатор программы внедрения бережливого производства и лидеры отдельных команд. Они обеспечивают коммуникацию, координацию распределения ресурсов команды и отчитываются в ходе выполнения программы. Обмен информацией по горизонтали и по вертикали — критический фактор успеха любого внедрения.

Физическое содействие проектным командам

На время первоначального внедрения бережливого производства проектным командам следует выделить аудиторию или конференц-зал достаточных размеров, чтобы в нем могли работать группы численностью от 6 до 15 участников и 3 лидера проектных команд. Выделенное помещение должно позволять членам команд работать вокруг столов. Помимо стульев и столов, должно быть установлено следующее оборудование:

- диаскопический проектор с экраном (или подходящий компьютерный проекционный аппарат);
- большой стенд с планшетом для бумаги и ручками;
- белая доска и стираемые цветные маркеры.

Это помещение будет использоваться для совещаний отдельных команд, учебных занятий, обсуждений командной стратегии с участием всех членов команды, а также для публичного

размещения документации о ходе внедрения. Кроме того, должны быть телефонная линия и доступ в Интернет. Желательно, чтобы выбранный зал располагался вблизи общей территории и был легко доступным производственному персоналу, который должен иметь возможность наблюдать за мероприятиями по внедрению и задавать вопросы о бережливом производстве и деятельности команды.

Структура управления проектом

Структура управления проектом устанавливает внутреннее организационное построение для управления проектом по переходу к бережливому производству. Цель создания структуры — обеспечить понимание направления участниками команды, распределить обязанности по сбору информации, установить, кто отвечает за принятие важных решений, создать схему разрешения проблем.

Внедрение методов бережливого производства — это ряд мероприятий, объединенных в определенные этапы. За их выполнением осуществляется контроль, обеспечивающий получение преимуществ и согласованных ожидаемых результатов действий по внедрению. Решение простых вопросов осуществляется на уровне команды. Иногда возникают задачи, которые должны реализовываться на более высоком уровне руководс-

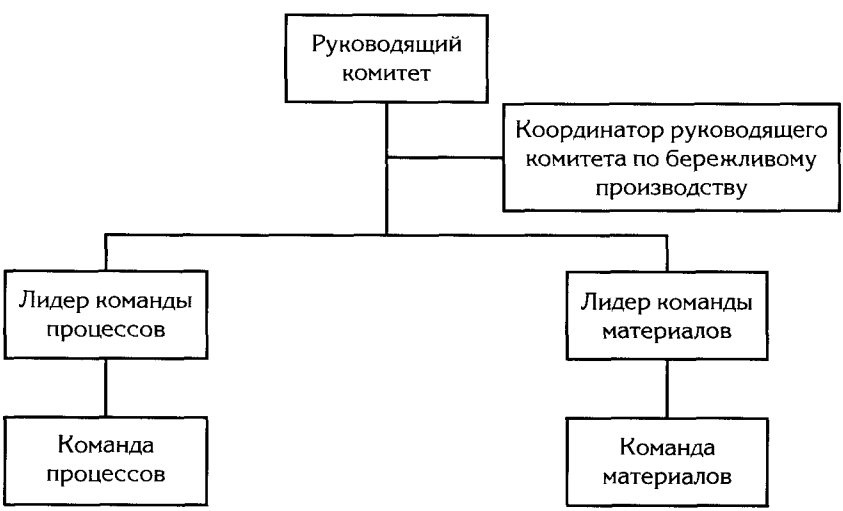


Рисунок 7.1. Структура управления проектом

тва. Структура управления проектом должна определять сферы ответственности и схемы решения проблем. Рекомендуется документировать в журнале внедрения все действия, предпринимаемые в ходе осуществления программы. По мере появления в журнал также должна вноситься информация о достижениях, выполнении плана, продолжающихся мероприятиях и открытых вопросах, а также об угрозах, выявляемых в процессе сбора информации.

Руководящий комитет

Для обеспечения успешной реализации инициатив по осуществлению бережливого производства обязательно необходимо создать руководящий комитет, который будет контролировать деятельность по внедрению. В его состав следует включить руководящих сотрудников, представляющих все основные функциональные подразделения, а также руководителей сотрудников, включенных в рабочие команды по организации бережливой линии. Благодаря этому не только обеспечивается ежедневный обмен информацией между руководителями и подчиненными на функциональном уровне, но и создается база для обучения руководящего комитета.

В его состав также должны быть включены представители следующих функциональных подразделений. Можно добавить и другие, если их участие полезно, но основа комитета такова:

- президент;
- инженерное проектирование;
- технологическое сопровождение производства;
- контроль качества;
- организация производства;
- производственные операции;
- отдел кадров;
- информационные системы.

Метафорически можно сказать, что руководящий комитет выполняет функцию совета директоров по внедрению бережливого производства. Комитет осуществляет общее руководство процесса, а также готовится к возможной трансформации в масштабах всей компании в будущем. Он должен регулярно собираться для контроля выполнения этапов проекта. Для облегчения коммуникации между членами руководящего комитета и отдельными командами необходимо выбрать координатора.

Основные обязанности руководящего комитета:

1. Направлять кадровые ресурсы представленных в комитете подразделений в команды по внедрению. Это часто требует от руководящего комитета смещать приоритеты в их пользу.
2. Регулярно собираться для обсуждения хода внедрения. Проверять статус пунктов плана действий и их соответствие методам бережливого производства. Понимать и примирять существующие методы ведения дел с изменениями, рекомендованными командами по внедрению бережливых методов. Достигать единодушного одобрения членами руководящего комитета предлагаемых планов действий.
3. Понимать, согласовывать и гарантировать целостность и соответствие методов бережливого производства тем стандартам, которые внедряются в ходе осуществления проекта. Это покажет решимость менеджмента высшего звена в отношении целей и задач внедрения.
4. Контролировать программные этапы и устанавливать приоритеты, поддерживая внедрение бережливого производства.
5. Обеспечивать финансирование запланированных потребностей в запасах, материалах канбан и возрастающих машинных и человеческих ресурсах. Подтверждать согласованность и поддержку организационных ролей и обязанностей. Обеспечивать необходимое финансирование проекта.
6. Развивать коммуникации и стратегию информационной работы, обеспечивающие доступность данных о проекте внедрения бережливого производства, ожидаемых выгодах и о том, каким образом цели проекта способствуют достижению целей организации, для всех сотрудников, клиентов и поставщиков.
7. По мере определения потребностей разрабатывать, финансировать и обеспечивать кадрами необходимые учебные планы. Обычно требуются два вида обучения: (1) введение в методы бережливого производства для имеющихся сотрудников и (2) ознакомление с бережливым производством новых сотрудников.
8. Обеспечивать выполнение коммерческих целей компании. Контролировать важные базовые критерии эффективности, характеризующие обслуживание клиентов, качество,

материально-производственные запасы, себестоимость продукции, площадь производства и кадровое обеспечение. Систематически оценивать ход выполнения программы с точки зрения намеченных коммерческих целей.

В то время как повседневную работу выполняют члены команды по внедрению, в конечном итоге именно руководящий комитет несет прямую ответственность за выполнение программы.

Координатор руководящего комитета по бережливому производству

Некоторые члены команды могут участвовать во внедрении бережливого производства вне штата по мере необходимости, в дополнение к их повседневным функциям. Однако координатор руководящего комитета по бережливому производству должен заниматься внедрением полный рабочий день. Это лицо отвечает за коммуникацию между всеми уровнями и членами команды. В дополнение к принятию отчетов команд об их действиях, координатор руководящего комитета по бережливому производству играет роль посредника между комитетом и командами, определяя, когда именно необходим обмен информацией. Координатор должен оценивать вопросы, которые выносятся на рассмотрение руководящего комитета.

Координатор руководящего комитета по бережливому производству должен:

1. Понимать сферу ответственности, делегируемой каждому члену команды, контролировать ход выполнения пунктов плана и определять, когда необходимо обращение за помощью руководящего комитета.
2. Координировать проект бережливого производства совместно с командами по организации бережливого производственного процесса и материального обеспечения, лидерами команд и членами руководящего комитета.
3. Выдвигать предложения и руководить разработкой стратегии информирования, обеспечивая извещение об успехах по мере их появления.
4. Разрабатывать план обучения и информирования всей компании, клиентов и поставщиков. Разрабатывать план распространения методов бережливого производства на все предприятие или компанию.
5. Выполнять двойную функцию в качестве лидера руководящего комитета. Координатор руководящего комитета:

- определяет продуктовые линейки и области внедрения бережливого производства;
- определяет проектную мощность линий по производству установленных продуктовых линеек;
- организует необходимое обучение команд по внедрению и персонала;
- распределяет и контролирует выполнение задач, обязанностей и пунктов плана;
- обеспечивает достижение целей этапов;
- рассматривает установленные командами потребности в ресурсах;
- поддерживает по мере необходимости организационные изменения;
- поддерживает обучающие программы, направленные на вовлечение сотрудников;
- возглавляет контроль достижения коммерческих целей;
- отчитывается перед руководящим комитетом о ходе внедрения и озвучивает вопросы, требующие рассмотрения;
- рассматривает бюджеты и представляет руководящему комитету требования по финансированию внедрения;
- осуществляет общую координацию работы при выполнении командой по внедрению ее повседневных задач;
- обеспечивает ресурсы — как кадровые, так и финансовые — для поддержки команд, которые нуждаются в помощи.

Команды по внедрению

Одной из важных задач внедрения бережливого производства является предоставление вашей компании нового набора инструментов управления бизнесом. По завершении проекта внедрения новые бережливые методы должны стать повседневными технологиями выполнения работы. Глубокое расхождение между существующими технологиями и бережливыми методами станет очевидным вскоре после начала процесса внедрения. Несмотря на обучение, членам команды может быть непривычно или некомфортно работать согласно методам бережливого производства.

В процессе пересмотра существующих методов и внедрения бережливых может наступить период неопределенности.

Для большинства сотрудников эта ситуация будет сопровождаться неприятным ощущением. По некоторым вопросам может не найтись ясных и простых решений. Избегайте соблазна вернуться в «теплое и уютное болото» знакомых систем. Работайте над разрешением проблем по мере их появления, руководствуясь новыми бережливыми методами. В процессе внедрения знания и умения каждой команды будут формироваться до тех пор, пока не будет достигнуто полное понимание бережливых методов. К моменту ввода в эксплуатацию новой бережливой линии члены команды должны полностью привыкнуть к новому набору инструментов.

Эволюция начинается одновременно с проектом внедрения. Один из лучших способов стимулировать ее заключается в вовлечении в проект внедрения по возможности большего числа сотрудников. Командный подход — лучший способ достичь этого. Он решает две задачи одновременно: (1) создание команд способствует более широкому участию, обеспечивая интеграцию большего числа сотрудников, и (2) работа разделяется на легко выполнимые части.

Поскольку методика бережливого производства моделирует существующие производственные процессы, необходимо собрать и включить в бережливые математические модели значительный объем информации. Это итеративный процесс, который требует глубокого понимания производственных процессов и стратегий управления материальными запасами. Внедрение осуществляется последовательно и систематично. Для получения необходимой информации можно разделить ее на сегменты, относящиеся к различным областям производства, и поручить ее сбор командам специалистов, обладающих соответствующей технической квалификацией. Нужно создать две команды, ответственные за внедрение методов бережливого производства. Это — команда по внедрению бережливых производственных процессов (далее — команда процессов), обладающая знанием производственных процессов и критериев качества, и команда по бережливому управлению материальными запасами (далее — команда материалов), обладающая знанием компонентов и конфигураций продуктов.

Члены команд будут работать над внедрением бережливого производства без отрыва от своих основных обязанностей, как правило, посвящая этой работе от 10 до 20% своего рабочего времени. Подобно руководящему комитету, который отражает

поперечное сечение компании посредством представительства различных функциональных подразделений, состав этих двух команд будет отражать состав руководящего комитета, включая в себя специалистов, обладающих необходимыми профессиональными знаниями. Команды работают над реализацией проекта под непосредственным руководством координатора комитета и лидеров команд.

Команды отвечают за выполнение всех поставленных задач по внедрению бережливого производства. Членам этих квалифицированных команд отводится главная роль в дальнейшем, чтобы после завершения проекта внедрения методы бережливого производства были усвоены и стали частью повседневной жизни компании.

Из числа членов команд процесса и материалов нужно выбрать по одному участнику в качестве их лидеров, которые разделят ответственность за успех проекта с координатором по внедрению бережливого производства.

В обязанности лидера команды входят:

1. Доведение рабочих задач, согласованных с руководящим комитетом и координатором по внедрению бережливого производства, до членов команды. Лидер команды должен эффективно управлять ресурсами команды, обеспечивая своевременное выполнение этапов и достижение целей.
2. Руководство и контроль достижения целей этапов, распределение обязанностей, оценка доступности ресурсов и акцентирование внимания на проблемах, выявляемых путем частого и регулярного анализа хода этапов.
3. Руководство командой и достижение консенсуса по всем командным решениям, при необходимости сохранение за собой права принимать окончательные решения от лица команды.
4. Мотивация команды к выполнению поставленных задач.
5. Ведение и поддержание в порядке всей документации по программе, регулярное обновление информации в журнале внедрения.

Поскольку члены команды участвуют во внедрении бережливого производства без отрыва от своей основной работы, их ротация поощряется. Она способствует привлечению к внедрению бережливого производства новых сотрудников с нужной технической квалификацией и помогает распространять в ком-

пании информацию о бережливых методах. Увеличение числа осведомленных сотрудников помогает создать критическую массу, необходимую для того, чтобы бережливые методы стали стандартной частью обычной повседневной работы. При осуществлении новых программ в других областях производства и во вспомогательных офисах будет происходить еще большая ротация, позволяя все большему числу сотрудников принять участие в процессе внедрения.

Когда в команду на основании их специфической квалификации включаются новые участники, основные члены команды должны следить за тем, чтобы новички вносили во внедрение только тот вклад, который от них ожидается. Как бы интересно, а часто и весело, это ни было, остерегайтесь отвлеченных дискуссий и отступлений от главных вопросов. Осторожность показана также и при привлечении незаинтересованных наблюдателей со стороны, из других подразделений или компаний. Не являясь членами базовой команды по внедрению, они не несут ответственности за весь проект и могут отвлекать внимание от задачи, замедлять процесс внедрения, задавая посторонние вопросы и высказывая опасения, которые не имеют непосредственного значения для внедрения бережливого производства.

От членов команды не требуется посвящать проекту все рабочее время, однако задачи программы должны выполняться в установленные сроки. Успешная реализация проекта требует огромной концентрации и упорной работы. В качестве поддержки и признания особых усилий этих членов команды рекомендуется ввести статус основных членов команды по внедрению. Основные члены команды обладают долгосрочным «правом собственности» и участия в проекте для обеспечения успеха новых бережливых производственных процессов.

Выбор членов команды по внедрению — очень важное решение, которое заслуживает особого внимания и должно тщательно обдумываться. Члены команды должны понимать, что программа внедрения требует значительных усилий. Лидеры команды несут ответственность за выполнение целей и задач, но все члены команды должны быть способны выполнять необходимые задачи независимо, без поминутного контроля. Вся информационная работа, связанная с внедрением, должна начинаться с членов этих команд. Важно, чтобы все участники прошли обучение принципам бережливого производства.

Приступив к работе, эти команды могут оказаться весьма энергичными. По мере достижения успехов члены команды будут излучать энтузиазм и энергию, способствующие развитию проекта. Остальные сотрудники компании будут подхватывать этот энтузиазм. Увлеченность преимуществами бережливого производства будет способствовать укоренению в компании бережливых методов. Координатор внедрения бережливого производства и руководящий комитет в ходе проекта должны демонстрировать активность и решимость добиваться успеха процесса. Вопросы, сомнения и проблемы, встречающиеся на пути, необходимо обсудить и разрешить прежде, чем продолжать реализацию проекта. Благодаря совместной работе ваша компания вскоре сможет воспользоваться многочисленными преимуществами методов бережливого производства.

Команда процессов

Команда процессов состоит из сотрудников, обладающих наиболее глубоким знанием производственных процессов: как продукты производятся, чем отличаются друг от друга, сколько времени требуется для изготовления продуктов, какие проблемы встречаются на производстве, а также каковы возможности управления производственными мощностями и ресурсами. В состав команды процесса обычно входят представители производственного отдела, отделов инженерного проектирования и организации производства, планово-диспетчерского отдела, а также отделов контроля качества и планирования. В обязанности команды процесса входит:

1. Определение производственных процессов:
   - создание схем технологического процесса в графической форме для всех исходных изделий, включенных в первоначальный проект бережливой линии;
   - определение процентных долей повторной обработки и отходов для каждого процесса и продукта;
   - определение для каждого продукта маршрутов опциональной работы и соответствующих процентных долей.
2. Составление карты процесса:
   - определение семейств продукции (продуктов, для изготовления которых используются общие производственные процессы);
   - определение повторной обработки, отходов и опций по продуктам.

3. Составление карты последовательности событий:
   - ▶документирование последовательных рабочих задач для каждого процесса;
   - ▶определение фактического времени, требуемого для выполнения каждой задачи;
   - ▶определение и документирование всех критериев качества для рабочих задач.
4. Проектирование линии для оптимизации мощностей:
   - ▶определение ресурсов, требуемых для выполнения работы, по типу и количеству;
   - ▶создание списка типов имеющихся станков и механизмов;
   - ▶определение основных групп рабочей силы по профессиональной квалификации (если необходимо);
   - ▶определение количества фактических рабочих часов и числа смен, требуемых для выполнения работы;
   - ▶окончательное утверждение проекта линии на основании расчетов и методов производства смешанной номенклатуры продуктов;
   - ▶управление физическими параметрами изменения мощностей.
5. Обучение сотрудников:
   - ▶обучение сотрудников линии работе в условиях бережливого производства;
   - ▶обучение производству смешанной номенклатуры продуктов, выбранных для производства на многономенклатурной линии.

Команда материалов

Члены команды материалов владеют информацией о компонентах как покупных, так и производимых компанией, которые используются для производства продукции. Они разбираются в *BOM*, в данных контрольного экземпляра спецификации компонентов продукта, в процессах систем планирования и последующего запуска заказов в производство, владеют историческими данными по использованию материалов и системами прогнозирования. Обычно в состав команды материалов входят главный плановик, плановики, представители отделов закупок, дистрибуции, складирования, систем сбыта и маркетинга. В обязанности команды материалов входит:

1. Выбор базовых изделий (единиц складского хранения, ECX) для использования при проектировании методов бережливого производства:
   - ▶ определение репрезентативной выборки потенциальных продуктов и возможных опций, представляющих производственные процессы, которые будут использоваться в проекте бережливой линии;
   - ▶ определение объемов спроса на выбранные номенклатурные позиции, а также опций продуктов и их соответствующих процентных долей в общем объеме спроса.
2. Консолидация баз данных *BOM* по продуктам, выбранным для проекта бережливой линии:
   - ▶ создание полного списка компонентов, охватывающего активные продукты, опции и комплектующие в соответствии с начальным списком исходных продуктов, выбранных по правилу 80/20.
3. Разработка и внедрение стратегии канбан:
   - ▶ проектирование системы канбан, включая последовательности вытягивания, частоту доставки, размеры контейнеров, требования к упаковке поставщика, расположение запасов для пополнения (*RIP*) и разработку систем быстрого учета;
   - ▶ подача материалов на линию посредством обеспечения достаточного числа контейнеров для линии и *RIP*, маркировка контейнеров, первоначальное наполнение контейнеров и расположение проходных стеллажей и стеллажей для хранения в *RIP*, где это необходимо;
   - ▶ обучение сотрудников обслуживанию системы канбан, включая вытягивание материалов при помощи пополняемых канбан и канбан однократного использования, управление информацией для доски обзора состояния материальных запасов и подача комплектующих однократного использования в соответствии с полученными потребительскими заказами.
4. Определение последовательности выполнения заказов на линии:
   - ▶ разработка стандартного формата уведомления о последовательности заказов, подлежащих производству на линии, и подготовка доски поступления потребительских заказов (или ее электронного эквивалента) для организации этой функции;

- формализация стратегий и процедур пополнения материалов, определенных в процессе внедрения.

