

Сигео Синго

БЫСТРАЯ ПЕРЕНАЛАДКА

РЕВОЛЮЦИОННАЯ технология
оптимизации ПРОИЗВОДСТВА



РусПромАвто
УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ



ЦЕНТР ОРГПРОМ

A REVOLUTION IN MANUFACTURING: THE SMED SYSTEM

Shigeo Shingo

Translated by Andrew P. Dillon

Productivity Press

Серия «Модели менеджмента ведущих корпораций»

Сигео Синго

БЫСТРАЯ ПЕРЕНАЛАДКА

революционная технология оптимизации производства

Перевод с английского



Москва
2006

УДК 65.011
ББК 65.290-2
С38

Издано при содействии
ООО «Центр Оргпром»

Переводчик Э. Башкардин

Научный редактор Ю. Адлер

Редактор В. Григорьева

Выпускающий редактор С. Турко

Синго С.

С38 Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства \ Сигео Синго ; Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 344 с.

ISBN 5-9614-0252-5

Скорость переналадки оборудования только на первый взгляд кажется второстепенной инженерно-технической задачей. На самом деле это — глобальная проблема, затрагивающая интересы всех сотрудников любого предприятия.

Сигео Синго, его многочисленные ученики и последователи разработали революционную методологию сокращения времени переналадки, которая применима практически к любому оборудованию и процессу, — как на производстве, так и в офисе. Переналадка, которая традиционно занимала несколько часов, теперь может выполняться за считанные минуты. Принципы Синго, впервые опробованные на японских предприятиях, теперь активно применяются во многих крупнейших европейских и американских корпорациях. С 1988 года присуждается премия Синго за достижения в организации производства и качестве продукции, которую называют «Нобелевской премией в области производства».

Книга будет полезна руководителям предприятий, инженерам, конструкторам и рабочим. Желательно включить быструю переналадку и в планы высших учебных заведений.

УДК 65.011
ББК 65.290-2

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.

© Издание на японском языке. Japan Management Association, 1983.

© Издание на английском языке. Productivity Press, подразделение The Kraus Organization, Ltd, 1985.

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина Бизнес Букс», 2006
Издано и переведено по лицензии
Productivity Press.

ISBN 5-9614-0252-5 (рус.)
ISBN 0-915299-03-8 (англ.)

СОДЕРЖАНИЕ

Время новых революционеров	11
Революция как система	15
От издателя	21
Предисловие.....	25
Введение.....	27

ЧАСТЬ I

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СИСТЕМЫ SMED 29

1 Структура производства.....33

Схематичное представление производства	33
Взаимосвязь между процессами и операциями.....	35
Заключение.....	37

2 Операции наладки: прошлая практика.....39

Некоторые определения	39
Мелкие, средние и крупные партии.....	39
Избыточные запасы и производство под предполагаемую реализацию	39
Традиционные стратегии улучшения операций наладки.....	40
Стратегии, требующие квалификации	41
Стратегия при работе с крупными партиями	42
Стратегии экономически обоснованного объема партии	43
Белое пятно в концепции экономически обоснованного объема партии.....	45
Заключение.....	46

3 Основы системы SMED47

Из истории SMED.....	47
Возникновение SMED	47
Второй эпизод.....	48
Третий эпизод.....	49
Основные стадии процесса переналадки.....	51
Рационализация переналадки: основные этапы	53
Предварительный этап: условия переналадки не делятся на внутренние и внешние.....	54
Этап 1: разделить действия по внутренней и внешней переналадке	54
Этап 2: преобразовать внутренние действия во внешние	54
Этап 3: упростить все аспекты операции переналадки	54
Заключение.....	55

4	Методы применения SMED	57
	Предварительная стадия: внутренние и внешние действия переналадки не различаются.....	57
	Этап 1: различать внутренние и внешние действия по переналадке.....	58
	Использование контрольных списков	58
	Проведение функционального контроля.....	58
	Оптимизация транспортировки штампов и других деталей.....	59
	Этап 2: преобразовать внутренние действия по переналадке во внешние	60
	Этап 3: упростить все аспекты операции переналадки.....	73
	Радикальные улучшения операций внешней переналадки ..	73
	Радикальные улучшения операций внутренней переналадки....	73
	Заключение.....	73
5	Применение SMED к внутренним операциям переналадки	75
	Внедрение параллельных операций	75
	Использование функциональных зажимов.....	77
	Крепление одним оборотом.....	77
	Метод одного движения.....	81
	Методы механического замыкания	82
	Исключение регулировок.....	85
	Фиксированные числовые уставки.....	86
	Воображаемые осевые линии и основные плоскости.....	87
	Система наименьшего общего кратного.....	94
	Механизация.....	103
	Заключение.....	106
6	Примеры внедрения SMED	109
	Прессы для металла.....	109
	Одноходовые прессы	109
	Прессы со штампами последовательного действия	113
	Многопозиционные прессы	118
	Машины формовки пластмасс	119
	Установка пресс-форм.....	119
	Переключение линий охлаждающей жидкости.....	124
	Подогрев пресс-форм	124
	Заключение.....	125
7	Результаты применения SMED	127
	Экономия времени при применении методов SMED	127
	Другие результаты внедрения SMED	127
	Заключение.....	138

ЧАСТЬ II

ПРИМЕРЫ ИЗ ПРАКТИКИ.....139

8 Внедрение SMED на производстве стиральных машин

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd...... 141

Применение SMED141

Замена резцов141

Переналадка смазочных приспособлений143

Автоматическая смена ограничителей на паллетах.....145

Автоматическая сварка стиральных машин.....147

Смена красителей на операции защитного покрытия
спеканием151

Как добиться молниеносной смены прессовых штампов...153

Сокращение времени переналадки пресс-форм.....154

Смена хомутов в дренажных емкостях159

9 Совершенствование переналадки

на основе производственной системы Toyota

Toyoda Gosei Co., Ltd. 163

Снижение себестоимости163

Мотивация к работе по SMED165

Применения SMED.....170

Переналадка резцов при механической обработке
фитингов170

Изменения в операциях переналадки пуансона
на холодной штамповке.....174

10 Внедрение быстрой наладки

Nippon Kogaku K.K. 181

Философия и направление движения181

Мотивация при осуществлении SMED.....182

Применение SMED183

Оптимизация смены патронов на полуавтоматическом
токарном станке.....183

Быстрая наладка на универсальном токарно-
револьверном станке.....185

Установка сменных шестерен.....188

Нанесение шаговой метки на универсальной
гравировальной машине.....192

Токарный станок с компьютерным управлением194

Обработка изделий из нейлона197

11	Использование SMED на линии сборки сельскохозяйственного оборудования	
	<i>Kubota, Ltd.</i>	199
	Проблема.....	199
	Американская производственная система	200
	Переход к SMED	200
	Применение SMED	203
	Улучшение винтовых соединений.....	203
	Применение SMED на линии обработки шатунов двигателей с воздушным охлаждением.....	205
	Линия обработки корпусов для малых тракторов — использование SMED на многшпиндельных сверлильных станках	208
12	Улучшение процессов переналадки, основанное на работе цеховых кружков	
	<i>Toyota Auto Body Co., Ltd.</i>	211
	Применение SMED	211
13	Комплексное развитие концепции SMED на смежных предприятиях	
	<i>Arakawa Auto Body Industries K.K.</i>	221
	Применение SMED	222
	Улучшение процесса переналадки на обрезающем прессе виниловой отделки салона (завод в Котобуки).....	222
	Применение SMED на заводе в Сарунаге	233
	Улучшения на смежных заводах	242
14	Внедрение SMED на производстве подшипников скольжения	
	<i>T.H.Kogyo K.K.</i>	251
	Применение SMED	251
	Конкретные разработки	251
	«Мягкие» улучшения в системе SMED	254
	Жесткие улучшения системы SMED («в металле»)	257
	Переход от SMED к OTED.....	261
15	Примеры и результаты системы SMED	
	<i>Glory Industries K.K.</i>	265
	Применение SMED	266
	Универсальный пресс	266
	Универсальный гибочный штамп	266
	Замена наконечников на установке точечной сварки.....	268
	Установочные приспособления набивочного стола	269
	Улучшение зажимов	270

16	Внедрение SMED с участием всей компании	
	<i>Kyoei Kogyo K.K.</i>	271
	Применение SMED	273
	Улучшение вырубных и прошивных штампов.....	273
	Двухуровневые гибочные штампы ударного типа.....	273
	Совершенствование методов переналадки длинных гибочных штампов	276
	Переналадка многопозиционных штампов.....	281
17	SMED на производстве автомобильных шин	
	<i>Bridgestone Tire Co., Ltd.</i>	285
	Применение SMED	285
	Внедрение системы демонстрационных наладок	293
18	Использование SMED при литье алюминия под давлением	
	<i>Tsuta Machine and Metals Co., Ltd.</i>	295
	Внедрение SMED	295
	Применение SMED	299
	Результаты и стоимость улучшений	307
19	Система смены инструмента «в одно касание»:	
	метод крепления без болтов	309
	Противоречия традиционных методов смены инструмента.....	309
	Неконкретное ощущение целей.....	309
	Цель зажима штампов	309
	Проблемы при традиционных методах	310
	Рождение нового метода	311
	Как применяется метод крепления без болтов?.....	312
	Метод крепления без болтов для пресс-форм.....	313
	Результаты использования метода крепления без болтов на установках литья	318
	Применение метода без болтов на прессовых штампах	319
	Послесловие	325
	Об авторе	331
	Консультирование	336
	Список публикаций.....	338
	Предметный указатель.....	339

ВРЕМЯ НОВЫХ РЕВОЛЮЦИОНЕРОВ

Когда внимательный читатель возьмет в руки эту книгу, он может подумать: «Очередная революция? До этого ли нам теперь? У нас других проблем достаточно. Много ли нам дадут ускорение и оптимизация переналадки? Мы больше теряем на других операциях и на неразберихе в организации производства!»

Да, часто бывает, что ускорению переналадки уделяется незаслуженно мало времени. На наш взгляд, это пережиток старого образа мышления, настроенного на массовое производство, т. е. выпуск продукции крупными партиями. В вопросе об отношении к переналадке, как в зеркале, отражается разница между плановой социалистической экономикой и экономикой свободного рынка. Первая настроена на удовлетворение основных потребностей человека социалистического общества, который полностью зависел от государства и не мог выбирать и сравнивать предлагаемые ему товары. Вторая нацелена на наиболее полное удовлетворение изменяющихся и даже на формирование новых потребностей заказчика и покупателя. Будущее, как мы сейчас понимаем, за вторым подходом.

Какова же ситуация на тех предприятиях России, где требуется переналадка (это, в первую очередь, кузнечно-прессовое производство, механообработка и другие типы производств во многих отраслях промышленности)? Берем на себя смелость сказать, что время, необходимое на переналадку, воспринимается как неизбежное зло, и на предприятиях редко всерьез задумываются над его резким сокращением.

Имея опыт помощи многим российским заводам в построении производственных систем на основе «бережливого производства», мы видим, что порядок переналадки и переоснастки сохраняется еще с советских времен. Часто никто всерьез и не задумывается о системной реорганизации этого процесса. Даже на самых крупных и хорошо работающих в новых условиях предприятиях переналадка и переоснастка занимают непозволительно много времени. В книге Сигео Синго убедительно показано, почему это время нужно резко сокращать, вплоть до переналадки «в одно касание», и как это сделать практически. В этом смысле книга восполняет еще один большой пробел на пути к построению эффективного производства.

Нельзя сказать, что на российских предприятиях не могут или не умеют делать переоснастку быстро. Мы неоднократно наблюдали, как на крупном прессе одни бригады меняют инструмент за 4 минуты, а другим на это нужно 30 минут. Но бывает и так, что та же самая бригада в некоторых случаях делает переналадку оборудования за 12, а то и за 20 минут.

Например, одна бригада, сняв бойки с пресса, не поставила их на отведенное место, и понадобилось еще несколько минут, чтобы найти нужные. Предыдущая бригада зачем-то перевернула один из бойков и в таком положении поставила его на склад, поэтому бригаде, проводящей переоснастку, пришлось потратить несколько дополнительных минут на переворачивание бойка весом около тонны при помощи крана, который, кстати, пришлось ждать, потратив еще несколько минут. И это лишь небольшой, но очень характерный эпизод из нашей практики. В чем же дело?

Во-первых, на предприятиях еще не везде осознали цену минуты. Не пора ли? В концепции «бережливого производства» цена каждой минуты очень высока, поэтому ускорению подлежат все подготовительно-заключительные операции, а этой работе обязательно должна предшествовать организация рабочих мест на основе 5S¹ и визуализации². Опыт показывает, что при плохо организованных рабочих местах, без обеспечения максимальной наглядности процессов ускорять переналадку бесполезно и даже опасно. Неподготовленные инициативы обычно приводят к тривиальным авралам и новым ЧП на производстве.

Во-вторых, не производится формализация, или документальное закрепление того, что на Западе называют «best practice», а у нас — «передовой опыт». Когда нет документа, закрепляющего наилучшие способы выполнения операций, с одной стороны, нельзя требовать от рабочих правильного их выполнения, а с другой — отсутствует основа для дальнейшего совершенствования и тиражирования наиболее оптимальных методов работы, исключающих человеческие ошибки. Для надежного и долгосрочного результата эта работа должна проводиться на основе методик предотвращения ошибок³ и стандартизации⁴ как важнейших элементов производственной системы роста.

Пока не все российские предприятия в достаточной мере ощутили реальное давление конкурентной среды и прямое воздействие заказчика на производителя. Но времена меняются. Следует ожидать только усиления

1 5S — система рациональной организации рабочих мест (*сортируй* — избавься от всего лишнего на рабочем месте; *создай* свои места для всего необходимого, сделай их максимально наглядными и всегда возвращай предметы на свое место; *содержи* рабочее место в чистоте; *систематизируй* и стандартизируй процедуры поддержания порядка; *соблюдай* и совершенствуй достигнутый порядок).

2 Визуализация производства — практика наглядного представления производственного процесса и безопасной производственной среды для всех участников процесса производства, с отражением прошлого, настоящего и будущего состояний.

3 Предотвращение ошибок (пока-ёкэ) — практика встраивания качества в процессы за счет методической и технической поддержки исключения и/или раннего предупреждения человеческих ошибок.

4 Стандартизация — система установления, всеобщего распространения и соблюдения стандартных способов выполнения операций, непрерывно улучшаемых на основе передового опыта.

конкуренции и все большего разнообразия требований заказчиков. Не лучше ли быть готовым к этой ситуации?

Как убедительно показывает Сигео Синго, ускорение переналадки и переоснастки позволяет изменить отношение к ней рабочих и всех остальных сотрудников, сделать производство гибким, чутко реагирующим на изменяющиеся требования и запросы заказчиков, сократить сроки поставки и в итоге резко повысить конкурентоспособность предприятия. Кроме того, применение уроков Синго дает возможность улучшить охрану труда, сократить и свести к нулю число несчастных случаев, сделать производственный процесс более безопасным. При этом объективно повышается уровень производственной и корпоративной культуры, персонал всех уровней вовлекается в процесс непрерывных улучшений. Работать становится интереснее, когда есть вызов: «Чтобы сохранить рабочие места, чтобы зарабатывать больше, путь один — мы вместе должны научиться работать эффективнее. Кто еще видит способы ускорения процессов и снижения дефектов? Нужны конструктивные идеи!»

Эти вопросы становятся особенно актуальными в условиях происходящего сейчас вхождения российской экономики в мировую и, следовательно, резкого усиления конкуренции. В связи с этим книга Сигео Синго очень своевременна и окажется полезной для большинства российских предприятий, особенно для специалистов по эффективности производства, инженеров и технологов. Книга «Быстрая переналадка» призвана стать настольной для новых революционеров, возрождающих мощь России в цехах, а не на баррикадах. Сегодня нужны именно такие революции.

*Алексей Баранов,
директор Центра Оргпром*

*Эрнест Башкардин,
ведущий специалист Центра Оргпром*

РЕВОЛЮЦИЯ КАК СИСТЕМА

*Не может кончиться работа жизни...
Так в путь — и все отдай за обновление!*
Г. Гессе

Сколько их уже было, этих революций! Не всегда великих, но всегда разных. Обычно они замахивались на глобальные проблемы и предлагали для них новые решения, которые люди иногда принимали, иногда отвергали. Но революции обладают общим свойством: во всех случаях они все-таки меняют мир. Иногда эти перемены происходят сразу и становятся для всех очевидными. Но бывает и так, что они как бы надолго замерзают, а оттаивают внезапно, иногда через годы. Именно такая революция описана в этой книге.

Ее идеи зародились более 50 лет назад. Книга была опубликована в Японии в 1983 г. и через два года переведена на английский язык. На первый взгляд кажется, что если речь идет о быстрых способах переналадки оборудования, то предложения явно не тянут на революцию. Скорее, это напоминает инженерные улучшения, которые к тому же зависят от конкретного оборудования и производственной ситуации. Есть рабочие, мастера, наладчики, инженеры-технологи и другие специалисты. Пусть они этим и занимаются. А для нас, менеджеров, это слишком мелкие проблемы.

Такие ощущения связаны, видимо, с тем, что в разных культурах по-разному понимают, где проходит грань между менеджментом и решением инженерно-технических задач. Несколько утрируя, можно сказать, что в Японии менеджер — инженер с дополнительными знаниями в области экономики и управления, а на Западе — это специалист по управлению с некоторыми дополнительными знаниями в области экономики, который вряд ли глубоко интересуется инженерными проблемами. Такое различие создает одно из препятствий при взаимном обмене опытом между Востоком и Западом. Поскольку мы, видимо, еще не до конца усвоили западные стандарты, есть надежда, что нам будет проще воспринять идеи этой книги. Проблема в том, что их надо рассматривать одновременно на всех уровнях организации — от высшего менеджмента до рабочих.

Прежде чем приступить к обсуждению концепции Сигео Синго относительно быстрой переналадки оборудования, попробуем описать всю систему менеджмента, в которую он предполагает вписать SMED (Single-Minute Exchange of Die, буквально — замена штампа менее чем за 10 минут). Такое «узкое» название возникло исторически. Сначала автор этой книги успешно

разработал технологию смены штампов в компании Toyota, под руководством Т. Оно. Затем успех удалось развить и, как увидит читатель, распространить практически на любое оборудование. А название осталось. Все забыли, что в нем фигурирует конкретное оборудование — пресс. Далее мы, как и автор, будем использовать аббревиатуру SMED в широком смысле — для любого оборудования и инструмента, а не только для штампов.

Хотя концепцию Синго можно рассматривать как самостоятельную, обычно ее связывают с производственной системой компании Toyota (TPS). У нас она известна под названием «бережливое производство». Автор сотрудничал со многими компаниями, в том числе и со знаменитыми. Но случилось так, что именно сотрудничество с Тайити Оно в рамках создаваемой TPS привело к самым впечатляющим результатам.

В TPS производство осуществлялось (и осуществляется) на заказ, т.е. тогда и только тогда, когда потребитель «вытягивает» из компании ту продукцию и/или услугу, которую хочет получить. Это вело к созданию потока единичных изделий и существенно снижало объем требуемых для нормальной работы запасов. Поскольку заказы поступают нерегулярно, а требования клиентов могут различаться, дневная программа производства будет колебаться. В результате возникнут естественные изменения объема и номенклатуры необходимых запасов. Переход от выполнения одного заказа (или даже одной его части) к другому (или к другой), как правило, требует переналадки оборудования. При традиционной организации производства переналадка в зависимости от типа оборудования может потребовать от нескольких минут до нескольких часов. Поскольку оборудование обычно обладает высокой производительностью, получается, что надо выстроить сегодняшние заказы в очередь и делать их по одному. Тогда некоторым клиентам «не повезет», им придется ждать больше, чем другим. Кроме того, увеличатся объем складских запасов и незавершенное производство.

Конечно, дневную программу можно сбалансировать, или, как говорят сторонники TPS, сгладить. И они прекрасно умеют это делать. Но тогда возникнет большое число переналадок оборудования, что неминуемо приведет к резкому снижению производительности. Значит, удлинятся сроки выполнения заказов. Понятно, что это невыгодно. Вот тут-то и появляется на сцене Синго, который предлагает организовать процесс переналадки так, чтобы он либо вообще не занимал времени («переналадка в одно касание»), либо требовал считанных минут (лучше, чтобы их число не превышало десять)!

Все, кто хоть немного знаком с инженерным делом, сначала воспринимают такое утверждение как абсолютную чушь. Однако в предлагаемой вашему вниманию книге приведены сотни примеров, на снове которых автору удалось на практике доказать, что это не пустые слова. Более того, автор, его многочисленные ученики и последователи убедительно показали, что за 15 минут можно переналадить целый завод с производства одной модели изделий на другую, включая смену не только инструментов и приспособлений, но и компьютерных программ, бланков документов, вспомогательных мате-

риалов и т. п. Общий вывод таков: в современной промышленности, видимо, нет оборудования, которое требовало бы остановки для переналадки более чем на 10 минут, а в большинстве сложных случаев трех минут будет вполне достаточно. Простые случаи времени вообще не требуют.

Фундаментальный результат, который лег в основу системы быстрой переналадки оборудования, — деление операций переналадки на внутренние и внешние. Все, что можно сделать, не останавливая оборудование, — это внешняя переналадка. Здесь все можно делать без спешки, поскольку производство продолжается. И только действия, требующие остановки производственного процесса, относятся к внутренней переналадке.

Кроме того, Синго обнаружил, что болтовые крепления можно радикально улучшить с помощью затяжки всего на один оборот и использования грушевидных отверстий. Перечислить все изящные технические решения, предложенные автором, невозможно, да в этом и нет нужды: они просто и точно описаны в книге и часто проиллюстрированы четкими чертежами и фотографиями. Поэтому продолжим описание среды, в которой должна эффективно работать система быстрой переналадки.

Если мы хотим получить сглаженное вытягивающее производство потока единичных изделий на заказ, то начинать надо с организации рабочего места. Преимуществами быстрой переналадки трудно воспользоваться, если рабочий будет долго искать инструмент или приспособление. Для организации рабочих мест в Японии была разработана система, получившая название «5S». Это название состоит из первых букв пяти японских слов: сейри, сейтон, сейсо, сейкецу и сицукэ. Есть множество вариантов переводов и интерпретаций этих слов на английском и русском языках. Но сейчас для нас важна сама идея. Ее можно кратко описать следующим образом:

1. упорядочение всего, что есть на рабочем месте и удаление всего лишнего;
2. определение для каждой оставшейся вещи постоянного места с учетом технологических операций, выполняемых на этом месте;
3. систематическое поддержание порядка и чистоты на рабочем месте собственными силами владельца этого места (поле для деятельности уборщика останется);
4. стандартизация всех действий, выполняемых на данном рабочем месте (под стандартизацией понимается не набор правил и процедур, навязанных сверху, а способ действий, который признан на сегодня наилучшим всеми членами команды, реализующей данный процесс);
5. систематическое выполнение всех предыдущих шагов в цикле непрерывного совершенствования. Об этом цикле мы скажем ниже.

Когда читаешь эти принципы, кажется, что мы всегда ими руководствовались. Но попробуйте сделать хотя бы первый шаг. Тогда вы поймете, насколько это трудное дело. Недаром Марк Твен говорил: «Бросать курить легко, я лично бросал сто раз». Так же легко внедрить концепцию «5S». Но как бы трудно это ни было, выбора нет. Все равно придется ее внедрять.

Иначе нет надежды на долговременное сохранение конкурентоспособности вашего бизнеса.

Начинать надо, понятно, с самых важных рабочих мест, чтобы потом распространить их положительный опыт на всю компанию. И, не дожидаясь конца этого бесконечного процесса, можно приступать к внедрению быстрой переналадки. Принцип тот же: сначала несколько самых узких мест и только потом — повсеместно. Это принцип Парето.

Если внедрение концепции «5S» практически не требует затрат, то SMED может потребовать некоторых затрат на изготовление дополнительных приспособлений и перемещение оборудования. Поэтому приходится проводить предварительные оценки и только потом приступать к работе.

Переналадка, как вы, надеюсь, убедились, очень важная вещь. Но все ваши усилия могут пропасть, если мгновенно переналаживаемое оборудование будет часто ломаться. Для минимизации рисков, связанных с поломкой оборудования, в Японии были разработаны и широко внедрены в практику методы TPM (Total Productive Maintenance), что можно перевести на русский язык, например, как «всеобщий уход за оборудованием». Краткое описание этого подхода выглядит так.

Люди, которые эксплуатируют данное оборудование или связаны с ним в процессе производства, создают «кружок». Его задача — вести непрерывный тщательный анализ поведения оборудования и регистрировать малейшие нарушения его нормальной работы. Обслуживать его в соответствии с концепцией «5S», использовать статистические методы для сбора и наглядного представления информации, вырабатывать действия, направленные на непрерывное совершенствование его работы. Разработан специальный процесс из 12 шагов, формализующий эту процедуру. В общем, если с оборудованием обращаться по-человечески, то его надежность резко повышается.

Теперь, когда вы привели в порядок рабочие места, научились быстро переналаживать оборудование и постоянно поддерживать его в состоянии полной готовности, пора заняться его правильным расположением. Компоновка оборудования — важный ресурс бизнеса. Для достижения желанной гибкости производства полезно иметь возможность перемещать оборудование и создавать из него «гибкие производственные ячейки», структура которых может меняться в зависимости от заказа. Ясно, что доменную печь трудно переместить сегодня в одно, а завтра в другое место, как, впрочем, и прокатный стан. Значит, речь идет только о таком оборудовании, которое допускает возможность перемещения двумя-тремя рабочими в обеденный перерыв.

В рамках TPS были найдены оптимальные варианты компоновки оборудования для разных ситуаций. Наибольшую популярность получила так называемая U-образная конфигурация. В ней оборудование располагается в форме этой латинской буквы в том порядке, который диктуется технологией. Например, обрезка заготовки, обточка, сверление, шлифование

и т. д. Находясь внутри «буквы», рабочий может последовательно обслуживать все станки. Конечно, он сам при этом должен быть многостаночником, уметь работать на всех станках и аппаратах, входящих в состав ячейки. Это специалист высокой квалификации. Те читатели, которым, как и автору этого предисловия, уже перевалило за 50, должны вспомнить о движении многостаночников в нашей стране.

Ячейки такой формы позволяют использовать минимальное число рабочих для выполнения заданного объема работ. Помимо высокой квалификации это обеспечивается сокращением расстояния, которое рабочий проходит за смену. А переналадку в стиле SMED ему может помочь сделать подсобный рабочий самой низкой квалификации. В гибких ячейках поток единичных изделий возникает естественным образом, обеспечивая снижение объема незавершенного производства до теоретического предела и исключая промежуточное хранение полуфабрикатов. Ясно, что для достижения такой идиллии надо согласовать пропускную способность всех установленных единиц оборудования. Это достигается путем определения такта производства и соответствующей настройки. А такт, в свою очередь, определяется делением общего рабочего времени в день на объем дневного задания. Такт может меняться день ото дня, меняя интенсивность работы и даже число людей в смену.

Теперь у вас все в порядке. Вот только беспокоит качество продукции. А если продукция получается бракованной? Страшно подумать. Много лет назад основатель компании Toyota предложил принцип, получивший название «дзидока», т. е. автономизация, автоматизация «с человеческим лицом». Речь идет об оснащении всего оборудования специальными приспособлениями, которые останавливали бы процесс при появлении любого несоответствия. А дальше люди должны разобраться в причине, устранить ее и снова запустить процесс. Синго сделал следующий шаг (правда, он описан в другой его книге), получивший название «пока-ёкэ». Идея заключается в том, чтобы оборудование и технология обеспечивали остановку процесса в любом случае, если на предыдущей операции возникло несоответствие.

Качество, однако, столь коварно, что перечисленных мер для его надежного поддержания недостаточно. Надо еще все время коллективно обдумывать различные аспекты его совершенствования. В Японии для этого используют добровольные объединения членов команды, которые часто называют кружками качества. Для их успешной работы созданы особые инструменты — семь простых методов статистического контроля качества. Их эффективность в Японии поражает. А вот на Западе, да и у нас особых результатов не отмечено. В чем же дело? Видимо, дело не в методах или инструментах, а в людях и отношениях между ними.

Вот теперь, наконец, можно заняться организацией вытягивающего производства в потоке единичных изделий. В TPS это достигается с помощью системы «канбан». В более общем случае такой подход называется

«точно вовремя», или JIT. Вне зависимости от терминологии, речь идет об информационной системе, которая обеспечивает своевременное вытягивание с предыдущей стадии того, что в данный момент требуется на последующей. Таким образом удастся избежать того, что в Японии называется словом «муда», т.е. всех видов потерь, всего, что не приносит добавочной ценности для потребителя.

Теперь дело за малым. Остается запустить механизм непрерывного совершенствования всех аспектов деятельности компании. В Японии его называют «кайдзен». Конечно, это относится и непосредственно к теме данной книги, к быстрой переналадке оборудования. Совершенствование должно стать формой жизни организации. Только оно ведет к обновлению, к долговременной конкурентоспособности. Напомним, что совершенствование включает еще и непрерывное обучение всех сотрудников.

Вернемся, однако, к книге Сигео Синго. Насколько мы знаем, это первое систематическое изложение концепции быстрой переналадки оборудования на русском языке. Причем от первого лица. Эта книга вызвала огромный интерес во многих странах. Изданная на английском языке 20 лет назад, она тем не менее, все еще продается и хранится в каталогах издательства Productivity Press. А это — большая редкость. Не случайно Университет штата Юта в США учредил престижную международную премию имени Сигео Синго за достижения в области качества на основе управления процессами.

Мы надеемся, что первую часть книги, где изложена теория, прочтут менеджеры высшего звена, поскольку иначе они не смогут организовать и обеспечить процесс внедрения SMED и его непрерывное совершенствование. Возможно, она станет настольной книгой для менеджеров и инженеров, которые, в свою очередь, сделают из нее тематические подборки для рабочих, касающиеся тех видов оборудования, на котором они работают. После этого будут выбраны первые объекты внедрения, создана команда и проведено ее обучение. И — дорогу осилит идущий.

Юрий Адлер

ОТ ИЗДАТЕЛЯ

Я уверен, что через 50 лет, когда мы оглянемся на лидеров промышленной революции, имя Сигео Синго будет стоять рядом с именами Генри Форда, Фредерика Тейлора, Эли Уитни, Роберта Фултона, Сайруса МакКормика, Томаса Эдисона и др. Идеи, изложенные в этой книге, действительно представляют собой «революцию на производстве». Главная мысль Сигео Синго заключается в том, что *можно* разработать производственную систему, восприимчивую к переменам. Задержки, связанные с переналадкой, экономически обоснованным объемом партии, работа под заказ, а не массовое производство, крупные партии, а не мелкие, — все это проблемы прошлого. Сигео Синго доказал, что переналадки, которые ранее занимали несколько дней, могут производиться за несколько минут; месячные сроки выполнения заказа можно сократить до нескольких дней; запасы незавершенного производства можно снизить на 90%. Фраза «это невозможно» устарела.

Когда я впервые познакомился с Сигео Синго, я не понимал огромной силы его учения. Я думал, что наладка представляет собой лишь небольшой аспект процесса производства. Но сейчас я понимаю, что сокращение времени наладки — фактически ключевой момент при расшивке узких мест, снижении затрат, повышении качества продукции. С этой точки зрения наладка — самый важный элемент процесса.

Многие до сих пор считают, что их производство «особое» и принципы Сигео Синго к нему неприменимы. «У меня нет штамповочных прессов, — говорит один из менеджеров. — Может быть, это применимо в автомобильной промышленности, но в области резки металла — нет». Такой подход неверен. Принципы Сигео Синго применимы в любом производственном контексте.

Менеджер по промышленной технологии из штата Айова рассказал мне, что у него на одном из металлорежущих станков при переналадке надо раскрутить 300 болтов. Когда он поймет, *для чего* нужны эти болты и в чем разница между внутренними и внешними операциями переналадки, тогда он и его компания увидят, как произвести перемены. И это будут крупные положительные перемены.

Переналадка — это ключевой вопрос при осуществлении перемен на производстве, при движении к технологиям будущего — робототехнике и всеобщей автоматизации.

В 1981 г. я руководил группой, выезжавшей с исследовательской миссией в Японию. После интересного визита на Nippondenso, где нам представили несколько концепций балансировки линии при работе по системе «точно вовремя» (JIT), мне подарили небольшую брошюру, рекламирующую книгу Сигео Синго *«Исследование производственной системы Toyota»* (Study of the Toyota Production System). Одним из руководителей, сопровождавших меня в поездке, был Джек Уорн, тогдашний президент Omark Industries.

Мы оба очень обрадовались, что смогли найти что-то на английском по системе Toyota. После этого Джек заказал 500 экземпляров книги и выдал по одному практически каждому руководителю его фирмы. Через специальные группы изучения, созданные на Omark, принципы Сигео Синго распространились по всей компании. Переналадки, которые ранее занимали четыре часа, стали выполняться менее чем за три минуты. Сроки выполнения заказа (время цикла) снизились с 47 дней до 3, значительно сократились запасы, резко возросла производительность. Улучшилось качество, а затраты на его обеспечение снизились. Были высвобождены огромные производственные площади, которые можно использовать для изготовления новой продукции.

Нам хотелось лично убедиться в простоте и практичности применения этих принципов на производстве. Когда мы увидели, что штамповочный пресс можно переналадить за две минуты, мы уже не могли сказать «это невозможно».

Сигео Синго учит: «Хотя многие полагают, что то или иное сделать нельзя, мы зачастую находим неожиданно много возможностей, как, хорошенько поразмыслив, все же это осуществить». Полезно раскрепостить мозги. Сигео Синго помогает понять, *почему* мы поступаем именно так. Поняв, мы сможем решить, *как* нужно поступать.

Как отмечал ответственный за связи с общественностью одной из фирм, внедривших систему быстрой переналадки, «раньше, когда делалось какое-либо предложение, находился кто-нибудь, кто говорил, что по такой-то и такой-то причине это не получится или невозможно. Большинство предложений умирало на стадии обсуждения. После успешного внедрения системы ускоренной переналадки появилась уверенность в том, что можно выдвигать и другие идеи, акцент делается на их претворении в жизнь».

Сигео Синго также учит нас, что «оборудование может простаивать, но рабочие простаивать не должны». Я побывал более чем на сотне японских предприятий и не видел ни одного человека без дела пока оборудование работало. С другой стороны, во время посещения американских предприятий я не помню случая, чтобы рабочий что-нибудь делал во время работы его станка. Сигео Синго отмечает, что люди обычно простаивают больше, чем оборудование. Именно поэтому на японских предприятиях никто не прохлаждается. Я думаю, что производственная система Toyota воплощает идею о том, что каждый человек творчески и активно участвует в процессе производства.

Данная книга во многом изменит ваш способ мышления. Даже нескольких идей, выдвинутых Сигео Синго, будет достаточно, чтобы пробудить ваш «аппетит».

- Менеджеры, отвечающие за производство, должны признавать, что правильная стратегия — производство только той продукции, которую можно продать... SMED позволяет быстро реагировать на колебания спроса, создает условия для сокращения сроков поставки. Пора распрощаться со старыми мифами о том, что надо производить в расчете на увеличение спроса и крупными партиями. Мы должны признать, что гибкое производство может возникнуть только с применением SMED.
- Создайте производственную систему, которая может без потерь реагировать на изменение конъюнктуры и, кроме того способствовать снижению затрат.
- Цель мероприятий, основанных на системах точно вовремя и автоматизации — с обязательным участием человека, состоит в том, чтобы производить как можно дешевле только то, что будет продаваться, и только тогда, когда оно будет продаваться быстро.
- Воздействие этого примера оказалось таково, что по всей компании началась работа над другими улучшениями.
- Изменения в процессе переналадки должны обеспечить производство бездефектной продукции с первого раза. Нет смысла ускорять наладку, не будучи уверенным, что можно выпускать высококачественную продукцию.
- После внедрения SMED следующим этапом станет OTED (One-Touch Exchange of Die — смена инструмента «в одно касание»), т.е. проведение переналадки менее чем за одну минуту.
- Идеальное изменение в переналадке — отсутствие изменения. Но пока изменения в процессе переналадки остаются неизбежными, они должны планироваться как движение «в одно касание».
- Важно сокращать время переналадки, уменьшать объем партии и даже нагрузки одновременно; сокращая только время переналадки, можно рассчитывать лишь на частичный успех.
- Если не можете сообразить, как что-либо сделать, обсудите это со своим оборудованием.

В книге масса идей, которые заставят вас пересмотреть *способы* вашего производства. Они развеют все ваши неверные представления, которые не давали вам изменяться в прошлом. Когда вы начнете применять эти принципы, то поймете, что уже никогда не вернетесь к «обычному» ведению дел.

Эта книга сможет стать для вас началом путешествия в огромный, новый мир производства. И, что более важно, она покажет американскому менеджеру, как догнать японцев в области качества. На этих страницах изложены основы того, как сократить существующий разрыв; революция на производстве должна произойти на вашем предприятии.

В связи с выходом этой книги хочу поблагодарить Сигео Синго за то, что он выбрал издательство «Productivity, Inc.» в качестве американского издателя. Для нас большая честь работать с ним, и мы рады этой возможности. Хочу также поблагодарить Японскую ассоциацию менеджмента, особенно Кадзуя Утияма, за предоставленные материалы. Эндрю П. Диллон с помощью Э. Ямагути выполнил прекрасный перевод. Патриция Слоут руководила редакторским и производственным коллективом и выполнила внутреннее оформление книги. Дэвид Перлстейн и Нэнси Макмиллан редактировали рукопись, Черил Берлинг производила вычитку корректуры, Расс Функхаузер создал обложку, Рудра Пресс обеспечила художественное оформление и помогала в трудные моменты издания. Особая благодарность Джулии Райт, Нанетт Редмонд и Лауре Санти за помощь. Мари Каскус подготовила предметный указатель. Благодарю их всех. Хочу также поблагодарить Свами Четанананда за советы.

*Норман Бодек,
Productivity Press*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Во время моего последнего визита в США на меня большое впечатление произвело то, что многие американские предприятия интересуются японскими производственными системами, в частности, системой «точно вовремя» и всеобщей системой управления качеством (TQC), и пытаются внедрить их на своих предприятиях.

Само собой разумеется, что система «точно вовремя» очень эффективна в промышленном менеджменте, но это цель, а не средство. Без понимания практических методов, составляющих ее суть, сама по себе и ради себя она не имеет смысла.

Я твердо убежден, что система SMED — наиболее эффективный метод организации производства по принципу «точно вовремя». Я знаю по опыту, что большинство не верят, что переналадку, которая занимает четыре часа, можно произвести за три минуты. Фактически, если ставится такая задача, то большинство утверждают, что это невозможно. Система SMED содержит три главных компонента, позволяющих сделать «невозможное» возможным:

- простой взгляд на производство;
- реалистичная система;
- практический метод.

Полное понимание трех граней системы SMED позволит практически всем плодотворно применять ее на любых промышленных предприятиях.

Я уверен, что система SMED окажет огромную помощь в революционном преобразовании существующих производственных систем, и искренне надеюсь, что вы не только поймете суть SMED, но и сможете эффективно использовать ее на своем рабочем месте.

ВВЕДЕНИЕ

Когда я задаю вопрос, что представляет наибольшую трудность на предприятиях, где я бываю, ответ обычно краток: диверсифицированное, мелкосерийное производство. Когда я пытаюсь получше разобраться и выяснить, почему именно — оказывается, что основная трудность связана с операциями переналадки — калибровкой, сменой инструмента или штампов и т. д. Частые переналадки вызваны стремлением производить разные изделия небольшими партиями. Если их число нельзя сократить, то можно сократить время на саму переналадку. Представьте себе рост производительности, если можно сократить операцию переналадки с трех часов до трех минут! Это становится возможно с внедрением системы SMED.

SMED — акроним английских слов Single-Minute Exchange of Die. Термин относится к теории и методам проведения переналадки за время менее десяти минут. Хотя не каждую переналадку можно выполнить менее чем десять минут, это цель описываемой системы, этого удастся добиться удивительно часто. В крайнем случае возможно резкое сокращение времени переналадки.

В Японии появилось много книг с названиями «Быстрая смена штампов» (Quick Die Changes) и «Мгновенная переналадка» (The Instant Setup). Японские инженеры уже давно поняли, что уменьшение времени переналадки — ключевой момент в завоевании конкурентоспособной позиции в промышленности. Большинство из этих книг, правда, не заходит дальше простого описания методов. Они описывают ноу-хау, не объясняя, почему эти методы успешны. Такие книги полезны только тогда, когда приводимые в них примеры соответствуют имеющейся ситуации. Если же нет, то их применение затруднено.

В данной книге я стараюсь дать не только практические примеры, но и теоретическое обоснование. Даже в несхожих отраслях промышленности и на разном оборудовании принципы SMED можно успешно применить на конкретных производственных процессах, результатом чего станут значительный рост объема производства и сокращение сроков выполнения заказа. В книге описаны: основные этапы SMED, практические методы, вытекающие из концептуальных условий, иллюстрация практических методов.

На следующей странице мне хотелось бы изложить традиционные постулаты, относящиеся к теме сокращения времени переналадки. Они сводятся к трем основным соображениям.

- Навыки, требуемые для переналадки, можно приобрести на практике.
- Крупносерийное производство снижает отрицательный эффект переналадок и число человеко-часов. Совмещение операций сокращает общее время переналадки и обеспечивает повышение производительности.
- Крупносерийное производство приводит к увеличению запасов. Надо рассчитывать наиболее экономично обоснованный объем партии и соответственно регулировать объем запасов.

Когда-то считалось, что эти соображения составляют основу рациональной политики. Фактически, тем самым маскируется белое пятно: молчаливое предположение о том, что время переналадки нельзя серьезно сократить. При внедрении системы SMED подход, основанный на экономически обоснованном объеме партии, теряет смысл.

Почему же раньше не занимались сокращением времени переналадки более энергично? Ответом будет то, что процедуры переналадки обычно возникают и осуществляются на цеховом уровне и зависят во многом от мастерства рабочих. Менеджеры обычно находили спасение в кажущейся рациональности концепции экономически обоснованного объема партии и не беспокоились о том, чтобы глубже заглянуть в суть вопроса, — я думаю, потому, что им это представлялось несущественным. Инженеры промышленных предприятий несут в этом плане особую ответственность.

Ранее чрезвычайно настойчиво защищалась точка зрения, что диверсифицированное, мелкосерийное производство крайне сложно, поэтому крупносерийное производство с меньшей номенклатурой более желательно. Конечно, крупносерийное производство ведет к росту запасов, но менеджеры традиционно рассматривали это как неизбежное зло. Такая логика, однако, не может быть признана обоснованной. Должно ли производство быть диверсифицированным и мелкосерийным или же однородным и крупносерийным, зависит как от конъюнктуры (спроса), так и от условий производства (предложения).

Если спрос требует высокой диверсификации и малых объемов, совмещают несколько заказов, возможны крупные партии и переналадка может производиться реже. Но надо помнить, что такое решение ведет к созданию избыточных запасов. С другой стороны, если спрос требует малой диверсификации и больших объемов, производитель реагирует многочисленным повторением мелких партий. Запасы минимальны, но возрастает число переналадок.

Таким образом, характеристики спроса можно отделить от характеристик предложения. Даже если желательно производство больших объемов в целях амортизации капитального оборудования, надо помнить, что это функция спроса и она не может формировать основу теории производства (предложения). Более того, имеется неблагоприятная тенденция смешивать крупносерийное производство и большие объемы партии, тем самым об-

манывать себя и думать, что если крупносерийное производство — это хорошо, то желателен и большой объем партии. Мы должны признать существование этой проблемы и провести четкое различие между этими концепциями.

Далее, если число переналадок нельзя уменьшить при диверсифицированном, мелкосерийном производстве, все же можно резко сократить время на переналадку. Следовательно, даже при мелкосерийном производстве негативный эффект времени переналадки можно значительно нейтрализовать, а объем запасов — сократить.

Мы уже имели возможность убедиться, что в производственном планировании, по крайней мере в обычной практике, смешивают понятия больших объемов и крупных партий. В противоположность подходу, в рамках которого предполагается, что излишние запасы все равно будут создаваться, выдвигается концепция *обоснованного производства*, в соответствии с которой излишние запасы устраняются, а производятся лишь мелкие партии и только по фактически полученным заказам.

Безусловно, в будущем это станет моделью производственного планирования. Вместо того чтобы производить товары, которые *могут* купить, предприятия будут производить только товары, которые *уже* заказаны. Эта мысль представляет собой революцию в концепции производства. И я полагаю, что система SMED станет поворотной точкой в истории экономического прогресса. То, что часто называют производственной системой Toyota, будет здесь рассматриваться как первое практическое внедрение такой концепции.

Понадобилось 19 лет, чтобы разработать систему SMED. Разработка началась, когда я проводил исследование производства с целью проведения улучшений в компании Toyo Industries в 1950 г. Тогда я впервые понял, что есть два вида операций переналадки: *внутренняя* (IED — inside exchange of dies — внутренняя смена штампов. — *Прим. пер.*), которая может осуществляться только тогда, когда оборудование выключено, и *внешняя* (OED — outside exchange of die — внешняя смена штампов. — *Прим. пер.*), которую можно производить во время работы оборудования. Так, новый штамп можно установить на пресс, только когда он остановлен, но крепежные болты штампа можно подобрать и распределить в процессе работы прессы.

В 1957 г. я резко сократил время переналадки строгального станка на операции обработки дизельного двигателя на фирме Mitsubishi Heavy Industries. В 1969 г. я получил поразительное предложение от Toyota Motor Company сократить до трех минут время переналадки прессы усилием 1000 тонн, которое и так уже было сокращено с четырех до полутора часов! Так как я уже много лет занимался проблемами переналадки, то с огромным интересом воспринял этот вызов, и на меня нашло озарение: внутренние операции переналадки можно превратить во внешние. Мне мгновенно открылся совершенно новый образ мышления.

Я упоминаю об этом случае, чтобы проиллюстрировать одну мысль: система SMED намного шире, чем метод. Это совершенно новый способ мышления относительно самого производства.

Система SMED прошла длительный путь развития в различных секторах японской промышленности и начала распространяться по всему миру. Американская Federal-Mogul Corporation, французская Citroën, швейцарская H. Weidemann Company использовали систему SMED для достижения значительного роста объема производства. Позитивные результаты будут получены в любой стране, где поймут и правильно применят теорию и методы системы SMED.

Я убежден, что теория, методы и приемы SMED в том виде, как они представлены здесь вашему вниманию, внесут значительный вклад в промышленное развитие многих стран.

Сигео Синго

ЧАСТЬ I

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СИСТЕМЫ SMED

В Части I описываются условия создания и теория системы SMED, а также приводятся конкретные примеры методов улучшения. Но достижения мастера в использовании конкретных методов недостаточно для обеспечения надлежащего внедрения концепции SMED. Эффективное применение в условиях широкого разнообразия производственных ситуаций возможно, только если мы полностью понимаем всю теорию, принципы, практические методы и конкретные приемы, которые разрабатывались параллельно со SMED.

В Главе 1 рассматриваются структура производства и роль переналадки в производственном процессе. Все производство состоит из *процессов* и *операций*. Когда анализируются основные элементы операций, видно, что операции переналадки встречаются на всех стадиях производственного процесса.

В Главе 2 рассматриваются природа и значение операций переналадки в том виде, как они производились в прошлом, а также диверсифицированное, мелкосерийное производство. Совмещение диверсифицированного, мелкосерийного производства и SMED — наиболее эффективный способ достижения гибкости и максимальной производительности.

В Главах 3–5 рассматриваются центральные вопросы этой книги — теоретические основы и практические приемы системы SMED. В Главе 3 рассматривается эволюция SMED и четыре стадии разделения *внутренних* и *внешних операций переналадки*. В Главе 4 рассматриваются практические методы, соответствующие этим четырем стадиям. В Главе 5 более подробно рассматриваются способы оптимизации внутренних операций переналадки, причем выделяются три объекта оптимизации: внедрение параллельных операций, использование функциональных зажимных приспособлений и устранение корректировок.

В Главе 6 описывается применение системы SMED на операциях пресования металлов и на формовочных машинах для пластмасс. Рассматри-

ваются три типа прессов: одноходовые, прессы со штампами последовательного действия и многопозиционные.

В Главе 7 завершается рассмотрение системы SMED с точки зрения ее результативности. Помимо сокращения времени переналадки и увеличения производительности к другим результатам можно отнести выход компании на передовые стратегические позиции в ряде областей, включая вопросы техники безопасности, охраны здоровья, обучения, сокращения затрат, сроков выполнения заказа и управления запасами.

1 СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА

СХЕМАТИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Производственную деятельность лучше всего представить как сеть процессов и операций (рис. 1.1).

Процесс — это непрерывный поток, в котором исходные материалы преобразуются в готовые изделия. На производстве валов, например, можно наблюдать следующую последовательность.

1. Хранение исходных материалов на складе.
2. Транспортировка материалов к оборудованию.
3. Складирование перед оборудованием.
4. Обработка материалов на станках.
5. Складирование готовых изделий у станков.
6. Контроль готовых изделий.
7. Складирование готовых изделий до поставки покупателю.

Хотя поток на реальном предприятии, вероятно, будет более сложным, это вполне допустимая модель производственного процесса.

Операция — это любое действие, выполняемое человеком, машиной или оборудованием по работе с сырьем, полуфабрикатом или готовым изделием. *Производство* — это сеть операций и процессов, причем одна или больше операций соответствуют одному этапу процесса.

При ближайшем рассмотрении становится ясно, что процесс производства можно разделить на четыре фазы.

1. *Обработка*: сборка, разборка, изменение формы или качества.
2. *Контроль*: сравнение со стандартом.
3. *Транспортировка*: смена местоположения.
4. *Хранение*: период времени, в течение которого продукт не подвергается переработке, транспортировке и контролю.



Рис. 1.1. Структура производства

Фазу хранения можно разбить на четыре части.

1. Хранение сырья.
2. Хранение готовых изделий.
3. Ожидание обработки: вся партия ожидает завершения обработки предыдущей партии.
4. Ожидание в партии: во время обработки первого изделия партии остальные изделия этой партии ожидают своей очереди на обработку.

Внутреннюю структуру операции можно представить следующим образом.

Подготовка, послеоперационная корректировка. Эти операции производятся однократно, до начала обработки каждой партии и после нее. В данной книге они называются операциями наладки.

Основные операции. Выполняются по каждому изделию и подразделяются на четыре категории:

- *главные операции* — фактическая обработка материала;
- *вспомогательные операции* — установка деталей на оборудование и снятие их с оборудования;
- *действия вне операций* — нерегулярно производимые действия (отдых, отлучки за водой, подметание стружки, устранение поломок оборуду-

дования и т. д.). Такие действия можно далее подразделять на связанные с *усталостью, проведением гигиенических мероприятий, выполнением операции* (применимые лишь для конкретной операции) и *общецеховые* (выполняемые для всех операций).

Таким образом, есть несколько основных элементов, которые в комбинации образуют операции (рис. 1.2).

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПРОЦЕССАМИ И ОПЕРАЦИЯМИ

Каждой фазе производственного процесса — обработке, контролю, транспортировке и хранению — соответствует какая-либо операция (рис. 1.3). У каждой из этих операций есть четыре категории: наладка, главная операция, вспомогательная операция и внеоперационные действия. Поэтому выделяются операции наладки, главные, вспомогательные и внеоперационные, относящиеся к обработке, контролю, транспортировке и хранению.

Главная операция будет включать:

- операцию обработки — фактическая резка вала;
- операцию контроля — измерение диаметра микрометром;
- операцию транспортировки — передача вала на следующий процесс;
- операцию хранения — хранение вала.

Такой же анализ можно провести и по операциям наладки, будь это операции наладки для обработки, для контроля, для транспортировки или хранения. Хотя основной акцент в этой книге сделан на операциях наладки для обработки, то же можно сказать и про операции контроля, транспортировки и хранения.

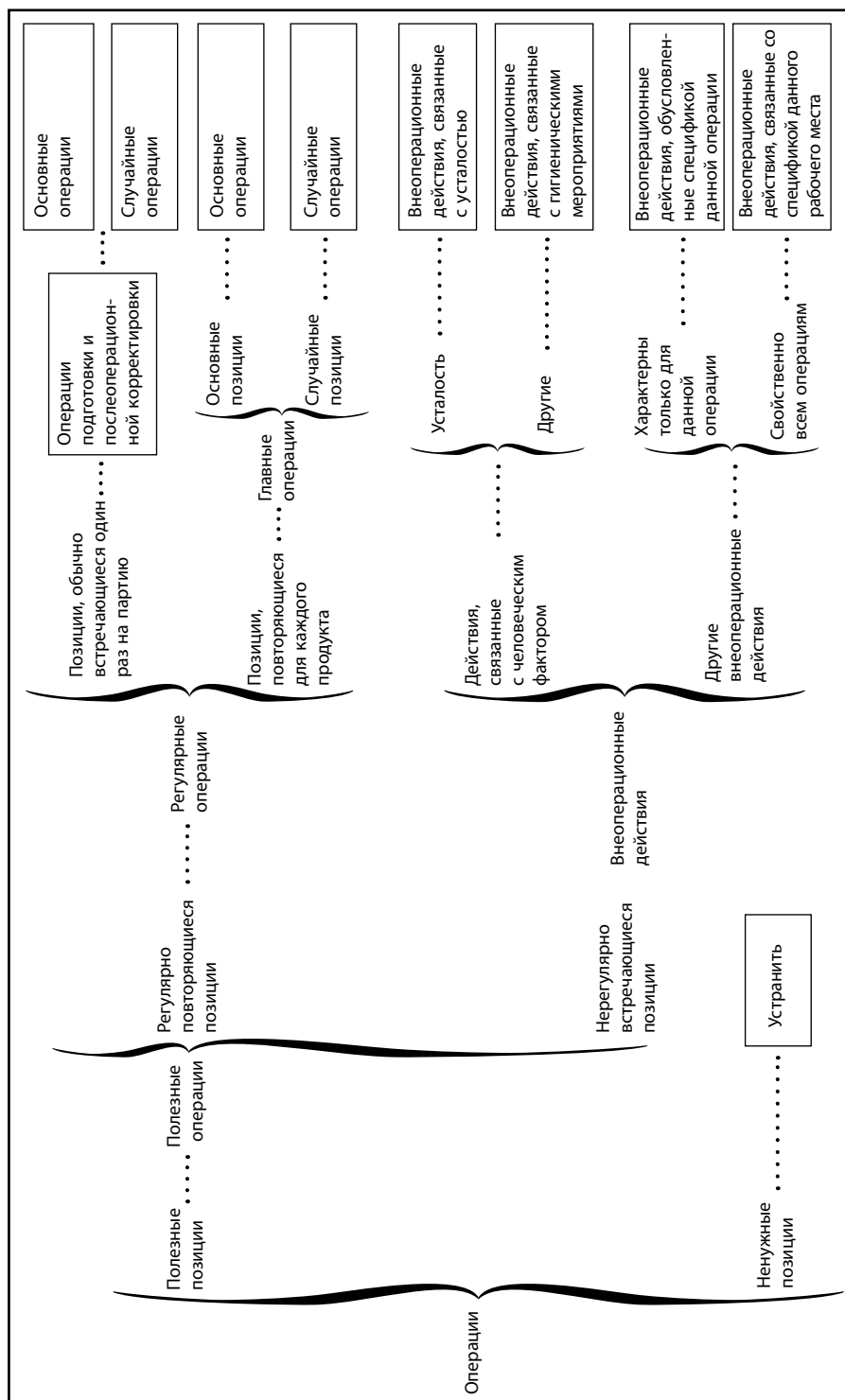


Рис. 1.2. Структура операций

Процесс Операция		Обработка	Контроль	Транспорти- ровка	Хранение
Операции подготовки, послеоперационной корректировки (операции наладки)					
Главные операции	Основные операции				
	Случайные операции				
Внеоперационные действия	Действия, обусловленные усталостью				
	Действия, обусловленные соображениями гигиены				
	Внеоперационные действия, характерные для данной операции				
	Действия, присущие данному рабочему месту				

Рис. 1.3. Взаимосвязь процессов и операций

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производственная деятельность состоит из процессов и операций, а операции наладки входят во все типы операций.

2 ОПЕРАЦИИ НАЛАДКИ: ПРОШЛАЯ ПРАКТИКА

НЕКОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Мелкие, средние и крупные партии

При рассмотрении вопросов наладки часто употребляются термины *мелкая, средняя и крупная* партия, но эти термины неточны и довольно расплывчатые. Для удобства в данной книге будет использоваться следующая примерная классификация:

- мелкая партия — до 500 единиц;
- средняя партия — от 501 до 5000 единиц;
- крупная партия — свыше 5000 единиц.

Избыточные запасы и производство под предполагаемую реализацию

При жестких сроках поставки возникновение дефектов может привести к тому, что число годных изделий в партии будет меньше требуемого. Чтобы избежать такой ситуации, можно сделать не 300 изделий, как заказано, а 330. Если же в 20 будут обнаружены дефекты, то 10 окажутся лишними. Если заказ не повторится, то от этих остатков придется как-то избавляться; часто их продолжают хранить на складе в надежде, что на них поступит заказ. Такие запасы, образующиеся в связи с избыточным производством, называются *избыточными*.

Излишки под предполагаемую реализацию возникают, когда промежуточные или готовые изделия производятся до поступления заказа на них.

Все согласны с тем, что надо избавляться от излишков товара, ведь компания несет убытки. Большинство руководителей стараются не допускать образования излишних запасов.

Странно, но часто товары, которые произведены до поступления заказа, т. е. под предполагаемую реализацию, не рассматриваются как нежелательные. Производственники даже довольны, что уложились в график.

В данной книге слово *запас* обычно будет означать излишнее производство под предполагаемую реализацию. Термин *излишние запасы* будет использоваться для обозначения количества продукции, произведенной сверх потребной для выполнения заказа.

ТРАДИЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ УЛУЧШЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ НАЛАДКИ

Многие руководители промышленных предприятий считают диверсифицированное, мелкосерийное производство своей главной проблемой. При такой постановке вопроса, однако, смешиваются характеристики спроса и предложения. С точки зрения спроса, диверсифицированное, мелкосерийное производство означает, что есть потребность во многих видах изделий, а количество изделий каждого вида невелико.

Чтобы преодолеть проблемы, связанные с диверсифицированным производством, некоторые фирмы решили выпустить ограниченную номенклатуру продукции и стимулировать спрос именно на нее. Таким примером может служить Volkswagen. В течение длительного времени эта фирма производила лишь один тип автомобиля — знаменитый «жук».

Теперь, когда требования потребителей стали такими разнообразными, данная стратегия потеряла свою привлекательность. Действительно, за последние годы фирме Volkswagen пришлось разработать целый ряд новых моделей. Автомобильной промышленности будет все труднее избегать диверсификации, по мере того как она стимулирует дополнительный спрос частой сменой моделей. А при большей диверсификации выпуск каждой модели неизбежно будет снижаться.

Стоит отметить одну важную характеристику спроса: различие между разовым заказом и повторяющимися заказами. Разовые заказы всегда представляют собой проблему, так как требуют специальной переналадки. По повторяющимся заказам, даже если отдельный заказ невелик, число переналадок можно сократить за счет объединения нескольких партий в одну. К сожалению, такое решение может привести к потерям, так как за малый промежуток времени будет изготовлено много изделий.