Обзор требуемой информации

Ниже приводятся ключевые элементы информации, необходимой для оптимизации вашего производства и проектирования новой бережливой линии.

- **Определение продуктов/семейств:** для всех существующих и ожидаемых новых продуктов с указанием их исторических объемов продаж и принадлежности к тому или иному семейству.
- **Схема технологического процесса (СТП):** для каждого производимого готового изделия, включенного в проект создания бережливых производственных мощностей. СТП представляет собой графическую схему, показывающую взаимосвязь процессов при производстве ваших продуктов. Многие продукты часто имеют общую СТП. Разрабатывается одна схема, показывающая все процессы для всех продуктов, которая впоследствии используется для окончательного проекта многономенклатурной линии.
  - *Процесс:* совокупность последовательных действий логически сгруппированных ресурсов, выполняющих рабочие задачи в заранее определенном порядке. Процесс на производстве — это сочетание ресурсов (людей и машин), при помощи которых материал обрабатывается с целью изготовления готового продукта.
  - *Схема технологического процесса:* графическое изображение синхронизированной взаимосвязи ресурсов, выполняющих рабочие задачи, требуемые для изготовления продукта или выполнения административной деятельности.
  - *Многономенклатурная схема технологического процесса:* СТП, включающая некоторое количество разных продуктов, которые можно объединить в одну группу на основании общности производственных процессов и норм времени, необходимых для производства этих продуктов.
- **Карта последовательности событий (КПС):** для каждого процесса, указанного на СТП. КПС требует подробной записи отдельных задач, нужных для выполнения отдельного процесса при производстве данного продукта.

Кроме того, каждая задача должна содержать указание фактического времени, необходимого для выполнения работы, а также все критерии качества для этой задачи. Документирование данной информации составляет наибольший объем работы при внедрении методов бережливого производства.

- *Последовательность событий:* определение работы и критериев качества, требуемых для изготовления продукта в данном процессе производства.

- **Карты процессов:** используя информацию, собранную для составления КПС и СТП, создайте таблицу с указанием всех процессов — по горизонтальной оси — и всех продуктов — по вертикальной. На каждом пересечении «продукт/процесс» запишите время работы людей и машин в минутах в соответствии с КПС. Затем, используя ту же табличную форму, укажите процентные доли отходов, повторной обработки и опций на каждом пересечении «продукт/процесс».
  - *Карта процесса:* таблица, представляющая производственные процессы согласно СТП — по горизонтальной оси — и продукты — по вертикальной. Эта таблица используется для определения многономенклатурных семейств продуктов с общими процессами и нормой времени.
- **Требуемый объем полной мощности (V_c):** для каждого продукта. V_c — это величина ожидаемого объема производства каждого продукта в течение некоторого продолжительного времени, задаваемая руководящим комитетом для проекта линии. Эти данные обычно рассчитываются совместными усилиями отделов маркетинга, производства и верхних эшелонов управления. V_c должен утверждаться руководящим комитетом, так как эта величина определяет мощность производственного оборудования. V_c является базовым параметром всех последующих расчетов для оптимизации производственных мощностей.
  - *Объем полной мощности:* величина ожидаемого будущего спроса на продукты, которые будут производиться на бережливой линии. V_c является знаменателем в формуле расчета времени такта. Время такта впоследствии используется во всех вычислениях ресурсов, необходимых для проектируемой линии.

- *Такт:* отношение времени и объема, вычисляемое как ритм, пульс или темп для каждого процесса бережливой линии. Такт используется для определения ресурсов и синхронизации линии бережливого производства.

- **Характеристика ресурсов:** определяет фактические часы и смены, а также количество и профессиональную квалификацию рабочей силы в сфере оптимизации производственных мощностей.
  - *Фактические часы:* количество времени, имеющееся в распоряжении производственных сотрудников для выполнения работы, определенной в КПС. Для проекта бережливой линии это время выражается в минутах.
  - *Ресурс:* человек или машина, способные выполнять рабочие задачи, необходимые для производства продукта.
  - *Доступное ресурсное время:* количество рабочих минут в день, имеющееся у ряда ресурсов бережливого производства (сотрудников, рабочих мест и/или станков) для изготовления продуктов.
- **Критерии выбора типа канбан:** определяются для всех компонентов, выбранных для пополнения посредством системы канбан. Последовательности вытягивания определяют точки потребления и повторного пополнения, частоту доставки и вместимость контейнеров и упаковок. Эта информация будет использоваться для определения стратегии канбан.
  - *Канбан:* японское слово, обозначающее «коммуникативный сигнал» или «карточка». Это метод, используемый для вытягивания продуктов и материалов на бережливые производственные линии. Существует несколько вариантов канбан в зависимости от применения: запускающий предыдущий процесс, двухбункерный, однокарточный, многокарточный канбан, а также канбан однократного использования.

Глава 8

Контрольный перечень этапов внедрения бережливого производства

Переход от использования компьютеризированных систем планирования, запускающих в производство серии заказов, которые подвергаются обработке на участках, к выпуску продуктов в регулируемом потоке шириной в одну единицу — непростая задача. Это процесс, который требует полного переосмысления существующей операционной системы и того, как продукция производится сегодня.

Сведения, необходимые для осмысления продуктов, их процессов, комплектующих и потребностей в них, уже были рассмотрены. Как правило, необходимая информация или недоступна, или существует в формате, непригодном для преобразования производственных мощностей в бережливое производство, на котором продукция выпускается поштучно. Требуемую информацию обычно необходимо собрать и обработать в формате, пригодном для проектирования бережливых производственных мощностей.

Не следует заблуждаться в отношении процесса сбора информации. Он может быть трудным, скучным и занимать много времени. Тем не менее эта информация обязательна, и ее необходимо выяснить прежде, чем начнется процесс трансформации производства в бережливое. Один из способов получения нужной информации состоит в том, что задача поручается конкретному человеку, которому предоставляется значительное время для того, чтобы сконцентрироваться исключительно на сборе информации. Такой способ обеспечивает выполнение задачи,

а поскольку этим занимается один человек, то и согласованность деталей и содержания.

Существует вероятность, что одному сотруднику для сбора всей информации потребуется много времени. В дополнение к затратам времени, проектирование бережливой производственной линии требует глубоких знаний и опыта, которые в данном случае были бы ограничены знаниями и опытом всего одного человека. Последующее широкое усвоение методов бережливого производства всей организацией заняло бы больше времени, чем изначально удалось сэкономить благодаря поручению всей работы одному человеку.

Предпочтительнее использование командного метода. Формирование групп для сбора требуемой информации не только распределяет сложную и занимающую много времени работу между несколькими людьми, но одновременно решает задачи обучения и тренировки членов команды в применении принципов и методов бережливого производства. Члены этих исходных команд составляют значительную часть критической массы, необходимой для усвоения методов бережливого производства всей организацией.

Кроме того, распределение работы между многими членами команды позволяет увеличить скорость внедрения. Первоначальная успешность при затяжном внедрении уменьшается по мере потери членами команды энтузиазма и увлеченности проектом трансформации. Внедрение все же может оказаться удачным, но извлечение максимальных выгод потребует больше времени и энергии.

После создания команд и назначения координатора руководящего комитета по внедрению бережливого производства участникам понадобится план, определяющий их дальнейшие действия, чтобы исключить двойную работу и накопление лишней информации и максимизировать эффективное использование их времени. Важно не только эффективно расходовать время членов команды, но и собирать информацию в правильном порядке.

Для того чтобы координатор руководящего комитета и команды материалов и процессов собирали требуемую информацию в правильной последовательности, в методике бережливого производства используется контрольный перечень его этапов внедрения. Существует шесть этапов, каждый из которых включает в себя ряд пунктов, необходимых для выполнения до пере-

хода к следующему этапу. Таким образом, контрольный перечень представляет собой рабочий документ для управления проектом внедрения. Перед переходом к следующему этапу координатор, работая во взаимодействии с руководящим комитетом, и команды по внедрению должны согласиться, что все пункты данного этапа могут быть отмечены как выполненные.

Осуществляемые пункты каждого этапа разделяются на категории в соответствии с обязанностями команд. Руководящий комитет и команды материалов и процессов отвечают за выполнение порученных им задач в период времени, определяемый координатором руководящего комитета по внедрению бережливого производства. Лидеры отдельных команд по внедрению отвечают за то, чтобы члены их команд посвящали необходимое время сбору требуемой информации. Временные или ресурсные ограничения должны выявляться лидером команды и обсуждаться с координатором руководящего комитета. Важно соблюдать график реализации проекта, чтобы члены команды не «перегорели» и чтобы получение ожидаемых преимуществ не задерживалось.

Формулировка каждой задачи на всех этапах должна быть краткой и точной. Лаконичные определения служат для разделения той работы, которую нужно выполнить на данном этапе, или той информации, которую нужно собрать, на отдельные ограниченные задачи. Выполнение многих пунктов может потребовать значительного труда. В отличие от бережливых производственных линий, созданию которых служит проект по внедрению, пункты этапов и сами этапы не согласованны. Было бы нереалистичным полагать, что все пункты каждого этапа и задачи команды будут выполняться за одно и то же время. При всем стремлении равномерно распределить рабочие задачи по этапам, процессы, исходные материалы, тип и организация данных в разных компаниях существенно различаются. В связи с этим нужно быть готовыми к тому, что отдельные пункты внутри некоторых этапов будут выполняться быстрее, чем другие. Будьте терпеливы в отношении команд, которые при сборе информации сталкиваются с более серьезными трудностями, чем остальные.

Требования к программному обеспечению методов бережливого производства

Определение количества канбан и ресурсов бережливой линии требует выполнения многих математических вычислений. При проектировании линии и системы канбан желательно иметь

возможность выполнять многократные итерации вплоть до достижения оптимального решения. Коммерческие компьютерные программы, доступные на рынке, предназначены для выполнения этих необходимых вычислений. Такие продукты широко варьируются по цене и функциональности. Однако требуемые вычисления можно выполнить с помощью распространенных табличных процессоров или других доступных для приобретения программных средств. Нет необходимости заказывать программное обеспечение специально для внедрения ваших бережливых производственных линий.

Размеры и сложность программ табличных вычислений могут существенно возрастать по мере развития проекта внедрения, поэтому рекомендуется включить в команду человека с хорошими навыками работы с таблицами. С ростом размеров таблиц команде по внедрению, возможно, придется ограничить доступ к таблицам, разрешив его нескольким избранным членам команды. Обычная практика размещения этих программ в корпоративной сети может привести к искажению данных.

ЭТАП № 1

Инициализация и запуск проекта

Цель: запустить проект по внедрению! Сформулировать стратегическое видение будущего компании. Определить состав команд и обучить участников. Составить план действий. Определить полномочия команд и их задачи. Начать сбор информации, необходимой для проектирования линии и системы канбан.

Задачи руководящего комитета

1. Сформулировать стратегическое видение будущего
2. Подготовить обзор для руководителей
3. Составить генеральный план
4. Определить участников команд и сформировать команды
5. Организовать обучение команд материалов и процессов
6. Утвердить перечень и значения критериев, которые могут быть достигнуты при создании бережливой линии

Задачи команды материалов

7. Начать выбор продуктов, удовлетворяющих поставленным задачам
8. Определить объем производства на бережливой линии
9. Начать выбор компонентов — кандидатов на включение в систему канбан

Задачи команды процессов

10. Установить количество рабочих минут в день
11. Начать создание схем технологических процессов (СТП)
12. Начать запись карты последовательностей событий (КПС) и времен процессов

Цель

Задачи, перечисленные в этапе № 1, призваны обеспечить старт проекта. Большинство пунктов относятся к обязанностям руководящего комитета и должны быть выполнены прежде, чем команды материалов и процессов смогут начать свою деятельность.

Содержание задач руководящего комитета

1. **Сформулировать стратегическое видение будущего:** причины замены операционной системы производства должны быть осознаны, сформулированы и при необходимости опубликованы. Оглашение их также способствует тому, чтобы члены руководящего комитета тщательно обдумали свои ожидания в отношении бережливой производственной линии. Различные взгляды членов руководящего комитета должны быть согласованы между его участниками. Стратегическое видение должно обеспечивать ясность направления, с тем чтобы члены команды по внедрению в процессе работы стремились к достижению целей, определяемых стратегическим видением.
2. **Подготовить обзор для руководителей:** во многих компаниях маловероятно, что каждый член высшего исполнительного руководства будет активно участвовать в проекте внедрения. Некоторые представители высшего руководства могут иметь лишь косвенное отношение к проекту или вообще не знать о его существовании. Даже если они

не принимают прямого участия во внедрении бережливого производства, их все равно следует информировать о проекте, на случай, если членам команды потребуются данные из их функциональных подразделений. Обзор должен заключаться в кратком обучающем занятии для объяснения различий между существующей операционной системой и системой бережливого производства и для сообщения информации, касающейся их функциональных областей.

3. **Составить генеральный план:** на высшем уровне должен быть принят план, утверждающий стратегическое видение, задачи по этапам, предполагаемые даты их выполнения и ответственное лицо. Этот документ будет генеральным планом руководящего комитета в течение всего проекта внедрения. Генеральный план должен пересматриваться и обновляться на каждом собрании руководящего комитета. В обязанности координатора руководящего комитета по бережливому производству входит обеспечение связи с командами по внедрению при возникновении необходимости внесения изменений в генеральный план, которые должны утверждаться членами руководящего комитета, а также уведомление об изменениях команд по внедрению.
4. **Определить участников команд и сформировать команды:** каждое функциональное подразделение, представленное в руководящем комитете, должно делегировать своего представителя в команду по внедрению. Помимо подотчетности команды по внедрению руководящему комитету, член команды будет напрямую отчитываться перед своим руководителем. Такая дополнительная подотчетность обеспечивает выявление проблем внедрения и разработку соответствующих решений. Прямая подотчетность руководителю также обеспечивает доступ к необходимым для команд по внедрению ресурсам представителя. Некоторые нужные члены команды могут не иметь представительства в руководящем комитете. Для обеспечения поддержки их участия в команде по внедрению может потребоваться дополнительное обучение их руководства.
5. **Организовать обучение команд материалов и процессов:** после определения состава команд необходимо организовать обучение их участников идеям и принципам бережливого производства. Это может осуществляться в виде внешнего обучающего курса или на основе внутренних разработок отдела обучения. Если внутреннего обучаю-

щего курса не существует, его следует разработать для тренировки новых членов команды и в последующем новых сотрудников, которые будут работать на бережливой линии. Специальное обучение в области внедрения обычно не нужно, так как по мере продвижения членов команды от этапа к этапу обучение без отрыва от производства обеспечивается самим фактическим процессом внедрения.

6. **Утвердить перечень и значения критериев, которые могут быть достигнуты при создании бережливой линии:** выбор подходящих критериев для первоначального внедрения бережливого производства — очень важная задача. Используя данные стратегического бизнес-анализа, следует выделить целевую область достаточно больших размеров, чтобы получить значительную прибыль на инвестированный капитал, но в то же время нужно внимательно контролировать объем изменений, происходящих в организации. Первоначальные проекты внедрения должны быть рассчитаны на завершение в срок от четырех до шести месяцев.

После формирования команд материалов и процессов и проведения ими своих первых собраний они должны начать собственную деятельность по сбору информации. Информация, которую необходимо собрать, была описана в предыдущих главах.

ЭТАП № 2

Осмысление продуктов, процессов и материалов

Цель: задокументировать все производственные процессы. Определить выработку процессов с учетом опциональности, повторной обработки и отходов. Выявить семейства продуктов на основании общности процессов. Задокументировать точки потребления и пополнения компонентов канбан. Установить цепочки вытягивания и времена пополнения. Определить компоненты канбан однократного использования.

Задачи руководящего комитета

1. Следить за обучением команды
2. Пересматривать и обновлять генеральный план
3. Достичь консенсуса в отношении продуктов, которые будут производиться на бережливой линии

Задачи команды материалов

4. Выполнить первую итерацию определения объема потребности в продуктах
5. Определить компоненты, которые будут включены в систему канбан
6. Разработать цепочки вытягивания канбан
7. Вычислить издержки стратегии пополнения канбан

Задачи команды процессов

8. Составить схемы технологических процессов
9. Количественно определить и задокументировать переменные параметры производительности процессов
10. Создать многономенклатурную СТП
11. Рассмотреть последовательности событий и времена процессов
12. Выполнить первую итерацию определения требований к ресурсам

Цель

Продолжение начатых на этапе № 1 сбора информации и документирования на СТП производственных процессов, включая технологические маршруты при добавлении дополнительных опций к базовому заказу, циклы повторной обработки и отбраковки отходов. Группирование СТП в семейства по общности процессов и создание многономенклатурной СТП. Продолжение разработки канбан-системы управления материальными запасами путем определения цепочек вытягивания и выбора компонентов для включения в систему канбан. Выполнение первоначальных вычислений ресурсов для составления схемы проекта бережливой линии и первоначальная оценка вложений в материальные запасы для разработки стратегии пополнения канбан.

Содержание задач руководящего комитета

1. **Следить за обучением команды:** по мере введения новых участников в команды по внедрению может потребоваться их обучение, чтобы они смогли работать на одном уровне со старыми членами команды. Руководящий комитет должен обеспечить необходимые ресурсы для проведения такого обучения.

2. **Пересматривать и обновлять генеральный план:** следить за работой команды и документировать любые модификации.
3. **Достичь консенсуса в отношении продуктов, которые будут производиться на бережливой линии:** выбор базовых продуктов (единиц складского хранения, ECX) для производства на бережливой линии нередко вызывает бурную дискуссию. Однако эта дискуссия не может продолжаться вечно. Ключевой критерий выбора состоит в том, что избранные продукты должны представлять все производственные процессы, используемые для выпуска всех изделий. Существующие семейства, цвет, размер и конфигурация имеют второстепенное значение. На протяжении этапа № 2 дискуссия еще может продолжаться, но в итоге она должна быть завершена.

Содержание задач команды материалов

4. **Выполнить первую итерацию определения объема потребности в продуктах:** определение окончательного объема потребности в продуктах, который будет использоваться для разработки конечного плана линии, — сложная задача. Крайне важно сделать выбор окончательного объема полной мощности. Проектирование бережливых производственных мощностей, рассчитанных на объем спроса, требует прогнозирования будущего. Многие производители чувствуют себя неуютно, делая такие предсказания. Членам команды, ответственным за определение величины объема полной мощности, будет проще, если им будет дана возможность разрабатывать прогнозы для различных сочетаний продуктов и объемов. Следует предоставить членам команды время на выполнение многократных итераций для разных сочетаний продуктов и объемов.
5. **Определить компоненты, которые будут включены в систему канбан:** продолжается определение компонентов, которые следует включить в систему канбан. Исходный список должен включать компоненты, которые составляют 80 % общего объема продаж.
6. **Разработать цепочки вытягивания канбан:** во время этапа № 2 выполняется разработка отдельных последовательностей вытягивания канбан с соответствующими точками потребления и пополнения. Несколько последо-

вательностей вытягивания объединяются в цепочки вытягивания. Частота поставок определяет скорость оборота запасов.

7. **Вычислить издержки стратегии пополнения канбан:** для определения количества материалов, которое нужно поддерживать в точках потребления и пополнения, формула канбан должна быть вычислена для каждого времени пополнения каждой последовательности вытягивания в каждой цепочке вытягивания. Умножая стандартную стоимость материалов одного пополнения (читай канбан) на количество канбан и суммируя значения, полученные для последовательности вытягивания, можно определить вложения в материальные запасы для каждого потребления и пополнения. Если желаемый уровень вложений в материальные запасы или ожидаемая оборачиваемость не могут быть достигнуты в рамках данной стратегии пополнения, время пополнения в каждой последовательности вытягивания можно корректировать и производить повторные вычисления до тех пор, пока не будет достигнут желаемый уровень вложений в запасы. Это продолжительный повторяющийся процесс, который начинается на этапе № 2.

Содержание задач команды процессов

8. **Составить схемы технологических процессов:** следует завершить создание всех СТП. Если команда материалов выбирает новые продукты или заменяет исходные, необходимо разработать СТП для этих продуктов.
9. **Количественно определить и задокументировать переменные параметры производительности процессов:** отходы, повторную обработку и опции, которые оказывают влияние на выработку процессов, необходимо задокументировать на этапе № 2. Там, где встречаются эти переменные параметры, объем выработки процесса изменяется, что может оказывать влияние на время такта и в конечном итоге на количество необходимых ресурсов.
10. **Создать многономенклатурную СТП:** многономенклатурная СТП обеспечит первое представление о том, как должен выглядеть окончательный план бережливой линии.
11. **Рассмотреть последовательности событий и времена процессов:** самая трудоемкая задача по сбору информации — это разработка КПС. КПС создается для каждого

продукта и процесса. Даже с учетом повторяющихся последовательностей событий их общая сумма может исчисляться сотнями. Задача написания КПС может быть еще более устрашающей, если до этого информации о процессах не существовало вообще ни в каком виде. Размеры документации КПС и время, необходимое для ее создания, в ходе проекта по внедрению часто сокращаются и сводятся к сбору норм времени. Нереалистично ожидать, что вся информация о последовательности событий будет полностью собрана на этапе № 2. На данном этапе ход сбора информации о последовательности событий оценивается с точки зрения ее достоверности и реалистичности своевременного завершения ее сбора в соответствии со сроками проекта, установленными генеральным планом. Составление КПС может потребовать дополнительных ресурсов или внесения изменений в генеральный план. Если срок выполнения задачи должен быть продлен за пределы ожидаемого завершения проекта, для соблюдения сроков проекта может быть принято решение ограничить информацию по КПС только нормами времени. Остальная информация будет необходима для определения рабочих мест и критериев качества.

12. **Выполнить первую итерацию определения требований к ресурсам:** на этапе № 2 должно быть собрано достаточно информации для того, чтобы предпринять первую попытку составления карты процесса для общих процедур. В этой карте производственные процессы располагаются вверху по вертикалям, а соответствующие исходные продукты — по горизонталям. На пересечении столбцов и строк должны быть записаны нормы времени из КПС. Эта карта процесса должна также отражать повторную переработку и опциональные процессы. В основании каждого столбца можно выполнить вычисления времени такта, взвешенной нормы времени выполнения процесса и количества ресурсов. Даже не будучи полной, на этапе № 2 информация должна быть достаточной для сравнения с существующими условиями и оценки реалистичности собранных данных. Карта процесса является также инструментом управления проектом, с помощью которого лидер команды процесса может определить недостающее время выполнения операций для продуктов и процессов.

ЭТАП № 3

Окончательная проверка

Цель: завершить все действия по сбору информации. Достичь консенсуса и утверждения руководящим комитетом решений по продуктам, объемам и рабочим минутам в день на бережливой линии. Завершить документирование задач КПС, времен процессов и переменных параметров производительности процессов. Окончательно выбрать компоненты для системы канбан и последовательности вытягивания для целевой зоны. Выполнить все вычисления ресурсов для окончательного плана линии.

Задачи руководящего комитета

1. Следить за обучением команды
2. Пересматривать и обновлять генеральный план
3. Утвердить продукты для бережливой линии
4. Утвердить требуемый объем выпуска продукции на бережливой линии
5. Одобрить многономенклатурную СТП

Задачи команды материалов

6. Завершить выбор компонентов для системы канбан
7. Разработать стратегию пополнения компонентов однократного использования
8. Определить окончательные затраты на внедрение стратегии пополнения канбан

Задачи команды процессов

9. Завершить составление КПС, документирование критериев качества и времен процессов
10. Обеспечить ресурсами процесс производства на бережливой линии и отобразить это в итоговой карте процесса
11. Выполнить все вычисления ресурсов

Цель

Все действия по сбору информации должны быть завершены. Дискуссии о том, какие товары наилучшим образом представляют смешанную номенклатуру продукции бережливой линии, должны быть окончены. Будущий требуемый объем этих продуктов также должен быть согласован. Многономенклатурная СТП должна быть одобрена как представляющая необхо-

димые производственные процессы. Кроме того, должно быть утверждено количество рабочих минут в день. Все эти элементы информации будут использоваться в качестве числителей и знаменателей расчетов при проектировании линии и системы канбан. Они достаточно важны, чтобы требовать письменного утверждения руководящим комитетом.

Время, требуемое для выполнения этапов № 1 и № 2, предоставляет всем участникам достаточно возможностей выступить в пользу сохранения существующих условий или представить собственные идеи и предложения. На этапе № 3 все эти дискуссии должны быть завершены. По окончании этапа № 3 должно быть достигнуто единогласное представление о том, какой будет рабочая среда на производстве. За достижение консенсуса отвечают руководящий комитет и координатор руководящего комитета по внедрению бережливого производства.

Содержание задач руководящего комитета

1. **Следить за обучением команды:** руководящий комитет должен обеспечить обучение всех членов команды методам бережливого производства.
2. **Пересматривать и обновлять генеральный план:** отслеживать результаты деятельности команды и документировать все изменения.
3. **Утвердить продукты для бережливой линии:** окончательный выбор исходных продуктов для бережливой линии относится к обязанностям руководящего комитета. Несмотря на то что в действительности список исходных продуктов может составляться командой материалов, обычно эта команда не имеет достаточно ясного представления о долгосрочных перспективах номенклатуры продукции. Многие вопросы, связанные с выбором продуктов, могут быть разрешены только членами руководящего комитета.
4. **Утвердить требуемый объем выпуска продукции на бережливой линии:** требуемый объем — это выражение мощности бережливой линии. Поскольку объем полной мощности основывается на прогнозах будущего спроса, решение по этому элементу информации обычно относится к решениям, принимаемым в последнюю очередь. Команды по внедрению имеют слабое представление о будущих условиях бизнеса, поэтому принятие решений по объему не должно входить в их обязанности. В силу

особой важности таких решений для проекта бережливой линии, они должны утверждаться руководящим комитетом перед выполнением окончательных вычислений потребностей в ресурсах.

5. **Утвердить многономенклатурную СТП:** руководящий комитет должен утвердить многономенклатурную СТП, убедившись, что в проекте бережливой линии будут представлены все производственные процессы.

Содержание задач команды материалов

6. **Завершить выбор компонентов для системы канбан:** на этом этапе должны быть завершены дискуссии о том, какие компоненты будут включены в систему канбан.
7. **Разработать стратегию пополнения компонентов однократного использования:** не включенные в систему канбан дорогие компоненты, а также компоненты больших размеров или с низкой оборачиваемостью требуют альтернативной системы канбан однократного использования.
8. **Определить окончательные затраты на внедрение стратегии пополнения канбан:** работа над системой канбан не прекращается никогда, однако на этом этапе необходимо завершить разработку окончательной стратегии вложений в материальные запасы, необходимые для ввода линии в эксплуатацию. Корректировать нормы вложений в запасы или их оборачиваемости можно путем изменения частоты поставок. Кроме того, необходимо проверить, способна ли система канбан отражать изменения компонентов, частоту поставок в точках потребления и пополнения. Система должна быть устойчивой и простой в управлении. На этапе № 3 необходимо разработать систему и затем вносить в нее изменения по мере необходимости.

Содержание задач команды процессов

9. **Завершить составление КПС, документирование критериев качества и времен процессов:** информация из КПС используется для вычисления потребностей в ресурсах в карте процесса, определения критериев качества на уровне рабочего места и описания рабочих задач для каждого из них.
10. **Обеспечить ресурсами процесс производства на бережливой линии и отобразить это в итоговой карте процесса:** вся информация, необходимая для вычисления потребнос-

тей в ресурсах, должна быть записана в карте процесса до завершения этого этапа. Полная и точная информация в карте процесса является ключом к правильному определению требований к ресурсам, необходимым для выпуска нужного объема полной мощности.

11. **Выполнить все вычисления ресурсов:** в основании каждого столбца процесса на заполненной карте вычисляются требуемый объем полной мощности, время такта, взвешенная норма времени ($НВ_в$) выполнения процесса и количество ресурсов, необходимых для каждого процесса. После проведения вычислений полезно проверить «разумность» полученных значений. Объем будущих ресурсов для каждого процесса следует распределять опираясь на исторический опыт текущего производства, изменяя их на отдельных этапах пропорционально изменениям текущей и планируемой производительности. Если различие в количестве ресурсов непомерно большое, нужно перепроверить точность времен выполнения операций и требуемый объем полной мощности (V_c).

ЭТАП № 4

Планировка производственных мощностей

Цель: создать точный макет бережливых производственных мощностей на основании вычисленного количества ресурсов, указанных на СТП. Определить местонахождение канбан, запускающих предыдущий процесс (*IPK*), и хранилищ *RIP*. Разработать подробный план реализации системы канбан. Определить требования к обучению операторов. Разработать план производственных мощностей и исходную стратегию бережливой линии.

Задачи руководящего комитета

1. Рассмотреть потребности в обучении внутри организации
2. Утвердить окончательный вариант бумажного макета линии
3. Утвердить окончательный вариант стратегии издержек пополнения канбан
4. Пересматривать и обновлять генеральный план

Задачи команды материалов

5. Завершить разработку стратегии издержек системы канбан для ввода линии в эксплуатацию
6. Разработать план реализации системы канбан
7. Разместить хранилища *RIP* на окончательном макете линии
8. Определить точки подачи для размещения компонентов однократного использования
9. Определить требования к обучению складских рабочих

Задачи команды процесса

10. Завершить расчет ресурсов в карте процесса
11. Создать бумажный макет линии в соответствии с многономенклатурной СТП
12. Разместить *IPK* и точки подачи для продуктов особой конфигурации
13. Определить требования к обучению операторов
14. Разработать план размещения производственных мощностей для ввода линии в эксплуатацию

Цель

Создать макет бережливых производственных мощностей. Используя бумажную схему бережливого производственного помещения и макеты ресурсов, вырезанные из бумаги с соблюдением масштаба, скомпоновать бережливую производственную линию, размещая фидерные процессы в порядке, который поддерживал бы поток продукции. Разместить приборы, тележки, стеллажи *RIP*, станки и любые другие ресурсы так, как это необходимо для изготовления продукта. Расположить все *IPK* на рабочих местах так, чтобы они были хорошо видны операторам рабочих мест, расположенных выше по потоку. Разработать подробный план реализации двухбункерной канбан-системы управления материальными запасами. Определить требования к обучению операторов и разработать план размещения производственных мощностей для реорганизации завода.

Этап № 4 — захватывающий. Предыдущие этапы были направлены главным образом на сбор информации, необходимой для создания проекта бережливой линии. Теперь же требуется разработать реальный план размещения производственных мощностей, оптимизирующего поток продукции. Создание бумажной копии бережливой линии — увлекательное занятие,

в ходе которого ранее сдерживаемые хорошие идеи всех членов команды могут найти воплощение на листе бумаги — уменьшенной модели производственного помещения. Размещение ресурсов на схеме следует повторять многократно. Поскольку хорошие идеи можно опробовать путем простого перемещения бумажной копии ресурса, следует предоставить свободу реализации всем творческим предложениям. Передвижение ресурсов на бумаге — недорогой способ испытать все идеи, не высказывая оценок и не задевая никого из участников команды. Все их идеи должны быть услышаны и отражены на схеме линии.

Процесс проектирования бережливой линии может занять несколько дней, но когда все идеи будут исчерпаны и будет создан окончательный проект, это станет результатом единодушного согласия всех участников команды. Авторство окончательного проекта линии принадлежит членам команды и не будет восприниматься как очередной проект производственных мощностей, запущенный управленцами. Согласие членов команды имеет большое значение, так как они будут объяснять логику проекта бережливой линии своим коллегам и сотрудникам.

Содержание задач руководящего комитета

1. **Рассмотреть потребности в обучении внутри организации:** помимо повторного рассмотрения потребностей в обучении команды по внедрению, необходимо оценить потребности в обучении всех остальных сотрудников, которых может затронуть запуск и эксплуатация новой бережливой линии. Это относится и к операторам бережливой линии, которым нужно знать, как производить ряд различных продуктов. Работникам также понадобится пройти обучение навыкам переключения между операциями на бережливой линии.
2. **Утвердить окончательный вариант бумажного макета линии:** члены руководящего комитета должны одобрить и утвердить окончательную конфигурацию бережливой линии. После ее сооружения может оказаться поздно что-либо менять. Требование утверждения окончательного проекта линии гарантирует принятие проекта бережливой линии всей компанией. Если необходимы какие-либо изменения, то этот этап — идеальное время, чтобы их предложить.
3. **Утвердить окончательный вариант стратегии издержек пополнения канбан:** руководящий комитет должен единодушно согласиться с окончательной стратегией

вложений в запасы и их оборачиваемости. После согласования стратегии остается лишь реализовать ее путем внедрения двухбункерной канбан-системы управления материальными запасами. Изменение решений задним числом, после внедрения системы, недопустимо. Система канбан требует ежедневного управления и непрерывного обслуживания.

4. **Пересматривать и обновлять генеральный план:** следить за продвижением команды и документировать любые изменения.

Содержание задач команды материалов

5. **Завершить разработку стратегии издержек системы канбан для ввода линии в эксплуатацию:** определение количества материалов в контейнерах на основании времени пополнения должно быть завершено для всех компонентов, которые будут включены в двухбункерную канбан-систему управления материальными запасами. Необходимо умножить вычисленное количество канбан на плановую стоимость компонентов и просуммировать полученные значения, чтобы определить, возможно ли выполнение норм вложений в материальные запасы и норм оборачиваемости. Для того чтобы уровень вложений соответствовал установленным стандартам, может потребоваться корректировка цепочек вытягивания или времени частоты поставок. Окончательная стратегия пополнения канбан должна быть утверждена руководящим комитетом.
6. **Разработать план реализации системы канбан:** план установки канбан должен определять потребности в приобретении любых новых контейнеров, стеллажей, устройств для подачи материалов, бирок, а также других ресурсов для осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Кроме того, должен быть разработан план наладки системы. Для этого нужно определить ресурсы рабочей силы, необходимые для наполнения контейнеров вычисленным количеством запасов, для маркировки и размещения контейнеров в предназначенных для них местах. Необходимо также выявить мероприятия по обучению операторов и складских рабочих обслуживанию системы канбан. Большинство компаний недооценивают затраты времени, которых требует выполнение всех этих работ по наладке системы канбан. Когда бережливая линия будет введе-

на в эксплуатацию, для начала этой работы может быть слишком поздно!

7. **Разместить хранилища RIP на окончательном макете линии:** это требование обычно трудно выполнить до того момента, когда проект бережливой линии будет завершен. Для разработки плана производственных мощностей и перемещения ресурсов необходимо установить площадь *RIP.* Размещение материалов *RIP* поблизости от точек потребления на линии является предпочтительным, но имеет второстепенное значение по отношению к удобству прохождения потока продукции вниз по бережливой линии.
8. **Определить точки подачи для размещения компонентов однократного использования:** не включенным в двухбункерную канбан-систему управления материальным запасам, редко используемым компонентам с низкой оборачиваемостью, а также компонентам однократного использования, которые необходимы для изготовления исходных изделий особой конфигурации, следует выделить специальное место на бережливой линии в месте потребления данных материалов. Место хранения этой категории материалов должно быть постоянным, чтобы операторам никогда не приходилось искать компоненты однократного использования.
9. **Определить требования к обучению складских рабочих:** обслуживание двухбункерной канбан-системы управления материальными запасами не является интуитивно понятным для складских рабочих, привыкших к деятельности при системе планирования, предполагающей подачу набора комплектующих в соответствии с запущенным в производство заказом. Они должны научиться работать с циклами потребления и пополнения на основе заранее заданного времени пополнения. Они также должны знать процедуры пополнения и понимать сигналы к пополнению, получаемые от операторов бережливой линии.

Содержание задач команды процессов

10. **Завершить расчет ресурсов в карте процесса:** на этапе № 4 должны быть выполнены окончательные вычисления ресурсов, необходимых для производства того объема продукции, на который рассчитана мощность бережливой линии. К этому времени должны быть собраны все элементы информации для расчета ресурсов при проектировании линии.

11. **Создать бумажный макет линии в соответствии с многономенклатурной СТП:** в соответствии с технологическим процессом, отраженным в многономенклатурной СТП, физически разместить вычисленное количество ресурсов. Масштаб копий ресурсов должен соответствовать масштабу бумажного листа — модели производственного помещения. Масштабные копии затем можно размещать в том месте, где их выработка может потребляться следующим ниже по потоку рабочим местом. Окончательную схему должен одобрить и утвердить руководящий комитет.
12. **Разместить *IPK* и точки подачи для продуктов особой конфигурации:** *IPK* — это ключ к регулированию скорости линии. Операторы, обученные правильно реагировать на сигналы *IPK*, обеспечивают работу линии в соответствии со временем такта, благодаря чему исключается производство лишних запасов и достигается баланс. *IPK* должны быть хорошо видны операторам, расположенным вверху и внизу по потоку, сигнализируя им, когда следует обработать следующую единицу продукции или переключиться на другое рабочее место. Расположение *IPK* должно быть указано на схеме линии. Компонентам однократного использования, устанавливаемым в продукты особой конфигурации, необходимо выделить специальное пространство рядом с рабочим местом, на котором они будут применяться. Эти точки подачи и физические площади также должны быть указаны на схеме бережливой линии.
13. **Определить требования к обучению операторов:** существуют две главные области, в которых операторы должны пройти обучение при вводе новой бережливой линии в эксплуатацию. Первая — обучение работе на бережливой линии. Эта область включает в себя действия в ответ на сигналы *IPK*, обслуживание двухбункерной канбан-системы управления материальными запасами и понимание переключений с одного рабочего места на другое. Вторая область — индивидуальное обучение изготовлению всего семейства продуктов, предназначенных для производства на бережливой линии. До работы на бережливой линии операторы, возможно, были обучены производству лишь нескольких определенных продуктов. Операторы бережливой линии должны уметь изготавливать все продукты, выпускаемые на бережливой линии.