Учитывая описанные характеристики спроса, сторона предложения (производство) должна обеспечить в диверсифицированном производстве многочисленные переналадки и небольшие партии. Хотя многочисленные операции переналадки и должны выполняться при диверсифицированном производстве, можно упростить этот процесс.

Во-первых, *переналадка может включать много общих элементов*. Хотя продукция различается, размеры инструмента и деталей, используемых при

обработке, могут оставаться неизменными. Я помню, какое впечатление на меня произвели общие элементы переналадки во время моего визита на завод Volkswagen. Несмотря на то, что изменение модели и влекло за собой изменение формы приборной панели, использовались те же самые приспособления и в условиях производства не было никаких изменений. В таких ситуациях скорость наладки не так важна.

Во-вторых, можно найти *схожие элементы наладки*. Иногда изделия отличаются, а основная форма, скажем, зажимного патрона, остается неизменной. Если форма сохраняется круглая, а меняется только диаметр, то единственное изменение в наладке будет заключаться в регулировке размеров зажимных кулачков. Наладка в этом случае будет чрезвычайно простой.

Если уделять достаточно внимания общим и схожим элементам наладки, классифицировать их, выбирать соответствующее оборудование под каждую операцию, то можно значительно облегчить задачу переналадки, даже если общее число переналадок не изменится.

Недостаток мелкосерийного производства заключается в краткосрочности операций, т. е. одна операция, что называется, только «пошла», а уже приходится переключаться на следующую. Для решения этой проблемы можно либо избавиться от вынужденных действий «наугад» путем улучшения операций, либо упрощать операции путем разделения труда и пытаться минимизировать отрицательное воздействие смены ритма работы. Если спрос оправдывает производство под предполагаемую реализацию, мелкие партии можно объединять в более крупные, снижая число переналадок.

В любом случае проблема для предприятий заключается не в диверсифицированном производстве и не в малых объемах, а скорее, в большом числе переналадок и мелких партиях. Надо правильно оценить проблему, а затем рассмотреть варианты эффективной стратегии ее решения.

Стратегии, требующие квалификации

В схеме традиционного производства эффективная переналадка требует:

- *знания* структуры и функций оборудования, инструментов, резцов, штампов, приспособлений и т. д.;
- *навыков* установки и демонтажа инструментов, измерения, центровки, регулировки и калибровки после пробных прогонов.

Если на простом станке с квалификацией рабочих не возникает проблем, то на сложном оборудовании требуются специализированные знания «инженера-наладчика» (иногда его называют просто «наладчиком»).

В то время как инженер-наладчик занят наладкой, оператор станка обычно выполняет различные поручения в качестве его помощника, работает на другом станке или просто ждет. Вся эта деятельность, однако, неэффективна.

Есть распространенное, но неверное, мнение, что наиболее эффективная политика при решении проблем переналадки — акцент на квалификацию. Хотя на многих фирмах политика переналадки предусматривает повышение уровня квалификации рабочих, лишь немногие внедрили стратегию, предусматривающую снижение уровня квалификации, необходимого для переналадки.

Стратегия при работе с крупными партиями

Операции переналадки традиционно занимали много времени, и все производства страдали от крайней неэффективности этих работ. Однако было найдено волшебное решение этой проблемы — увеличение объема партии. Если получен большой заказ, крупный объем партии не создаст особых проблем, потому что время переналадки будет невелико по сравнению с общим временем обработки партии и мало повлияет на темп работы.

При диверсифицированных, мелких заказах влияние времени переналадки намного больше. Если спрос приобретает форму повторяющихся, диверсифицированных, мелких заказов, то объем партии можно увеличить, объединяя несколько заказов и организуя производство в расчете на предполагаемую реализацию. Если объемы партии увеличиваются, отношение времени переналадки к числу операций можно значительно снизить (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Взаимосвязь времени переналадки и объема партии (1)

Время наладки, ч	Объем партии	Время главной операции на единицу, мин	Время операции	Отношение, %	Отношение, %
4	100	1	$1 + (4 \times 60)/100 = 3,4$	100	
4	1000	1	$1 + (4 \times 60)/1000 = 1,24$	36	100
4	10 000	1	$1 + (4 \times 60)/10\,000 = 1,024$	30	83

Как видно из табл. 2.1, увеличение объема партии со 100 до 1000 штук дает снижение числа человеко-часов на производстве на 64%. Если же объем партии увеличить еще в 10 раз, т. е. до 10 000 единиц, то относительное снижение числа человеко-часов составит лишь 17%. Другими словами, увеличение объема партии ведет к относительно большому снижению числа человеко-часов, но по мере дальнейшего роста объема партии скорость такого снижения падает. Аналогично выигрыш при увеличении объема партии тем больше, чем больше длительность переналадки (табл. 2.2).

Несмотря на снижение результата, скорость сокращения растет, будь время наладки четыре часа или восемь. Чем больше время переналадки, тем выше эффективность от увеличения объема партии. Более того, при росте партии в десять раз мы фактически объединяем десять переналадок в одну. В результате значительно возрастают темп работы и производительность (табл. 2.3). Директора заводов всегда приветствуют подобную двойную выгоду от значительного увеличения производственной мощности и сокращения трудоемкости.

Таблица 2.2. Взаимосвязь времени переналадки и объема партии (2)

Время наладки, ч	Объем партии	Время главной операции на единицу, мин	Время операции	Отношение, %	Отношение, %
8	100	1 мин	$1 + (8 \times 60)/100 = 5,8$	100	
8	1000	1 мин	$1 + (8 \times 60)/1000 = 1,48$	26	100
8	10 000	1 мин	$1 + (8 \times 60)/10\,000 = 1,048$	18	71

Таблица 2.3. Взаимосвязь времени переналадки и объема партии (3)

Время наладки, ч	Сэкономленное время наладки, ч	Рабочий день, ч	Сэкономлено дней
4	$4 \times 9 = 36$	8	4,5
8	$8 \times 9 = 72$	8	9

Легко представить, что это — основная причина работы крупными партиями. При традиционных способах переналадки производство крупными партиями представляется самым простым и наиболее результативным решением по минимизации нежелательных эффектов от операций переналадки.

Стратегии экономически обоснованного объема партии

Производство крупными партиями при крупных заказах не вызывает возражений, но крупносерийное производство возникает по большей части при совмещении повторяющихся заказов на небольшие объемы товара, что приводит к излишнему производству под предполагаемую продажу. Запасы часто называют неизбежным злом, так как кроме недостатков с ними связано и много преимуществ. Тем не менее нужно помнить, что как бы «неизбежно» оно ни было, это все же зло.

Давайте еще раз оценим все преимущества и недостатки производства крупными партиями.

Преимущества

- Так как соотношение времени переналадки к основной операции ниже, сокращаются видимые трудозатраты в человеко-часах.
- При совмещении операций переналадки сокращается их число, возрастает темп и пропорционально растет производительность.
- При наличии запасов проще балансировать загрузку.
- Запасы служат «подушкой безопасности», смягчающей проблемы при возникновении дефектов или при авариях на оборудовании.
- Запасы можно использовать при выполнении срочных заказов.

Недостатки

- Снижается скорость оборота капитала, растет бремя банковских процентов.
- Сами запасы не производят дополнительной потребительской ценности, поэтому огромные площади, которые они фактически занимают, — это прямые потери.
- Хранение запасов требует установки стеллажей, приобретения поддонов и т.д., а это повышает себестоимость. Когда запасы становятся очень большими, строятся специальные склады с автоматизированной системой управления. Некоторые компании гордятся такими системами, ставя себе в заслугу, что любую позицию можно найти менее чем за три минуты. Это, в свою очередь, требует затрат труда на учет запасов. Хотя все это и называется «рационализацией», в действительности это рационализация потерь, а не их устранение.
- Требуются трудозатраты на транспортировку, погрузо-разгрузочные и складские операции.
- Крупные партии имеют больший срок выполнения заказа. В результате возникают ошибки при прогнозировании спроса. Это приводит к росту внутренних запасов и повреждению изделий. Более того, большие сроки выполнения заказа могут означать задержку новых заказов и срыв сроков поставки.
- От запасов надо избавляться при изменении модели, либо продавая их по заниженной цене, либо просто выбрасывая на свалку.
- Качество хранимых изделий со временем ухудшается. По мере старения запасов их ценность падает.

Учитывая все преимущества и недостатки, видно, что при производстве крупными партиями обычно снижаются затраты, связанные со временем переналадки, но возрастают затраты, связанные с ростом количества запасов. Эта взаимосвязь представлена графически на рис. 2.1, где кривая эффекта переналадок (П) и прямая запасов (З) пересекаются в точке Е, кото-

рую ученые называют экономически обоснованным объемом партии. Эта точка, где сбалансированы все преимущества и недостатки.

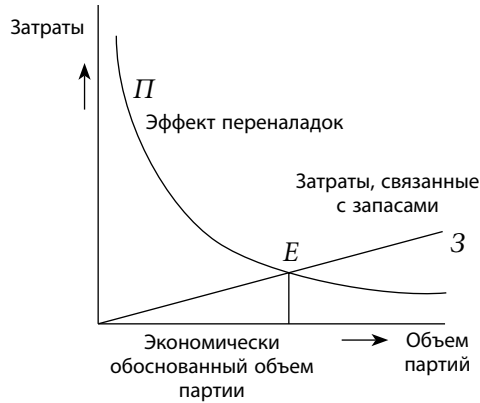


Рис. 2.1. Экономически обоснованный объем партии

Белое пятно в концепции экономически обоснованного объема партии

Нет сомнений, что концепция экономически обоснованного объема партии теоретически верна. Однако в ней есть огромное белое пятно: невысказанное предположение, что резкое сокращение времени переналадки невозможно.

Если переналадка, выполнявшаяся за 4 ч, может выполняться за 3 мин, а принятие системы SMED сделало это возможным, то даже без увеличения объема партии соотношение времени переналадки и основной операции может стать чрезвычайно малым. А если это так, то попытки смягчить отрицательный эффект переналадок путем выпуска крупных партий теряют смысл.

Рассмотрим результат увеличения объема партии в десять раз на операции, где время переналадки составляет 3 мин (табл. 2.4). В этом случае сокращение трудоемкости составит лишь 3%.

Далее, так как совмещено десять партий, экономия на времени переналадки в результате составит:

$$3 \text{ мин} \times (10 - 1) = 27 \text{ мин.}$$

Если рабочий день длится 8 ч, то сокращение составит лишь 0,06 дня. Предположим, что время переналадки раньше было 4 ч. Сокращение этого времени до 3 мин приведет к резкому росту темпа работы и производитель-

Таблица 2.4. Взаимосвязь времени переналадки и объема партии (4)

Время наладки	Объем партии	Время главной операции, на единицу, мин	Общее время операции на единицу (включая переналадку)	Отношение, %
3 мин	100	1 мин	$1 \text{ мин} + 3/100 = 1,03 \text{ мин}$	100
3 мин	1000	1 мин	$1 \text{ мин} + 3/1000 = 1,003 \text{ мин}$	97

ности. Кроме того, запасы можно будет свести к минимуму, ведь уже не будет экономического ограничения для производства малыми партиями. Именно поэтому было отмечено, что по мере разработки SMED концепция экономически обоснованного объема партии исчезла с повестки дня при расчете прибыли.

Фактически само понятие экономически обоснованной величины партии представляло собой способ ухода от реальности и не отражало позитивного подхода к улучшению производства. Кроме того, так как SMED значительно снижает необходимый для переналадки уровень квалификации, исчезает и потребность в высококвалифицированных рабочих-наладчиках. Тем самым раз и навсегда развеян миф о том, что для решения проблем переналадки нужны высокая квалификация и работа крупными партиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выражение *диверсифицированное, мелкосерийное производство* смешивает характеристики спроса и предложения. Четко различая эти два понятия, мы сможем определить, какие из производственных методов будут вносить вклад в оптимизацию производительности.

Раньше оптимизация переналадки осуществлялась за счет квалификации рабочих и укрупнения партий. Была введена концепция экономически обоснованного объема партии, чтобы смягчить эффект растущих запасов. Этот подход считался оптимальным и рациональным.

Фактически в концепции экономически обоснованного объема партии есть большое белое пятно: предположение о том, что резкого сокращения времени переналадки достичь невозможно. Концепция экономически обоснованного объема партии потеряла смысл при разработке системы SMED.

3 ОСНОВЫ СИСТЕМЫ SMED

ИЗ ИСТОРИИ SMED

Возникновение SMED

Весной 1950 г. я проводил исследование на заводе Mazda Toyo Kogyo в Хиросиме с целью повышения эффективности производства. Тогда там производились трехколесные автомобили. Фирма Тоюо хотела расшить узкие места, образовавшиеся из-за прессов для штамповки крупных деталей кузова усилием 350, 750 и 800 т, которые работали с неполной нагрузкой. Я осмотрел производство и попросил начальника отдела, отвечающего за производство, разрешить мне провести хронометраж в течение недели, чтобы определить, как работают прессы. Он ответил, что это будет потерей времени: он уже знал, что именно прессы виновны в образовании узких мест, и поставил работать на них наиболее квалифицированных и сознательных рабочих. Три прессы работали круглые сутки, и он считал, что единственный способ увеличить производство — закупить дополнительное оборудование. Он очень надеялся, что высшее руководство именно так и поступит.

«Что же, плохо дело, — сказал я. — Но, может быть, мне все-таки можно провести такой анализ? Если выяснится, что другого способа ликвидировать узкие места нет, то я порекомендую руководству закупить дополнительное оборудование». После этого мне разрешили провести такое исследование.

На третий день производилась смена штампов на 800-тонном прессе. Рабочие сняли старый штамп и начали бегать вокруг прессы. Я спросил оператора, что происходит. Он сказал: «Пропал один из крепежных болтов нового штампа. Я был уверен, что он в штампе, но не могу его найти, хотя уже везде посмотрел».

— Когда вы найдете его, вы подойдете к прессу? Я буду вас здесь ждать, — сказал я.

— Хорошо, — сказал он. — Но все равно, когда вы здесь, я нервничаю.

Я сел возле пресса и стал ждать. Более чем через час оператор прибежал весь в поту, держа болт в руке, с радостным криком: «Вот он! Я нашел его! Фактически я не нашел его. Я просто взял длинный болт на соседнем прессе, обрезал его и нарезал резьбу. Поэтому и задержался. Можете поверить, это было непростое!» — сказал он.

Я посочувствовал ему, но тут же меня начала беспокоить другая мысль: Вы обрезали болт, взятый от другого пресса. А когда вам на том прессе нужно будет менять инструмент, что вы будете делать? У вас что, такое постоянно бывает?

— Да нет, не постоянно. Время от времени бывают такие казусы, — ответил он.

Как видно на рис. 3.1, большой пресс был фактически занят на основных производственных операциях менее 3% времени за весь день.

Именно тогда мне пришла мысль, что существует два фундаментально различных типа переналадки:

- *внутренняя наладка* — операции установки и снятия штампов, которые можно производить только на отключенном прессе;
- *внешняя наладка* — действия по транспортировке старых штампов на склад, доставке новых штампов к прессу; эти операции можно выполнять без отключения пресса.

Подготовка болтов — внешняя операция. Не имело смысла останавливать работу 800-тонного пресса из-за отсутствия болта. Нужно было лишь четко отработать процедуры внешней переналадки, в том числе проверить наличие болтов для предстоящей переналадки.

Мы разработали тщательную процедуру подбора и хранения всех болтов в соответствующих коробках. Мы также улучшили процесс переналадки, выполняя все возможные операции как внешние. Это увеличило эффективность примерно на 50% и узкое место «рассосалось». После этого я взял за правило четко разграничивать внутренние и внешние операции.

Вот так «новорожденная» концепция SMED сделала свои первые шаги на Тою Кogyо.

Второй эпизод

Летом 1957 г. меня попросили провести исследование на верфи Mitsubishi Heavy Industries в Хиросиме. Когда я спросил директора ремонтного завода г-на Мацудзо Окадзаки, в чем проблема, он сказал, что крупногабаритный строгальный станок для механической обработки деталей дизельных двигателей не используется на проектную мощность и желательно упростить эту операцию.

Проведя анализ производственного процесса, я обнаружил, что разметка под центровку и под размеры блока цилиндров двигателя производилась непосредственно на столе станка. Это в огромной степени снижало скорость

работ. Когда я обсуждал это с г-ном Окадзаки, меня осенило: *а почему бы не установить второй стол для строгального станка и не выполнять операцию разметки на нем отдельно?* Таким образом мы смогли бы просто менять столы при переходе от одной партии к другой, и это значительно сократило бы время на переналадку при выполнении механической обработки. Г-н Окадзаки согласился на такое изменение.

Приехав на завод в следующий раз, я обнаружил, что установка дополнительного стола завершена. Внедрение такого решения позволило поднять производительность на 40%. И г-н Окадзаки, и я были в восторге от такого результата и поздравляли друг друга с этим достижением, хотя сейчас я сожалею об одной вещи. Если бы я уже тогда сумел осознать всю значимость перевода внутренних операций во внешние, то система SMED была бы разработана лет на двенадцать раньше.

Третий эпизод

В 1969 г. я посетил цех корпусных деталей на главном заводе Toyota Motor Company. Начальник участка г-н Сугиура сообщил мне, что они переналаживают 1000-тонный пресс в течение четырех часов, хотя фирма Volkswagen в Германии производит переналадку подобного пресса за два часа. Г-н Сугиура получил четкое указание от руководства уложиться даже в меньшее время.

Совместно с мастером и директором завода мы начали искать решение проблемы. Мы занялись четким разделением действий на внутренние и внешние, пытаясь оптимизировать их по отдельности. Через шесть месяцев нам удалось сократить время переналадки до полутора часов.

Мы все были очень довольны таким успехом, но когда я снова зашел в цех через месяц, у г-на Сугиуры была для меня интересная новость. Руководство приказало ему снизить время переналадки до трех минут! Какое-то мгновение я был огушен. Но затем появилось вдохновение: *а почему бы не преобразовать внутренние операции во внешние?*

Новые идеи стали быстро возникать одна за другой. На доске в зале заседаний я изложил восемь методов сокращения времени переналадки. Используя эту новую концепцию, через три месяца упорной работы мы смогли достичь желанного времени — три минуты. В надежде, что любую переналадку можно осуществить менее чем за десять минут, я назвал эту концепцию SMED. Система SMED была позднее воспринята всеми предприятиями Toyota и продолжала развиваться как один из основных элементов производственной системы Toyota. Сейчас ее использование распространилось по всей Японии и миру.

Г-н Тайити Оно, бывший вице-президент Toyota Motor Company, в июне 1976 г. так писал о SMED в статье «Внедрение мудрости на предприятии» (*Опубликовано в журнале Management, издаваемом Японской ассоциацией менеджмента*):

Содержание операции		Наладка	Основная операция		Внеоперационные действия			Важные моменты для повторного исследования	
					Гигиена	Уста- лость	Опера- цион- ные		
Обору- дование	800-тонный пресс	Подготовка и постопераци- онная корректировка	Главная опера- ция	Вспомо- гательная операция	Внеоперационные действия			Подготовка и постоперационная корректировка	Внеоперационные действия конкретного рабочего места
		47%	3%	24%	1%	5%	6%	14%	сек % Транспортировка материалов 574 2,3 Ожидание крана 776 3,1 Охлаждение материала 902 3,6 Помощь соселнему прессу 34 0,1 Разное 1162 4,6
750-тонный пресс	Главный оператор	46,3	4,27	23,6	0	1,84	7,34	16,65	сек % Транспортировка штампов 869 3,5 Установка штампов 2940 11,7 Корректировка 5475 21,7 Съем штампа 1789 7,2 Разное 610 2,4
									Транспортировка материалов 2231 8,3 Ожидание крана 356 1,4 Разное 1599 6,4
	Помощник оператора	23,5	0	15,8	0	13,2	4,9	42,6	Погрузка/разгрузка (материалов и изделий) 3711 14,8 Ожидание завершения подготовки и корректировки 5635 22,0 Ожидание завершения основной операции 701 2,8 Разное 380 1,5
300-тонный пресс	Главный оператор	40	9	27	0	2	13	9	Транспортировка материалов 105 0,6 Ожидание крана 1220 4,8 Разное 56 0,2
									Транспортировка штампов 2000 7,9 Установка штампов 2849 11,3 Корректировка 3424 13,6 Съем штампа 799 7,2 Разное 1699 6,7

Рис. 3.1. Анализ производственного процесса больших прессов

«Еще десять лет назад мы старались так организовать производство, чтобы оно максимально укладывалось в обычное рабочее время. Смена резцов, сверл и подобного инструмента переносилась обычно на обеденный перерыв или на вечер. Нашим правилом было менять резцы через каждые 50 деталей. Однако по мере увеличения объема производства за последние десять лет станочники стали жаловаться, что на переналадку уходит слишком много времени. На обрабатывающем центре замена многочисленных резцов и сверл занимала половину рабочего дня. Если смена инструмента производилась в рабочий день, производство приходилось останавливать во второй половине дня, а из-за этого рабочим приходилось выходить на работу в воскресенье.

Это было нерационально. Так как мы хотели проводить и плановый ремонт в рабочее время, мы стали изучать вопрос о том, как максимально сократить время переналадки. Сигео Синго из Японской ассоциации менеджмента пропагандировал «систему смены штампов менее чем за десять минут», и мы подумали, что такая концепция была бы для нас очень полезна. Бывало так, что после того как мы тратили полдня на переналадку, станок работал всего десять минут. Логично предположить, что если переналадка идет полдня, то и производство должно идти как минимум не меньше. Но тогда у нас оставалось бы много лишней продукции, которую мы не смогли бы продать. Сейчас мы рассматриваем возможности сокращения времени переналадки до нескольких секунд. Конечно, это легче сказать, чем сделать. Но как бы то ни было, время на переналадку надо сократить.»

В данном отрывке подчеркивается воздействие сокращения времени переналадки на совершенствование производственной деятельности в целом.

Разработка концепции SMED заняла в общем 19 лет. Она возникла в результате глубокого понимания практических и теоретических аспектов рационализации переналадки. Важную роль сыграло требование Toyota Motor Corporation сократить время переналадки пресса с четырех часов до полутора.

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

ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕНАЛАДКИ

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

тельности шагов. При традиционном способе переналадки распределение времени обычно соответствует представленному в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Этапы процесса переналадки

Операция	Доля времени
Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, резцов, штампов, приспособлений, калибров и т.д.	30%
Установка и снятие резцов и т.д.	5%
Центровка, разметка и установка других параметров	15%
Пробные прогоны и корректировки	50%

Рассмотрим каждый из них подробнее.

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

Установка и снятие резцов, инструмента, заготовок и т.д. — операции снятия изделий и инструмента после завершения обработки и установки деталей и инструмента для следующей партии.

Измерения, установка параметров, калибровка — все измерения и калибровки, которые надо производить для выполнения производственной операции — центровка, разметка, измерение температуры или давления и т.д.

Пробные прогоны и корректировки. Производятся корректировки после обработки пробного изделия. Чем выше точность измерений и калибровки на предыдущем этапе, тем проще предстоящая корректировка.

Частота и длительность пробных прогонов и корректировки определяются квалификацией инженера-наладчика. Самые большие сложности в операциях переналадки заключаются в правильной регулировке оборудования. Самая большая доля времени пробных прогонов связана с такими проблемами регулировки. Если мы хотим облегчить проведение пробных прогонов и регулировки, надо понять, что наиболее эффективный подход — увеличение точности измерений и калибровки на предыдущем этапе.

Рационализация переналадки: основные этапы

Основные этапы процесса совершенствования переналадки представлены на рис. 3.2.

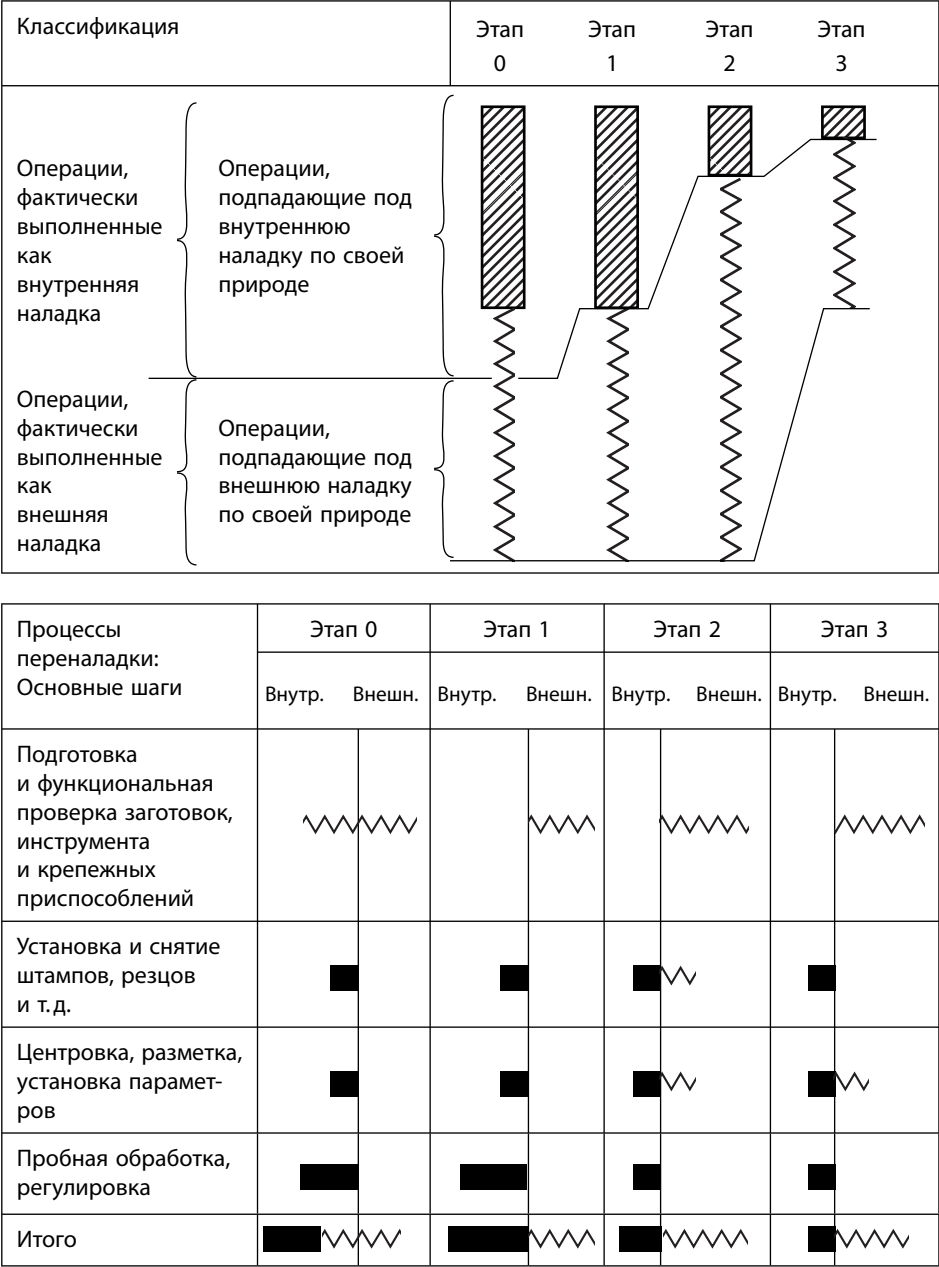


Рис. 3.2. Основные этапы процесса рационализации переналадки

Предварительный этап: условия переналадки не делятся на внутренние и внешние

При проведении переналадки по традиционной схеме внешние и внутренние операции не различаются; то, что *могло бы* производиться как внешняя операция, производится как внутренняя, поэтому оборудование простаивает в течение длительного периода. При внедрении SMED надо очень тщательно изучать фактические условия на рабочем месте.

Наилучшим подходом будет, вероятно, *непрерывный анализ производства*, выполняемый с секундомером в руках. Такой анализ, однако, отнимает много времени и требует высокой квалификации.

Другая возможность — *выборочное исследование работы*. Проблема этого варианта в том, что выборочные работы только тогда точно отражают фактическую картину, когда они часто повторяются. Такой метод может оказаться неподходящим, если повторяется мало действий.

Третий интересный вариант — исследование фактических условий в цехе путем *интервьюирования рабочих*.

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

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

Этап 1: разделить действия по внутренней и внешней переналадке

Наиболее важный шаг при внедрении SMED — провести различия между внутренними и внешними действиями по переналадке. Я думаю, все согласятся, что подготовка деталей, обслуживание и т. д. необязательно производить с отключением оборудования. Тем не менее удивительно, насколько часто делается именно так.

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

Этап 2: преобразовать внутренние действия во внешние

Я только что отметил, что обычно время переналадки можно сократить на 30–50%, если разделить внутренние и внешние процедуры. Но даже такого

огромного сокращения недостаточно для достижения целей SMED. На втором этапе — преобразования внутренней переналадки во внешнюю — надо:

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

Часто удается преобразовать внутреннюю переналадку во внешнюю путем более тщательного рассмотрения ее функции. Крайне важно обозначить новую точку зрения, не связанную старыми привычками.

Этап 3: упростить все аспекты операции переналадки

Хотя иногда путем простого преобразования внутренних действий во внешние и удастся уложиться менее чем за десять минут, в большинстве случаев это невозможно. Именно поэтому нужно сначала приложить целенаправленные усилия по упрощению всех элементарных внутренних и внешних операций. Таким образом, на этапе 3 нужен подробный анализ каждой элементарной операции. Следующие примеры говорят об успешном проведении этапов 1, 2 и 3.

- На фирме Toyota Motor Company время внутренней переналадки станка по нарезке болтов, которое ранее составляло 8 ч, было сокращено до 58 сек.
- На фирме Mitsubishi Heavy Industries время внутренней переналадки 6-шпиндельного сверлильного станка, которое ранее составляло 24 ч, было сокращено до 160 сек.