14. **Разработать план размещения производственных мощностей для ввода линии в эксплуатацию:** разработка плана реорганизации производственных ресурсов, которые могут потребовать физического перемещения на бережливую линию, входит в обязанности команды процессов. Помимо физических перемещений оборудования, которые могут потребоваться, необходимо определить все гидравлические, пневматические, электрические и водопроводные коммуникации и их подводки к рабочим местам. Если необходимо привлечение подрядчиков со стороны, это также должно быть определено заранее. Реорганизация производственных мощностей — отличный момент для того, чтобы запланировать на это время ремонт инфраструктуры, например, настила пола, освещения, а также малярных работ. Если какие-либо рабочие столы, конвейеры, стеллажи для материалов или другие приспособления желательно заменить новыми, рекомендуется сделать это в рамках внедрения бережливой линии. Новое оборудование, лучшее освещение и общее улучшение производственных мощностей подтверждают решимость компании к переходу на методы бережливого производства. Руководящий комитет должен утверждать все планы реорганизации производственных мощностей.

ЭТАП № 5

Ввод линии в эксплуатацию

Цель: ввести линию в эксплуатацию. Проверить синхронизацию в соответствии с временем такта и способностью операторов переключаться. Убедиться в правильности распределения задач по рабочим местам и проверить эргономичность планировки. Убедиться в том, что все *IPK* хорошо видны операторам. Наладить двухбункерную канбан-систему управления материальными запасами. Удостовериться в том, что было проведено все необходимое обучение. Разработать план постепенного сокращения запасов незавершенного производства. Обеспечить внедрение механизма постоянного совершенствования процесса.

Задачи руководящего комитета

1. Обеспечить обучение всех операторов до ввода линии в эксплуатацию

2. Пересматривать и обновлять генеральный план
3. Ввести и контролировать новые критерии эффективности
4. Документировать вопросы, требующие последующего контроля, и назначать ответственных за выполнение
5. Окончательно утвердить ввод линии в эксплуатацию

Задачи команды материалов

6. Обеспечить реализацию принципов *5S*
7. Убедиться в удобстве подачи материалов канбан
8. Наладить двухбункерную канбан-систему управления материальными запасами

Задачи команды процессов

9. Проверить синхронизацию рабочих мест по времени такта
10. Убедиться в размещении *IPK* на каждом рабочем месте
11. Обеспечить реализацию принципов *5S*
12. Протестировать бережливую линию при полном и уменьшенном объемах
13. Проверить умение операторов переключаться
14. Проверить навыки работы операторов на трех рабочих местах
15. Установить и контролировать квалификационные требования к работающим на бережливой линии
16. Начать деятельность по постоянному улучшению процесса

Цель

После завершения физической установки линии и двухбункерной системы канбан наступает момент ввода линии в эксплуатацию и проверки синхронизации потока по времени такта. Рабочие места должны быть рассчитаны на выполнение объема работы за время такта, а планировка должна быть настолько эргономичной, насколько это возможно. *IPK* установлены, и операторы реагируют на сигналы, регулирующие темп работы линии. Двухбункерная канбан-система управления материальными запасами готова к эксплуатации, наполненные контейнеры находятся на своих местах на линии и в *RIP*.

Замечания по планировке бережливой линии

Определение рабочего места достигается путем разделения содержания работы каждого продукта в данном процессе по возможности на равные части, составленные из некоторого числа операций данного процесса в соответствии с КПС. Количество операций определяется посредством деления содержания работы процесса на время такта процесса. Достижение идеального баланса элементов работы на каждом рабочем месте процесса маловероятно. Часто время, необходимое для выполнения данной операции, будет разным для различных продуктов, даже если работа очень похожа. В действительности для функционирования бережливой линии это является преимуществом, так как разные продукты с различающимися временами, обрабатываемые в течение дня, помогают синхронизировать линию. Баланс рабочих мест необходимо контролировать и восстанавливать при его нарушении.

В идеальном случае все операторы должны работать на одной и той же стороне бережливой линии. Это позволяет им максимально эффективно переключаться на рабочие места, перемещаясь вверх и вниз по линии. Кроме того, размещение операторов на одной стороне позволяет подавать материалы с противоположной стороны линии, исключая вероятность того, что складские рабочие и операторы будут мешать друг другу. Стулья или табуреты также ограничивают способность операторов перемещаться между рабочими местами при необходимости.

Продолжайте наблюдать и вносить изменения с целью обеспечения удобства переключения и минимизации расстояния между теми операциями, где переключения имеют место. Операции, которые требуют меньше целого ресурса, зависят от ресурсов других рабочих мест, которые должны переключаться для выполнения необходимой работы таких операций. При переключении с одного рабочего места на следующее операторы бережливой линии должны быть способны перемещаться свободно и беспрепятственно. Для обеспечения удобства этих перемещений операции нужно располагать настолько близко, насколько позволяют соображения эргономичности, призывая операторов к максимальной гибкости.

График событий ввода линии в эксплуатацию

Перед первым днем работы бережливой линии команды процессов и материалов должны удостовериться, что все необходи-

мое для запуска линии находится на своих местах. Физическая компоновка линии должна воспроизводить многономенклатурную СТП. Все контейнеры материалов канбан на линии и в *RIP* должны быть наполнены. Операторы бережливой линии прошли обучение, в ходе которого получили общее представление о методах бережливого производства с акцентом на производстве продуктов в потоке шириной в одну единицу, использовании сигналов *IPK* и необходимости переключения между соседними рабочими местами. Для обеспечения непрерывности работы линии к первому дню должна быть определена, по меньшей мере, двухдневная последовательность работы. Если это возможно, на первую неделю следует запланировать последовательность работы без сложных продуктов или с минимальным их количеством. При запуске линия должна быть полностью укомплектована персоналом, даже если это означает, что она будет переукомплектована с точки зрения выполнения дневной нормы. Такая переукомплектованность дает всем оператором возможность участвовать в первом запуске линии. Пусть на бережливой линии появятся «дыры», чтобы операторы могли поупражняться в переключении между рабочими местами. Планшеты для визуализации течения хода фидерных процессов должны быть установлены и готовы к использованию.

Первый день

Члены команд процессов и материалов, а также менеджер компании по обучению должны присутствовать на каждом рабочем месте, когда операторы начнут производить продукт. Выполнение первой операции — это начало выполнения первого объема работы за время такта. Члены команды должны присутствовать при этом, наблюдая и помогая операторам понять, какую работу необходимо выполнить в рамках данной операции. В процессе изготовления первого продукта должны предоставляться инструкции по выполняемой работе. Команды должны продолжать наблюдение и помогать операторам на каждом последующем рабочем месте, следуя за продуктом по мере его продвижения вниз по бережливой линии.

Наблюдающие команды должны отмечать любые затруднения, с которыми сталкиваются операторы. Если появляется проблема с материалами, необходимо немедленно уведомить планировщика канбан и устранить ее. У операторов может появляться желание изменить расположение материалов, подаваемых на рабочие места. Это приемлемо при согласии операто-

ров с обеих сторон — от рабочего данного места до складского рабочего, — но материалы должны подаваться с соблюдением требований последовательности вытягивания канбан и времени пополнения.

Процесс работы под контролем будет идти медленно. Задачей первого дня должно быть внимательное наблюдение за процессом запуска и разрешение проблем по мере их выявления. Такой процесс запуска дает операторам уверенность и обеспечивает поддержку команд по внедрению. Медленное производство продуктов также позволяет «смазать» линию для производства в последующие дни. Чтобы стимулировать обратную связь и положить начало предложениям кайдзен со стороны операторов, во время процесса запуска следует поместить в непосредственной досягаемости каждого оператора карточки, на которых они смогут ежедневно записывать все проблемы, с которыми будут сталкиваться. В конце каждой смены в течение первой недели уделяйте время рассмотрению этих вопросов с операторами. Такие совещания должны длиться не более 20 минут. Обеспечьте знакомство операторов с решениями проблем по мере их принятия. Карточки для записи проблем должны оставаться на бережливой линии в течение первого месяца.

Первая неделя

С каждым днем продукты производятся более уверенно, при этом наблюдение за линией продолжается. Поощряйте гибкость операторов и следите за тем, чтобы в каждом *IPK* одновременно находилось не более одной единицы продукции. Тщательно рассматривайте любые ситуации дисбаланса между операциями. Изучайте работу для выявления его причины. Если последняя заключается в изначальном дисбалансе, вызванном различиями в содержании работы, применяйте методы синхронизации, начиная с устранения не добавляющей ценности работы и при необходимости перераспределяя задачи. Если ни одно из этих решений не устраняет дисбаланс, можно добавить дополнительные *IPK*.

Удостоверьтесь в исправном функционировании канбан-системы управления материальными запасами. Обычно можно обнаружить, что небольшой процент компонентов требует пополнения чаще, чем ожидалось, и, напротив, небольшой процент компонентов пополняется слишком редко. Увеличьте количество канбан для компонентов с высокой оборачиваемостью, чтобы

замедлить цикл пополнения. Попросите складских рабочих определить компоненты с большим, чем ожидалось, временем пополнения и уменьшите количество канбан для этих компонентов. Помните, что время пополнения и уровень вложений в материальные запасы компенсируют друг друга. Канбан = запасы = $. Еще один фактор, на который следует обратить внимание, — подача общих материалов. Работы, потребляющие одинаковые компоненты в одном и том же процессе, не должны размещаться в разных местах или операциях.

Первые три месяца

По прошествии первой недели бережливого производства постепенно вводите на линию более сложные продукты. Поначалу это может вызывать дисбаланс в связи с большим содержанием работы на некоторых рабочих местах. Не поддавайтесь порыву добавить дополнительные *IPK* в качестве решения проблемы. Если содержание работы было в достаточной мере сбалансировано, то с течением времени линия стабилизируется благодаря производству на линии смешанной номенклатуры продукции. Долгосрочное решение заключается в экспериментальном поиске лучших вариантов последовательностей рабочих операций, позволяющих уравновесить последовательность различных базовых продуктов, вводимых на бережливую линию. По мере становления бережливой линии и повышения профессионализма операторов рассмотрите возможности их поощрения за максимальную эффективность линии. Рекомендуются поощрения на основании показателя линейности и сертификации по операциям (например, переход рабочего на самоконтроль). Если поощрения вводятся и предлагаются операторам бережливой линии, разработайте принципы, процедуры и контрольные механизмы, при помощи которых будет регулироваться стимулирование.

Настройка работы двухбункерной канбан-системы управления материальными запасами

В первый день работы новой бережливой линии двухбункерная канбан-система должна быть установлена и готова к работе. Если она не готова или при наполнении контейнеров были замечены и не устранены недостатки, то ситуация нехватки компонентов на бережливой линии возникнет вскоре после ее запуска. Дефицит компонентов вследствие неготовой системы канбан незамедлительно отразится на успешности бережливой линии.

Система канбан требует непрерывного обслуживания с момента запуска бережливой линии и в течение всего времени ее работы. Изменения компонентов, сочетаний продуктов и объемов производства всегда будут требовать ежедневной работы по поддержанию системы канбан. Прежде чем бережливая линия выпустит первую единицу продукции, команда материалов должна провести проверку системы канбан для подготовки бережливой линии к запуску.

Задание размеров контейнеров канбан должно быть выполнено для всех включенных в систему компонентов, все контейнеры должны быть наполнены деталями и промаркированы, с указанием номера компонента, описания, количества пополнения, точек потребления и пополнения, а также любой другой справочной информации, например, штриховое кодирование, габариты или логотипы. Емкость выбранных контейнеров должна соответствовать количеству, вычисленному для каждого компонента. Убедитесь в том, что для каждого компонента на бережливой линии и в *RIP* используются по два контейнера одинакового размера. Предпочтительное размещение контейнеров — один за другим. Лучше всего использовать наклонные стеллажи или роликовые стеллажи с подачей собственным весом. Если контейнеры располагаются рядом, не забудьте указать оператору, из какого контейнера брать компоненты.

В первый день определите, функционирует ли стратегия, осуществляется ли пополнение в соответствии с запланированным временем частоты пополнения, обеспечена ли поддержка со стороны менеджмента для регулирования неожиданных ситуаций. Менеджер канбан должен регулярно получать информацию о том, как работает система. Например, складские рабочие должны сообщать ему о слишком быстрой или слишком медленной оборачиваемости контейнеров.

Обучение складских рабочих и операторов методам канбан должно быть завершено к моменту запуска линии, но кульминацией этого процесса станет практический опыт после фактического ввода линии в эксплуатацию. Проследите за тем, чтобы все складские рабочие прошли обучение и были готовы к обслуживанию линии. Контроль цепочек вытягивания — важная часть обеспечения исправной работы системы канбан. Проверьте цепочки вытягивания компонентов, выявляя любые недостающие или неправильные последовательности вытягивания. Удостоверьтесь в том, что метод сигналов канбан работает и что опе-

раторы и складские рабочие понимают и правильно реагируют на сигналы.

ЭТАП № 6

Усвоение

Цель: проверить работу линии и оценить ее соответствие методам бережливого производства. Определить отклонения и разработать стратегии коррекции. Пересмотреть распределение обязанностей и модифицировать стратегии и процедуры для улучшения управления бережливым производством. Удостовериться в наличии всех систем, необходимых для управления бережливой линией и системой канбан.

Задачи производственного менеджмента

1. Контролировать синхронизацию линии по такту и переключение операторов
2. Следить за выполнением новых критериев эффективности линии
3. Документировать улучшения бережливой линии, сравнивая их с основными положениями стратегического бизнес-анализа, проведенного при принятии решения о вводе бережливой линии
4. Пересмотреть и окончательно оформить генеральный план
5. Завершить программу обучения операторов
6. Разработать программу обучения новых сотрудников
7. Проверить правильность ежедневного планирования ресурсов и установления последовательности планов
8. Проверить правильность установленных квалификационных требований к работающим на бережливой линии
9. Выполнять проверки системы канбан
10. Проверить соблюдение принципов *5S*
11. Обеспечить реализацию программы постоянного совершенствования
12. Утвердить планировщика потребности и документирование процедур

13. Утвердить менеджера канбан и документирование процедур

Цель

Проверить работу бережливой линии, оценить ее соответствие методам бережливого производства и внести изменения, повышающие эффективность линии. Пересмотреть функциональные подразделения и разработать рекомендации для поддержки инициатив бережливого производства. Обеспечить соответствие организационных изменений требованиям операций бережливой линии посредством разработки стратегий, процедур и описаний должностных обязанностей.

Этап № 6 связан скорее с управлением изменениями внутри всей организации, чем с изменениями, которые претерпело производство. Наиболее важные перемены, которые произойдут на производстве, всегда будут результатом наблюдений, сделанных в ходе ежедневного менеджмента посредством визуального контроля (*MBWA*) и мероприятий по постоянному улучшению процесса. Несмотря на то что *MBWA* — самый лучший метод поддержания функционирования и совершенствования бережливой линии, периодический аудит производственной деятельности все же имеет важное значение. Участвовать в этих мероприятиях должен каждый производственный менеджер компании.

Худшее, что может произойти с бережливой производственной линией, — это постепенное возвращение к старым привычкам и методам производства продуктов. Подобно близорукости, эти старые привычки могут, медленно накапливаясь, свести на нет все преимущества, полученные в результате внедрения бережливого производства. Введение новых методов по всей организации — лучший способ закрепить бережливые методы на предприятии.

После одного-двух месяцев успешного функционирования бережливой линии и системы канбан и устранения многих причин, вызывающих ситуации дисбаланса, следует сконцентрироваться на усвоении бережливых методов всей организацией, с тем чтобы они стали стилем жизни внутри компании. В конечном итоге внедрение бережливых методов на производстве затрагивает каждую функцию в компании. Если бережливые методы не будут введены по всей организации, они будут оказываться под угрозой всякий раз при столкновении с задачами отдельных подразделений.

Организационные последствия внедрения бережливого производства

Управление запасами

Все производственные запасы должны сосредотачиваться в местах хранения *RIP* в зоне бережливой линии и рассматриваться как единая совокупность, которую можно использовать для всех производственных потребностей, что делает ненужным закрепление материалов за заказами на производство.

Тем не менее в месте хранения *RIP* должен вестись отдельный точный учет запасов. Должны учитываться все операции перемещения запасов в производственную зону от поставщиков или со склада. Операции обратного перемещения используются для вывода запасов из производственной зоны *RIP*. Для гарантии поддержания нужного уровня запасов в *RIP* точность *BOM* должна быть близкой к уровню 100%. За исключением учета отходов или отчетов комиссии по контролю расхода материалов, в бережливой производственной зоне не требуется никаких других операций по контролю материалов.

До тех пор пока поставщики не будут сертифицированы как гарантирующие надежные и стабильные поставки, необходимо поддерживать склад с ведением количественного учета в местах хранения. Это требует регистрации при перемещении запасов из одного места в другое. Процедуры инвентаризации запасов должны быть формально определены и описаны с указанием ответственных лиц.

Планирование производства

Несмотря на то что бережливая линия не требует привязки к производственным заказам, дневная потребность все же должна задаваться и передаваться на бережливую линию. Планирование производства должно устанавливать общую потребность путем сглаживания фактических заказов клиентов и прогнозируемого спроса. Задание последовательности основывается на общей потребности, определяемой ежедневно, и сообщается производству в виде последовательности модификаций моделей, подлежащих выпуску согласно дневной норме. Последовательность заявок сообщается на бережливую линию каждый день и визуально обозначается на бережливой линии. Для фидерных процессов, в которых применяются уникальные виды работ или компоненты однократного использования, требуется последо-

вательность заявок, соответствующая точкам основной сборки. В результате этого может существовать несколько точек задания последовательности в разных процессах бережливой линии. В этих пунктах обычно используются дневные отчеты или карты последовательности.

Необходимо установить параметры, определяющие нарушения последовательного удовлетворения потребности на бережливой линии, например, отсутствие достаточного количества материалов, просроченные заказы и политика управления запасами готовой продукции. Процедуры устранения нарушений должны быть формально определены. Политика выявления более поздних сроков выполнения специфических заказов должна устанавливаться для каждого продукта исходя из доступности материалов, производственных возможностей и позиции на рынке.

Контроль продукции

Каждая бережливая линия функционирует как производственная команда. Участков больше нет. В силу командного характера работы успех целой линии зависит от достижений всех операторов. Больший или меньший успех линии — это больший или меньший успех команды. Для всех зон бережливого производства должна быть определена структура команды, включая ее лидеров и отдельных членов.

Контроль продукции должен защищать инициативы в рамках постоянного улучшения процесса и следить за тем, чтобы возможности улучшения регулярно записывались и прорабатывались при участии сотрудников в рамках постоянных программ обучения персонала. Рекомендации операторов по улучшению необходимо систематически рассматривать и внедрять, привлекая оператора, сделавшего предложение. Стремясь принять меры по реализации рекомендуемых улучшений, операторы всякий раз должны действовать согласованно со вспомогательными организациями. Время, на которое операторы оставляют линию для внедрения улучшений, должно включаться в расчеты времени такта.

Проектирование

Введение новых продуктов требует формализации процесса контроля разработки, обязывающего к надлежащему определению технических требований продукта и компонентов.

Следует ввести контрольный перечень последовательности проведения проектных работ и исходящий документ для обеспечения обязательного прохождения изделиями всех стадий разработки, от обработанного прототипа до первоначальных инструментальных образцов и, наконец, до серийного производства. Контрольные перечни должны включать наиболее важные атрибуты разработки, подлежащие определению, например, проверку правильности процесса сборки и утверждение технологических процессов, задание размеров и допусков, функциональность продукта и требования окончательной спецификации изделия.

Разработка нового продукта может контролироваться отдельной группой инженеров-проектировщиков, в то время как освоенными изделиями может заниматься другая группа инженерного проектирования. По мере запуска новых продуктов в серийное производство может происходить ротация инженеров-проектировщиков из группы нового продукта в группу освоенного продукта, с тем чтобы опыт, полученный в проектных работах, сопровождал продукты на производстве. Целенаправленные усилия по внедрению бережливых СТП и КПС в проектно-конструкторскую документацию помогут улучшить технологичность введения новых моделей продуктов.

Для регулирования всей документации по бережливому производству, созданной в ходе внедрения, необходимо определить процедуры заявок на изменение процесса. Соответствующие КПС, СТП и карты процессов также необходимо обновлять, если их затрагивают вводимые изменения процесса. При создании заявки на изменение процесса должны вноситься изменения в любые графические рабочие инструкции. Контролирующим моментом графической рабочей инструкции является идентификационный номер, присваиваемый ей. Компоненты, используемые в данной операции и указываемые на маршрутных картах, также должны быть учтены при проведении данной идентификации.

Управление финансами

Существующие стандартные процедуры калькуляции себестоимости распределяют накладные расходы пропорционально затратам на оплату труда. Из-за этого истинная стоимость продуктов часто искажается, а критерии производительности смещаются в сторону выпуска большего количества запасов для

поглощения накладных расходов. Наряду с долгосрочным решением, бережливое производство предпочитает относить накладные расходы к деятельности соответствующего ресурса, исходя из определений бережливого производственного процесса. При этом действия, относящиеся к калькуляции себестоимости продукции, будут использовать КПС в качестве главного определяющего фактора всех связанных со временем отношений ресурс/деятельность.

Большинство производственных компаний понимают данную концепцию попроцессного учета затрат, но этот сдвиг в методологии бухгалтерского учета пока не нашел отражения в стандартах, применяемых в США и некоторых других странах. В качестве главной причины называется то, что изменение методов бухгалтерского учета стирает прошлую историю финансового состояния, исключая возможность сравнивать результаты текущего года с прошлыми результатами.

В то время как этот сдвиг в методах бухгалтерского учета может иметь или не иметь место, а система полного учета затрат* может и впредь оставаться необходимой для отчетов перед внешним финансовым сообществом, методы бережливого производства предлагают использовать для оценки успешности бережливой линии иные критерии эффективности, чем поглощение издержек. Отчет об использовании прямого труда не должен быть основным критерием. Это наименьший компонент стоимости продукта. Производственная прибыль также не является основной мерой эффективности бизнеса.

Ей является отношение оборотного капитала к выручке. Оборачиваемость запасов, измеряемая как тенденция для каждого периода, также должна быть фундаментальным критерием того, насколько успешно функционирует бережливая линия. Хоть этот показатель и измеряется ежеквартально, основной отчетной информацией являются среднемесячные показатели движения запасов. Такие критерии, как время отклика, уровень фактических запасов и ожидаемое клиентом время выполнения заказа, лучше характеризуют успешность бережливой линии и должны включаться в отчетность. Прибыль на акционерный капитал, добавленная экономическая стоимость и рост дохода по отношению к средней отпускной цене также являются основными критериями общей эффективности управления бизнесом.

* Система полного учета затрат — распределение производственных затрат на каждый вид выпускаемой продукции, составляющей общий объем производства предприятия. — Прим. переводчика.

В большинстве компаний отношения между производством и отделами сбыта и маркетинга очень прохладные. Во многих случаях это позиция противостояния. С введением в эксплуатацию бережливой линии и сокращением времени отклика до времени непосредственной работы, способность производить благодаря канбан любую модель в любой день производство становится оружием конкурентной борьбы в арсенале отдела сбыта и маркетинга, позволяя предпринимать стратегические действия по захвату доли рынка.

Теперь отдел сбыта может удовлетворить потребности клиентов, для которых главным критерием выбора поставщика является короткое время производственного цикла. Если новое время производственного цикла меньше, чем у ваших конкурентов, то при равенстве остальных критериев нет причин, по которым значительная часть данного бизнеса, если не весь бизнес целиком, не стала бы вашей. Если время производственного цикла значительно короче, чем у конкурентов, отдел маркетинга может даже пойти на внедрение стратегии разных цен в зависимости от срока поставки вместо существующей системы скидок в зависимости от объема заказа.

Отдел сбыта и маркетинга и производство, наконец, могут сотрудничать как партнеры, преследующие общую цель — увеличение доли рынка компании за счет своих конкурентов.

Глава 9

Управление бережливой производственной линией

После выполнения всей тяжелой работы, связанной с проектированием и сооружением бережливой производственной линии, внедрением двухбункерной системы канбан и вводом линии в эксплуатацию производитель незамедлительно начинает ощущать определенные преимущества. Одно из первых достоинств заключается в сокращении времени отклика на запросы клиентов. Благодаря новой бережливой линии это время уменьшается, поскольку не добавляющая ценности работа, с которой обычно связан запуск заказов на производство серийных количеств и последующее прохождение ими технологического маршрута, в значительной мере, если не полностью, устраняется.

Для многих производителей одного этого преимущества достаточно, чтобы оправдать время и усилия, затраченные на внедрение. Обещая клиенту более быстрое выполнение заказа по сравнению с конкурентами, производитель почти гарантирует себе рост продаж за счет тех клиентов, которые рассматривают время выполнения заказа в качестве фактора номер один при выборе поставщиков. Кроме того, бережливый производитель уверен в том, что его производственные мощности позволяют сдержать обещание более быстрого срока выполнения заказа. Эта уверенность, в сочетании с доказанным улучшением времени отклика на заказ, часто приводит к разработке новых торговых и маркетинговых стратегий, позволяющих воспользоваться преимуществом этого нового важного отличия от конкурентов.

Еще одно преимущество заключается в сокращении запасов незавершенного производства (ЗНП). Методы бережливого производства уравновешивают и связывают производственные процессы друг с другом таким образом, что все работают в одинаковом темпе, последовательно обрабатывая по одной единице

продукции за одно время. Связывание процессов и передача сигнала к обработке следующей единицы продукции при помощи канбан, запускающего предыдущий процесс (*IPK*), эффективно уравновешивает имеющиеся мощности производственных процессов, сводя их выработку к тем значениям, которые необходимы для выполнения цели по времени такта.

Связывание процессов и подача сигнала к производству в одном и том же темпе регулируют выработку любого процесса с избыточной мощностью. До внедрения методов бережливого производства участок с избыточной мощностью мог достигать поставленных целей по производительности труда или покрытию накладных расходов только путем максимального использования своих ресурсов. Эта избыточная выработка всегда воплощается в виде груды ЗНП. В этом легко убедиться на заводе, не применяющем бережливые методы, пройдясь по производственным помещениям и складу ЗНП. Хоть незавершенное производство на бережливой линии никогда не равняется нулю, оно всегда ограничено общим числом рабочих мест.

Если учитывать быструю прибыль на инвестированный капитал, неудивительно, что производители охотно идут на внедрение методов бережливого производства. Бережливый производитель может воспользоваться этими первыми преимуществами почти сразу после запуска бережливой линии. Обычно первоначальное внедрение бережливой линии осуществляется за период от трех до шести месяцев, но поскольку у производителя появляется опытная команда, составляющая ядро группы, последующие внедрения могут осуществляться гораздо быстрее. К сожалению, многие производители настолько рады этим первым результатам, что забывают о необходимости непрерывной оптимизации своих бережливых производственных линий.

При сохранении приверженности постоянному улучшению процесса бережливая линия может продолжать приносить бережливому производителю значительные выгоды и конкурентные преимущества.

Управление выработкой линии в соответствии с потребительским спросом

Задача бережливой линии — производить только то, что необходимо для удовлетворения потребительского спроса. Бережливая линия, по существу, представляет собой вытягивающую линию, на которой сигнал к производству очередной единицы

продукции передается вверх по потоку в том же темпе, в каком товары потребляются клиентами. На бережливой линии сигнал, возникающий при изъятии клиентом одной единицы продукции, передается вверх по потоку через каждое синхронизированное рабочее место вплоть до поставщика исходных материалов. Таким образом, ежедневный объем производства бережливой линии определяется тем, сколько единиц продукции покупают клиенты.

Многие используемые сегодня современные системы планирования сталкиваются с немалыми трудностями при регулировании выработки производственных процессов в соответствии с нормами потребления своих клиентов. Традиционные системы запуска заказов для серийного производства недостаточно гибки и подвижны, чтобы довольно быстро ускоряться или замедляться в соответствии с переменчивыми потребностями клиента. Производители пытаются победить медлительность своих систем планирования при помощи плановиков в цеху, задача которых заключается в ускорении или замедлении выполнения запущенных в производство заказов в соответствии с фактическим потребительским спросом. По окончании дня система планирования должна получать отчет плановика, с тем чтобы реальная ситуация в производственном цеху учитывалась в системе.

Полагаться на то, что привлечение плановиков гарантирует объективное отражение положения дел в системе планирования, нереалистично. С течением времени дезинтеграция важной информации в базе данных системы планирования приведет к ее отказу. Однако отказ системы планирования не следует ставить в вину плановикам. Плановики — люди, и подвержены всем человеческим слабостям. Они могут исправить существенные и наиболее очевидные отклонения от плана, однако никогда не смогут осилить постоянно происходящие трансформации в цеху и изменения рыночного спроса — слишком много взаимозависимых операций отдела сбыта и производственного цеха переплетаются друг с другом.

Клиенты не знают о реакции цеха на их переменчивые запросы. Им нет и не должно быть до этого дела. Их интересуют цена, поставка и качество продуктов, которые они у вас заказывают, а не структура заказов других клиентов. Производители, использующие систему планирования, посвящают значительную часть времени и сил согласованию своих систем планирования с фактическим потребительским спросом и выпуском продукции.

Обычный подход, используемый многими плановиками, заключается в разработке сбалансированного производственного плана, посредством которого выпуск продукции или уменьшается с целью компенсации снижения спроса в предыдущий период времени, или увеличивается, восполняя повышение спроса. В идее повышения или снижения выпуска продукции в соответствии с колебаниями потребительского спроса нет ничего плохого, однако для достижения максимальной эффективности это нужно делать каждый день. Системы планирования, которые оперируют сглаженными графиками за длительные отрезки времени, просто не могут реагировать так быстро. Ежедневное изменение графиков привело бы к беспорядочным колебаниям сроков начала и выполнения по всему производственному предприятию, не говоря о том, как это повлияет на отношения с поставщиками. Представьте себе жизнь плановика в таких условиях!

Помимо графиков, сглаживаемых за длительные отрезки времени, для компенсации колебаний потребительского спроса производители, не использующие бережливые методы, обычно держат большие запасы готовой продукции. Поддержание таких объемов обходится дороже, чем любых других запасов. Чтобы предсказать, какую готовую продукцию может пожелать клиент, необходимо составлять прогноз потребительского спроса (рис. 9.1).

Помимо сокращения ЗНП и уменьшения времени ожидания клиентом выполнения заказа, к которым приводит внедрение бережливого производства, бережливая линия предоставляет ши-

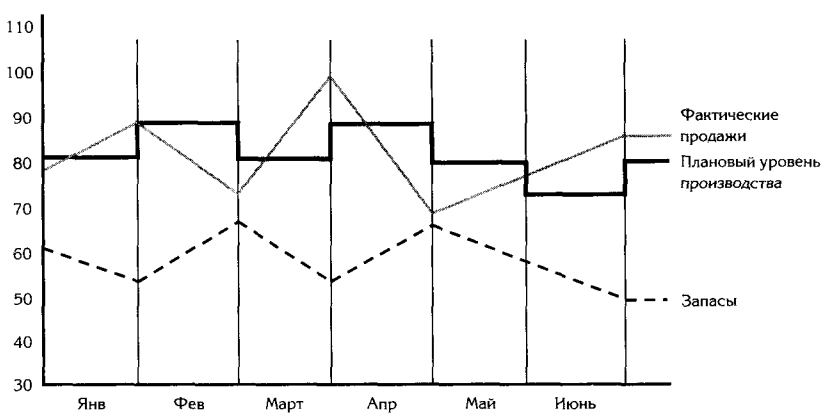


Рисунок 9.1. Сглаживание графика в соответствии с изменениями спроса

рокие возможности ежедневного изменения нормы выработки линии в соответствии с потребительским спросом в данный день! Поскольку производственные процессы бережливой линии сбалансированы и связаны друг с другом, производственное планирование сводится к получению сигнала *IPK*. Нет необходимости изменять сроки выполнения и объемы целого ряда выпущенных заказов на производство. Накопление больших объемов ЗНП невозможно без нарушения сигнала *IPK*.

Благодаря возможности подгонять объем производства под фактический потребительский спрос необходимость поддерживать большое количество запасов готовой продукции (ЗГП) для сглаживания колебаний потребительского спроса уменьшается или вообще устраняется. Эта способность бережливой линии производить продукцию в соответствии с фактическим спросом, вместо того чтобы «замораживать» оборотный капитал, инвестируя в непроизводительные резервные запасы, является огромным финансовым преимуществом, которое бережливые производители слишком часто недооценивают. Время производственного цикла продукта и время отклика производства были определены для каждого продукта (рис. 9.2).

Время отклика производства играет важную роль при определении стратегии поддержания запасов готовой продукции, которые обычно требуются только в том случае, когда время отклика производства превышает ожидаемое клиентом время выполнения заказа. Запасы готовой продукции могут быть также нужны либо при наличии сезонных колебаний сбыта, превышающих проектную мощность производственной линии (V_c),

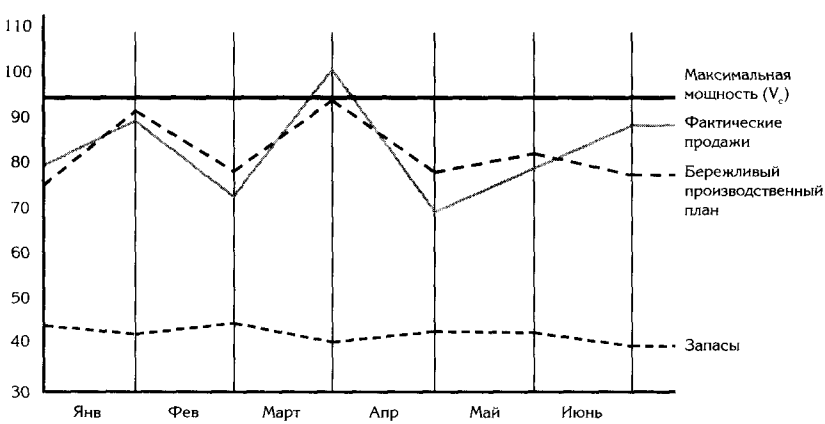


Рисунок 9.2. Согласование выработки с изменениями спроса

либо если речь идет о быстро оборачиваемых запчастях, либо при существовании других требований заказа, предполагающих короткое время отклика. За редким исключением производитель, который может воспользоваться этим свойством бережливой линии — возможностью подгонять объем производства под спрос, — может достичь существенного снижения запасов готовой продукции и величины оборотного капитала.

Определение политики удовлетворения потребительского спроса

Если выработка бережливой линии регулируется каждый день, то команда по планированию должна оценивать запросы клиентов ежедневно. Запросы клиентов сначала должны сверяться с доступностью материалов. Если клиент запрашивает базовое изделие, компоненты которого включены в систему канбан, то все комплектующие имеются в наличии на рабочих местах бережливой линии и могут быть запущены в производство по усмотрению плановика. Если изделие имеет особую конфигурацию и требует использования компонентов, которые не вошли в двухбункерную систему канбан, то необходимо изучить *BOM* и определить нужные компоненты и сборочные узлы. Затем эти требования сверяются с наличием материалов в данный момент. Если исходных материалов нет или они не будут доступны за время, достаточное для выполнения заказа к запрашиваемому клиентом сроку, то заказ нужно перенести на то время, когда комплектующие будут доступны для производства изделия. Клиента также необходимо уведомить о новом сроке поставки.

Желание выполнять заказ клиента в изначально запрашиваемый срок должно быть вопросом корпоративной политики выполнения заказов. Компоненты, выбранные для включения в двухбункерную систему канбан, позволят выполнять 80% изначально запрашиваемых клиентом сроков, однако для остальных 20% необходимо установить корпоративную политику выполнения заказов. Это слишком большая доля бизнеса, чтобы ее игнорировать, и существуют другие пути, которые производитель может рассмотреть при определении своей политики в отношении этой остающейся части бизнеса. Первый из них — увеличение числа компонентов в двухбункерной системе канбан для удовлетворения большей доли потребительского спроса. Это экономическое решение: размер вложений в дополнительные запасы нужно сравнивать с дополнительными доходами

от продаж, которым соответствует этот спрос. Для оправдания дополнительных вложений в запасы денежная выручка или лояльность клиентов, которую принесут эти дополнительные сделки, должны превышать издержки производителя, связанные с поддержанием запасов с низкой оборачиваемостью.

Другая альтернатива состоит в разработке многоуровневой политики удовлетворения потребительского спроса. Не имея в наличии компонентов для изготовления всех возможных модификаций продуктов, указанных в торговом каталоге, невозможно обещать клиентам поставку продуктов со множеством вариантов конфигурации в те же сроки, что и продукты стандартной конфигурации. Это не только ведет к хаосу на производстве, когда плановики переворачивают завод вверх дном в поисках необходимых комплектующих, но еще и несправедливо по отношению к клиентам — обещать то, что не может быть поставлено.

Более приемлемый путь — опубликование списка стандартных конфигураций, для которых используются компоненты, включенные в двухбункерную систему канбан. Материальные запасы, представленные в этих конфигурациях, позволят выполнять 80% заказов всех клиентов в изначально установленные сроки. Для клиентов, которые требуют конфигурации, не вошедшие в опубликованный список, заявленное время выполнения заказа, помимо времени производственного цикла, должно включать в себя время, необходимое для получения покупных компонентов.

Применение многоуровневой политики оставляет выбор также и клиентам. Они могут принять политику времени выполнения заказа, или эта политика подвигнет их переключить заказы на продукты, указанные в списке стандартных конфигураций. У клиентов есть еще один возможный выбор — сменить поставщика. Конечно, это неприятный для производителя вариант, который дает повод обдумать несколько вопросов. Превышает ли потенциальная упущенная прибыль издержки удовлетворения спроса? Относятся ли потенциально упущенные сделки к целевому рынку? Заинтересована ли компания в привлечении или сохранении именно этого рынка? Во что обойдется дальнейшее присутствие на этом рынке, и готов ли производитель нести эти издержки?