Необязательно выполнять этапы 2 и 3 последовательно, их можно выполнять почти одновременно. Я их разделил, чтобы продемонстрировать два обязательных условия: сначала анализ, затем — внедрение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система SMED разрабатывалась в течение 19 лет на основе тщательного анализа теоретических и практических аспектов совершенствования переналадки. Таким образом, анализ и внедрение служат основой системы SMED, поэтому должны входить в любую программу улучшений.

Есть два вида действий переналадки — внутренние и внешние. Три основных этапа улучшения процесса переналадки включают разделение этих двух видов действий и преобразование внутренних операций переналадки во внешние. Когда это сделано, все аспекты переналадки надо максимально упростить. Улучшения процесса переналадки можно производить на любом этапе.

4 МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ SMED

Теперь, когда мы ознакомились с принципами улучшения переналадки, рассмотрим некоторые практические методы, соответствующие основным этапам.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СТАДИЯ: ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕНАЛАДКИ НЕ РАЗЛИЧАЮТСЯ

В процессе традиционной переналадки постоянно встречаются следующие виды потерь.

- Готовые изделия перевозят на склад или следующую партию исходного сырья подают со склада после завершения обработки предыдущей партии и отключения оборудования. Так как оборудование отключено во время транспортировки, теряется драгоценное время.
- Резцы, штампы и т. д. доставляют после начала внутренних действий переналадки или же дефектные детали обнаруживают только после установки или пробного прогона. В результате теряется время на снятие дефектной детали с оборудования и повторение действий по установке. Как и в случае с транспортировкой сырья или готовых изделий, потери могут возникать *после* обработки. Ненужный инструмент и оснастку перевозят на инструментальный склад в то время, когда оборудование еще выключено.
- Приспособления и шаблоны: приходится заменять приспособление, так как оно недостаточно точно, а его ремонт не сделан; долго ищут болты, они не годятся, так как гайки слишком туго заходят; нет прокладок нужной толщины.

Вы, наверное, и сами сможете привести множество примеров того, как нехватки чего-либо, ошибки, недостаточная подготовка оборудования и другие проблемы приводят к задержкам в процессе переналадки.

Раньше менеджеры и производственные инженеры не уделяли достаточно внимания анализу операций переналадки. Чаще всего все заботы о переналадке перекладывали на рабочих; при этом предполагалось, что они достаточно сознательны и сделают все возможное, чтобы произвести переналадку как можно быстрее. Другими словами, проблема скорости переналадки отдана на откуп рабочим в цехе. Такое отношение во многом объясняет причину отсутствия заметного прогресса в совершенствовании операций переналадки.

ЭТАП 1: РАЗЛИЧАТЬ ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ ДЕЙСТВИЯ ПО ПЕРЕНАЛАДКЕ

Ниже перечислены методы, помогающие обеспечить, чтобы операции, которые можно выполнять как внешние, фактически выполнялись, пока оборудование работает.

Использование контрольных списков

Составьте список всех деталей, материалов и шагов, которые нужны для данной операции. Этот список должен включать: названия, технические условия, число резцов, штампов и других позиций, параметры давления, температуры и др., числовые значения всех измерений и размеров. На основании такого списка проверьте, нет ли ошибок в условиях выполнения операции. Сделав это заблаговременно, вы сможете избежать многих ошибок и лишних пробных прогонов.

Очень удобно применение *контрольной таблицы*. Она представляет собой таблицу с чертежами и рисунками всех деталей и инструментов, необходимых для переналадки. Соответствующие детали кладут на соответствующие рисунки до начала внутренней переналадки. Это очень эффективный метод визуального контроля, так как он позволяет оператору сразу определить, всё ли в наличии. Единственное ограничение полезности контрольной таблицы — невозможность ее использования для проверки условий работы. Тем не менее она остается ценным дополнением контрольного списка. Очень важно создать отдельные контрольные списки и таблицы для каждой единицы оборудования. Не делайте общих контрольных списков для всего цеха: они часто теряются и сложны в использовании.

Проведение функционального контроля

Контрольный список полезен чтобы понять, все ли на месте, но он не показывает, исправна ли деталь. Следовательно, в ходе внешних операций переналадки надо будет проверить работоспособность компонентов.

Невыполнение этих условий неизбежно приведет к задержкам в ходе внутренних операций, так как обязательно окажется, что либо прибор неправильно работает, либо есть отклонения. В частности, факты неудовлетворительного ремонта пресса или пресс-форм иногда вскрываются только после завершения пробных прогонов. В этом случае пресс-формы, которые с трудом были установлены, надо снова снимать и ремонтировать, что значительно увеличивает время переналадки.

Часто проблема состоит в том, что на ремонт уходит больше времени, чем предполагалось, и работа начинается еще до завершения ремонта. Если в результате появляется брак, штамп в спешке снимают и проводят дополнительный ремонт, прерывающий производственный процесс. Всегда очень важно завершить ремонт до начала внутренней переналадки.

Оптимизация транспортировки штампов и других деталей

Детали нужно подавать со склада на станки, а по завершении обработки партии возвращать на склад. Это должно выполняться как внешняя процедура переналадки, по которой либо сам оператор производит транспортировку, пока станок работает в автоматическом режиме, либо транспортировкой занимается другой рабочий.

На одном заводе, где я работал, операция переналадки на большом прессе производилась с выемкой штампа на передвижном держателе. Затем к штампу прикреплялся трос, и он вывозился краном на склад. Я предложил цеховому мастеру внести ряд изменений:

- обеспечить доставку штампа краном к прессу заранее;
- снять старый штамп с передвижного держателя и поставить его рядом с прессом;
- установить новый штамп на передвижной держатель, установить в пресс и начать работу;
- после этого закрепить старый штамп и увезти его на склад.

«Так не пойдет, — спорил со мной мастер. — Придется закреплять штамп два раза, а это неэффективно». «Но, — возражал я, — чтобы перевезти старый и новый штамп к прессу и от пресса требуется 4 мин 20 с. Если запустить пресс раньше, он сумеет изготовить дополнительно пять изделий за сэкономленное время. Так что же предпочтительнее: один раз закреплять или выпустить на пять изделий больше?» Мастер согласился и признал, что неверно оценивал процесс переналадки. Новая система была внедрена.

Данный пример показывает, как часто работники цехового уровня неверно понимают эффективность, и это мешает им увидеть новые возможности. Если углубляться в этот вопрос, то становится понятной важность полного понимания внутренних и внешних операций переналадки цеховыми менеджерами.

ЭТАП 2: ПРЕОБРАЗОВАТЬ ВНУТРЕННИЕ ДЕЙСТВИЯ ПО ПЕРЕНАЛАДКЕ ВО ВНЕШНИЕ

Заблаговременная подготовка условий

Первый шаг в преобразовании действий по переналадке — подготовка условий для этой операции. Мы продемонстрируем этот метод на ряде примеров.

Пробные отливки на машинах для литья под давлением

Часть процесса внутренней переналадки машин для литья под давлением — это пробные отливки. На машину устанавливают холодные кокили, которые постепенно доводят до нужной температуры за счет заливки расплавленного металла. Затем выпускается первая отливка. Так как из металла, заливавшегося в процессе подогрева, не получается качественных отливок, первые полученные отливки идут в переплавку.

Если бы для подогрева использовали газ или электричество, то из нагретого до нужной температуры кокиля сразу бы выходили годные отливки. В среднем такой метод может сократить время переналадки на 30 мин. Кроме повышения производительности его применение даст сокращение брака, требующего повторной переработки.

На одном из производств, использующих литье под давлением, соорудили специальный стеллаж над печью обжига, расположенной рядом с литейной машиной. Кокили для последующих операций подогревали используя тепло печи обжига. Повторное использование тепла для подогрева кокилей решает сразу две проблемы. Фирма понесла только расходы на изготовление специального стеллажа, достаточно крепкого, чтобы удерживать нужное число кокилей (фото. 4.1).

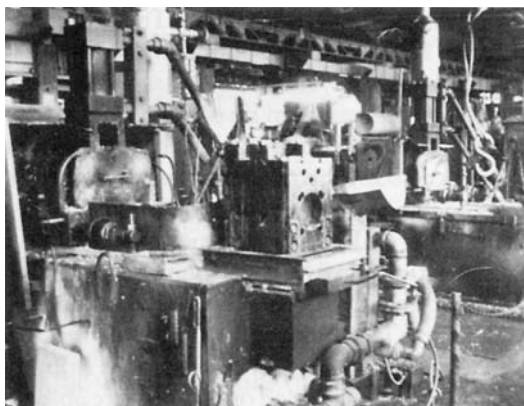


Фото. 4.1. Подогрев кокилей

Подогрев пресс-форм при работе на крупных формовочных машинах для пластмасс

Как и в предыдущем примере, пресс-формы подогревались путем заполнения расплавленным материалом, в данном случае смолой. Подогрев пресс-форм с помощью электронагревателя до установки их на машину позволил выпускать годные изделия с самого начала каждой партии. Сократились время на переналадку и число пробных отливок.

Как и при работе с металлом, изделия из смол иногда могут подвергаться повторной переработке, но это плохое решение, так как при этом снижается качество. Лучше производить годные изделия с самого начала партии и полностью избегать производства изделий более низкого качества.

Еще в одном случае пресс-формы для машин формовки пластмасс среднего размера подогревались пропусканием горячей воды через систему охлаждения. Рядом с местом хранения пресс-форм был установлен передвижной парогенератор, дающий горячую воду. Такое усовершенствование оказалось чрезвычайно эффективным в связи с его простотой и малыми капиталовложениями (менее 200 тыс. йен¹).

Покраска пряжи

На одной из ткацких фабрик операцию покраски осуществляли погружением рамки с пряжей в покрасочный чан с последующим подогревом чана паром. Эта операция занимала довольно много времени, так как нагрев чана до нужной температуры происходил очень медленно.

Решение этой проблемы было найдено за счет установки второго чана. Вспомогательный чан заполнялся краской и нагревался в то время, когда основной был в работе. Когда покраска первой партии завершалась, во вспомогательном чане открывался выпускной клапан, и разогретая краска переливалась в основной чан. Тем самым была ликвидирована задержка на ожидание нагрева краски. Это решение привело к повышению качества, так как стали получаться более насыщенные цвета.

Раньше в каждом чане использовалась только одна рамка. Когда покраска одной партии заканчивалась, рамку вынимали и загружали следующую партию. Нам удалось сократить время перезагрузки, используя вторую рамку, загрузка которой производилась по завершении покраски предыдущей партии.

Внедрение этой новой процедуры и усовершенствование метода нагрева краски привели к повышению скорости работы на операции покраски более чем вдвое.

Улучшенная операция протекала следующим образом:

- подготовка рамки и загрузка партии пряжи на нее;

¹ На время оригинального издания (1985 год) курс составлял 242 йены за 1 доллар США. Все числа округлены.

- по завершении покраски — выемка рамки с окрашенной пряжей и чистка чана;
- заливка нагретой краски в основной чан из дополнительного и начало процесса покраски;
- во время процесса покраски съём предыдущей партии пряжи с рамки.

Вакуумная формовка пластмасс

Обычно вакуумная формовка пластмасс осуществляется в четыре этапа:

- соединение подвижной половины пресс-формы с неподвижной;
- откачка воздуха из пресс-форм до образования вакуума;
- впрыск смолы;
- открытие пресс-форм и выемка готового изделия.

Вакуумная формовка протекает успешно, если в пресс-форме создан почти полный вакуум; это означает, что на втором этапе тратится довольно много времени. При использовании комбинированной системы (рис. 4.1) эта проблема решается.

1. Установите вакуумную камеру емкостью примерно в 1000 раз больше емкости пресс-формы.
2. Присоедините пресс-форму к вакуумной камере и откройте выпускной клапан. В течение одной секунды давление в пресс-форме упадет примерно в 1000 раз.
3. Закройте клапан между пресс-формой и вакуумной камерой и включите насос для откачки остающегося воздуха.
4. Начинайте следующий впрыск. Когда он будет завершен, закройте клапан между пресс-формой и вакуумной камерой.
5. Одновременно присоедините вакуумную камеру к насосу и откачайте воздух из нее.
6. Продолжайте откачку воздуха из камеры до окончания впрыска, откройте пресс-форму, выньте готовое изделие и закройте пресс-форму.

Такая комбинированная система дает много преимуществ. Воздух в пресс-форме не только откачивается во время операций внутренней переналадки. Когда он переходит в вакуумную камеру, то выбрасывается во время операций внешней переналадки. При применении этого эффективного метода создания вакуума в пресс-форме четко различаются операции внутренней и внешней переналадки.

Центровка при установке штампов

Когда штампы пресса оснащены, они закрепляются на станине строгального станка. Их центровка производится путем разметки центра штампа



Рис. 4.1. Комбинированная система

по отношению к поверхности плиты. Эта операция центровки устраняется путем нарезания центрирующих канавок на литом шаблоне, где заранее задано нужное положение изделия.

Метод непрерывной подачи материала

На заводе по производству пружин операция по смене катушек производилась при достижении конца проволоки. Как показано на рис. 4.2, удалось

Конец катушки A1 прикреплен к началу катушки A2

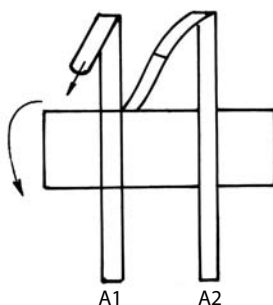


Рис. 4.2. Непрерывная подача материала

устранить внутреннюю операцию смены катушек путем присоединения конца катушки A1 к следующей катушке A2. Таким образом, размотка новой катушки начинается автоматически при достижении конца проволоки на старой.

Если проволока или полоса узкие и тонкие, на широкие катушки можно наматывать длинные отрезки, так как заломы не возникают даже при сварке вместе до десяти лент.

Держатель запасных катушек

В предыдущем примере вилочный погрузчик привозил новую катушку проволоки при достижении конца предыдущей катушки и устанавливал ее на место. Однако из-за недостаточного числа погрузчиков часто приходилось ожидать поступления новых катушек.

Было решено изготовить держатель для катушек (рис. 4.3), на который новая катушка устанавливалась бы во время работы со старой. При окончании катушки рабочий переталкивает новую катушку в рабочее положение с держателя. Потери времени на ожидание материала были ликвидированы.

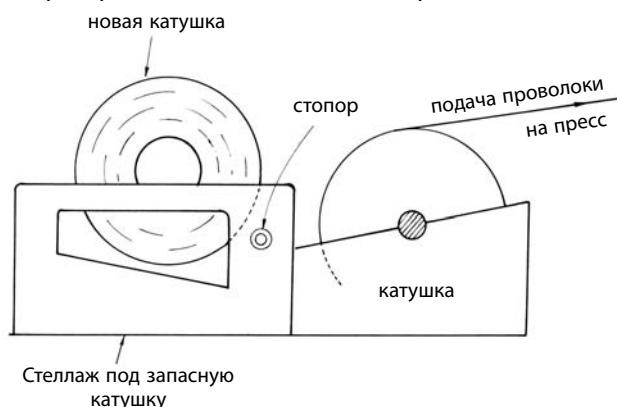


Рис. 4.3. Держатель запасных катушек

Стандартизация функций

Всем ясна привлекательность принципа стандартизации операций переналадки. Одним из методов служит стандартизация размеров и габаритов всех деталей и инструмента. Но этот метод, именуемый *стандартизацией формы*, слишком расточителен: происходит укрупнение штампов под самый крупный размер, а затраты возрастают за счет излишнего «жира».

В противоположность этому *стандартизация функций* требует унификации только тех частей, которые используются при переналадке. При этом подходе штампы не нужно делать крупнее или более сложной конструкции, а стоимость возрастает вполне умеренно.

В целях функциональной унификации анализируют отдельные функции и оценивают их, — сложные операции разбивают на отдельные простые элементы, например, зажим, центровка, разметка, выброс, захват и поддержание нагрузок. Инженер должен решить, есть ли среди них функции, которые нужно унифицировать. Он должен различать детали, которые нужно унифицировать, и детали, на которых нужно менять уставки.

Хотя существует много способов замены механической руки, т.е. начиная с плеча, локтя, запястья, кончика пальцев или же только ногтя, самой эффективной процедурой была бы замена лишь самой малой части, куда входит та часть, которая требует замены.

Самый быстрый способ замены чего-либо, конечно, это не заменять ничего. Например, подающий рычаг полуавтоматического штампового пресса выполняет три операции: захват объекта, передачу объекта на следующую операцию, возврат подающего рычага в исходное положение. В этом случае только функция захвата должна изменяться в зависимости от размера, формы и качества захватываемого объекта: не надо менять весь подающий рычаг. Аналогично механизм снятия заготовки крупного пресса может потребовать изменений как в конструкции зажима, берущего заготовку, так и в длине рычага, снимающего заготовку.

Эффективная унификация функций требует анализа функций каждой части аппарата, элемент за элементом при замене наименьшего возможного числа деталей. Приводимые ниже примеры иллюстрируют принцип унификации функций.

Функциональная унификация штампов

Процедура регулировки высоты штампов требует высокой квалификации. Более того, широко распространено мнение, что эта операция должна выполняться как внутренняя операция наладки. Если взять два штампа — высотой 320 мм (штамп А) и 270 мм (штамп В), то не придется регулировать высоту, если при переходе от А на В под штамп В поместить регулировочную прокладку толщиной 50 мм, что увеличит его высоту до 320 мм (рис. 4.4). Таким образом высота крепежных кромок на штампе А будет 30 мм, а на В — 80 мм.

Если к крепежным кромкам штампа В приварить прокладки $30 \times 30 \times 50$ мм, можно использовать одни и те же зажимные болты для обоих штампов. Так как корректирующие вставки унифицированы, работу можно упростить за счет приварки вставок к зажиму. Тем самым устраняется нужда в поиске вставок требуемой высоты или хранения вставок различных размеров. Штампы можно крепить на прессе лишь с помощью специального зажима и болтов. Облегчается как процесс наладки, так и организация работы со штампами (фото 4.2).

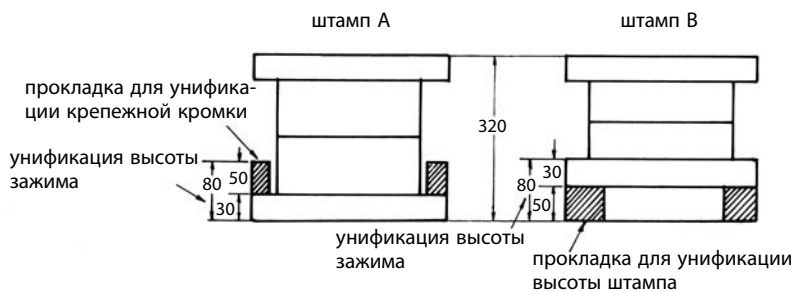
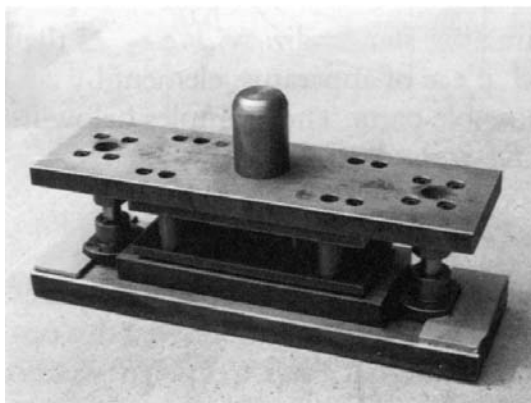
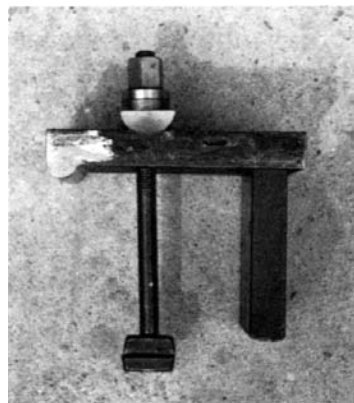


Рис. 4.4. Стандартная высота штампа и крепежной кромки



А



В

Фото 4.2. Стандартизированные крепежные кромки и высота штампов

Нижнее центровочное приспособление

На некоторых переналадочных операциях проблемы возникают из-за хвостовиков мелких штампов. При центровке отверстия ползун и хвостовика рабочий вынужден подавать ползун вниз и регулировать положение штампа на глазок. Предположим, что на дальней стороне прессы установлено центровочное приспособление (фото 4.3) и расстояние от центра отверстия хвостовика до центровочного приспособления составляет 350 мм. Если расстояние от центра хвостовика штампа до дальней кромки штампа составит 230 мм, тогда к дальней стороне штампа прикрепляют центровочное приспособление на 120 мм (фото 4.4). В центре неподвижного центровочного приспособления делают клинообразный выступ и соответствующее клино-

образное углубление — в движущемся приспособлении. Если верхнее приспособление хорошо садится на нижнее, то отверстия в ползуне и хвостовике центруются автоматически. Не нужно медленно подавать ползун вниз, а хвостовик садится очень просто.

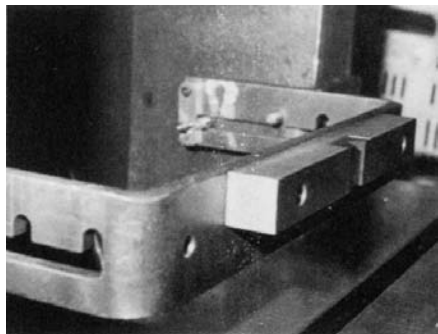


Фото 4.3. Нижнее центровочное приспособление

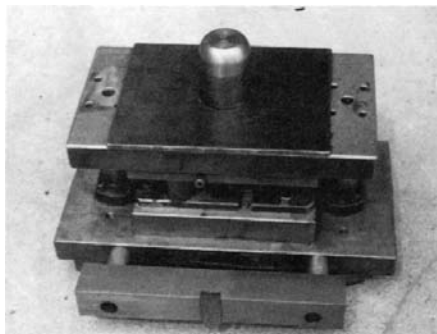


Фото 4.4. Верхнее центровочное приспособление

Центровочное приспособление

В данном примере унифицирована только требуемая функция центровки хвостовика (рис. 4.5 и фото 4.5). Диаметр болтов, крепящих хвостовик, составлял 22 мм, а прижимных болтов — 19 мм. Для зажима штампа были сделаны специальные болты. Головки этих 19-миллиметровых болтов были подогнаны точно под размер головок 22-миллиметровых болтов. Это значительно упростило операцию затяжки болтов, так как отпала нужда во втором гаечном ключе.

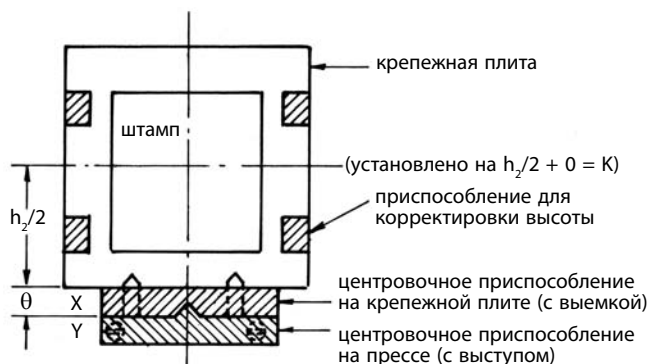


Рис. 4.5. Посадка на нижнее центровочное приспособление

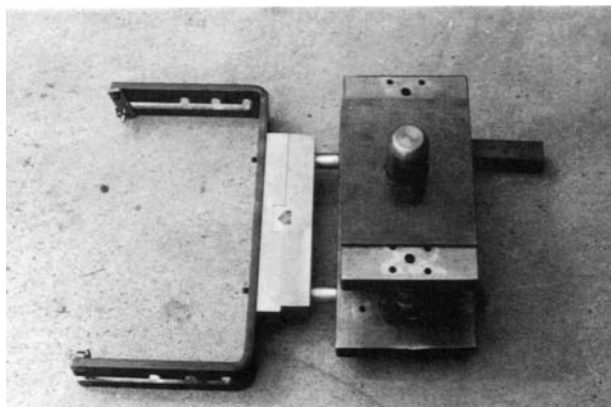


Фото 4.5. Нижнее центровочное приспособление в зацеплении

Многоцелевые комплекты штампов

Штампы используют в основном в двух целях: для изготовления объектов различной формы и для удержания нагрузки. Если унифицировать внешнюю часть штампа и сконструировать ее так, что комплект металлических штампов можно устанавливать и снимать как кассету, то время переналадки сократится до 20 с. Такой подход особенно хорошо зарекомендовал себя на мелких штампах.

Механическая обработка корпусов фотокамер

Корпус фотокамеры считается бракованным, если на поверхности адаптера имеется даже мельчайшее отверстие. На одном предприятии, где я работал, первые 50 адаптеров, изготовленные на последней операции, считались пробными и все шли на контроль. Эту процедуру надо было проводить как можно быстрее, чтобы не задерживать основное производство. Требовался высокий уровень квалификации по следующим причинам:

- толщина адаптера контролировалась с высочайшей точностью;
- форма и размеры различались в зависимости от производимого типа корпуса;
- все приспособления под механическую обработку различались, поэтому высоту поверхности под обработку надо было устанавливать с высокой степенью точности;
- корпус должен был выставлен по центру станка.

Было сделано несколько улучшений.

- Высота до стола фрезерного станка была зафиксирована, а расстояние до концевой фрезы установлено на 120 мм.

- Были определены размеры различных корпусов и приспособлений. На стол были установлены контактные приспособления для компенсации высоты таким образом, чтобы расстояние до поверхности обработки составляло 120 мм.
- Были унифицированы горизонтальные и вертикальные размеры контактных приспособлений. Передвигая их до упора до ограничителей, установленных на столе, рабочий без труда производил центровку корпуса.

Эти улучшения позволили даже простому станочнику производить переналадку. Время переналадки было сокращено до 30 с. Была озабоченность, что эти улучшения не сыграют своей роли в связи с большим числом типов корпусов. Но фактически пришлось унифицировать только две функции: высоту до поверхности обработки и центровку установки корпуса камеры (рис. 4.6).

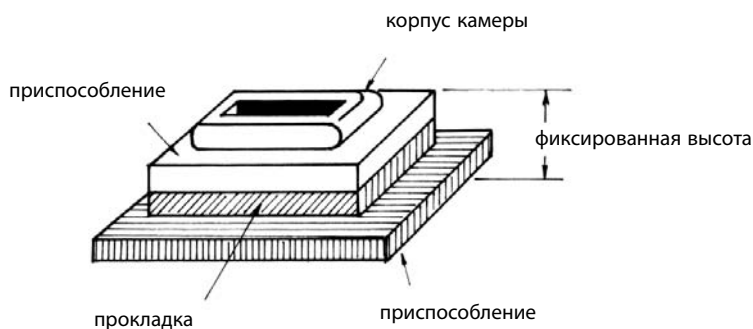


Рис. 4.6. Механическая обработка корпуса фотокамеры

Установка приборной панели

Я уже отмечал, что на меня произвела большое впечатление изобретательность инженеров фирмы Volkswagen. Хотя внешнее оформление приборной панели новой модели автомобиля было изменено, она крепилась точно таким же способом, как старая. Сама операция не изменилась. Это хороший пример унификации функций.

Использование промежуточных приспособлений

На многих операциях обработки можно применить две унифицированные пластины соответствующего размера и формы в качестве приспособлений. Пока обрабатываемая деталь прикреплена к одной из пластин, следующая деталь уже центруется и крепится на другом приспособлении — это операция

внешней наладки. Когда закончена обработка первой детали, второе приспособление вместе с деталью устанавливается на станок. Такая унифицированная пластина-приспособление называется «промежуточным приспособлением».

Переналадка копировально-фрезерного станка

Формовочные матрицы для телевизионных трубок фрезеруются на копировально-фрезерном станке. Разметка производилась во время центровки и установки высоты шаблона и обрабатываемого материала. Эта операция требовала исключительной точности и значительного времени, так как там много криволинейных форм. На этот период станок отключался, а потеря времени считалась неизбежным следствием переналадки.

Мы изготовили два унифицированных промежуточных приспособления размером несколько меньше, чем фрезерный стол. Пока производилась обработка одного изделия, на столе к другому приспособлению крепились шаблон и следующая заготовка. Далее они центрировались и устанавливались на нужную высоту.

Когда одна операция заканчивалась, промежуточное приспособление с шаблоном и установленной заготовкой ставили на стол фрезерного станка. Так как промежуточное приспособление было унифицировано, центровку и позиционирование производили очень просто. Установка заключалась в зажиме приспособления на постоянном месте на столе (фото 4.6). В результате время простоя фрезерного станка было значительно сокращено, а производительность заметно выросла.

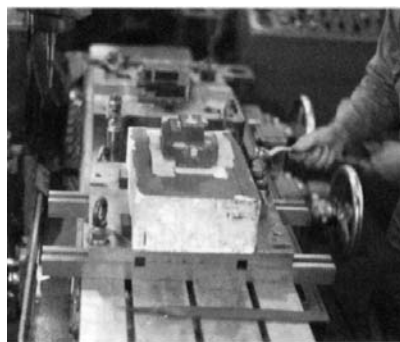


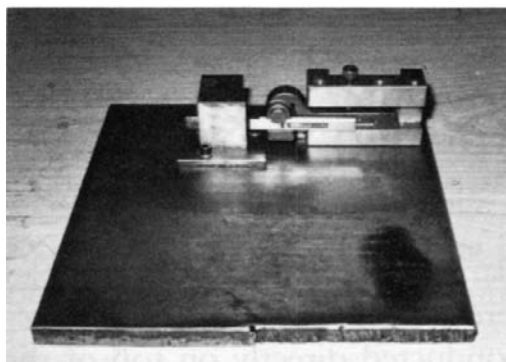
Фото 4.6. Контурное фрезерование и промежуточное приспособление

Установка резцов на токарном станке

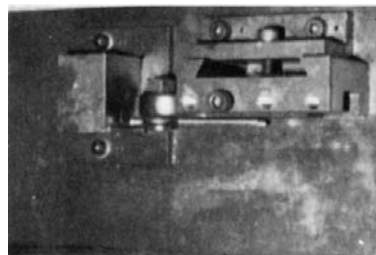
Раньше резцы на токарном станке крепились непосредственно к резцедержателю, пока производились различные операции — установка высоты и вылета резца. Ситуация улучшилась с введением унифицированно-

го прямоугольного держателя, к которому резец крепился без остановки станка.