Независимо от того, какое из решений будет принято в конечном итоге, оно должно быть наилучшим для компании с финансовой точки зрения. Система канбан помогает принять это

решение путем оценки стоимости содержания любых дополнительных запасов для реализации любой политики выполнения заказов, разработанной компанией. Когда политика будет сформулирована, методы бережливого производства позволят внедрить эту политику в повседневную практику.

Субоптимизация бережливой линии в соответствии с дневной нормой спроса

На этапе проектирования производственных мощностей были созданы многономенклатурные бережливые линии. Бережливая линия проектировалась в расчете на производство объемов будущего спроса. Проектная мощность (V_c) определяет мощность линии. От бережливой линии не ожидается производство запланированной мощности до некоторого момента времени в будущем. Обычно бережливая линия проектируется в расчете на удовлетворение спроса, прогнозируемого на период времени от 12 до 24 или 36 месяцев. Когда бережливая линия впервые начинает свою работу, объем производимой на ней продукции находится на существующем сегодня уровне, постепенно увеличиваясь вплоть до того момента, когда будет достигнут проектный объем производства. Таким образом, в момент ввода в эксплуатацию бережливая линия по определению имеет избыточную мощность. Если бы продукция производилась в объеме полной мощности бережливой линии, при которой норма выработки превышает существующие объемы продаж, то все непроданные продукты просто становились бы избыточными запасами готовой продукции.

Если ресурсы бережливой линии рассчитывались для единой производственной линии со стационарными рабочими местами, связанными фидерными процессами и заранее определенным размещением компонентов, необходимых для производства определенной номенклатуры и объема продукции, то каким образом можно регулировать норму выработки в соответствии с фактическим потребительским спросом?

Бережливая линия функционирует, как выключатель света. Она или включена, или выключена. Один процесс не может простаивать, в то время как другой работает на полную мощность. Единственный способ изменения выработки бережливой линии заключается в преднамеренной субоптимизации ее ресурсов. Поскольку ежедневное перепроектирование и реорганизация ресурсов бережливой линии или изменение времени такта фи-

нансово нецелесообразны, единственной альтернативой, имеющейся в распоряжении производителя, остается изменение кадрового обеспечения линии. Сокращение числа людей на линии приводит к уменьшению выработки линии. Поэтому число людей, необходимых для каждого процесса, должно рассчитываться ежедневно в соответствии с номенклатурой и объемом фактического потребительского спроса. После вычисления требуемого кадрового обеспечения каждого процесса результаты по всем процессам суммируются и лишь затем округляются до целого в большую сторону.

После проверки наличия материалов заявки-требования передаются в дневной план ресурсов. Исходя из номенклатуры и объемов требований клиентов в данный день и времени работы операторов и станков из карты последовательности событий (КПС), в дневном плане ресурсов рассчитывается обусловленная данным дневным заказом корректировка имеющихся проектных ресурсов бережливой линии. Для определения количества человеческих и машинных ресурсов, необходимых для удовлетворения дневной потребности, времена КПС и объемы перемножаются и их произведения суммируются. Путем сравнения ресурсов, необходимых для удовлетворения дневной потребности клиентов, с имеющимися ресурсами можно определить процент загруженности:

$$\text{кадровое обеспечение процесса} = \frac{\Sigma\ (\text{дневная норма} \times \text{время работы из КПС})}{\text{рабочие минуты за смену}}$$

Если загруженность превышает 100% проектной мощности линии, то: (1) измените номенклатуру и объемы продукции и пересчитайте потребности; (2) выясните, может ли производство увеличить количество рабочих минут на короткий срок (например, за счет перерывов или обеда), или (3) запланируйте сверхурочную работу для достижения требуемой выработки. Этот процесс планирования дневной потребности в ресурсах следует завершить не позже, чем за один день до времени производственного цикла перед передачей плана производству. Поскольку горизонт планирования непрерывно приближается к сегодняшнему дню, все планирование должно быть завершено не позже, чем за один день сверх времени производственного цикла бережливой производственной линии. В период производственного цикла бережливой линии никакие изменения не допустимы. Кроме того, если для бережливой производственной линии были

разработаны какие-либо особые правила определения последовательности, необходимо сверять дневной план ресурсов с этими требованиями.

Бережливую линию можно эксплуатировать до достижения ее проектной мощности. Приобретение этого объема может занять от 12 до 24 или 36 месяцев. Спрос, превышающий проектную мощность, может потребовать краткосрочной эксплуатации линии в дополнительные часы или смены. Если дневной спрос начинает стабильно превосходить проектную мощность, может потребоваться перепроектирование и повторная синхронизация линии.

Линия никогда не должна эксплуатироваться на 50% или меньше ее проектной мощности, так как это может отрицательно сказаться на качестве.

Субоптимизация бережливой линии в соответствии с фактическими дневными продажами может способствовать значительному сокращению количества запасов готовой продукции, но также и отрицательно повлиять на традиционные показатели производительности или покрытия накладных расходов. Для большинства производителей стоимость труда в продуктах меньше стоимости материалов. Тем не менее производители продолжают использовать распределение накладных расходов пропорционально стоимости оплаты труда в качестве основного критерия эффективности производства. Прежде чем воспользоваться преимуществами снижения материальных издержек за счет преднамеренной субоптимизации бережливой линии, необходимо разработать стратегию изменения парадигмы критериев производительности.

Переключение операторов

Преднамеренная субоптимизация бережливой линии означает, что некоторые производственные операторы могут быть освобождены от работы на своих рабочих местах на основании вариантов фактического потребительского спроса в конкретный день. Если только операторов нельзя нанимать и увольнять каждый день, сотрудникам, освобожденным от работы на бережливой линии, необходимо поручать выполнение других работ на производстве в те дни, когда они не нужны на бережливой линии. На большинстве производственных предприятий нетрудно найти иное применение рабочей силы, чем работа на бережливой линии.

Обычно на производстве вместо изготовления ненужных запасов можно заняться множеством других дел. К временным задачам может относиться работа над проектами постоянного улучшения, обучение, контроль материально-производственных запасов и счет циклов, пополнение и подача материалов канбан и другие рутинные хозяйственные работы. Назначение производственных операторов на другие работы вместо производства запасов может потребовать пересмотра понятий производительного и непроизводительного труда и их применения при оценке покрытия накладных расходов.

Для производства готовых единиц продукции на бережливой линии, которая подверглась субоптимизации в соответствии с дневным объемом спроса, операторы, остающиеся в этот день на линии, должны быть способны выполнить работу на освободившихся рабочих местах. Чтобы выполнить на своих основных рабочих местах другую работу, в дополнение к рабочим задачам из КПС, операторы также должны быть способны выполнить рабочие задачи КПС по обе стороны от своего основного рабочего места. Поэтому нагрузка выполнения работы на основном рабочем месте и на одном соседнем месте, следующем вверх или вниз по потоку, является необходимым требованием для работы оператора на бережливой линии. Эта способность оператора перемещаться вверх и вниз по потоку, реагируя на сигнал *IPK*, называется *переключением* (рис. 9.3).

Бережливая линия требует от операторов максимальной гибкости, готовности перемещаться в любое место, где они нужны

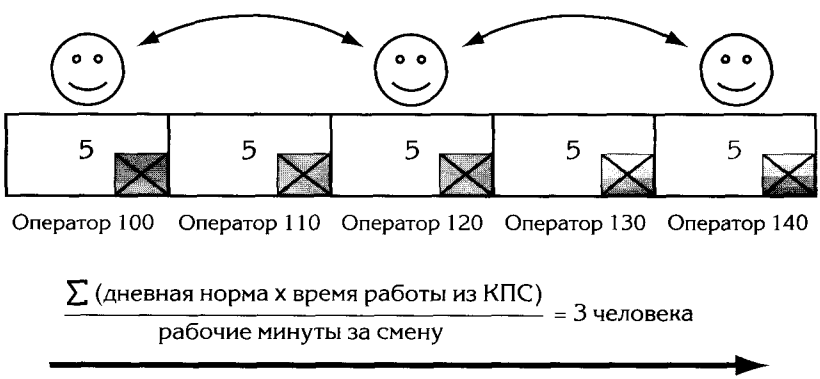


Рисунок 9.3. Переключение операторов в соответствии с объемом потребительского спроса

для выполнения работы в данный день. Так или иначе, на бережливой линии оператор получает оплату за день работы. Большинство операторов не возражают против выполнения другой работы, чем та, которая осуществляется на бережливой линии. Некоторые даже могут находить другую работу более интересной и просить о назначении на это рабочее место.

Перед назначением на работу на бережливой линии все операторы должны получить сертификат, подтверждающий их способность выполнять работу в своей группе из трех рабочих мест. Операторы могут получить сертификат для работы на таком количестве рабочих мест, на каком захотят, если они способны выполнить сертификационные требования для данных рабочих мест. Методы бережливого производства определяют сертификацию для отдельного рабочего места как демонстрацию оператором того, что он способен выполнять работу на данном рабочем месте за время такта и в соответствии с критериями качества, установленными для этого рабочего места.

Несмотря на простое определение сертификации, она может не распространяться на определенные типы работ. Так, рабочее место, следующее вниз по потоку, может требовать выполнения квалифицированной работы, предусматривающей внешнюю сертификацию (например, сварка). Получение внутренней сертификации может потребовать посещения курсов сварщиков. Это относится ко многим квалифицированным работам. Кроме того, должны существовать требования подтверждения серти-

Член команды	Оператор 100	Оператор 110	Оператор 120	Оператор 130	Оператор 140	Оператор 150
Мэри				С	С	М
Гарольд	М	С	С			
Сюзанна	С	С	С	М		
Тони	М	М	С	С	С	С
Пол, лидер команды		С	С	С	М	Т
Элен				О	С	С
Барбара	С	С	Т			
Стретч			С	С	С	С
Мерфи младший	О					

Таблица 9.1. Доска сертификации операторов

фикации, с тем чтобы операторы не тратили свое время на получение сертификата в ущерб выполнению работы на своих рабочих местах. Подтверждение сертификации на каждом рабочем месте рекомендуется проводить через две недели.

Для того чтобы можно было отслеживать статус сертификации каждого оператора, рекомендуется установить специальную доску в виде таблицы (например, табл. 9.1). При ее размещении на производстве поблизости от бережливой линии операторы могут отмечать на ней статус своей сертификации. Оператор может проходить обучение (О), быть сертифицированным (С) или иметь статус мастера (М) для определенного рабочего места. Статус мастера означает, что данный оператор может проверять других операторов и подтверждать, что они выполнили требования сертификации. Размещение доски сертификации на производстве позволяет лидеру команды легко определять статус сертификации каждого оператора. При необходимости замены операторов на незанятых рабочих местах лидер команды сразу видит, какие операторы имеют нужную квалификацию для замещения отсутствующих.

Поощрение гибкости

В то время как способность выполнять задачи, по меньшей мере, на трех рабочих местах является базовым требованием для работы на бережливой линии, операторов следует поощрять к освоению более чем трех обязательных рабочих мест. Гибкие операторы, сертифицированные для работы на большом числе рабочих мест, имеют более высокую ценность для компании, так как их можно назначать на любое нужное в данный день место. На бережливом производстве должны быть созданы условия, стимулирующие операторов к получению разных сертификаций для различных операций по всему бережливому предприятию. Некоторые операторы могут быть удовлетворены минимальной сертификацией и выполнением рабочих задач, предусмотренных для их группы из трех рабочих мест. Этим операторам может понадобиться дополнительная мотивация для приобретения большей гибкости, с тем чтобы они были способны выполнять другие виды работы. Чем выше гибкость операторов, тем более гибкой становится бережливая линия.

Поскольку гибкость представляет для компании большую ценность, чем специализация, бережливое производство предполагает вознаграждение операторов за гибкость. Широко исполь-

зуемый бережливыми производителями способ стимулирования гибкости заключается в создании системы вознаграждений, которыми операторы поощряются за приобретение сертификаций более чем для трех рабочих мест. Разрабатываемые для этого программы должны поощрять всех операторов к получению сертификации для дополнительных операций. Поощрение может основываться на пунктах, приписываемых рабочим местам в зависимости от уровня квалификации, необходимого для выполнения работы. Можно установить уровни зарплаты, соответствующие определенному количеству набранных пунктов. Операторы, упорно не желающие получать дополнительные сертификации, не наберут достаточно пунктов, чтобы перешагнуть порог более высокой зарплаты, даже если на собственных трех рабочих местах у них будет квалификация мастера. Хоть и далекая от идеала, такая система будет побуждать операторов жертвовать своей квалификацией и удобством работы на обязательном минимуме в три рабочих места ради повышения зарплаты.

Прежде чем бережливая линия будет введена в эксплуатацию, операторы должны пройти обучение двух типов. Во-первых, они должны научиться быть гибкими и перемещаться вверх и вниз по бережливой линии по сигналам *IPK*. При всей простоте принципа большинство операторов, ранее не работавших на бережливом производстве, обнаруживают, что это переключение не является интуитивным и не происходит как нечто само собой разумеющееся. Всех операторов, назначенных на работу на бережливой линии, необходимо научить переключаться с одного рабочего места на другое и выполнять рабочие задачи как своего основного, так и одного предыдущего и одного следующего рабочих мест до ввода линии в эксплуатацию. После запуска линии необходимо продолжать тренировки для закрепления и усиления требуемой дисциплины.

Для обеспечения готовности новых сотрудников к работе на бережливой линии методология бережливого производства рекомендует создать курсы, на которых новички будут проходить обучение, прежде чем приступить к работе на линии. Общепринятой практикой является включение этого обучения в программу ориентации новых сотрудников, существующую в компании. Каждый новый сотрудник должен окончить курсы бережливого производства перед назначением на бережливую линию. При этом в качестве вспомогательного материала может использоваться КПС.

Второй возможный вид обучения — это обучение производству различных моделей продукции на основе многономенклатурной конфигурации, использованной для проектирования бережливой линии. До сооружения бережливой линии операторы, возможно, производили только определенные продукты или продукты, изготавливавшиеся по принципу одной рабочей станции (где один человек собирает, тестирует и упаковывает изделие, что означает способность производить ограниченный набор продукции ввиду необходимости знать весь технологический процесс для конкретных изделий). Операторы бережливой линии должны быть способны производить любой продукт, который поступает на их рабочее место в данный день. Освобожденные от работы на линии операторы могут назначаться на работу в паре с операторами-мастерами для обучения производству новых моделей.

Для достижения бережливой линией необходимой гибкости очень важно, чтобы операторы были способны переключаться со своей основной, одной предыдущей и одной последующей операций на другие. Модель переключения между тремя операциями является минимальным базовым требованием, обеспечивающим беспрепятственный поток продукции по бережливой линии. При ее проектировании следует приложить максимальные усилия для размещения процессов и операторов настолько близко, насколько позволяют соображения эргономики. Это облегчает перемещения операторов, необходимые для их переключения вверх и вниз по линии по сигналам *IPK*, а также экономит площадь цеха. Производство большего количества продуктов на меньшем пространстве повышает коэффициент использования имеющихся производственных площадей.

Вознаграждение за поддержание линейности

Создание операционных команд не является номинальной задачей или явной целью внедрения бережливой линии. Однако их образование есть результат внедрения бережливой линии. Способные переключаться операторы, приписанные к бережливой линии для достижения ее максимальной эффективности, в конечном итоге работают как команда. Ежедневные достижения линии в целом зависят от способности отдельных операторов переключаться между тремя операциями. Успех бережливой линии также зависит от способности каждого отдельного оператора производить любой продукт, который попадает к нему в конфигурации трех рабочих мест. Если какой-либо оператор

не способен выполнить свою работу за время такта или производит брак из-за того, что не прошел должного обучения, то от этого страдает вся линия, не успевающая произвести дневной объем потребительского спроса.

Командная работа на бережливой линии имеет скрытые преимущества, которые сложно оценить количественно, но которые, тем не менее, являются чрезвычайно полезными. Как в теории самого слабого звена: в силу того, что успех бережливой линии зависит от совместной работы всех операторов, каждый из них несет ответственность за успех команды. Команды, которым приходится работать совместно ради общего успеха, как правило, становятся самоуправляемыми. В такой команде ее отдельные участники принимают на себя ответственность за обеспечение успеха всей команды. Обычно это происходит при минимальном вмешательстве менеджмента.

Работая совместно, члены самоуправляемых команд обычно способны разрешать большинство производственных проблем имеющимися у них повседневными ресурсами при минимальной помощи супервайзеров или менеджеров. Команды могут самостоятельно использовать методы уравновешивания или постоянного улучшения процесса для решения проблем баланса и качества на линии. Дисциплинарные проблемы с отдельными участниками команды также могут сниматься в рамках команды без вмешательства отдела кадров или производственного менеджмента. Командное решение дисциплинарных или производственных проблем воспитывает чувство хозяина и способствует формированию более благоприятных условий труда. Положительная атмосфера в производственном помещении может смягчать отношения противостояния между рабочими и менеджментом.

Для поддержки образования и развития самоуправляемых команд в бережливом производстве рекомендуется внедрение активной программы поощрений, стимулирующей командное сотрудничество. Она требует введения нового критерия эффективности в дополнение к таким критериям, как своевременность поставки, время отклика, процентное отношение оборотного капитала к прибыли, оборачиваемость запасов, фактический уровень запасов и ожидаемое клиентом время выполнения заказа. Рекомендуемый критерий эффективности — линейность выработки.

Дневная линейность как критерий эффективности отражает все операции, ежедневно выполняемые на бережливой линии,

и измеряет их ежедневные результаты за определенный период времени (например, ежемесячно). Каждая операция на бережливой линии оказывает прямое и измеримое влияние на общий показатель, и члены команды должны понимать причинно-следственную связь своих действий с этим показателем.

Линейность — это критерий объема. Данный показатель получается путем сравнения количества единиц продукции, подлежащей производству, с фактически выработанным количеством. Если фактическая выработка бережливой линии в какой-либо день отклоняется от плана (неважно, в большую или меньшую сторону), это отклонение учитывается как абсолютная величина (без плюса или минуса). Отклонения отслеживаются и фиксируются ежедневно, еженедельно и ежемесячно. Причины любых отклонений в большую или меньшую сторону от запланированной дневной нормы также записываются. Задача состоит в производстве линейной нормы продукции, достижении запланированной дневной нормы каждый день.

Если фактическая норма выработки регулярно превышает дневную норму, это может указывать на несбалансированность бережливой линии. В числе прочего, дисбаланс линии может быть вызван ошибочным определением рабочих мест, неточным временем выполнения операций или избыточным с точки зрения требуемых в данный день номенклатуры и объема продукции кадровым обеспечением линии или необычно благоприятной комбинацией продуктов с низким содержанием работы.

Выработка ниже дневной нормы может сигнализировать о проблемах качества, неправильном расположении компонентов, чрезмерном количестве продуктов с высоким содержанием работы и необученности операторов. Причины чрезмерно высокой или низкой дневной производительности должны отслеживаться и описываться для последующего устранения через процессы кайдзен, или постоянное улучшение.