При использовании циферблатного индикатора высоту по центру можно устанавливать очень точно, производить точные замеры вылета резца. Когда начинается новая операция, центровка и установка под размер производятся одним движением путем прижатия прямоугольного держателя к поверхности резцедержателя. Установка резца сейчас стала простой операцией и переналадка производится очень быстро (фото 4.7).



А



В

Фото 4.7. Установка резца токарного станка

Зенкерование отверстия в подшипнике

Операция заключается в зенковке внешней поверхности масляного отверстия в корпусе подшипника. Раньше сверло устанавливалось на станок под заранее определенным углом и затем прижималось к поверхности металла и начиналось сверление. Так как глубина зенкерования должна быть очень точной, когда сверло начинало заходить в металл, микрометром производились измерения, а степень проникновения сверла часто корректировалась.

Мы смогли усовершенствовать эту операцию, изготовив дополнительный унифицированный сверлодержатель. Сверло, установленное в держатель, зажималось в нужном положении по достижении требуемого выступа. При смене сверла переналадка производилась простым прижатием держателя в конусное отверстие сверлильного станка. В результате даже неопытный рабочий мог менять сверла без задержки (рис. 4.7).

Установка нескольких штампов на крупном прессе

Установка нескольких штампов на крупном прессе всегда была непростой операцией, так как размеры и высоты штампов различны. Раньше эта опе-

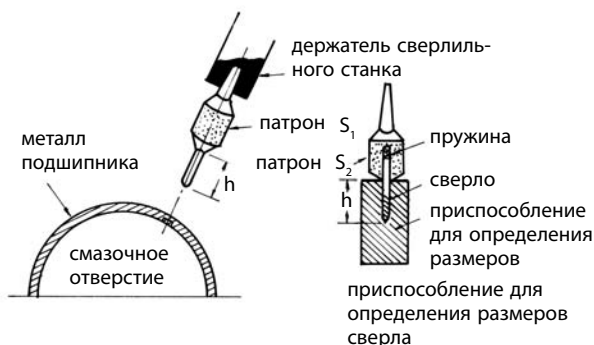


Рис. 4.7. Зенкерование отверстия в корпусе подшипника

рация производилась непосредственно на станине пресса. Пресс нужно было останавливать, что отрицательно сказывалось на производительности.

Для улучшения этой операции были сделаны две толстые пластины, промежуточные приспособления, почти такой же площади, как станина. Наладка под следующую операцию стала производиться на этих пластинах. После такого усовершенствования пресс отключали только на время, которое нужно вилочному погрузчику, чтобы поменять местами штампы и промежуточные приспособления.

В этом примере производилась глубокая вытяжка на длинной, медленной подаче. Так как это был единственный крупный пресс, он задерживал работу на других операциях, которые приходилось выполнять в сверхурочное время. Длительность переналадки была сокращена до 3 мин, а производительность на всей операции выросла более чем в два раза (рис. 4.8).

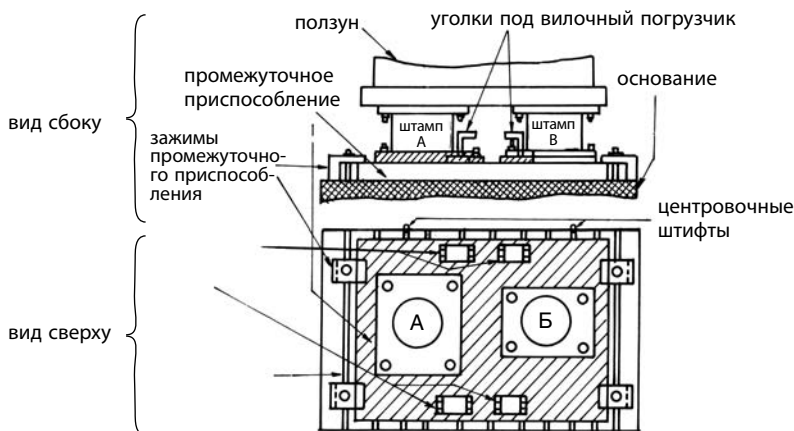


Рис. 4.8. Несколько штампов и промежуточное приспособление

ЭТАП 3: УПРОСТИТЬ ВСЕ АСПЕКТЫ ОПЕРАЦИИ ПЕРЕНАЛАДКИ

Пройдя этап 1 (разделить операции внутренней и внешней переналадки) и этап 2 (преобразовать внутренние операции во внешние), можно приступить к улучшению отдельных операций переналадки.

Радикальные улучшения операций внешней переналадки

Улучшения в хранении и транспортировке деталей и инструмента (включая резцы, штампы, приспособления, измерительные приборы) могут внести вклад в упрощение операций, хотя самих по себе упрощений будет недостаточно.

Для хранения и перевозки штампов среднего размера есть современное оборудование. Один из примеров — помещение со стеллажами, где штампы хранятся «в трех координатах», что позволяет использовать автоматизированное оборудование, в том числе для отправки штампов по конвейеру на соответствующие прессы. Автоматизированная складская система сокращает трудозатраты на операции внешней переналадки, но не улучшает внутренние операции. Следовательно, она не помогает напрямую достичь целей системы SMED и должна использоваться только тогда, когда затрудняется управление большим числом громоздких штампов.

Радикальные улучшения операций внутренней переналадки

Методы, предложенные в следующей главе, могут обеспечить существенные улучшения операций внутренней переналадки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущества системы SMED можно в полной мере воспользоваться только тогда, когда проведен анализ всех операций переналадки и выделены все четыре основных этапа. Тем не менее на каждом этапе можно применять эффективные методы, ведущие к значительному сокращению времени переналадки и резкому увеличению производительности даже в начале такой работы.

5 ПРИМЕНЕНИЕ SMED К ВНУТРЕННИМ ОПЕРАЦИЯМ ПЕРЕНАЛАДКИ

ВНЕДРЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

При работе на машинах формовки пластмасс, машинах литья под давлением и на крупных прессах неизбежно возникает потребность перемещаться вокруг машины. Если эту работу выполняет один человек, то постоянно происходят потери из-за этих перемещений. Полезно использовать для выполнения параллельных операций не менее двух рабочих. Если использовать двух человек, то операции, требовавшие ранее двенадцать минут, можно выполнить за шесть, а может быть, за четыре минуты благодаря экономии на перемещениях.

Когда выполняется параллельная операция, особое внимание нужно уделять исключению ненужного ожидания. Фактически, если параллельная операция плохо продумана, она может не дать экономии времени (табл. 5.1).

Наиболее важный вопрос при выполнении параллельных операций — безопасность. Каждый раз, когда рабочий завершает выполнение элементарной операции, он должен подавать сигнал другим рабочим. Иногда это можно сделать голосом, но в шумном цехе голос часто плохо слышен и плохо понятен. Лучше подавать звуковой сигнал зуммером или свистком, заранее договорившись о том, какой сигнал означает «продолжай» и «жди».

В другом варианте рабочий, который стоит позади станка, по завершении своей операции нажимает кнопку. При этом перед станком загорается подтверждающее табло. По его сигналу рабочий у станка может начинать работу.

Еще более высокую степень безопасности обеспечивает блокировочный механизм, предотвращающий запуск станка до тех пор, пока рабочий позади него не отключит соответствующее реле.

Менеджеры часто жалуются, что нехватка людей не дает им использовать параллельные операции. При применении системы SMED эта

Таблица 5.1. Осуществление параллельных операций

Действие	Время, с	Рабочий 1	Рабочий 2	Зуммер
1	15	Опустить ползун (до нижней мертвой точки)	Подготовиться к снятию задних болтов	Да
2	20	Снять передние монтажные болты пуансона	Снять задние монтажные болты пуансона	
3	30	Поднять ползун (до верхней мертвой точки)	Нажать кнопку отключения пресса	
4	20	Снять установочные штифты опорной плиты	Подготовиться к снятию монтажных болтов матрицы	
5	60	Передвинуть опорные плиты	Снять монтажные болты матрицы	
6	20	Закрепить штамп на кране	Закрепить штамп на кране	
7	20	Поднять	Передвинуть штамп на установку	
8	30	Позиционирование штампа	Позиционирование штампа	Да
9	20	Затянуть передние болты матрицы	Затянуть задние болты матрицы	
10	50	Передвинуть опорную плиту	Передвинуть кран	
11	30	Установить штифты опорной плиты		
12	30	Установить ползун в нижнюю мертвую точку	Отрегулировать ход ползуна	Да
13	50	Затянуть передние монтажные болты пуансона	Подготовиться к затяжке задних болтов пуансона	Да
14	20	Поднять ползун (в верхнюю мертвую точку)	Затянуть задние болты пуансона	
15	15	Опробовать работу пресса вхолостую	Проверить переключатели и приборы. Установить рычаг пуска пресса.	
16	40	Вставить заготовку и произвести штамповку	Проверить на безопасность и качество и т.д.	Да
	Общее время 470 с. (7 мин 50 с.)	На какие проблемы обратить внимание: (1) Перекрученные или оборванные провода или пучки (2) Вертикальное движение штампов при их смене (3) Наличие опасных предметов на полу	Действия, подлежащие проверке: (1) Затяжка болтов (2) Выключатель (вкл. — выкл.) (3) Установка штифта опорной плиты (4) Приборы (5) Проверка качества	Нормально Включено

проблема устраняется, потому что помощь нужна лишь на несколько минут, причем оказывать ее могут неквалифицированные рабочие, так как все операции простые. Это могут сделать: оператор автоматического оборудования, рабочий, у которого образовалась пауза между операциями, или мастер смены. Если подумать, можно найти много способов.

Даже если число человеко-часов на операции переналадки не уменьшится, параллельные операции сокращают время в половину. Это мощный инструмент сокращения времени переналадки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАЖИМОВ

Под функциональным зажимом понимается крепежное устройство, служащее для удержания объекта в определенном положении с минимальным усилием. Например, *метод прямого крепления* используется для закрепления штампа на прессе (рис. 5.1). Болт пропускается через отверстие в штампе и закрепляется в станине прессы. Если на болте 15 витков резьбы, то его нельзя затянуть, не повернув 15 раз. В действительности, лишь последний оборот затягивает болт, а первый оборот ослабляет его. Остальные 14 оборотов — чистая потеря. При традиционной переналадке теряется еще больше оборотов, так как длина болта превышает длину крепящейся детали.



Рис. 5.1. Метод прямого крепления и болт

Если назначение болта заключается лишь в креплении и раскреплении, то его длина должна определяться таким образом, чтобы гайка делала лишь один оборот.

Крепление одним оборотом

Ниже приводятся примеры функциональных зажимов, которые могут закреплять и раскреплять объекты одним поворотом.¹ Я часто предлагал

¹ Некоторые считают, что одного поворота стандартного нарезного болта недостаточно, и для этой цели нужны болты со специальной резьбой. — Прим. ред.

менеджерам производства использовать данный метод. Я ставил условие, что при переналадке допускается один оборот на один винт, а каждый дополнительный оборот облагается штрафом 100 тыс. йен (\$413).

Метод грушевидного отверстия

Здесь проблема была связана с крупным вулканизационным котлом, в который закладывали изделия. Крышку закрывали и закрепляли при помощи 16 болтов методом прямого крепления. Большое число болтов нужно для противодействия давлению изнутри. Операция занимала довольно много времени, так как при затяжке каждый болт нужно было провернуть 30 раз. Открывание крышки также занимало много времени, так как при этом нужно было ослабить 16 гаек на 30 оборотов. При поиске и сборе отдельных гаек, которые складывали рядом с котлом, терялось много времени, поэтому вся операция была чрезвычайно трудоемкой. Хотя и было сэкономлено несколько минут за счет использования пневмоинструмента, операция продолжала оставаться сложной.

Для рационализации переналадки отверстия под болты были преобразованы в грушевидные (рис. 5.2), что позволило все гайки ослаблять в один оборот. Когда ослаблены все 16 болтов, крышка поворачивается против часовой стрелки на один диаметр болта. Тем самым гайки выводятся в широкую часть отверстия. Теперь крышку можно снимать краном. Для закрывания крышки процесс продлевается в обратном порядке, а для затяжки гаек достаточно одного оборота. Уже не нужно снимать гайки с болтов, поэтому их не надо каждый раз искать. При старом методе каждый раз менялась комбинация гайка — болт; при новом методе эта проблема решена.

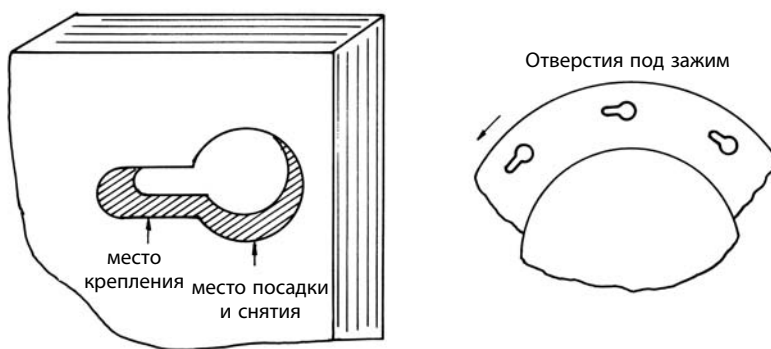


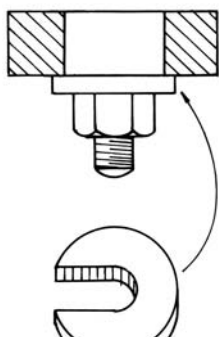
Рис. 5.2. Грушевидные отверстия для операции зажима

Метод с применением U-образной шайбы

На одной из операций производилась намотка провода на сердечник двигателя. По завершении намотки операция производилась следующим образом.

1. Ослабить и снять зажимную гайку.
2. Снять шайбу.
3. Снять готовый сердечник.
4. Установить шайбу.
5. Повернуть гайку и зажать.
6. Начать следующую операцию намотки.

Данная операция была упрощена заменой обычной шайбы на U-образную (рис. 5.3).



В результате последовательность действий изменилась.

1. Когда намотка закончена, остановить станок и ослабить гайку на один оборот.
2. Отодвинуть U-образную шайбу.
3. Снять сердечник, не снимая шайбу (это возможно, так как внутренний диаметр сердечника больше внешнего диаметра гайки).
4. Задвинуть U-образную гайку на место.
5. Закрепить одним оборотом гайки.
6. Начать следующую операцию намотки.

Рис. 5.3. U-образная шайба

Использование U-образной шайбы значительно упростило операцию. Данный пример дает дополнительные доказательства того, что крепление и раскрепление легко можно выполнять одним оборотом.

U-образная шайба была успешно применена на операции установки и снятия шестерен на зуборезном станке.

Метод применения сегментной резьбы

Когда я работал консультантом в корпорации Federal Mogul в США, я сказал, что винты можно затягивать и ослаблять за один оборот. «Так как нужен всего один оборот, — сказал я, — давайте договоримся, что в мой следующий приезд вы заплатите мне 1000 долларов за каждый лишний оборот». Взяв с них такое обязательство, я отбыл в Японию.

Когда я приехал на завод через шесть месяцев, метод одного оборота там успешно внедрили. Вот как это было сделано (рис. 5.4).

1. Вдоль болта были сделаны лыски, делящие болт на три сегмента.
2. Соответствующие лыски были сделаны и в резьбе гаек.
3. В процессе крепления вставка производилась путем совмещения выступов болта с впадинами гаек. Болт затем проталкивался до отказа в нужное положение.
4. Далее болт затягивался на $1/3$ оборота.

В этом конкретном случае площадь эффективного трения была сохранена за счет увеличения длины гаек.

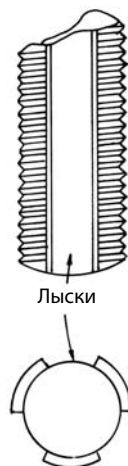


Рис. 5.4 Применение сегментной резьбы

Метод U-образного паза

В крепежной кромке штампа был прорезан неглубокий паз. Вставляя болт в U-образный паз на станине станка и заводя болт в паз на штампе, появилась возможность крепить штамп одним оборотом гайки. Этот метод гарантирует очень прочное крепление (рис. 5.5).

В одном случае возникали проблемы с соскальзыванием и выпадением шайб. Это было решено за счет сваривания гаек и шайб вместе точечной сваркой. Данный метод с U-образным пазом можно использовать там, где раньше использовали метод прямого крепления. Надо отметить, однако, что одного оборота винта недостаточно, если детали с U-образным пазом имеют разную толщину.

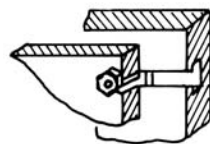


Рис. 5.5. Метод U-образного паза

Метод струбицы

Как мы уже отмечали, методы прямого крепления требуют большого числа оборотов винта. Один из наиболее распространенных методов — метод струбицы, когда штамп крепится путем затяжки болта на струбине, прижимающей штамп (рис. 5.6).

Данный метод, как и метод U-образного паза, можно использовать только при одинаковой толщине крепящихся деталей. Если толщина меняется, то инженеру нужно сначала унифицировать детали, подлежащие креплению.

Мы рассмотрели различные методы крепления и раскрепления штампа винтом за один оборот. Ключом к разработке метода служит понима-

ние роли числа витков резьбы в поддержании трения, соответствующего давлению зажима.

Раньше, когда надо было закрепить объект, сразу предполагали, что крепление будут производить винтами, однако не задумывались над тем, сколько раз придется повернуть эти винты. Такой подход нужно пересмотреть. Важно признать, что винты и болты — далеко не единственные средства крепления.

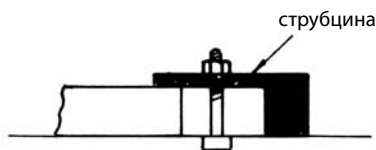


Рис. 5.6. Метод струбцины

Метод одного движения

Концепция крепления объекта одним движением основывается на применении ряда устройств, включая: кулачки и зажимы; клинья, конусные штифты, выталкиватели; пружины. Эластичность пружины может быть использована для закрепления объектов. Пружины обычно применяются в механизмах зажимного или расширяющегося типа. На одной фирме использовали эластичность пружины в простой операции установки сменных шестерен на зуборезном станке (рис. 5.7).

- На валу шестерни по периметру был сделан полукруглый паз.
- В трех точках были установлены стопорные штифты внутри периметра зажимного устройства.
- Там, где раньше были винты, стопорные штифты теперь захватывали вал с боков. Когда достигалось нужное положение, стопорные штифты приходили в зацепление с пазом, и тем самым осуществлялось зажимающее действие.

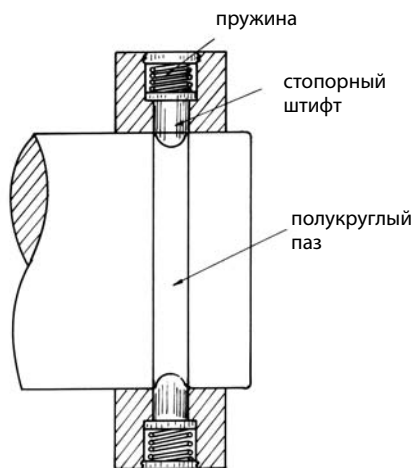


Рис. 5.7. Пружинный зажим

Это исключительно простое зажимное устройство позволило быстрее и проще устанавливать и снимать сменные шестерни. Я опасался, что шестерни, которые раньше крепились винтами, могли соскочить при зажиме пружинами. Фактически же этого никогда не случалось. Данный метод также эффективен с косозубыми колесами, у которых зубья конические. В этом случае число штифтов увеличивается до четырех.

Вакуумный и магнитный методы

Магнитный и вакуумный методы очень эффективны, если надо обрабатывать всю поверхность детали и нет места для установки крепежных приспособлений. При использовании вакуумных присосок надо обеспечить, чтобы поверхность была гладкой и не пропускающей воздух.

Методы механического замыкания

Почему-то мы думаем, что для закрепления объекта нужен какой-либо крепеж. Напротив, во многих случаях достаточно просто совместить и соединить две детали вместе.

Крепление пресс-форм на формовочных машинах для пластмасс

На фирме T Synthetics производилась формовка ручек на 500-тонном прессе. Для крепления пресс-форм винты не использовались вообще (рис. 5.8). Процедура работы была следующая.

- Размеры и толщины пластин-держателей как для стационарных, так и для передвижных штампов унифицированы.
- На машине установлены люльки под такие пластины.
- Пластины-держатели и люльки сужаются к низу для обеспечения точности центровки.
- При переналадке используется два крана. Сначала один кран поднимает обе пресс-формы, использованные в работе, и отвозит их в горизонтальном направлении. В то же время второй кран подает две пресс-формы, нужные для следующей операции, и устанавливает их на люльку. Полный контакт конусных частей обеспечивает попадание пресс-форм в нужное положение.
- Так как в обеих операциях используется одна и та же смола, а пресс-формы всегда подогреты, уже с первого впрыска выпускаются качественные изделия.

На данную переналадку нужно всего 28 с.

Когда мы говорим, что мощность машины 500 т, то имеется в виду, что давление впрыскиваемой смолы 500 т и усилие закрытия пресс-формы 500 т. Это ни в коем случае не означает, что требуется усилие 500 т, чтобы открыть пресс-форму. Для выемки готового изделия нужно небольшое усилие. Следовательно, при контакте плиты-держателя и машины возникает усилие. Поддержание нагрузки на самой пресс-форме также нужно, а для его достижения достаточно такого контакта.

Таким образом, крепить пресс-формы можно без использования винтов, что значительно сокращает время переналадки. Половины пресс-форм легко центруются с использованием конических штифтов с одной стороны и конических отверстий с другой в качестве направляющих.

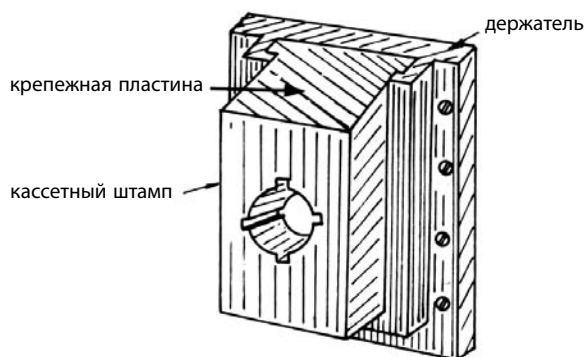


Рис. 5.8. Метод механического замыкания при креплении пресс-форм для формовки пластмасс

Метод механического замыкания пресс-форм

Пресс для металла выполняет следующую работу.

1. Пуансон опускается с верхней мертвой точки до контакта с заготовкой.
2. С точки соприкосновения с заготовкой и до нижней мертвой точки пуансон производит вырубку, изгиб, сжатие и т. д. при помощи давления, направленного вниз.
3. При прошивке давление нужно только в момент открытия отверстия. Когда отверстие прошито, единственным сопротивлением остается трение между пуансоном и заготовкой, поэтому значительное усилие не требуется.
4. При изгибе и сжатии материал отделяется при подъеме пуансона с нижней мертвой точки. При прошивке пуансон отделяется от заготовки при выходе из отверстия.
5. После отделения от заготовки пуансон уходит в верхнюю мертвую точку.

Учитывая вышесказанное, прессу нужно полное усилие только при активной обработке, т.е. на шаге 2. Правильнее сказать, что машина «отдыхает» в течение других шагов (1, 3, 4 и 5), т.е. работает лишь 1/10 всего времени.

На обычном прессе пуансон крепится на верхнем ползуне, а матрица — на станине. Точность работы машины обеспечивает выверка половин пресс-форм по отношению друг к другу. Интересно задаться вопросом: для чего при креплении половин пресс-форм используется один и тот же диаметр и число болтов? Причина в том, что крепление пуансона должно

выдерживать вес пресс-формы и предотвращать горизонтальное смещение. Но так как вес матрицы поддерживается станиной, то матрица должна крепиться только для предотвращения горизонтального смещения. Кроме того, при изготовлении форм практически неважна прочность зажимных болтов, так как прочность ползуна, станины и пресс-форм достаточна, чтобы выдержать рабочее усилие. Следовательно, болты не нужны совсем. Надо сделать только следующее:

- унифицировать размеры и толщины крепежных пластин;
- установить гнезда под крепежные пластины на станине ползуна;
- выверить положение пресс-форм и либо поддерживать высокую точность при установке каждой пресс-формы, либо, если это трудно сделать, применять конические отверстия и штифты в качестве направляющих.

Если используется метод комплектов пресс-форм, то они выполняют функцию выверки пресс-форм.

В любом случае анализ функций различных прессов приведет практически к отказу от болтового крепления. Метод механического замыкания уже адекватно выполняет эту функцию. Применение этого метода позволяет значительно сократить время переналадки.

Как было показано выше, фактическое время обработки прессом крайне мало. Поэтому надо искать методы эффективного использования его энергии. Когда ползун прессы идет вверх, его мощность может использоваться для приведения в действие:

- устройств извлечения изделий;
- устройств для удаления стружки;
- устройств для выгрузки изделий;
- конвейеров транспортировки изделий на следующие операции;
- для обеспечения подъема верхней пресс-формы на прессах с комплектами пресс-форм.

Подводя итог, можно сказать, что болты не нужны во всех случаях крепежа. Очень важно проанализировать основные функции и разработать наиболее дешевый и удобный метод крепежа.

Направление и величина усилий

Эффективные методы крепления можно разработать, рассмотрев направления приложения усилий и их величину. Например, на одной операции надо было устанавливать шесть стопоров на каждом из шести шпинделей сверлильного станка. Эта операция доставляла много хлопот, так как болты приходилось затягивать в очень неудобных условиях.

После изучения ситуации на месте я спросил начальника участка, в чем заключается функция стопоров. «Они нужны для позиционирования в про-

цессе сверления», — ответил он. «Послушайте, — спросил я, — в пространстве есть три направления: слева направо, вперед назад и вверх вниз. Так как стопор упирается в противоположный шпиндель, тем самым предотвращаются перемещения слева направо и вверх вниз, не так ли?» «Проблема в смещении вперед назад», — сказал он. «Стопор наверняка сопротивляется усилию с противоположного направления, — ответил я. — Так как он действует, он удерживается шпинделем. Трудно определить усилие, необходимое для его снятия». Я предложил, чтобы при стягивании стопора прилагалось усилие, не больше необходимого для зацепления головки заготовки с покрытой маслом передней плоскостью шпинделя. В таком случае болты не будут нужны. Мы внесли следующие усовершенствования в операцию (рис. 5.9):

- резьба была снята для обеспечения цилиндрической посадки;
- у торцов шпинделей были выбраны круговые полукруглые канавки;
- в трех точках по окружности стопора были закреплены пружины. Когда стопор закрепляется на шпинделе, пружины заходят в канавки и натяжение пружины предотвращает сползание стопора.



Рис. 5.9. Крепление стопора

Теперь стопоры крепятся простым насаживанием на шпиндель, тем самым значительно упрощая операцию. Именно анализ направлений и величины требуемых усилий привел к внедрению такого простого метода. Анализ сил, участвующих в креплении пресс-форм, позволил улучшить процесс переналадки, перейдя от резьбовых зажимов к методу механического замыкания. Эффективные улучшения можно произвести, изучая фактические функции зажима, не думая, что только резьбовые соединения решат все проблемы.

ИСКЛЮЧЕНИЕ РЕГУЛИРОВОК

Как уже отмечалось, регулировки и пробные прогоны обычно занимают 50% времени переналадки. Поэтому их сокращение всегда приводит к значитель-

ной экономии времени. Стоит отметить, что исключение регулировок означает именно их *устранение*, а не просто сокращение времени на них.

Пробные прогоны и регулировки оказываются нужными из-за неточной центровки, неправильных размеров и т. д. на более ранних стадиях процедуры внутренней наладки. Крайне важно признавать, что регулировки — это не независимые операции. Чтобы устранить их, мы должны вернуться немного назад и улучшить прежние ступени внутренней наладки.

Фиксированные числовые уставки

Устранение регулировок требует прежде всего отказа от опоры на интуицию при наладке оборудования. Интуитивные суждения, может быть, статистически не плохи, но они неточны и значительно уступают в этом постоянным уставкам.

Во время посещений предприятий я говорю мастерам: «Если вы так уверены в правильности интуитивного определения уставок, проделайте одно и то же трижды на одном и том же оборудовании. Если три раза у вас получится абсолютно одинаковый результат, то нет проблем. Если хороший результат получится только два раза, то от такого метода нужно отказаться». «Почему, — спрашивают меня, — именно три раза, а не два?» На это я отвечаю: «Если на игровом автомате выпадает три сливы, то вы выиграли, а если только две, то нет толку». Люди смеются, но это подчеркивает важный момент: пока уставки осуществляются на основе интуиции, избежать пробных прогонов не удастся.

Первый шаг при отказе от регулировок — проведение калибровки. Если царствует интуиция, то фиксированные уставки нельзя продемонстрировать. Эта проблема решается путем калибровки. Все знают, что означает «поставить стрелку на метку «пять» шкалы», ту же величину можно установить и в следующий раз. Более того, другие люди смогут установить ту же самую величину.

Хотя градуированные шкалы дают положительный эффект, они все же не устраняют полностью регулировку. Однако использование градуированных шкал приведет к значительному улучшению процесса наладки с широким диапазоном возможных уставок.

Уставки при визуальной калибровке производят обычно с точностью до 0,5 мм. Если требуется более высокая точность, ее дает применение штангенциркуля или аналогичного инструмента. Применение циферблатных измерителей позволит довести точность до 0,01 мм, еще большей точности можно достигнуть с применением цифрового контрольного инструмента. Удовлетворительные результаты дает и применение числового метода. Измерительный инструмент для выполнения цифровых уставок был значительно усовершенствован за последнее время, поэтому улучшения можно часто достигнуть уже за счет достаточно точного прибора для данной задачи.