Линейность вычисляется путем вычитания фактической выработки из запланированной выработки. Разность берется как абсолютная величина (ни положительная, ни отрицательная):

Фактическая = 44	План = 40	Разность = 4
Фактическая = 44	План = 48	Разность = 4

Просуммируйте абсолютные отклонения и значения дневной нормы за период измерения. Вычтите сумму абсолютных отклонений из единицы и разделите разность на сумму доведенных

дневных норм. Умножьте результат на 100 для определения процента линейности.

$$\text{Линейность} = \frac{1 - (\Sigma \text{ абсолютных отклонений})}{(\Sigma \text{ доведенных дневных норм})} \times 100$$

Линейность записывается каждый день и подсчитывается для определенного периода времени. Как правило, для измерения эффективности берется период времени в один месяц. Неделя — слишком короткий период, так как едва ли возможно устранить причины отклонений за одну неделю, избежав при этом необоснованных изменений в проектной производительности линии. Квартал — это чересчур долго, так как источник отклонений может скрываться большим числом записанных дневных данных (рис. 9.4).

План поощрения линейности устанавливает для самоуправляемой команды уровни премий, выплачиваемых ежемесячно, на основании заранее заданных уровней линейности. Минимально требуемая цель по линейности за некоторый период времени — 80%. Поскольку эта цель минимальная, за достижение уровня линейности в 80% командная премия не выплачивается. При более высоких показателях линейности самоуправляемая команда получает командную премию, которая распределяется между всеми ее членами. Общая поощрительная премия за эффективность бережливой линии обеспечивает совместную работу всех членов команды для достижения целей бережливой линии.

День	Доведенная дневная норма	Фактическая выработка	Абсолютное отклонение	Σ абсолютных отклонений	Дневная линейность, %	Линейность за месяц (за период в 30 дней к определенной дате)

Рисунок 9.4. Отчет по линейности за месяц

Сопротивление переменам

Методы бережливого производства не сложно понять. Производители часто отмечают их простоту и естественный здравый смысл. Другие производители заявляют: «Мы привыкли делать это так». Методы существуют около 100 лет, и в течение этого периода их популярность то росла, то падала. Сегодня происходит их повсеместное возрождение, по мере того как все большее число производителей ищет способы увеличения гибкости для удовлетворения растущих потребностей своих клиентов, требующих большего разнообразия продуктов, снижения цен и ускорения поставок при уменьшении времени отклика и вложений оборотного капитала.

Последним поколениям специалистов-производственников, которые в течение всего времени своей профессиональной деятельности использовали современные системы *MRP*, бережливые методы могут показаться почти мистическими. После сложной системы планирования *MRP*, основанной на запуске заказов в серийное производство, поначалу, может быть, трудно воспринять простоту управления ресурсами и компонентами только бережливого производителя. Эти две методологии просто подходят к производству с двух разных точек зрения.

Хотя и не существует эмпирической информации, которая бы доказывала причины интереса пользователей систем планирования к бережливым методам, можно предположить, что, улучшив функционирование своих *MRP*-систем до пределов возможного, они все равно остаются неудовлетворенными полученными результатами. Обращаясь к бережливым методам, производители, вероятно, исследуют, нельзя ли выжать из бережливых методов что-нибудь, что позволило бы им подняться на новый уровень в совершенствовании своих операционных систем.

Следует предостеречь тех производителей, которые, проникшись симпатией к методам бережливого производства, готовы приступить к их внедрению. Осуществляя бережливые методы, вы столкнетесь с сопротивлением переменам! Будучи поборником введения бережливых методов в вашей компании, вы должны быть готовы к этому.

Поначалу сопротивление не будет очевидным. Модель Парето (правило 80/20), широко используемая в методах бережливого производства, может быть применена и к уровням сопротивления внутри компании: 50% затронутых людей встанут на сторону перемен и будут хорошими бойцами и сотрудниками,

в то время как 30% настроены скептически и будут сомневаться в вас и ваших методах. Эти 30% сотрудников желают компании только добра и искренне озабочены тем, пойдут ли перемены на пользу их будущему и будущему компании. Голоса сомневающихся могут звучать достаточно громко. Не сбрасывайте их со счетов, так как в долгосрочной перспективе они могут стать вашими лучшими союзниками в отстаивании бережливых методов. Как «адвокат» бережливого производства вы должны потратить необходимое время на то, чтобы сделать эту группу вашим союзником.

В конечном итоге вас поддержит 80% сотрудников из числа хороших бойцов и скептиков. То, как вы справитесь с оставшимися 20%, станет барометром успеха перехода к бережливому производству. В отличие от группы скептиков, эти сотрудники будут вести себя тихо, не давая понять, принадлежат ли они к группе хороших солдат или к скептической группе. Они могут даже публично поддерживать бережливые инициативы, втихомолку подрывая их. Эту группу труднее всего распознать и обратить в философию бережливого производства. В большинстве случаев это неплохие люди, и они не будут активно саботировать работу с целью провалить внедрение. У них просто нет мотивации или стимула способствовать любым переменам, будь-то бережливое производство или что-нибудь еще. В процессе внедрения бережливых методов они часто оказывают пассивное закулисное сопротивление любым переменам. Поборник бережливого производства всегда должен помнить о существовании этой пассивно-агрессивной группы и быть готовым к работе с ней.

Внедрение бережливых методов оставляет большое пространство для компромисса. Для поборника бережливого производства это и благословение, и проклятье. В ходе внедрения бережливых методов приходится делать ряд уступок. Всегда найдутся люди, которые будут приводить причины невозможности внедрения элементов бережливой методологии. Руководящий комитет, координатор руководящего комитета по бережливому производству и команды по внедрению должны избегать компромиссов, которые уменьшают преимущества бережливого производства.

Для успешной борьбы с сопротивлением на всех уровнях организации внедрение методов бережливого производства должно «спонсироваться» менеджментом компании высших уровней.

«Спонсорство» нижних уровней бесполезно, и не стоит ожидать, что оно поможет убедить руководителей высшего звена, если те не хотят участвовать в переменах.

Помимо того что значительную часть времени поборника бережливого производства занимает решение проблем человеческого фактора и сопротивления переменам, существуют организационные вопросы, которые также нужно решать. В некоторых случаях эти проблемы могут оказаться самыми сложными. Если ваша компания — единое производственное предприятие и зал заседаний совета директоров находится в угловой части здания, то решение этих вопросов может быть более простым с той точки зрения, что все ключевые лица, ответственные за принятие решений, размещаются в одном месте и могут регулярно взаимодействовать. Если ваше бережливое производство — подразделение крупного конгломерата, то решение организационных вопросов может быть более сложной задачей. Независимо от вашей ситуации, для успешного внедрения бережливого производства нужно разработать стратегии преодоления этих организационных проблем.

Примером корпоративной организационной проблемы, которая всегда требует решения, могут служить критерии оценки эффективности. В качестве этих критериев используются производительность, уровень загрузки ресурсов и покрытия накладных расходов. Для оценки эффективности бережливого производства большее значение имеет своевременность поставок и обороты запасов, в то время как системы, основанные на заказах, концентрируются на максимизации загрузки имеющихся ресурсов. Эти цели конфликтуют между собой. Для обеспечения успеха бережливых методов их примирение часто должно осуществляться на более высоком уровне, чем уровень завода. Разрешение спора вокруг покрытия накладных расходов/уровня запасов является одной из ключевых задач поборника бережливого производства. Решительная позиция в данном споре — ключ к успеху бережливых чемпионов.



Гревцов
паблишер

Глоссарий

Термин метода бережливого производства	Определение
RIP	Место хранения запасов исходных материалов и незавершенного производства, расположенное поблизости от точки их использования в производстве и применяемое для пополнения запасов материалов на линии
Бесполезные элементы (*Waste*)	Любые действия или элементы работы, которые не приводят к изменению формы, размеров или функции продукта, считаются не добавляющими в продукт ценности
Взвешенная норма времени (*Standard Time Weighted*)	Время в знаменателе, используемое для расчета ресурсов, которое взвешивается по потребленному объему
Внешняя наладка (*External Setup*)	Элементы работы по наладке, которые могут выполняться без прерывания процесса. Работа по наладке выполняется параллельно с работой процесса
Внутренняя наладка (*Internal Setup*)	Элементы работы по наладке, которые могут быть выполнены только при остановке процесса. Работа по наладке, которая не может выполняться параллельно с работой процесса
Время транспортировки (*Transport Time*)	Количество времени, которое отводится на физическое перемещение изделия от одной операции, рабочего места или ячейки к следующей операции, рабочему месту или ячейке

Время цикла выполнения заказа, предлагаемое клиенту (*Customer Lead Time*)	Разница во времени между моментом, когда клиент размещает заказ у поставщика, и моментом, когда ожидается поставка (то есть сроком выполнения заказа)
Вышестоящее рабочее место (*Upstream Workstation*)	Предыдущее соседнее рабочее место, на котором в соответствии с последовательностью событий должны выполняться элементы работы и проверки согласно стандартам *TQM* перед поступлением изделия на следующее рабочее место, расположенное ближе к клиенту
Гибкое кадровое обеспечение (*Flexible Staffing*)	Способность назначать на поточную линию только то количество обученных и сертифицированных операторов, которое необходимо для удовлетворения фактического потребительского спроса на продукт в данный день
Двухкарточный канбан (*Dual Card Kanban*)	Методика пополнения материалов, использующая множественные сигналы, карточки перемещения и производства для сообщения о необходимости пополнения. Множественные сигналы обычно используются в производственных процессах или независимых ячейках, где имеют место длительная наладка и продолжительные времена пополнения*
Дневные требования клиентов (*Daily Customer Requirements*)	Выражение потребительского спроса на продукцию поточной линии, определяемого каждый производственный день на основе ожидаемых требований поставки. В поточном бережливом производстве определение потребности клиентов выполняется ежедневно
Доска квалификации сотрудников (*Employee Qualification Board*)	Табло, выполненное в виде таблицы с указанием операций поточной линии по горизонтали и перечислением операторов, назначенных на работу на линии, по вер тикали.

* Данное определение справедливо и для многокарточного канбана, частным проявлением которого является двухкарточный канбан. — **Прим. научного редактора.**

	На пересечении строки операции и столбца оператора записывается уровень сертификации данного оператора в настоящее время
Доска последовательности (*Sequencing Board*)	Физическое местоположение визуального носителя информации, на котором в последовательном порядке производства перечисляются продукты, необходимые для удовлетворения дневного спроса
Доступное ресурсное время (*Resource Time Available, RTA*)	Рабочие минуты ряда ресурсов поточной линии (рабочих мест и/или станков), имеющиеся в распоряжении для изготовления продуктов. *RTA* является числителем в формуле расчета времени такта
Запланированные рабочие минуты (*Planned Work Minutes*)	Время, имеющееся в распоряжении производственных сотрудников для выполнения работы
Канбан (*Kanban*)	Японское слово, которое служит для обозначения коммуникативного сигнала или карточки. Это методика, используемая для вытягивания продуктов и материалов в поточный производственный процесс. В поточном производстве канбан может иметь несколько вариантов в зависимости от применения: непополняемый, запускающий предыдущий процесс, однокарточный и многокарточный
Канбан, запускающий предыдущий процесс (*In-Process Kanban, IPK*)	Четкий видимый сигнал, размещаемый ниже по потоку от операции, для подачи вышестоящей операции сигнала о необходимости выполнения очередного объема работы за время такта. *IPK* также служит сигналом, уведомляющим оператора о необходимости переключиться на рабочее место, где работа ждет выполнения
Карта будущего состояния (*Future-State Map*)	Схема, отображающая цепочку производства, в которой отдельные процессы связаны между собой и в конечном счете с клиентом

	по принципу непрерывного вытягивания при отсутствии излишних элементов
Карта операционных методик (*Operational Method Sheet, OMS*)	Набор графических представлений, отображающих работу в движении, включая контрольные точки проверки качества и верификацию хода операции. Определяемые элементы работы берутся из последовательности событий и в сумме равняются объему работы за время такта
Карта отклонения от серийной конфигурации (*Configuration Traveler*)	Документ, который физически сопровождает каждую единицу продукции, описывая ее уникальную конфигурацию
Карта последовательности событий (*Sequence of Events*)	Документ с описанием требуемой работы, времени и установленных критериев качества при обработке продукта в определенном производственном процессе
Карта процесса (*Process Map*)	Таблица, показывающая производственные процессы, определяемые на основании перечня технологических процессов — по горизонтали — и перечня производимых продуктов — по вертикали. Используется для определения многономенклатурных продуктовых семейств с общими процессами и схожими нормами времени
Колебания выработки (линейность) (*Output Variance (Linearity)*)	Показатель, отражающий отклонение количества фактически произведенных единиц продукции от количества единиц продукции, запланированных к производству в данный день
Компоновка (*Layout*)	Физическое размещение сбалансированных ресурсов, оптимизирующее поток продукции по направлению к клиенту посредством минимизации или устранения не добавляющих ценности времен перемещения и элементов работы
Контрольная точка *TQM* (*TQM Checkpoint*)	В любом месте последовательности событий, где отдельный элемент работы может допустить сверхпороговое значение вари-

	абельности, оператором должен быть определен и проверен на соответствие требованиям единственно правильный способ выполнения этого элемента работы
Машина непрерывного потока (*Continuous Flow Machine*)	Машина, выход которой определяется темпом или скоростью процесса обработки в ней продукта (например, процесс вулканизации, камера окраски погружением, печь для пиццы)
Механизм для обработки серий продуктов фиксированного размера (*Fixed Quantity Batch Machine*)	Механизм, процесс работы которого определяется иными параметрами, чем фактический спрос
Мощность процесса (*Process Capacity*)	Максимальная норма выработки процесса, которая может быть достигнута при существующих спецификациях продуктов, номенклатуре продукции, рабочей силе и оборудовании
Непополняемый *Nonreplenishable*)	Материал, которые не пополняется автоматически после употребления. Канбан однократного использования применяется при производстве продуктов особой конфигурации по специальным заказам или для материалов, которые применяются очень редко и постоянное пополнение которых было бы нерентабельным
Нижестоящее рабочее место (*Downstream Workstation*)	Соседнее рабочее место, расположенное ближе к клиенту, на котором продолжается выполнение элементов работы комплексного контроля качества (*Total Quality Management, TQC*) и верификации, заданных в последовательности событий
Оборотный капитал (*Working Capital*)	Объем средств, которые должны удерживаться из доходов для покрытия производственных затрат. Эти затраты включают в себя стоимость запасов исходных матери-

	алов, незавершенного производства и готовой продукции, плюс счета к получению, минус счета к оплате
Обратное перемещение (*Backflush*)	Процесс выполнения операций над запасами для верификации уровней запасов после изготовления одной единицы продукции. В точке завершения единицы продукции в конце линии выполняется операция перемещения, увеличивающая количество запасов готовой продукции на одну единицу, одновременно сокращая запасы компонентов на позиции и количество, указанное в *BOM* этой готовой единицы продукции
Общее время цикла продукта (*Total Product Cycle Time, TPCT*)	Аккумулированное время содержания работы по наиболее длинному пути синхронизации продукта (при изготовлении самой сложной модификации продукта). Работа, выполняемая на поточной линии, всегда занимает меньше времени, чем общее время содержания работы, поскольку она выполняется параллельно
Однокарточный канбан (*Single-Card Kanban*)	Методика пополнения материалов, использующая два контейнера одинаковых размеров, которые содержат количество материалов, определяемое исходя из необходимого для пополнения запасов времени. Когда первый контейнер опустошается, это становится сигналом к пополнению, в то время как второй контейнер продолжает обеспечивать материалами точку потребления
Одноуровневый перечень материалов (*Flat Level Bill*)	Перечень всех деталей и исходных материалов, которые входят в базовый продукт, с указанием количества каждого компонента, необходимого для изготовления данного продукта. В одноуровневом перечне материалов не указываются сборочные узлы или технологический маршрут базового продукта

Ожидаемое клиентом время производственного цикла (*Customer-Quoted Lead Time*)	Суммарное время, необходимое для проведения покупных деталей и комплектующих через все производственные процессы и поставки клиенту готового продукта, изготовленного в соответствии с заказом. В некоторых случаях это время может включать в себя время, необходимое для закупки исходных материалов. Это время сообщается и кажется клиенту разумным для производства продукта в соответствии со спецификацией клиента
Определение последовательности (*Sequencing*)	Процесс определения порядка, в котором на поточной линии будет изготавливаться требуемый дневной объем продукции
Отказобезопасный (*Fail-Safe*)	Процесс (отдельный элемент работы или компонент), который не подвержен вариабельности. В силу своего устройства процесс (элемент работы или деталь) не может выполняться иначе, чем правильным образом
Перечень материалов (*Bill of Material, BOM*)	Перечень сборочных узлов, деталей и исходных материалов, которые входят в базовый продукт, с указанием количества всех компонентов, необходимых для его изготовления. Для того чтобы система *MRP* выдала график производства конечного продукта, на ее входе должен выписываться *BOM*, воспроизводящий технологический процесс и устанавливающий даты начала и окончания работы для каждого его участка
Планирование поточного производства (*Flow Production Planning*)	Ежедневный процесс определения общего требуемого объема продукции поточной линии в данный день исходя из имеющихся заказов клиентов и прогнозируемого спроса
Постоянное улучшение процесса/кайдзен (*Continuous Process Improvement/Kaizen*)	Повторяющийся процесс, направленный на ликвидацию или сокращение не добавляющей ценности работы, входящей в какой-либо процесс. Не добавляющая ценности работа определяется как элементы

	работы, за которую клиент не расположен платить. К таким элементам относятся наладка, перемещения, отходы, повторная обработка и нестабильность самого процесса производства
Проектное определение рабочего места (*Designed Workstation Definition*)	Описание фактического местоположения и необходимого пространства, где выполняется работа, которая состоит из суммы времени элементов работы, задаваемых в последовательности событий, включая элементы самоконтроля в рамках комплексного контроля качества (*Total Quality Management, TQM*), и является эквивалентной вычисленному времени такта, которое должно соблюдаться на поточной линии
Процесс (*Process*)	Совокупность последовательных действий логически сгруппированных ресурсов, выполняющих рабочие задачи в заранее определенном порядке. Процесс на производстве — это сочетание ресурсов (людей и машин), преобразующих материал с целью изготовления продукта. Все ресурсы процесса должны иметь одинаковое время такта
Путь вытягивания/код вытягивания (*Pull Path/Pull Code*)	Порядок пополнения материала, указывающий для каждого конкретного компонента точку потребления и соответствующую точку пополнения запасов
Рабочее место (*Workstation*)	Физическое местоположение и необходимое пространство, на котором выполняется работа, эквивалентная вычисленному времени такта
Ресурс (*Resource*)	Человек, станок и/или офисное оборудование, выполняющие рабочие задачи, необходимые для производства продукта или выполнения административных действий
Самоконтроль *TQM* (*TQM Self-Check*)	После проверки в контрольной точке *TQM* оператором для гарантированного выполнения работы должна производиться вто--