На одном из предприятий использовалась магнитная шкала для выставки размеров на деревообрабатывающем станке. Тем самым была резко увеличена точность и сокращено время наладки по сравнению с предыдущим методом, при котором параллельность выставлялась визуально.

Когда размеры требуют фиксированных цифровых величин, для очень быстрой установки и центровки могут использоваться шаблоны. Когда число выставляемых размеров растет, увеличивается и количество используемых шаблонов, возрастает трудоемкость операций. В такой ситуации можно значительно сократить разнообразие шаблонов, используя комбинации ограниченного числа инструментов. Такая комбинация определяется при помощи цифрового метода, основанного на последовательном возведении числа 2 в степень n , где n — целое число. Рассмотрим такую последовательность:

$$1, 2, 4, 8, 16 \dots 2^n$$

В комбинации первые четыре члена могут представлять любое число до 15. Результат получается следующим образом:

$$\begin{aligned} a \\ a + 1 = b \\ a + b + 1 = c \\ a + b + c + 1 = d \end{aligned}$$

Число значений будет расти при продолжении этого ряда. На рис. 5.10 даны значения от 1 до 35, выраженные через эти степени. Когда эти значения умножаются на 10, 100, 1000 и т.д., их можно применять к довольно широкому диапазону уставок обычных шаблонов.

Воображаемые осевые линии и основные плоскости

Когда на станке осуществляется наладка, то не видны ни осевые линии, ни основные плоскости. Они устанавливаются методом проб и ошибок, что может быть длительным процессом. Существуют методы частичного решения этой проблемы.

Токарные операции и обработка на конус

В данном примере определенную часть каждого вала нужно было сточить под конус. Операция производилась на токарном станке путем перемещения задней бабки вперед. Установка расстояния, на которое должна перемещаться задняя бабка, было очень трудной задачей. Нужные уставки достигались методом проб и ошибок и пробных прогонов. Метод был следующий:

Результат Номер шаблона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	21	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	21	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	◎		△		△																															
2		◎	△					△	△																											
4				◎	△																															
※6						◎						△										△	△	△												
※7							◎		△			△			△						△															
8								◎		△					△					△																
11											◎									△						△	△	△								
12												◎									△						△			△						
14														◎							△					△	△				△	△				
※16															◎		◎					△						△					△	△		
※17																	◎		◎										△			△		△		
18																			◎												△	△		△	△	

- 1. ◎ Нужен только один шаблон.
- 2. △ Комбинация двух шаблонов.
- 3. Возможны другие комбинации.
- 4. ※ Можно не рассматривать, если разрешаются комбинации из трех шаблонов.

Рис. 5.10 Степени числа 2 и номера шаблонов

- вал перемещался на некоторую величину, затем производилась обточка. Заготовка замерялась и производилась дальнейшая корректировка по степени подачи;
- обтачивался следующий вал, конус замерялся и производились корректировки.

Эта операция стала сложной, долгой и требующей высокой квалификации рабочего. К тому же заранее не было известно, на сколько нужно перемещать заднюю бабку, поскольку конус уже был выточен на предыдущем валу.

Нам удалось осуществить несколько улучшений данной операции.

Рядом с задней бабкой и параллельно осевой линии станка была установлена шкала.

- На шкале устанавливался шаблон и сторона задней бабки подводилась к нему. Тем самым задняя бабка устанавливалась параллельно осевой линии, а центр бабки устанавливался над осевой.
- На задней бабке были сделаны калибровочные отметки, а напротив них установлен циферблатный измерительный прибор. Затем устанавливалась степень перемещения, соответствующая конусу, отмеченному на калибровочной шкале.

Данный метод позволил выпускать годные изделия после изначальной установки параметров.

На большинстве предприятий не всегда правильно понимают разницу между *процедурой уставки и регулировкой*. Многие думают, что регулировки — неизбежное зло в процедурах наладки. Рабочие часто гордятся тем, насколько ловко и быстро они могут производить регулировку. И действительно, здесь требуется умение, и непростое, но мы не должны терять из виду цель — сделать регулировки ненужными. Мы должны четко понимать, что проведение уставок и регулировка — две совершенно разные функции. Нашей целью должна быть разработка мер, основанная на уставках, а не на регулировке. Очень эффективный подход — замена видимых осевых линий и основных плоскостей на воображаемые. Этот подход применим к сверлильным, фрезерным и другим станкам.

Центровка на фрезерных станках

На фирме D Plastics при изготовлении форм под пластмассу центр фрезы выставляют по центру заготовки. При обычной работе, которая трудоемка и требует определенной квалификации, фреза приводится в контакт с материалом. Измерения зависели от меток, сделанных на заготовке. Мы значительно усовершенствовали эту операцию (рис. 5.11).

1. На станке было установлено два блока с V-образной выемкой параллельно осевой линии стола в качестве центровочных приспособлений.

2. Еще два блока с V-образной выемкой параллельно этой осевой было установлено на самом столе.
3. Были изготовлены стандартные цилиндрические блоки. Путем прижатия их к столу между блоками с вырезкой нам удалось выставить центр стола по центру фрезы.
4. Когда заготовка закрепляется по центру стола, она оказывается по центру фрезы. Таким образом отпала нужда в пробной обточке.

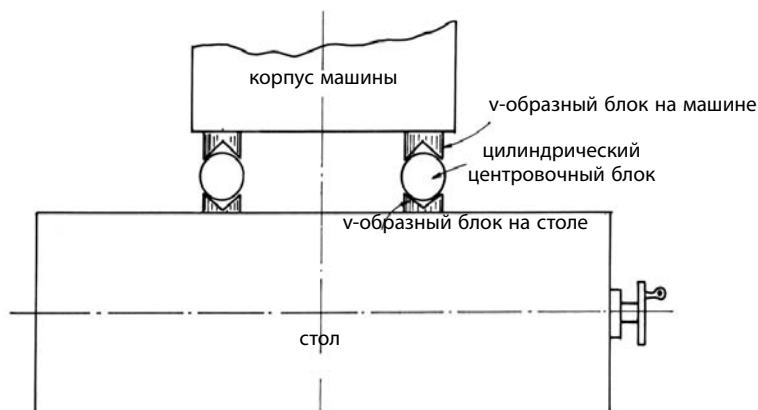


Рис. 5.11. Выставка по центру на фрезерном станке (вид сверху)

Осевая линия фрезы была воображаемой. Так как обработка на фрезерном станке предполагает постоянное движение стола в двух противоположных направлениях, раньше не существовало базовой линии. Основное улучшение заключалось в использовании блоков с V-образной выемкой и цилиндрических блоков для возврата стола на базовую линию с последующей установкой параметров из этого положения.

Вскоре возникла еще одна проблема. Хотя заготовка центровалась просто, она сдвигалась примерно на 0,05 мм при захвате зажимами и креплении болтами. Это было очень неудобно, так как приходилось сначала временно закреплять заготовку, производить замер циферблатным индикатором, производить корректировку, а затем осторожно фиксировать заготовку.

Изучив операцию, я спросил начальника участка: «Знаете, почему если надеть две пары носок под туфли для гольфа, то не будет мозолей?» «Нет, не знаю» — сказал он. Тогда я объяснил ему (рис. 5.12): «Предположим, что f_s — коэффициент трения между вашим носком и туфлей. Если вы надели одну пару носок, то f_s больше, чем коэффициент трения между носком и ногой (f_r), т.е. носки прилегают к туфлям и свободно трутся о кожу, из-за чего возникают мозоли. Если надеть еще одни носки, то внешние носки прилегают к туфлям, а внутренние — к ноге; трение имеется

только между внутренними и внешними носками. Мозоли у вас не возникают, так как нога не подвергается трению».

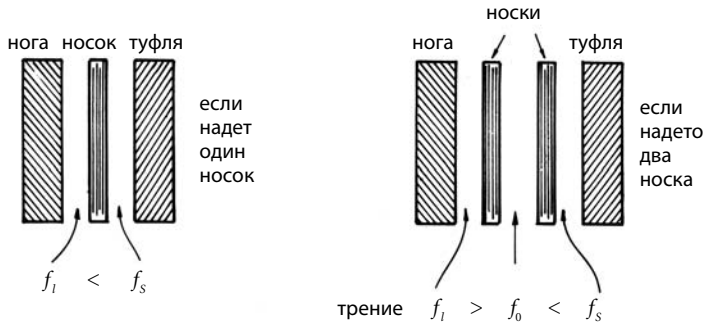


Рис. 5.12. Носки и натирающее действие

«Таким же образом если использовать лишь одну шайбу при закреплении заготовки на фрезерном станке, то по мере затяжки давление будет постепенно возрастать между нижней плоскостью шайбы и зажимом. Сила трения на нижней поверхности зажима заставит заготовку сдвигаться. А почему бы не крепить ее с использованием двух шайб?»

Затем мы произвели крепление с использованием двух шайб на зажиме с капелькой масла между шайбами. Нижняя шайба и заготовка уже не смещались. Мы смогли избавиться от бессмысленной операции временного крепления, корректировки и затяжки.

Установка позиций под сверление на многошпиндельном сверлильном станке

На фирме H Optics многошпиндельный сверлильный станок использовался для сверления шести отверстий на фланцах на одинаковом расстоянии друг от друга. Рабочие часто не могли установить точную позицию для сверления и меня пригласили для наблюдения за операцией наладки.

Положение каждого патрона устанавливалось путем закрепления заготовки на столе, а затем с использованием меток она выставлялась по отношению к сверлильной головке. Так как все шесть положений не могли определяться одновременно, приходилось производить многократные корректировки. На это требовалось очень много времени.

Я предложил: «Осевая линия станка проходит через патрон, удерживающий сверлильную головку, но это воображаемая линия и на столе, где крепится заготовка, нет соответствующей базовой линии. А если нанести на стол линию, соответствующую осевой станка?»

Было выполнено коническое отверстие в центре стола, точно выверенное по осевой линии станка. Штифт приспособления затем заводили в коническое отверстие. Над ним мы установили приспособление, определяющее

центр отверстия. В него упиралась сверлильная головка. Таким способом удавалось установить позиции под сверление одним движением.

Данный пример, где невидимый центр станка делается видимым, демонстрирует принцип проведения уставок, а не корректировок.

Установка заготовок на зубофрезеровальном станке

На предприятии Z фреза и заготовка зубчатого колеса устанавливались на фрезерном станке таким образом, чтобы можно было нарезать косозубое колесо. При этом приходилось корректировать положение держателя заготовки в соответствии с колебаниями размеров фрез и заготовок. Раньше фреза устанавливалась в центре, поворачивалась и медленно подводилась к заготовке на держателе. В момент контакта держатель заготовки останавливался и закреплялся. Точное определение момента контакта требовало значительной квалификации.

Процедура была усовершенствована, как показано на рис. 5.13. Сначала на оборудовании были произведены следующие изменения:

- на фиксированной станине станка устанавливался базовый штифт в положение, соответствующее центру шпинделя фрезы;
- на одной из частей держателя заготовки устанавливалась базовая плоскость.

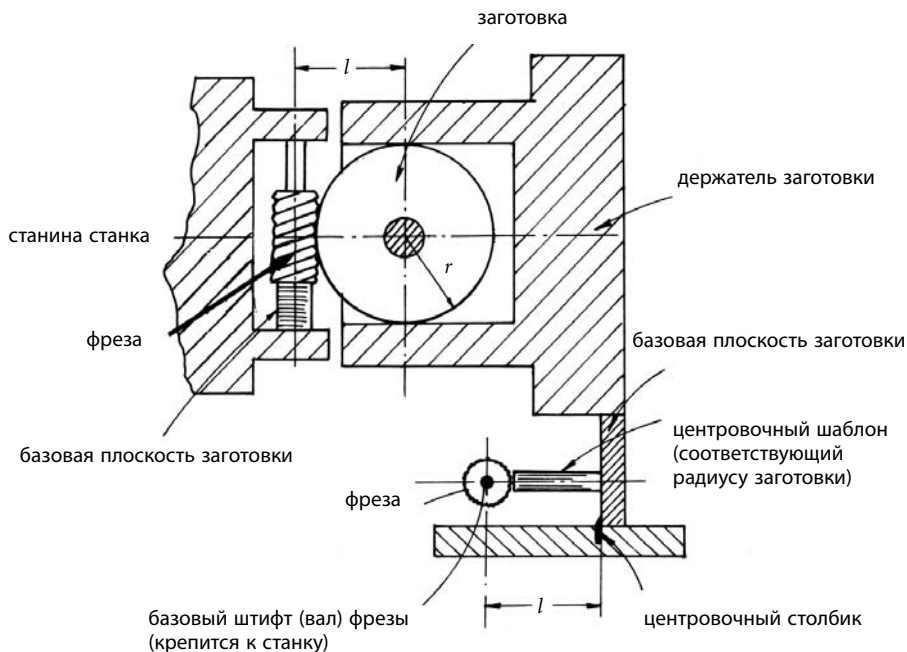


Рис. 5.13. Позиционирование заготовки

Новый процесс наладки осуществляется в четыре этапа.

1. Устанавливается фреза, которая должна использоваться на базовом валу.
2. Между фрезой и базовой плоскостью устанавливается шаблон, соответствующий радиусу заготовки.
3. Эта позиция помечается центровочным столбиком.
4. Фреза крепится на валу и поворачивается. Заготовка крепится в держателе. Затем держатель заготовки устанавливается в положении, указанном центровочным столбиком.

Тем самым решена проблема определения положения держателя при повороте фрезы.

В данной операции надо было совместить центры червячной фрезы и станка. Этот шаг был также упрощен, и центровка стала легче: базовую плоскость установили на части, примыкающей к валу фрезы. Использованы различные седловидные шаблоны для выставки центра каждой фрезы в зависимости от ее длины.

Высотные шаблоны и выставка по центру

Фирма F Precision Instruments — производитель металлических пресс-штампов для литья под давлением и формования пластмасс. Часто на чертежах указываются размеры от осевой линии, но не указываются размеры от базовой плоскости, используемой в операциях. По этой причине приходилось укладывать заготовку на плиту и производить разметку отверстий или частей, подлежащих обработке.

- Заготовка сначала выверялась по жидкостному уровнемеру, затем подпиралась домкратом.
- Высота верхней поверхности замерялась высотным шаблоном.
- Проводилась сверка по размерам на чертежах, рассчитывалось расстояние до центра, центр отмечался с помощью высотного шаблона. Делались, конечно, припуски на обрезку сверху и снизу.
- С использованием данной осевой линии как базовой успешно производилась разметка отверстий и разрезов под обработку. По чертежам далее рассчитывались величины для установки осевой линии.

Данная операция была слишком сложна и вела к большим потерям времени. Более того, иногда допускались ошибки в расчетах, что вело к дефектам. Были сделаны следующие улучшения.

- Разработана специальная высотная шкала путем прикрепления вспомогательной шкалы (верньера) к задней части обычного высотного шаблона. На верньере отмечена центральная точка с градуировкой под и над ней.

- На установленной по уровню заготовке высотным шаблоном производились замеры верхней поверхности. Затем устанавливался центр основной шкалы и фиксировался на высоте этой поверхности.
- В соответствии с чертежом стрелка индикатора на основной шкале опускалась на величину, соответствующую расстоянию от осевой линии до верхней поверхности плюс оцененный припуск на обработку.
- Далее центр верньера совмещался со стрелкой на основной шкале. Стрелка верньера сейчас показывает на центральную точку, поэтому размеры над и под осевой линией могли отмечаться перемещением стрелки верньера.

Тем самым отпала нужда в расчетах по чертежам, практически были исключены последующие ошибки. Это может показаться невероятным, но рабочие часто допускали ошибки при вычитании, а это вело к неизбежным многократным проверкам их расчетов. По улучшенной процедуре деления мог отмечать любой рабочий без труда с использованием специально изготовленного высотного шаблона.

Система наименьшего общего кратного

Систему наименьшего общего кратного (НОМ) можно представить как метод исключения корректировок, который отражает принцип определения числа механизмов, соответствующего наименьшему общему множителю вариантов режимов работы. Рабочие будут выполнять только функции, необходимые для данной операции. Тем самым скорость выполнения наладки может значительно увеличиться.

Лозунг, применимый к данному методу, звучит так: *«Не трогайте механизм, изменяйте только функцию»*.

Замена пресс-форм «в одно касание» при формовке пластмасс

Этот пример описывает операцию формовки телевизионных ручек переключения каналов. Данный процесс предполагал:

- смену пресс-формы, так как для двух типов ручек А и В требовалась разная смола;
- использование в течение месяца одной машины для крупных заказов на данные изделия;
- чтобы избежать перепроизводства, партии чередовались ежедневно. Это приводило к огромному росту времени на наладку.

Положение было улучшено за счет следующих мер:

- в едином блоке было вырезано четыре пресс-формы А1, А2, В1 и В2 (рис. 5.14);

- поток смолы направлялся в A1 и A2 для изделия A, в B1 и B2 для изделия B, что осуществлялось поворотом центральных каналов расхода смолы на 90°.

Это позволило производить переналадку под разные смолы примерно за 5 мин. Таким образом, данный метод позволил «одним выстрелом убить двух зайцев» — поднять производительность и резко сократить запасы.

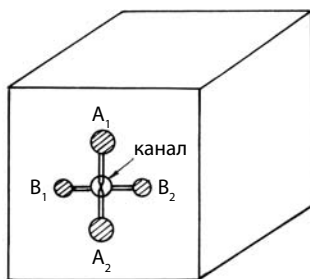


Рис. 5.14. Смена пресс-форм в «одно касание»

Проверка рулевых колес на вибрацию

На фирме Toyota используется специальное устройство для контроля штампованных рулевых колес. В центр данного устройства устанавливается приспособление, свое для каждой модели. Установка центрального приспособления требовала высокой точности.

Так как эта операция была слишком сложна для рабочих, занятых в основном контроле, наладкой приходилось заниматься сменному мастеру. Он производил многократную центровку и корректировку приспособления и лишь после этого передавал устройство контролерам. Кроме того, что такая работа требовала высокой квалификации, контролеры сидели без работы в течение всей процедуры центровки. Круг качества, которому поручили изучить эту проблему, выдвинул следующие предложения (рис. 5.15):

- изготовить контрольный верстак в форме короба;
- на четырех его гранях смонтировать специальные центровочные приспособления, убедившись, что вибрация на них полностью отсутствует;
- при контроле изделия для одной модели надо лишь повернуть контрольный верстак вверх нижней гранью и закрепить его фиксатором. При такой процедуре отпала потребность в центрировании каждого приспособления всякий раз при смене операции. Более того, операция наладки стала проще, быстрее и выполнялась самостоятельно рабочим-совместителем.

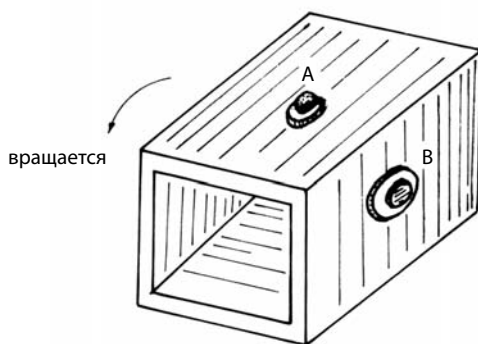


Рис. 5.15. Поворотное устройство для контроля вибрации

Зенковка валов сердечников электромоторов

В данной операции используется сверло для зенкования отверстия под стационарный винт на валу сердечника электромотора. Так как сердечники бывают восьми различных типоразмеров (длин), фиксаторы приходилось переставлять каждый раз при смене операции. Это вело к пробным прогонам и корректировке по следующей процедуре:

- фиксатор открепляется и переставляется;
- проводится пробный прогон. При отклонении нужна дополнительная корректировка;
- когда нужные размеры достигнуты, фиксатор затягивается и начинается операция.

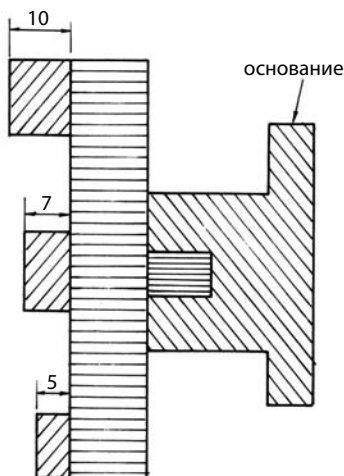


Рис. 5.16. Фиксатор поворотный

При внедрении улучшения (рис. 5.16) операция значительно упростилась:

- восемь фиксаторов разной высоты были смонтированы на одну плиту;
- при смене операции нужно повернуть плиту и установить фиксатор на нужную высоту. Затем плиту закрепляют.

При такой процедуре не нужны пробные прогоны и корректировки. При старом методе каждый раз получалось 3–4 бракованных изделия, а при новом — ни одного.

Смена резцов на автоматическом токарном станке

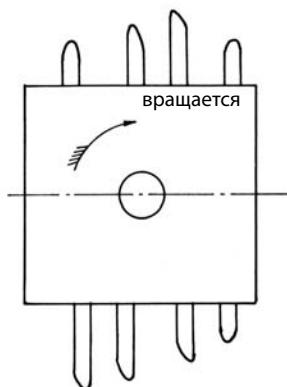
На фирме T-Industries при механообработке кулачковых валов надо было заменять четыре резца на автоматическом токарном станке при каждой переналадке. Раньше операцию производили следующим образом:

- снять четыре резца, использовавшиеся в предыдущей операции;
- установить четыре резца и откорректировать их при помощи шаблонов;
- провести пробную обработку, замеры, дополнительную корректировку;
- по достижении нужных размеров после повторных корректировок начать обработку.

Было произведено два важных улучшения в процессе наладки (рис. 5.17):

- изготовлена поворотная инструментальная стойка. Четыре резца устанавливалось спереди и четыре — сзади;
- наладка свелась к простому повороту стойки на 180° для установки нужного набора резцов в рабочее положение. После этого можно было сразу приступить к дальнейшим шагам операции.

(А) — для крупных заготовок



(В) — для мелких заготовок

Рис. 5.17. Поворотная инструментальная стойка

Смена фигурных шаблонов

При механической обработке валов на копировальном токарном станке на фирме H-Optics много неприятностей доставляла смена фигурных шаблонов. На это уходило много времени, так как требовалась высокая квалификация, точность и несколько корректировок. Все это приводило к образованию «узкого» места в производственном процессе.

При посещении предприятия выяснилось, что шаблон имеет форму шпинделя и обработка производится по его окружности. Было очевидно, что функция копирования более удачно производится с плоским шаблоном, чем с круглым. Установив шесть плоских шаблонов на одном валу, можно обеспечить нужные функции копирования, просто поворачивая вал. Такое улучшение позволило производить переналадку поворотом вала с шаблонами на $1/6$ окружности (рис. 5.18).

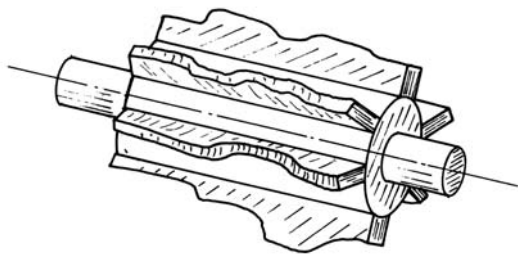


Рис. 5.18. Поворотные фигурные шаблоны

Так как раньше всегда использовались шаблоны в форме шпинделя, предполагалось, что для смены нужно демонтировать шаблоны. Ключом к данному улучшению стало осознание того, что для реализации этой функции нужно было использовать шаблон линейной формы. Усовершенствованный процесс позволил значительно сократить время и снизить требуемую для переналадки квалификацию рабочего.

Установка зазоров на шлифовальном станке

На предприятии H Iron Works изготавливаются валы различных форм и размеров. Так как допуск шлифуемой поверхности валов колеблется в зависимости от внешнего диаметра соответствующего вала, каждая переналадка должна включать следующие шаги:

- снять внешний шлифовальный круг;
- вынуть дистанционные шайбы;
- вставить тонкую дистанционную шайбу нужной ширины;
- снова установить шлифовальный круг.

Здесь было произведено несколько улучшений (рис. 5.19):

- в четырех точках по окружности каждой из двух кольцевых дистанционных шайб были сделаны канавки одинаковых размеров;
- для работы с крупными валами вершины канавок в двух шайбах совмещались, а между ними оставалось пустое пространство;
- для работы с малыми валами совмещали пики и впадины канавок шайб.

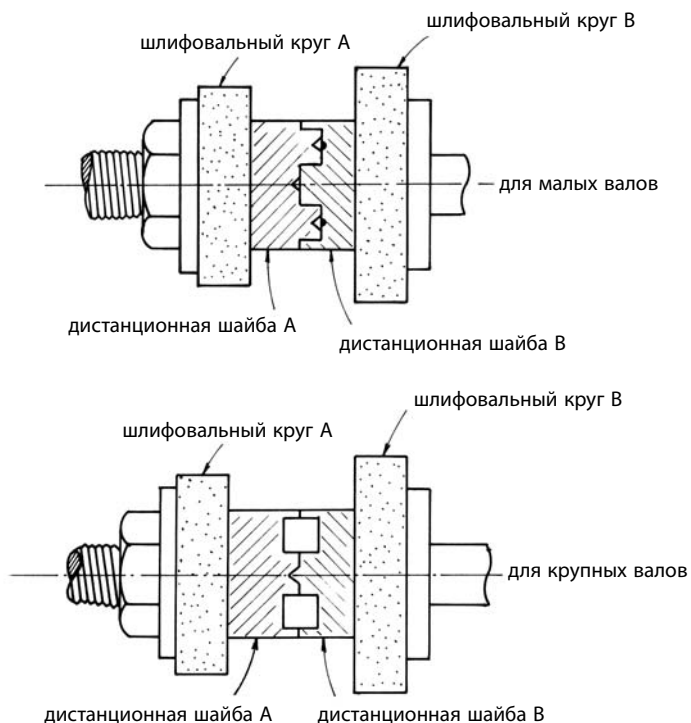


Рис. 5.19. Установка зазоров на шлифуемых поверхностях

Тем самым отпадала необходимость постоянно снимать шлифовальные круги и заменять дистанционные шайбы.

Замена штампов «в одно касание»

В данном примере наладка производилась на 500-тонном прессе на производстве стиральных машин M Electric Company. Фирма производила несколько типов машин, включая лево- и правостороннюю модели, серийные модели и модели класса «Люкс». Кроме того, имелось два варианта расположения ручки управления. Хотя все корпуса были одинаковы, из-за различных вариантов расположения отверстий и выемок требовалось восемь видов переналадок. В результате механических усовершенствований:

- на одном прессе были совмещены функции всех восьми типов пресс-форм;
- для опускания ползуна и пуансонов устанавливаются дистанционные вставки;
- дистанционная вставка приводится в действие электромотором.

Путем переключения выключателей на пульте управления оператор может производить мгновенные изменения, например, чтобы после двух стандартных моделей шла одна типа «люкс», а затем три левосторонних. Такой упрощенный способ переналадки позволил значительно сократить объем незавершенного производства и время переналадки.

Наладка на многошпиндельном сверлильном станке

На данной операции производилось сверление либо четырех, либо шести отверстий на одной из деталей автомобильного сцепления. Так как при переходе на другую деталь нужно было производить переналадку держателей инструмента, на это требовалось значительное время. Было добавлено еще два держателя, таким образом, стала возможна конфигурация как с четырьмя, так и с шестью держателями (рис. 5.20). Когда нужно было сверлить четыре отверстия, инструмент устанавливался в держатели соответствующей конфигурации, а остающиеся четыре держателя были пустыми. Когда же требовалось сверлить шесть отверстий, инструмент устанавливался в соответствующие шесть держателей, а два оставались пустыми. Таким образом, переход с одного режима на другой стал возможен за счет установки и снятия инструмента. В результате удалось уйти от корректировок при наладке, а процесс переналадки стал занимать около 2 мин.

Двухуровневый гибочный инструмент

На фирме K Industries выпускали шкафы для документов, письменные столы и другое офисное оборудование. При изготовлении корпуса шкафа требовалось производить гибку стенок в форме «Г» и «U». Ранее эти операции выполнялись отдельно на одном гибочном оборудовании. При этом Г-образные детали накапливались вокруг рабочего места и часто повреждались при перегрузке.

Операцию удалось улучшить за счет разработки двухуровневого гибочного инструмента. Первая операция гибки выполнялась на верхнем уровне, а вторая — на нижнем. Это позволило сделать процесс непрерывным, как на сборочном конвейере. Прекратилось накопление изделий у оборудования, а модель непрерывного потока можно было распространить на следующую технологическую операцию. Значительно сократился объем погрузо-разгрузочных работ, сокращено число человеко-часов, производительность выросла примерно на 20%.

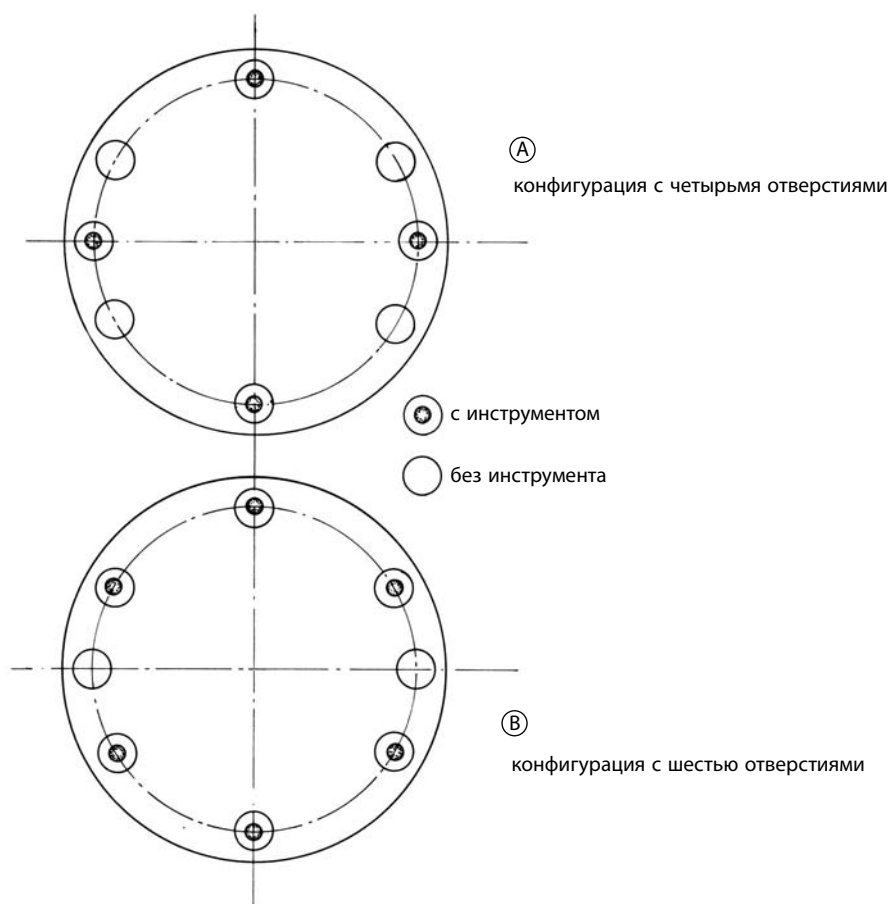


Рис. 5.20. Переналадка многошпиндельного сверлильного станка

Позиционирование корпусов стиральных машин

Автоматическая установка служит промежуточной операцией на сборке стиральных машин. В ходе этой операции производится установка ограничителей на паллету, куда должен устанавливаться корпус стиральной машины. В данном примере есть четыре разных модели и при каждой смене модели надо было менять ограничители.

Данная операция была усовершенствована за счет установки четырех ограничителей по углам паллеты, которые автоматически поворачивались до начала сборки (рис. 5.21). Ширина и глубина разных моделей различались, поэтому поворотные ограничители были изготовлены с учетом различий в размерах. Ограничители без труда поворачивались в нужное положение.

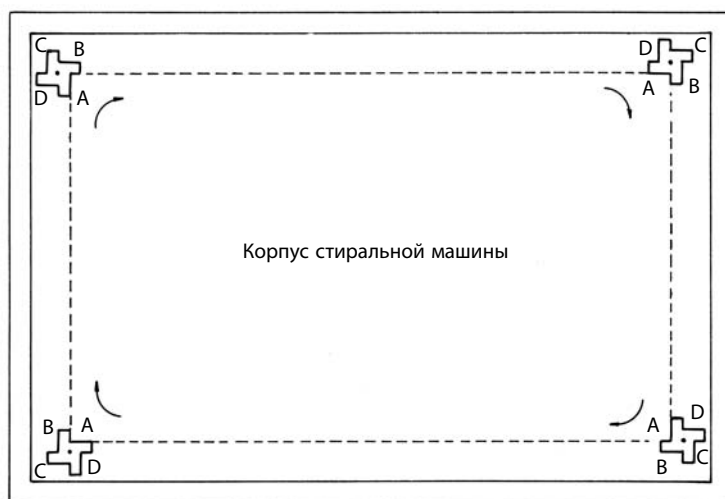


Рис. 5.21. Позиционирование корпусов стиральных машин

Данное изменение позволило крайне упростить переналадку и устранило участие человека. Удалось наладить выпуск малых партий, и несмотря на увеличение числа переналадок, проблем не возникло.

Перестановка конечных выключателей

В данном примере рассматривается операция, на которой конечный выключатель управляет финальной точкой процесса механической обработки валов. Так как изготавливалось пять различных типов валов, конечные выключатели приходилось перемещать в пять разных точек.

Каждый раз при смене положения приходилось выполнять ряд шагов. Сначала передвигался выключатель. Затем выполнялись пробные прогоны, чтобы удостовериться, что выключатель установлен в нужную точку. Если появлялось смещение, производилась корректировка. Далее положение перепроверялось. По такой системе приходилось производить четыре корректировки.

Операция была усовершенствована следующим образом (рис. 5.22):

- было установлено пять выключателей — по одному на каждой точке;
- был установлен электрический выключатель на цепь, питающую каждый из пяти конечных выключателей;
- для активизации, например, третьего конечного выключателя включался только третий электрический выключатель; ток на другие выключатели не поступал, они оставались отключенными. Подобным образом система работала и на остальных четырех конечных выключателях.

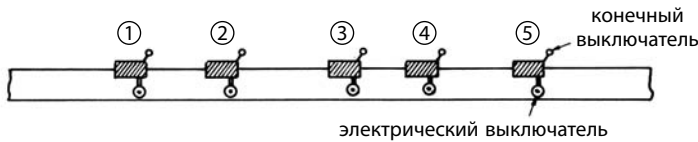


Рис. 5.22. Перестановка конечных выключателей

При такой организации стало возможно выполнять переналадку простым переключением. Здесь продемонстрировано удачное применение принципа «в одно касание». Данный метод позволяет производить замену конечных выключателей менее чем за одну секунду.

Мы привели большое число примеров по системе наименьшего общего кратного по двум причинам. Первая — с ее помощью очень просто проводить исключительно эффективные улучшения. Вторая — эти примеры могут применяться в различных ситуациях, если инженеры возьмутся модифицировать их в соответствии с условиями своего завода.

Нужно понять, что система наименьшего общего кратного основывается на двух основных принципах:

- производите уставки, а не корректировки;
- изменяйте только функции; оставьте механизмы, как они есть.

Несомненно, можно произвести много улучшений при исследовании ваших процессов в свете данной концепции. Я надеюсь, что при использовании этого подхода вам удастся реализовать многие существенные улучшения на вашем производстве.

Механизация

Только после того как будут предприняты все меры по улучшению уставок с использованием описанных выше методов, можно переходить к вопросам механизации. Следует помнить, что многие основные методы, которые мы рассмотрели, часто помогают сократить время переналадки с двух часов до трех минут. При помощи механизации время можно еще сократить на минуту или около того.

Не совершите ошибку: не начинайте с механизации. Объясню, почему: при механизации неэффективной операции переналадки будет достигнуто сокращение времени, но мало удастся сделать, чтобы исправить основные недостатки плохо организованного процесса. Гораздо эффективнее сначала упростить, и только потом механизировать процесс наладки, который уже упрощен.

Механизация перемещения пресс-штампов

Обычно мелкий инструмент (резцы, приспособления и т. д.), а также шаблоны не создают проблем. Механизация важна при перемещении крупных пресс-форм, кокилей, пресс-форм для пластического формования. Ниже описываются методы механизации таких операций.

Использование вилочных погрузчиков для центровки инструмента и установки на оборудование не сложно и широко практикуется. Оно требует проведения одновременных операций, а также некоторой изобретательности.

Опорные подушки. Данный метод удобен при транспортировке тяжелых штампов крупных прессов. Он еще более удобен, если две подушки двигаются параллельно. Надо, однако, учитывать довольно высокую стоимость соответствующего оборудования.

Рольганговый метод. Инструмент среднего размера можно устанавливать на прессы при помощи рольганга. Для транспортировки инструмента на пресс и от прессы можно использовать тележку с роликами под один комплект инструмента.

В другом варианте используются две тележки. Старый инструмент снимают с прессы, а новый, доставленный на другой тележке, устанавливают на него. В это время старый инструмент загружают на вторую тележку и увозят. Этот метод чаще применяется там, где используется не механизация, а ручной труд.

Циркуляционный метод. Там, где используется мелкий инструмент, рольганг иногда устанавливают с боков и позади прессы. Инструмент, запланированный на определенные операции, устанавливается в очередь на рольганге. Переналадка сводится к последовательному перемещению их справа налево, установке и снятию. Такой подход возможен, но его следует рекомендовать очень осторожно.

На некоторых предприятиях выполняют последовательные переналадки с помощью стеллажей элеваторного типа, установленных с обеих сторон прессы.

Поворотные держатели инструмента. Один из распространенных и удобных методов работы с инструментом среднего и мелкого размера — использование поворотных держателей с рольгангом. После того как снят старый инструмент, держатель поворачивается, чтобы можно было установить новый.

Метод резиновой подушки. Аппарат из резиновой подушки, вставляемый в трапециевидные канавки на прессе, может быть весьма полезен. Это устройство работает следующим образом.

- На верхней стороне подушки устанавливаются роликовые или игольчатые подшипники.
- К нижней половине приклеивается довольно жесткая уретановая резина.

- Когда устанавливается инструмент, эластичность резины позволяет головкам подшипников выдаваться за станину. Новый инструмент можно установить легким проталкиванием.
- Когда инструмент установлен и затянут болтами, резина сжимается, и подшипники уходят под поверхность станины.
- Снятие инструмента производится в обратном порядке.

Такой аппарат широко используется, так как его изготовление относительно недорого.

Метод воздушной подушки. Некоторые применяемые в промышленности устройства используют давление воздуха с тем же эффектом, с каким применяются описанные выше резиновые подушки. Этот метод обеспечивает также простой и недорогой способ транспортировки инструмента (рис. 5.23).

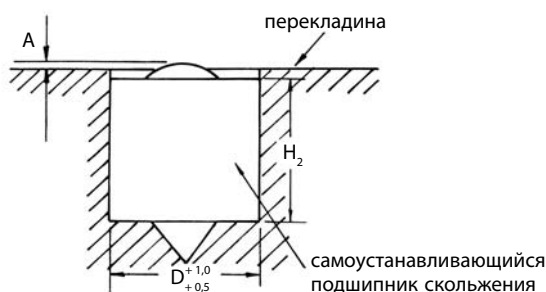


Рис. 5.23. Воздушная подушка

При использовании воздушной подушки применяется простой метод крепления.

- Как показано справа на рисунке, самоустанавливающиеся подшипники качения помещаются в отверстия, сделанные в балке пресса или подобного оборудования.
- При тщательном соблюдении глубины выемки расстояние A устанавливается на 2 мм ($+0/-0,5$), как показано слева.

Другой метод: в станину крупного пресса заглубляются шарики. Когда шарики проседают под тяжестью штампа, воздух, поддерживающий штамп, выпускается. Хотя такой метод позволяет рабочему относительно просто устанавливать крупные штампы, этот аппарат дороже, чем воздушная подушка.

Имеются также различные другие усовершенствования, связанные с механизацией перемещения инструмента. При выборе надо взвешивать преимущества и связанные с этим материальные затраты.

Механизация затяжки и ослабления крепления инструмента

Крепление и раскрепление инструмента можно производить при помощи дистанционного управления гидравликой или пневматикой. Такой метод очень удобен, но окупается только на относительно крупном оборудовании.

Автоматическая корректировка высоты инструмента

Имеются электрические устройства, автоматически регулирующие высоту установки инструмента. Но надо помнить, что приоритет должен отдаваться полному устранению всяческих корректировок путем стандартизации инструмента.

Использование энергии пресса

Разработано много методов установки штампа в прессы. Однако мне кажется странным, что энергия самого пресса редко используется для привода подачи инструмента. Мощности пресса более чем достаточно, и ее можно применять либо через механизмы «колесо — ось» и шестерни, либо через простое трех- или четырехкратное повторение вертикального возвратно-поступательного движения пуансона.

Как уже отмечалось, механизация может быть важна сама по себе, но для SMED это имеет второстепенное значение. Более того, хотя за счет механизации можно получить впечатляющие результаты, затраты также могут быть очень велики, и их приходится всегда тщательно соизмерять с получаемыми преимуществами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В гл. 5 завершается описание методов, которые можно использовать при внедрении SMED, причем акцент сделан на улучшение внутренних операций переналадки. Наиболее результативные методы предполагают внедрение параллельных операций, использование нескольких типов функциональных зажимов и устранение корректировок.

В гл. 3–5 раскрыты основные вопросы данной книги. Если кто-то собирается просто копировать систему SMED, то, вероятно, достаточно уяснить конкретные методы, описанные в этих главах. Методы сами по себе, безусловно, полезны, однако только в условиях, точно повторяющих описанные.

Более широкое и разнообразное применение и разработки в других отраслях и на другом оборудовании можно осуществить, если поняты следующие аспекты системы SMED: основные этапы, практические методы, конкретные приемы (рис. 5.24).

Как вы вскоре увидите, успех на многих производствах больше зависит от ответа на вопрос *почему*, чем *как*.

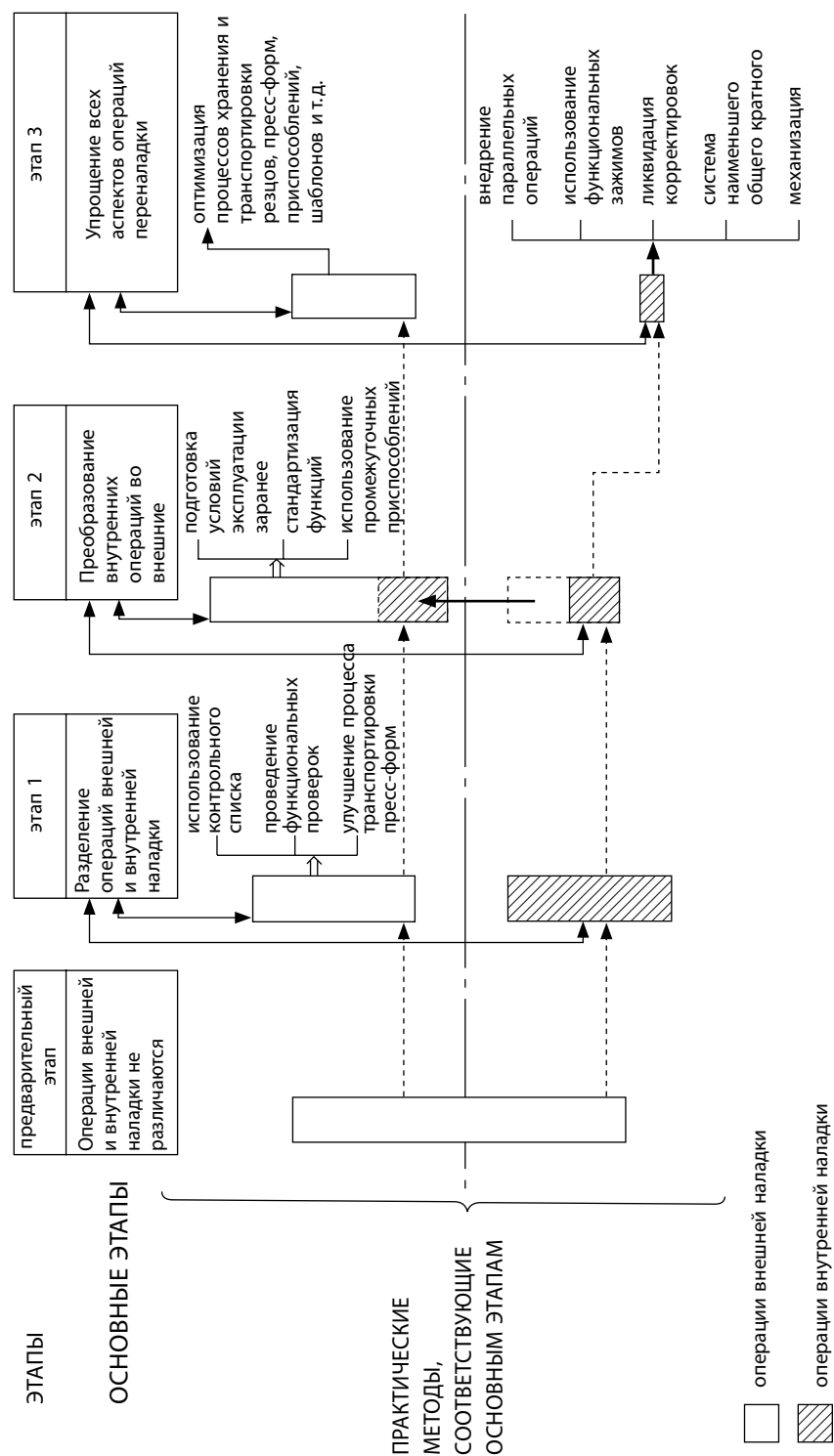


Рис. 5.24. Быстрая переналадка (SMED): основные этапы и практические методы

6 ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕНИЯ SMED

Система SMED может применяться на различных типах оборудования. Ниже приводятся примеры с прессами для металла и машинами пластической формовки.

ПРЕССЫ ДЛЯ МЕТАЛЛА

Одноходовые прессы

На одноходовых прессах надо улучшать следующие операции в целях сокращения времени переналадки:

- корректировка высоты смыкания штампов;
- центровка штампов;
- установка инструмента;
- перемещение штампов внутри пресса;
- транспортировка штампов со склада к прессу.

Корректировка высоты смыкания штампов

Корректировка высоты штампов — один из наиболее важных и трудных аспектов наладки пресса. Прошивка — крайне ответственная операция, и при гибке и штамповке, если высота штампа не соответствует чертежу и это приводит к сокращению хода пуансона, страдает качество изделий. Если же ход слишком велик, заготовка просто разрушится. По этой причине сначала используют укороченный ход. Далее выходят на нужные размеры путем ряда небольших корректировок. Это утомительная операция, требующая значительной квалификации.

Причина, по которой нужна корректировка высоты штампа, заключается в первую очередь в том, что высота штампов различна. Другими словами, проблему корректировки высоты смыкания можно решить за счет стандартизации высот штампов, которые должны унифицироваться в соответствии с

мощностью конкретного пресса. Обычно высота штампов унифицируется либо путем добавления прокладок или блоков соответствующей толщины к штампам меньшей высоты, чтобы они сравнялись с более высокими, либо путем снятия материала со слишком высоких участков, где надо.

На практике один и тот же штамп можно использовать как на 100-тонном прессе, так и на 60-тонном. Желательно, чтобы на обоих прессах высоты штампов были одинаковы, но это необязательно. Достаточно использовать прокладки в ходе операций внешней наладки.

Если высоты штампов унифицированы, то после установления высоты смыкания не потребуется последующая корректировка. Устраняются скучные и утомительные операции, а время переналадки значительно сокращается.

Однако, как отмечалось выше, установка высоты смыкания требует большой точности. Следовательно, надо так же точно выполнять соответствующую выверку штампов. В противном случае корректировка высоты смыкания будет неизбежна, несмотря на все усилия, направленные на унификацию высоты штампов.

Часто возникает вопрос о дошлифовке штампов. Надо вставлять прокладки и корректировать высоту штампов. Один из способов решения проблемы — замена блока на более толстый как раз на ту величину, которая сошлифована. Блоки, используемые при таком способе корректировки, обычно крепятся к нижней поверхности нижней половины штампа. В некоторых случаях они могут крепиться к верху верхней половины штампа (рис. 6.1 и фото 6.1).

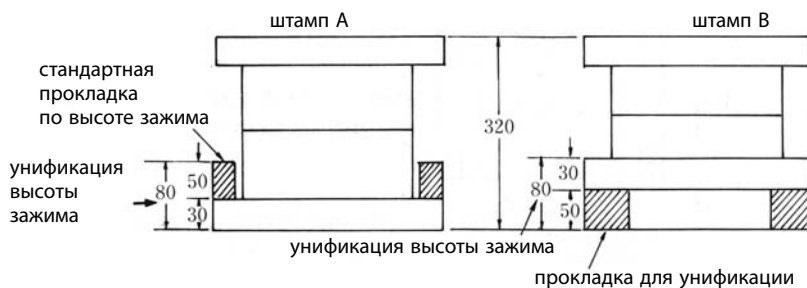


Рис. 6.1. Стандартизация высоты зажима

Данный подход можно рассматривать как одно из применений принципа унификации внешней функции, как описано в гл. 4.

Центровка штампов

При наладке пресса штамп должен устанавливаться в центре опорной плиты. Особенно на небольших прессах отверстие под хвостовик в центре ползуна должно совпадать с хвостовиком штампа и крепиться на болтах. Данный метод требует точной центровки штампа. Раньше ползун медлен-

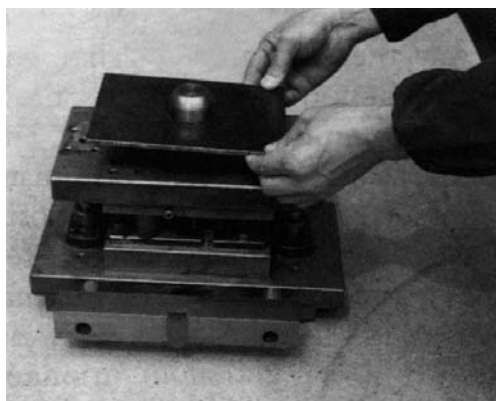


Фото 6.1. Стандартизация высоты зажима

но подавали вниз, на глазок центровали с хвостовиком штампа и соединяли. Так как штамп может быть разбит в случае неверной центровки, процедура центровки производилась крайне осторожно. Вся эта операция была сложной и занимала много времени.

Эту операцию можно усовершенствовать, как показано на рис. 6.2. Центровочное приспособление крепится на прессе на расстоянии 200 мм от центра нижней плиты. На обеих сторонах по центру данного приспособления делаются V-образные выступы. Если расстояние от центра хвостовика до дальней кромки штампа, например, 140 мм, то приспособление шириной 60 мм приваривается точечной сваркой к другой стороне штампа. (Если бы расстояние от центра было 160 мм, то приспособление имело бы ширину 40 мм.) Далее по центрам правого и левого торцов приспособления делаются V-образные канавки.

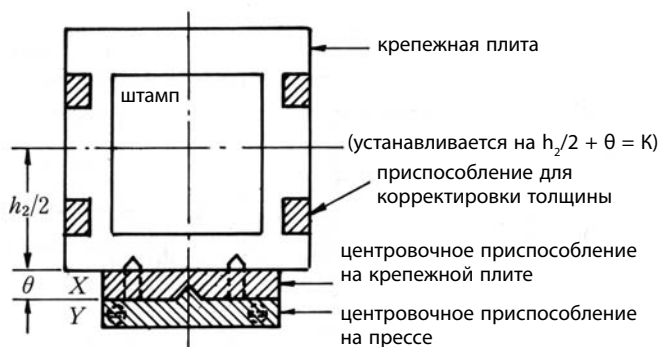


Рис. 6.2. Верхнее и нижнее центровочное приспособление

В процессе наладки центровка по осям вперед назад и справа налево происходит автоматически, когда верхнее приспособление приходит в соприкосновение с центровочным. Таким образом, хвостовик легко заходит в отверстие, даже если штамп опускается с нормальной скоростью. Исключаются медленная подача ползуна вниз и ручная центровка. Нанесение метки на верх хвостовика также может быть полезно.

При использовании данного метода установка штампа в среднее положение становится очень простой операцией, а время переналадки можно значительно сократить. Это еще одно усовершенствование, основанное на унификации внешней функции, как это описывалось в гл. 4.

Установка штампа

Сначала устанавливаются координаты точек зажима на верхней и нижней половинах штампа. Затем толщина точек зажима всех штампов устанавливается равной самой большой толщине. При этом нужно учитывать те случаи, когда блоки или прокладки присоединялись для унификации высоты штампов (см. рис. 6.1).

Таким образом, высоты надо унифицировать до унификации точек зажима. Если точки зажима унифицированы сначала, то потребуются дальнейшая корректировка при унификации высот штампов. Так как такая дополнительная работа не требуется, важно соблюдать нужную последовательность операций унификации. Более того, блоки, используемые для унификации точек зажима, надо сделать таким образом, чтобы они могли устанавливаться изнутри крепежной пластины (см. рис. 6.1, 6.2).

Когда крепежная поверхность располагается слишком высоко из-за большой разницы высот штампов, корректировочная прокладка штампа не должна состоять из одного блока. Лучше, если на крепежной пластине будет установлено несколько блоков. Далее штамп крепится с использованием плиты, на которой смонтированы блоки. В данном методе точка зажима не должна подниматься очень высоко, а установочные болты — быть слишком длинными (рис. 6.3).

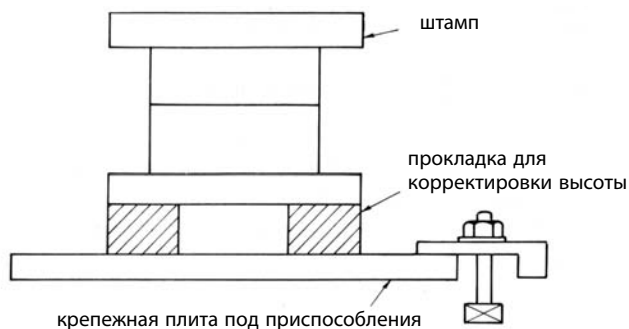


Рис. 6.3. Блоки и крепежная плита при корректировке высоты штампа

В любом случае, когда толщины точек зажима унифицированы, унифицированные установочные болты, зажимы, коррекционные блоки можно привязать к конкретным условиям эксплуатации. Это делает всю операцию крепления чрезвычайно простой. Кроме того, унификация:

- значительно сокращает время наладки;
- упрощает организационные вопросы;
- устраняет поиск соответствующих болтов и блоков;
- устраняет корректировку блоков под нужную высоту;
- устраняет регулировку высоты зажимов болтами.

Данный метод может рассматриваться как прикладной для функции унификации, описанной в гл. 4.

Перемещение штампов внутри пресса

Мелкие штампы можно устанавливать и снимать вручную, но для более тяжелых надо использовать воздушные подушки или ролики. Использование выдвижных несущих плит можно рассматривать для более крупных штампов. Дополнительную информацию можно найти в гл. 5.

Для работы с крупными штампами можно использовать два виловых погрузчика. Один погрузчик вынимает старый штамп, а другой немедленно устанавливает новый штамп в пресс. Этот чрезвычайно эффективный метод позволяет сэкономить время по сравнению с работой одного погрузчика, который снимает старый штамп и подает новый.

Транспортировка штампов со склада к прессу

Операции, в ходе которых старые штампы отвозят на склад, а новые подвозят к прессу, должны выполняться как внешние операции наладки. Как отмечалось выше, включение транспортировки во внутренние операции наладки неизбежно увеличивает число соединений и разъединений штампов с краном.

Прессы со штампами последовательного действия

Рассмотрим несколько примеров прессов со штампами последовательного действия. Усовершенствования процессов переналадки в основном такие же, как и на одноходовых прессах. Но некоторые аспекты заслуживают отдельного рассмотрения.

Корректировка высоты смыкания

Как и на одноходовых прессах, надо уделять внимание унификации высоты штампов и устранению корректировок высоты смыкания. На прессах непрерывной штамповки линия, по которой проходит материал, должна

оставаться постоянной. Поэтому пластины, используемые для унификации высоты штампов, надо присоединять только к верхней половине штампа, чтобы эта линия прохождения не колебалась.

Выверка положения штампа

Выверка положения производится примерно так же, как на одноходовых прессах.

Крепление штампов

Такое же, как на одноходовых прессах.

Установка величины подачи

При работе со штампами непрерывного действия надо устанавливать величину подачи материала в зависимости от размеров отдельных штампов. Мы рассмотрим два метода — кривошипной и пневматической подачи.

Метод кривошипной подачи. Обычно величина подачи должна равняться расстоянию, на которое смещен кривошип, напрямую соединенный с поршнем пресса. Для этой операции рабочий должен подняться наверх и поворотом ручки отрегулировать смещение пластины кривошипа. После регулировки производится прогон материала и замер. В зависимости от результата может понадобиться снова подняться наверх и выполнять регулировку заново. Корректировка и измерения часто производятся три-четыре раза. Лучше, если операция выполняется одновременно двумя рабочими.

Как показано на рис.6.4, смещение можно производить при помощи индивидуальных шаблонов под каждое изделие. Далее можно изготовить

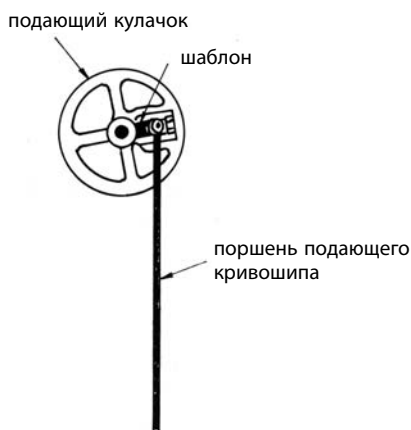
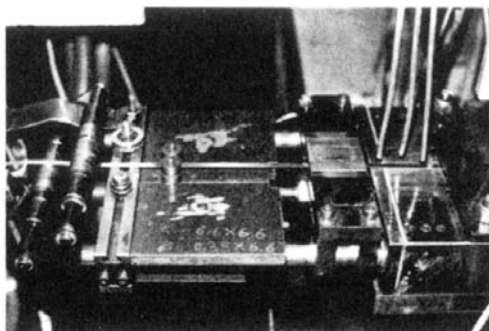


Рис. 6.4. Установка величины подачи материала (кривошипный метод)

соответствующую базовую плоскость на рамке, перемещающей ручку. На этой плоскости устанавливается седловидный шаблон. Когда к нему присоединена ручка, регулировка производится одним движением. (В данном подходе применяются некоторые методы устранения корректировок, описанные в гл. 5.)

Метод пневматической подачи. На фото 6.2 показан еще один метод подачи материала: задний ограничитель подается вперед, а затем отводится назад. Захват С забирает материал и движется возвратно-поступательно между передним ограничителем F и задним ограничителем В. Величина подачи материала определяется величиной хода захвата. Следовательно, величина подачи материала измеряется подачей вперед заднего ограничителя. Положение заднего ограничителя должно постоянно регулироваться.



задний ограничитель В захват С передний ограничитель F

Фото 6.2. Установка величины подачи материала (метод пластины-шаблона)

Операционный отдел фирмы M Electric усовершенствовал эту операцию следующим образом.