	ричная проверка элемента, в котором имеет место вариантность
Сертификация (*Certification*)	Признание квалификации производственного оператора, подтверждающее способность выполнять последовательность операций, установленную для основного рабочего места, а также одного вышестоящего и одного нижестоящего рабочего места по потоку за время такта и с соблюдением установленных критериев качества
Сертификация поставщика (*Supplier Certification*)	Процесс оценки поставщика, направленный на подтверждение его способности стабильно поставлять продукт вовремя и с соблюдением установленных критериев качества
Синхронизация линии (*Line Balancing*)	Процесс разделения работы на отдельные операции таким образом, чтобы объем работы каждой операции был приблизительно равен объему работы за время такта. Элементы работы, выполняемые в каждой операции, определяются путем деления последовательности операций на время такта
Склад (*Stores*)	Физическое местоположение, где хранятся имеющиеся и покупные материалы для потребления в незавершенном производстве
Смешанная модель (*Mixed Model*)	Определение семейства, состоящего из продуктов, сгруппированных на основании сходства производственных процессов и норм времени, необходимых для их изготовления
Спрос полной мощности для разработки проекта линии (*Demand at Capacity for Line Design, Dc*)	Выражение ожидаемого в будущем спроса на продукцию поточной линии

Схема технологического процесса (СТП) (*Process Flow Diagram, PFD*)	Графическое отображение синхронизированной связи ресурсов, выполняющих рабочие задачи. Эти задачи необходимы для изготовления продукта или реализации административных действий
Такт (*Takt*)	Соотношение времени и объема, вычисляемое в качестве ритма, пульса или темпа для каждого процесса поточной линии и используемое для расчета потребностей в ресурсах и синхронизации линии
Текущая карта потока стоимости (*Current-State Value Stream Map*)	Все действия (как добавляющие ценность, так и не добавляющие ее), которые требуются в настоящее время для проведения продукта через основные потоки, обязательные для каждого продукта
Учет затрат по видам деятельности (*Activity-Based Costing*)	Система, в которой затраты отдельных центров затрат аккумулируются и затем распределяются в качестве процента накладных расходов, приписываемых к каждому продукту посредством стандартного процесса формирования стоимости
Фактор безопасности (*Safety Factor*)	Предполагаемая величина колебаний, используемая для преодоления неточностей прогнозирования объема
Частота поставки (*Delivery Frequency, DF*)	Интервал времени, задаваемый для определяющей периодичность поставки продукта на протяжении некоторого времени, исходя из потребительского спроса

Алфавитный указатель

5S 73, 89, 195–196, 302, 308

ABC-анализ 235

e-коммерция 80–82

General Motors 45

MRP 48, 53–55, 76–79, 81, 83–84, 99, 119, 163–165, 169–170, 179, 201, 211–212, 232, 240, 333

RIP 208–210, 212–213, 221, 226, 236–238, 241–244, 255–256, 258–259, 295–296, 299, 302, 304, 307, 310

Toyota Motor Company 48

Администрация США по охране труда и здоровья (*OSHA*) 185

Американское Общество контроля продукции и запасов 47

анализ Парето 112, 118

бережливое производство
  внедрение 73, 79, 88–89, 101–102, 105, 109–111, 183, 192, 247, 282–283, 286–287, 293, 309–310, 318, 335
    стратегический анализ бизнеса 88
    команды 110–111, 283–284, 286, 288, 293, 297, 334
  поборник 334–335
  преимущества 75, 334

воздействие времени производственного цикла на оборотный капитал 102

времена рабочих задач 186

временное распределение 77, 164, 212

время
  машинное 124, 183, 229–230
  не добавляющее ценности 95, 159, 173, 180
  общее время процесса 159
  ожидания 57, 62, 75, 171, 173, 180, 183, 318
  отклика 54, 63, 68–70, 72–73, 76, 85, 89, 102, 195, 313–314, 315, 319–320, 330, 333
  погрузочно-разгрузочных работ 256
  пополнения 209, 212–215, 221, 225, 229, 231, 234–237, 243–244, 254–256, 287, 290, 298–299, 305–306
  такта 59–60, 126, 140–143, 147–148, 150–153, 163, 170–171, 173, 175–180, 182–183, 186, 188, 190, 197–198, 203, 205, 207, 213, 220–221, 290–291, 295, 300–304, 311, 316, 322, 326, 330
    вычисление 126, 142–143, 198, 213, 291
  цикла 61, 85, 97, 234, 241, 250

вытягивание
  код 65, 207
  последовательность 65, 82, 207–209, 211, 214, 217, 234–235, 241, 254, 289–290, 292, 305, 307
  путь 207
  связь 207
  ссылка 207, 209
  цепочка 207, 211, 214–215, 235–236, 241, 244, 246, 252–253, 255, 258, 287–290, 298, 307

гибкие операторы 327

гибкость 54–55, 93, 97, 121, 196, 199–200, 204–205, 232–233, 303, 305, 325, 327–329, 333

Гилбрет, Фрэнк 44

дата
  выпуска 166
  начала 232

дефицит компонентов 241

дисбаланс 61, 147, 165, 169, 186, 193, 197, 203, 305, 309

дисциплина для поддержания баланса 190
дневная
норма 74, 176, 304, 310, 322–323, 331
потребность 142, 201, 205, 212–214, 229, 234, 237, 245–246, 310, 323
доля рынка 49, 53–54, 56, 69, 76, 83, 85, 89, 195, 224, 233, 314

единица складского хранения (ECX) 233, 239, 247, 250, 289

загрузка 47, 150, 164–167, 170, 229–230, 335
задержки 57, 173, 232, 283
запасы
вложения в 66, 73, 84, 233, 253, 256, 290, 321
готовой продукции 54, 70–71, 80, 96, 149, 180, 201, 239–240, 311, 318–320, 322, 324
избыточные 96, 99, 147, 167, 169, 322
незавершенного производства 48, 60, 69–72, 80, 170, 180, 236–237, 239, 301, 315
оборот 74, 100–101, 234, 256, 290, 335
сокращение 180, 256, 301, 315
точка пополнения 207, 211, 213
управление 47, 50, 52, 60, 64, 70, 79, 97, 99, 148, 165, 235–236, 310–311
материальными 245–246, 251, 288, 296, 298–302, 305–306
уровни 51, 55, 71–73, 87, 97, 99–100, 102, 104, 256, 310, 330, 335
запланированное устаревание 48
ЗГП 96–97, 100–101, 103–104, 319
знание рынка 122
ЗНП 97, 100–101, 103, 315–316, 318–319

инженерное проектирование 105, 152, 158–159, 254, 312
инициализация 284
Интернет 81, 83
использование мощности 168
исходные
компоненты 223, 247
материалы 123, 156, 283, 317, 320
продукты 114, 116, 139, 248, 291, 293

кайдзен 75, 89, 102, 128, 141–142, 152–153, 155–158, 191, 199, 217, 222, 243, 254, 305, 331
канбан
двухбункерный 215, 223, 245, 251, 296, 298–302, 306
запускающий предыдущий процесс (*IPK*) 67, 74–75, 186, 188–192, 194, 198–200, 203–205, 222, 295–296, 300–302, 304–306, 316, 319, 325, 328–329
капитальные затраты 194
карта
последовательности событий (КПС) 151–159, 161, 163, 180, 183, 186, 193–194, 285, 290–292, 294, 303, 312–313, 323, 325, 328
процесса 175, 291–292, 294–296, 299
качество
вопросы 158
информация о 157
критерии 76, 85, 150, 158–159, 161, 163, 194, 199, 291–292, 294, 326
проверка 158, 193, 199–200
количество в упаковке 234
команды
материалов 282–283, 285, 288–290, 292–294, 296, 298, 302, 307
по внедрению 110–111, 283–284, 286, 288, 293, 297, 334
процесса 291, 296
самоуправляемая 332
компоненты
однократного использования 222–224, 252, 292, 294, 296, 299–300, 310
стоимости 98, 178
контроль
визуальный 73, 89, 110, 192, 198, 309
запасов 53
производственный 166
координатор руководящего комитета 282–283, 286

лидерство 53, 198
линейность 306, 329–332
линия
ввод в эксплуатацию 296, 298, 301–303, 307, 315, 328
компоновка 181–183, 304
многономенклатурная 63, 74, 133
проект 176, 297
логистика 47
лояльность клиентов 321

маркетинг 45, 52, 55, 62, 105, 119–120, 122, 134, 165, 167, 314, 315
маркировка контейнеров 217
маршрутизация 78–79, 147
менеджер канбан 254, 258, 308

менеджмент посредством визуального контроля 309
методики анализа временных затрат 44
«монументы» 184–185
мотивация 44, 75, 91–92, 327, 334
мощность
бесконечная 163
избыточная 167–168, 316, 322
имеющаяся 164, 169, 316
недостаточная 168
номинальная 166

накладные расходы 72–73, 76, 89, 98, 102–104, 143, 149, 180, 237, 312–313, 316, 324–325, 335
наладка 48, 72, 99, 103, 153–154, 156, 158–159, *161*, *166*, *168*, 173, 182–183, 193, 203, 218, 221, 225–227, 229–230, 233, 298, 301–302
научный метод 44
номер компонента 227–228, 237, 307
норма выработки 204, 319, 322, 331

оборачиваемость 65, 73, 149–150, 212–214, 233, 236–237, 244, 290, 294, 298–299, 305, 307, 313, 321, 330
оборотный капитал 102–104, 244, 256, 313, 320, 330, 333
оборудование 76, 98, 126, 161, 169, 182, 184, 191, 194, 218, 225, 229, 232, 301
образование 62, 84–85, 87–90, 94, 110, 123, 192, 281, 329–330
обратная связь 75, 233, 305
«обустройство гнезда» 190
обучение 84, 90–91, 141, 192, 200, 218, 254, 282, 284, 286–288, 292–293, 295–301, 304, 307–308, 311, 325, 327–330
общие потребности 51, 77, 248, 310
объем
выработки 126, 139, 141, 143–144, 147–148
полной мощности 289, 295, 322
ожидаемое клиентом время выполнения заказа (*CQLT*) 69–71, 85, 313, 319, 330
ожидания клиентов 80, 249
окончательная проверка 292
описание последовательности 152
определение последовательности 324
определение рабочих мест 291, 331
организационная иерархия 53
организационные последствия 310
отдел закупок 70
отпускная цена 48, 313
отходы 78, 127–132, 139–140, 145, 147, 173, 200, 238–240, 287–288, 290, 310

переключение операторов 205, 250, 297, 300, 303–304, 308, 324–325, 328–329
перечень материалов (*BOM*) 50–52, 63–64, 70, 75, 78, 164–165, 212, 218, 232, 239–240, 245, 250–251, 254–255, 310, 320
многоуровневый 75
планирование производственное 47, 188, 319
система 49, 52, 55, 168, 173, 210, 232–234, 245–246, 251–252, 299, 317–318, 333
повторная обработка 127–132, 135, 139–140, 144–145, 147, 173, 287–288, 290
поглощение 158, 313
подача материалов 64, 201–202, 215, 221, 231, 246–247, 298, 302, 325
подсборка 125, 132, 183
пока-йоке 153, 158
политика выполнения заказов клиентов 249
политика выполнения заказов 225, 247, 249–250, 258, 320, 322
поощрение гибкости 327
пополнение 50, 64–67, 80, 82, 189, 202–203, 206–215, 217–221, 223, 225–229, 231, 234–239, 241–244, 246, 252–256, 258, 287–290, 292, 294–295, 297–299, 305–307, 325
пополнение материалов 65, 82, 220–221, 223, 226, 229, 231, 244, 246
популярность *MRP* 49
последствия дисбаланса 165
поставщики 51, 57, 64–65, 71–72, 77, 81–84, 97–98, 100, 103–104, 206, 208, 210–212, 225, 237–242, 244, 246, 250, 253, 258–259, 310, 314, 315, 317–318, 321
постоянное улучшение 75, 302, 309, 311, 316, 325, 330–331
поток 48, 57, 59, 67, 73, 75, 80, 123, 127–128, 130–132, 135, 140–141, 144–145, 150, 167–168, 185, 188, 192, 200, 201, 204, 220, 222, 233, 281, 296, 299–300, 302, 304, 317, 325–326

поток шириной в одну единицу 192, 281, 304
правило 80/20 112, 116, 121, 233, 248
правило Парето 113, 116, 223, 233, 250
представление о будущем 122
прибыль 48, 52, 56, 68–69, 73, 80, 82, 88, 97, 102, 104–105, 109–110, 117, 165, 178, 185, 209, 224, 287, 313, 316, 321, 330
программа поощрений 330
программное обеспечение 84, 283–284
программы табличных вычислений 113, 136, 151
продукты
  жизненный цикл 46
  исходные 114, 116, 139, 248, 291, 293
  разнообразие 333
  стандартной конфигурации 321
производительность
  повышение 43, 46, 89, 99, 104, 161, 181
  потеря 166, 180, 250
  труда 46, 316
производственный график 79, 128, 165
производственный менеджмент 308, 330
производство
  заказ на 78–79, 233, 310, 315, 319
  массовое 44–45
  серийное 43, 46–49, 62–63, 166–167, 171, 199, 312, 317, 333
  см. бережливое производство
процесс
  опциональный 133, 135, 144, 147, 291
  повторной обработки 129, 135, 139, 147
  технологический 51, 62–63, 78, 101, 110, 114–115, 123, 125–126, 128, 136, 151, 164, 170, 173, 185, 201, 211, 285, 288, 290, 300, 312
  улучшение 302, 309, 311, 316, 330
  фидерный 115, 125–126, 132, 135, 188–190, 208, 222, 296, 304, 310, 322

работа
  добавляющая ценность 155
  не добавляющая ценности 96, 128, 132, 153–154, 158–159, 161, 193–194, 217, 305, 315
  погрузочно-разгрузочные 213, 256
  последовательная 78
рабочие ячейки 48
разделение труда 45, 219
размеры партий 55, 80
распределение задач 165, 301
резервный запас 48, 167, 169, 319
ресурсы
  определение 180
  физическое размещение 147, 183
  добавление 194
  оптимизация 150
руководитель проекта 89–90, 92–93, 109
руководящий комитет 122, 282–288, 292–295, 297–298, 301, 334

сбор информации 281, 283, 287–288, 290–292
сбыт 46, 52, 117, 120, 122, 134, 165, 167, 224, 233, 314, 317, 319
связывание процессов 316
семейства 62, 120, 134–135, 138, 145, 147, 154, 287–289, 300
сертификация 254, 259, 306, 326–328
сигнал 64–67, 74, 82, 88, 119, 173, 186, 188–190, 192, 201–208, 210–212, 214, 216, 220, 222, 225–227, 229, 231, 237–238, 244, 246, 251–254, 299–300, 302, 304, 307–308, 316, 319, 328–329, 331
система
  «разноски молока» 220–221, 254
  планирования 49, 52, 55, 168, 173, 210, 232–234, 245–246, 251–252, 299, 317–318, 333
  управления производственной деятельностью 78
  управления цехом 78
склад 48–51, 64–65, 69, 72, 102–103, 149, 185, 190, 197, 206, 208, 212–213, 217–223, 231–233, 236–237, 239–244, 246–247, 249–252, 254, 257–258, 289, 296, 298–299, 303, 305–308, 310, 316
складские рабочие 190, 197, 206, 208, 213, 217–223, 231, 239, 251, 254, 296, 298–299, 303, 305–308
Слоан, Альфред П. 45–46, 52, 60, 165
смена 53, 59, 64, 139–143, 173, 176–177, 197, 229, 305, 321, 323–324
смешанная номенклатура 48, 185, 189, 195, 292, 306
сопротивление переменам 76, 91, 333, 335
сортировка 113, 196
сотрудничество 83, 330
специализация 44, 327
спешка 55, 90, 168–169
спрос
  колебания 54, 63, 69, 135, 149, 167, 214

потребительский 55, 169–170, 173, 203, 233, 316–324, 330
прогноз 121–122
структуры 63, 118, 134
стандартизация 45, 198, 223–224
стандартные компоненты 223
стратегии компании 128
стратегический анализ бизнеса (*SBA*) 88–91, 94, 96, 100, 102, 105
структура многономенклатурного производства 45
субоптимизация 149–150, 169, 204–205, 214, 322, 324–325
«супермаркет» 209, 236
схема технологического процесса (СТП) 62, 101, 123–127, 129, 131–136, 138–140, 144–145, 150, 152, 173, 179, 185, 285, 288, 290, 292, 294–296, 300, 304, 312

такт 59–61, 81, 98, 126, 128, 139–143, 147–148, 150–153, 163, 170–171, 173, 175–180, 182–183, 186, 188, 190, 197–198, 203, 205, 207, 213, 220–221, 290–291, 295, 300–304, 308, 311, 316, 322, 326, 330
текущая обстановка 65
технические стандарты 154, 161
технология производства 45, 69
точка
использования 207–209
пополнения 65, 206–213, 218, 220, 227, 231, 235–237, 241
потребления 150, 207, 209–210, 212–215, 218, 220, 223, 226–229, 234–236, 241, 252–253, 258, 287, 289–290, 294, 299, 307
требования
к программному обеспечению 283
клиентов 135, 149, 323

управление
запасами 47, 50, 52, 60, 64, 70, 79, 97, 99, 148, 165, 235–236, 310–311
материальными 245–246, 251, 288, 296, 298–302, 305–306
посредством визуального контроля (*MBWA*) 73, 89, 192, 198, 200, 309
участие сотрудников 75, 311
участки 52, 57, 61–63, 67–68, 75, 80, 88, 92–93, 109–111, 117, 120, 125–126, 134, 142, 163–168, 170–171, 183–184, 205, 208, 211, 246, 248, 251, 253–254, 281–282, 284–286, 288, 293, 297, 304, 309, 311, 316, 330, 335

факторы успеха 94
Форд, Генри 44–45

цех 47, 53, 55, 63–65, 72–73, 78–79, 85, 102, 121, 159, 161, 165–167, 169, 181, 184–185, 196, 200, 204, 208, 211–212, 236–237, 240, 243, 251, 317, 329
цикл
повторной обработки 128–129, 288
пополнения 206, 208, 212, 234, 237, 241–242, 244, 256, 258

частота доставки 256
чертеж *CAD* 183
число смен в день 59, 139, 143, 229
чистые потребности 51, 77, 164, 245

электронные транзакции 82, 211
эффект шестеренки 222
эффективность
критерий 149–150, 153, 302, 308, 313, 324, 330
показатели 166
производства 150, 324

Производственно-практическое издание

Хоббс П. Деннис

Внедрение бережливого производства
Практическое руководство по оптимизации бизнеса

Ответственные редакторы *Е. Н. Новаш, А. В. Шелюто*
Редактор перевода *О. Н. Мельник*
Стиль-редактор *Э. К. Свиридович*
Дизайн обложки *В. В. Лобко*
Технический редактор *П. Ю. Озолин*
Компьютерная верстка *Е. С. Изофатова*
Корректоры *Е. А. Плащинская, Ю. В. Кравцова*

Подписано в печать 29.06.07
Формат 70 X 100 1/16
Бумага офсетная. Гарнитура «Коринна»
Печать офсетная
Усл. печ. л. 28,52. Уч.-изд. л. 16,24. Тираж 3 018 экз.
Заказ № 1551.

Издано ООО «Гревцов Паблишер»
ЛИ № 02330 / 0133428
220020, г. Минск,
ул. Нарочанская,11

Отпечатано в ПРУП «Минская фабрика цветной печати»
ЛП № 02330 / 0056853
220024, г. Минск, ул. Корженевского, 20