- Задний ограничитель был полностью раскрыт и зафиксирован в крайнем заднем положении.
- Была изготовлена пластина-шаблон, ширина которой достаточна для компенсации величины подачи. Когда пластина-шаблон установлена между передним ограничителем F и задним ограничителем В, движение захвата назад ограничено, в результате получается нужная величина хода. Тем самым регулируется величина подачи, она фиксируется для каждой операции.

Было изготовлено 14 пластин-шаблонов данного типа. Установка величины подачи свелась к простой операции, доступной любому рабочему (фото 6.3).



Фото 6.3. Пластины-шаблоны для установки величины подачи материала

Наладка заправки материала при подаче на штампы

На предварительном этапе наладки штампов непрерывной штамповки кромку материала заправляют в штамп. После завершения штамповки одного изделия материал заправляют в следующий штамп. Эта операция не только трудна, но и опасна, так как руки оператора попадают в рабочую зону прессы. Она также занимает много времени.

При решении этих проблем эффективны следующие меры.

- В конце штамповки одного изделия частично готовые изделия отрезают и сохраняют.
- Когда в следующий раз начинается производство такого же изделия, заднюю часть частично готового изделия соединяют с передней кромкой новой партии материала, и тогда ручная заправка при каждой наладке становится излишней.

Такой подход дает значительную экономию времени и повышает безопасность рабочих.

Перемещение и транспортировка штампов

Подходы здесь точно такие же, как при работе с одноходовыми прессами.

В 1971 г., на ранних стадиях разработки концепции SMED, система была опробована на 150-тонном прессе непрерывной штамповки на фирме K Electric, на заводе, работающем с M Electric. При посещении завода я беседовал с президентом фирмы г-ном Суекане. Я подробно посвятил его в свои планы. Уезжая, я порекомендовал ему начать работать над этой проблемой и обещал приехать через месяц.

При следующем визите мне сказали, что проблемы удалось решить и испытания должны вскоре пройти. И действительно, как мне сказал г-н

Суекане, там, где переналадка ранее занимала 90 мин, сейчас первое изделие выходило уже за 8 мин 26 с. Я пожал ему руку, поздравил и сказал, что хотел бы еще раз обсудить испытания. Для этого я попросил всех заинтересованных сотрудников собраться в зале на втором этаже. Когда мы обсудили дополнительные улучшения и я уже выходил из зала, ко мне подошел один из мастеров и, склонив голову, попросил прощения.

— За что? — спросил я его удивленно.

— Президент рассказал мне про систему SMED в прошлом месяце. Сейчас переналадка 150-тонного прессы непрерывной штамповки занимает менее 9 минут. До начала работы я еще поверил бы, что вы можете сократить время переналадки до одного часа, но когда президент сказал мне, что время должно быть менее 9 минут, я попросил его, чтобы он меня не смешил. Я уже 40 лет работаю на этих прессах и работаю хорошо. А тут мне говорят, что то, что мы делали за 1,5 часа, можно сделать за 9 минут. Ну, в общем, я сказал, что если это удастся сделать, то они могут меня уволить.

— Понятно, — ответил я.

— Еще президент сказал мне, что нужно все подготовить, так как вы должны были приехать через месяц и...

— Что и...?

— Я передал начальнику участка смысл моего разговора с президентом. Он потом время от времени спрашивал меня, что нужно сделать, потому что президент спрашивал его о том, что сделано. Я все время говорил, что занят и просил отложить этот вопрос. Я ничего не сделал, а потом и вообще забыл про это. Неделию назад президент был в цехе и спросил меня, как идет переналадка, потому что вы уже должны скоро приехать. Когда я сказал ему, что еще ничего не сделано, он сказал, что это ужасно. Он сам возглавил это дело, и работа по проекту началась. Времени, конечно, не хватало, и мне пришлось вчера всю ночь работать, чтобы успеть. У нас даже не осталось времени на пробный прогон, так что сегодняшний прогон был совершенно не подготовлен... Никогда бы не подумал, что это возможно, но мы действительно произвели переналадку менее чем за 9 минут. Я был поражен, так как верил, что она должна занимать 1,5 часа. По крайней мере так было всегда. Когда вы выступали, я сидел и думал, что все получилось. Когда вы закончили выступление и все стали расходиться, президент подошел ко мне и сказал: “Ну что ж, вы сделали это менее чем за 9 минут, так что же, увольнять вас?” Я стал умолять его не увольнять меня, тогда он попросил подойти к вам и извиниться. Вот почему я вам это рассказываю — этими словами мастер закончил свою длинную историю.

— Понятно — сказал я, — но вы не виноваты, что так думали. Никто бы не поверил, что работа, которую всегда делали 1,5 часа, можно сделать менее чем за 9 минут. Вы фактически сделали это за 8 минут и 26 секунд. Сейчас ваша задача — снизить время переналадки на всех штампах до менее чем десяти минут.

Этим призывом наш разговор закончился, и я уехал. За весьма короткое время благодаря усилиям этого мастера система SMED стала реальностью по всей фирме M Electric.

Многие очень скептически относятся к тому, что переналадку, которая всегда занимала более часа, можно выполнить менее чем за десять минут. Фактически самое большое сопротивление оказывают те, у кого есть большой практический опыт. И все же SMED всегда можно внедрить, если правильно применять основные принципы и методы.

Короче говоря, важно верить в неизбежный успех SMED и неуклонно внедрять процедуры, которые обеспечат ее работу.

Многопозиционные прессы

Переналадка на многопозиционных прессах осуществляется точно так же, как на одноходовых по следующим моментам:

- корректировка высоты смыкания;
- центровка штампов;
- крепление штампов;
- установка штампов в пресс;
- транспортировка штампов между складом и прессами.

Проблема заключается в том, как быть при переналадке с подающей штангой. Функции подающей штанги можно разбить на две категории:

- тело штанги (например, перемещение изделий и возврат в исходное положение);
- пальцы (функции, аналогичные человеческим пальцам: захват, удержание, отпускание предметов).

При смене изделий возникают проблемы захвата различных форм и изменения длины штанги при изменении длины изделий. Оба эти вопроса относятся к функции пальцев.

Таким образом, хотя подающие штанги и пальцы специализированы и меняются в комплекте, почему бы не менять только пальцы?

На фирме O Industries пальцы выполнены так, что при переходе на другое изделие их основания не меняются, а меняются только насадки. Для двух видов изделий используются Г-образные пальцы. Так как сама штанга довольно крупная, дорогая и к ней предъявляются высокие требования по точности, наилучшим решением посчитали заменять только пальцы.

Другая проблема — снятие штампов, которые чаще всего приходится вытаскивать боком, иначе мешают подающие штанги. Примером чрезвычайно простого решения проблемы может быть разделение штампов на три части — правую, левую и центральную, причем приподнимается на стропах только центральная часть.

МАШИНЫ ФОРМОВКИ ПЛАСТМАСС

Машины формовки пластмасс отличаются от прессов для металла только способом крепления пресс-форм. На машинах формовки пластмасс пресс-формы соединяются горизонтально, а на прессах для металла штампы соединяются вертикально.

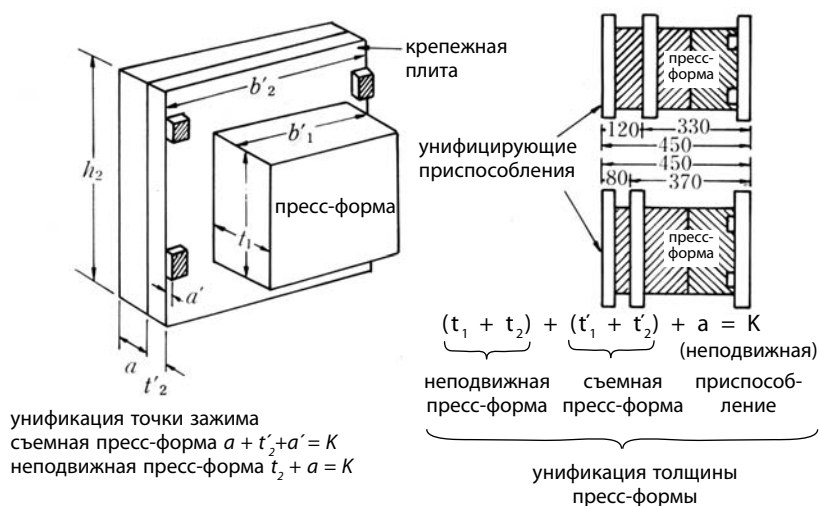
Следовательно, способы работы с пресс-формами весьма схожи.

Установка пресс-форм

В этом разделе мы рассмотрим стандартизацию высоты пресс-форм, их центровку и унификацию толщины точек зажима.

Унификация высоты пресс-форм

На многих пресс-формах машин пластической деформации используется метод тумблера. Когда высоты штампов колеблются, изменение параметров этим способом крайне неудобно, требует много времени и труда. Унификация высоты пресс-форм позволяет отказаться от использования механизма тумблерного переключения (рис. 6.5). Для этой цели к задней поверхности пресс-форм прикрепляют пластины. Так как это требует изменения размеров вставных шпилек, надо подумать о соответствующих сцепных устройствах с целью их удлинения.



Центровка пресс-форм

При центровке пресс-форм верхнее центровочное приспособление прикрепляется на соответствующее место под отверстием, используемым в качестве центровочного кольца на машине (рис. 6.6 и фото 6.4).

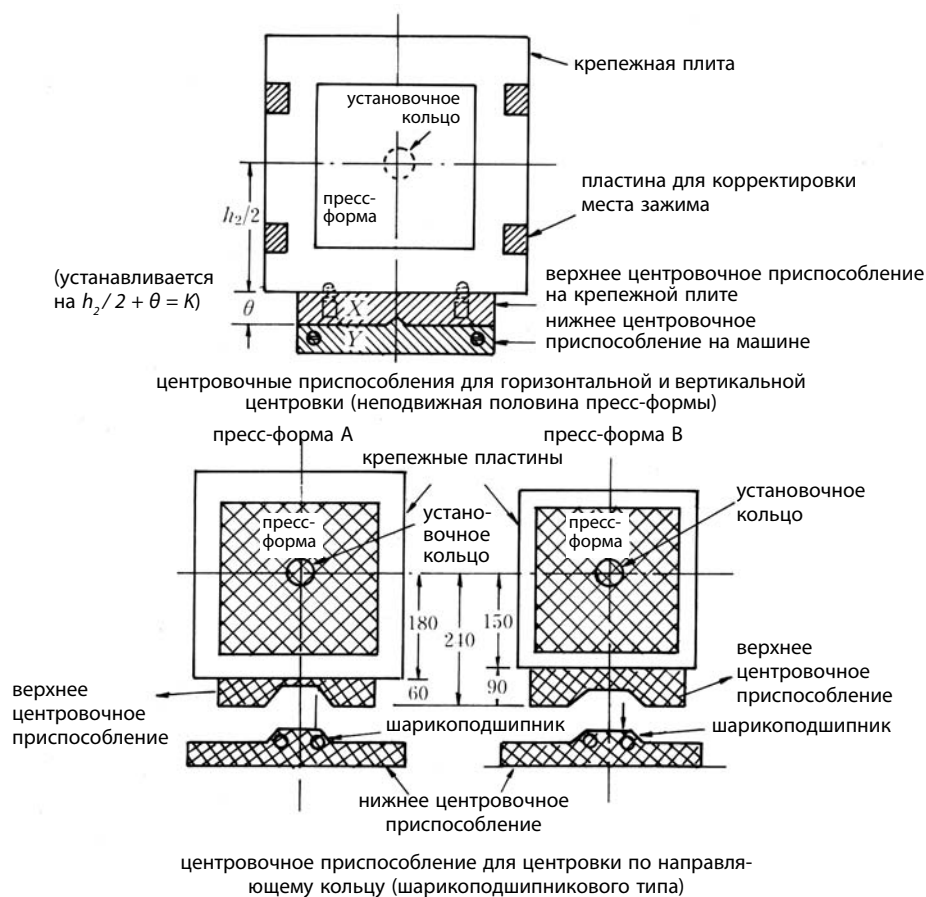


Рис. 6.6. Центровочное приспособление

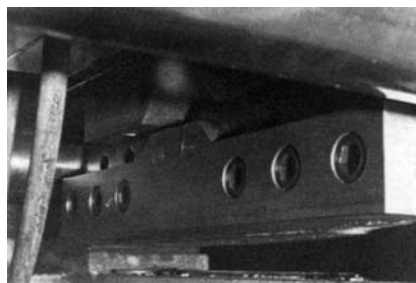


Фото 6.4. Центровочное приспособление

Верхнее центровочное приспособление соответствующих размеров прикрепляется к нижней части пресс-формы. При совмещении выступа на нижнем центровочном приспособлении с верхним центровочным приспособлением установочное кольцо на пресс-форме может свободно прийти в зацепление с установочным кольцом на машине. На центровочном приспособлении для этого обычно имеется наклонный участок.

Так как такие установочные кольца обычно выпуклые, нижнее центровочное приспособление должно быть достаточно велико, чтобы выдерживать нагрузку опускающейся пресс-формы.

На фирме D Industries центровочные приспособления использовали для совмещения кончика форсунки с инжекторными отверстиями, таким образом, они совершенно отказались от установочных колец. Это вполне разумно.

Хотя центровочные приспособления обычно прикрепляют только к неподвижным пресс-формам, более эффективно прикреплять их также к движущимся пресс-формам. Так они будут нести большую часть нагрузки на пресс-формы.

Унификация толщины точек зажима

Точки зажима пресс-форм надо унифицировать, как это сделано для штампов для металла. В случае с пресс-формами метод непосредственного крепления, когда крепеж пропускается через отверстия, используется очень часто. Так как этот метод требует много времени, нужно рассмотреть возможность использования различных способов зажима (рис. 6.7 и фото 6.5).

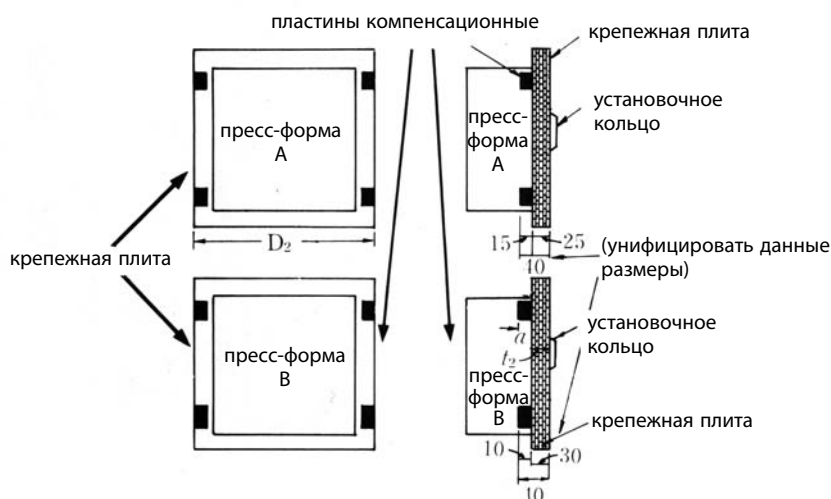


Рис. 6.7. Стандартизация толщины точек зажима

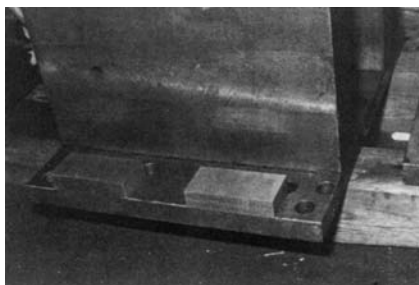


Фото 6.5. Унификация толщины точек зажима

При зажиме вес пресс-формы обычно поддерживается трением, возникающим от давления зажима. Когда же имеется центровочное приспособление, оно несет большую часть нагрузки, а зажим лишь удерживает пресс-форму от соскальзывания. При таком способе центровочное приспособление может значительно облегчить процедуру зажима (рис. 6.8 и фото 6.6).

Каждый из вышеописанных примеров отражает функцию унификации, как это описано в гл. 4.

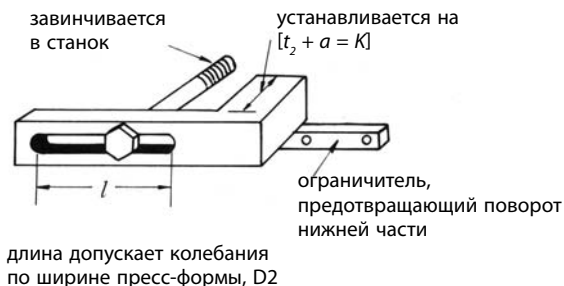


Рис. 6.8. Крепление пресс-форм методом зажима

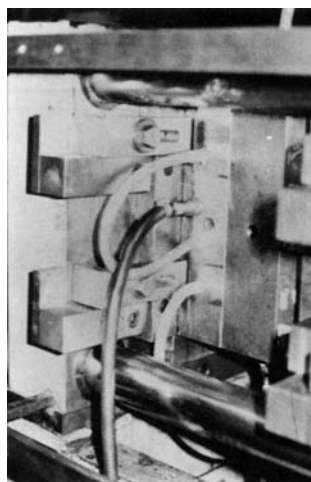


Фото 6.6. Крепление пресс-форм методом зажима

Смена смол

В этом разделе мы рассмотрим деятельность по смене смол, бункеров, чистке форсунок.

Смена смол

При переходе со смолы А на смолу В объем смолы А в бункере непосредственно перед завершением первой операции должен быть пропорционален числу неготовых изделий. Все излишки удаляют. Затем вводится смола В. Тем самым обеспечивается, что после замены большую часть будет составлять смола В. Упрощается переналадка и теряется минимальное количество смолы А (рис. 6.9). Дневной график составляется таким образом, что переходы осуществляются от более светлых к более темным смолам. При смене смол последовательность может быть: прозрачная, белая, желтая, красная, черная. Такой несложный подход позволяет минимизировать воздействие загрязнения.

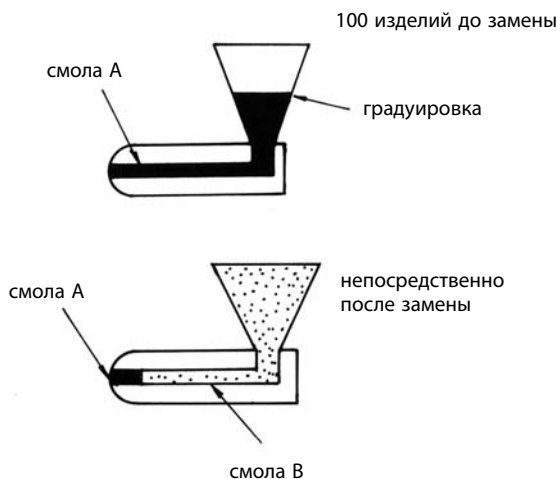


Рис. 6.9. Смена смол

Замена бункеров

Чистка внутренности бункеров от смол или красителей — очень трудоемкий процесс. Это особенно относится к большим бункерам с подключенными сушилками. Эффективное решение — разработка прокладки бункера. Таким образом, вместо того чтобы чистить бункер, просто меняют прокладку.

Более предпочтительна, однако, «плавающая сушилка», которую я разработал для одной фирмы. При подвешивании изделия и сушке его в струе

горячего воздуха удастся произвести сушку за пять минут, хотя раньше для этого требовался час на нагрев и сушку.

Так как за один цикл нужно высушивать только одну порцию смолы, в бункере нужно держать количество, достаточное на пять или десять порций. Если производится регулярное восполнение запаса из большой емкости, то достаточно и небольшого бункера, что облегчает его чистку. Операция еще более облегчается, если удастся заменить старый бункер на новый.

На фирме S Pen чистка бункеров и смена операций происходят очень просто. Изготовлен дублирующий бункер, и их замена производится простым поворотом. Таким образом, бункеры можно специализировать по смолам и красителям. Операции загрузки упрощаются, так как емкость бункеров при размерах 100 × 200 мм невелика.

Чистка форсунок

Чистка форсунок — одно из самых неприятных занятий при смене смол. Смола налипает на внутреннюю поверхность стенок форсунки и на винтовые поверхности, тем самым происходят смешивание старой и новой партий и нарушение цвета. Обычно старая смола смывается потоком новой, но если это длится слишком долго, нужно подумать об использовании чистящего средства. Проблемы ускорения переналадки требуют более глубокого изучения.

Переключение линий охлаждающей жидкости

Линии охлаждающей жидкости надо оснастить клапанами, открывающимися и закрывающимися одним движением. Кроме того, один фитинг коллекторного типа с несколькими каналами надо соединить с линией охлаждающей жидкости от машины. Другой надо подключить к линии от пресс-формы. Когда эти два фитинга соединены вместе, все линии охлаждающей жидкости оказываются связанными, что очень удобно. Это еще один пример промежуточного устройства, описанного в гл. 4.

Подогрев пресс-форм

Если нужен подогрев пресс-форм, очень эффективным методом будет использование парогенератора с пропусканием горячей воды через каналы системы охлаждения. Другой распространенный метод заключается в использовании электрических нагревателей.

В случае, подобном подогреву пресс-форм, значительное время уходит на операцию внутренней наладки, когда надо произвести 40 электрических подключений к горячей пресс-форме после ее установки на машину. Можно значительно сократить это время, если изготовить соединительное

приспособление, подключаемое заранее к следующей пресс-форме. Это еще один пример использования промежуточного приспособления.

Переналадку машин пластической формовки можно рассматривать как переналадку прессов для металла; более подробную информацию можно найти в соответствующем разделе.

Приведенные выше примеры можно использовать и для другого оборудования — токарных и фрезерных станков, ковочных машин, литейных установок, окрасочного, деревообрабатывающего оборудования и т. д. Я совершенно убежден на основании своего опыта, что SMED можно осуществить во всех случаях, применяя ее принципы и соответствующие практические методы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучая реальные примеры применения системы SMED на производстве, можно глубже понять ее концепцию и принципы. Такое понимание будет полезно при практической работе.

7 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ SMED

В данной главе мы рассмотрим достигаемую экономию времени и другие результаты применения системы SMED.

ЭКОНОМИЯ ВРЕМЕНИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ SMED

В табл. 7.1 показано какая экономия времени была получена на предприятиях к 1975 г., когда система SMED только начинала завоевывать свои позиции. За следующие десять лет экономия выросла; в среднем процесс переналадки занимает теперь 1/40 времени, которое тратилось до внедрения SMED.

ДРУГИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ SMED

Производство без запасов

При выпуске разнообразных изделий малыми партиями запасы исчезают. Но все же эффект высокой диверсификации, с одной стороны, и малых партий — с другой неизбежно выражается в значительном увеличении числа требуемых операций переналадки. Сокращение времени переналадки при помощи SMED с двух часов до трех минут значительно меняет ситуацию. Система SMED показывает единственный путь к высокой диверсификации, к производству малыми партиями и минимальному уровню запасов.

Более того, когда принимается производственная система, минимизирующая запасы, можно ожидать «побочных эффектов».

- Увеличивается скорость оборота капитала.
- Сокращение запасов ведет к более эффективному использованию производственных площадей. (Менеджер завода Citroën говорил, что

после внедрении SMED срок хранения запасов удалось сократить с 22 дней до 8 дней. Поэтому появилась возможность отказаться от строительства нового здания.)

- Растет производительность при сокращении погрузо-разгрузочных операций на складах. (Производство на вышеупомянутом заводе Citroën выросло на 20%.)
- Исчезают неиспользованные запасы, остающиеся после смены модели и ошибок в оценке спроса.
- Меньше деталей портится при хранении.
- Способность смешивать производство различных видов изделий ведет к дальнейшему сокращению запасов.

Таблица 7.1. Сокращение времени на переналадку при использовании системы SMED

№ п/п	Компания	Мощность, т	До усовершенствования	После усовершенствования	1/п
Прессы (одноходовые штампы)					
1	K Auto	500 т	1 ч 30 мин	4 мин 51 с	1/19
2	S Auto	300 т	1 ч 40 мин	7 мин 36 с	1/13
3	D Auto	150 т	1 ч 30 мин	8 мин 24 с	1/11
4	M Electric	"	2 ч 10 мин	7 мин 25 с	1/18
5	S Electric	"	1 ч 20 мин	5 мин 45 с	1/14
6	M Industries	"	1 ч 30 мин	6 мин 36 с	1/14
7	A Auto Body	"	1 ч 40 мин	7 мин 46 с	1/13
8	K Industries	100 т	1 ч 30 мин	3 мин 20 с	1/27
9	S Metals	"	40 мин	2 мин 26 с	1/16
10	A Steel	"	30 мин	2 мин 41 с	1/11
11	K Press	"	40 мин	5 мин 48 с	1/14
12	M Metals	"	1 ч 10 мин	4 мин 30 с	1/16
13	K Metals	"	1 ч 30 мин	4 мин 33 с	1/15
14	T Manufacturing (dies for springs)	80 т	4 ч 0 мин	4 мин 18 с	1/56
15	M Ironworks	"	50 мин	3 мин 16 с	1/15
16	H Engineering	50 т	40 мин	2 мин 40 с	1/15
17	M Electric	"	40 мин	1 мин 30 с	1/27
18	M Electric	"	50 мин	2 мин 45 с	1/18
19	H Press	30 т	50 мин	48 с	1/63
20	K Metals	"	40 мин	2 мин 40 с	1/15
21	Y Industries	"	30 мин	2 мин 27 с	1/12
22	I Metals (multiple dies)	"	50 мин	4 мин 48 с	1/18
23	S Industries (progressives dies)	150 т	1 ч 40 мин	4 мин 36 с	1/22
24	K Metals	100 т	1 ч 50 мин.	6 мин 36 с	1/17
25	M Electric	100 т	1 ч 30 мин	6 мин 28 с	1/14
				Среднее значение	1/18

Продолжение табл. 7.1.

Машины формовки пластмасс					
26	M Manufacturing	140 унций	6 ч 40 мин	7 мин 36 с	1/53
27	TM Manufacturing	100 унций	2 ч 30 мин	8 мин 14 с	1/18
28	Y Manufacturing	"	1 ч 50 мин	4 мин 36 с	1/24
29	N Rubber	"	2 ч 30 мин	6 мин 28 с	1/23
30	N Rubber	50 унций	2 ч 0 мин	4 мин 18 с	1/28
31	T Industries	"	1 ч 20 мин	6 мин 46 с	1/12
32	TT Industries	"	1 ч 10 мин	7 мин 36 с	1/9
33	N Chemicals	20 унций	40 мин	3 мин 45 с	1/11
34	D Plastics	10 унций	50 мин	2 мин 26 с	1/19
35	GA Electric	"	50 мин	6 мин 45 с	1/7
36	S Lighting	"	40 мин	3 мин 38 с	1/11
37	Y Synthetics	"	40 мин	2 мин 48 с	1/14
38	W Company (Switzerland)	50 унций	2 ч 30 мин	6 мин 0 с	1/25
				Среднее значение	1/20
Формовочные машины с заливкой					
39	M Metals	250 т	50 мин	6 мин 24 с	1/8
40	T Die Casting	"	1 ч 20 мин	7 мин 46 с	1/10
41	S Manufacturing	"	1 ч 10 мин	5 мин 36 с	1/13
				Среднее значение	1/10
				Общее среднее	1/18

Рост коэффициентов использования оборудования и производственных мощностей

Сокращение времени переналадки ведет к росту коэффициента использования оборудования. Несмотря на возросшее число переналадок, увеличивается производительность.

Устранение ошибок наладки

Сокращается число ошибок при переналадке, а устранение пробных прогонов снижает вероятность появления дефектов.

Повышение качества

Качество также повышается, так как условия работы полностью регулируются на предварительной стадии.

Повышение безопасности труда

Упрощение переналадки ведет к повышению безопасности труда.

Упрощение ведения заводского хозяйства

Унификация ведет к сокращению номенклатуры инструмента, хранение которого организовано более функционально.

			Время наладки (мин)	Соотно- шение
Замена штампов 120 мин (27 мин) 5:1	Операции внешней наладки 60 мин (19 мин) 3:1	Транспортировка штампов к прессу	5	(10)
		Транспортировка штампов на участок ремонта	5	
		Организация на участке ремонта	15	(4)
		Замена держателя штампа	35	(5)
	Операции внутрен- ней наладки 60 мин (8 мин) 7:1	Снятие штампа	10	(5)
		Удаление облоя из рабочей зоны машины	5	
		Крепление штампа	15	
		Позиционирование штампа	15	(3)
		Различные корректировки	15	
				10:1

Рис. 7.1. Сокращение общего времени переналадки

Сокращение времени переналадки

Общее время переналадки — включая внешние и внутренние операции — сокращается, что ведет к сокращению числа человеко-часов (рис. 7.1).

Снижение расходов

При внедрении SMED повышается эффективность капиталовложений из-за резкого роста производительности при сравнительно небольших затратах. Стоимость переналадок на небольших одноходовых прессах для металла составляет около 30–50 тыс. йен и примерно столько же для пресс-форм машин для формовки пластмасс (рис. 7.2).

Удобство для операторов

Так как внедрение SMED ведет к ускорению и упрощению операций переналадки, нет причин бояться частных переналадок.

Машины для формовки пластмасс (D Plastics)	Машина	Зажимные приспособления 10 000 x 8 = ¥80 000 (8 комплектов)		
		Центровочные приспособления (при 10 пресс-формах на машину)	10 000: 90 000±10 = 9000	
	Пресс- форма	Стандартизация точек зажима (8 комплектов)		5000
		Центровочные приспособления		10 000
		Стандартизация толщины пресс-форм		24 000
		Стоимость одной пресс-формы		¥48 000
			(\$198)	

Рис. 7.2. Затраты на внедрение SMED

Снижение требований к квалификации персонала

Простота смены инструмента устраняет потребность в квалифицированных рабочих. Однажды я наблюдал за переналадкой на операции нарезки косозубых колес на заводе Citroën во Франции. Используя систему SMED, неквалифицированный рабочий мог производить переналадку за 7 мин 38 с. Ранее эта операция занимала почти 1,5 ч работы квалифицированного специалиста.

Когда мы с директором завода вернулись в офис после наблюдения за операцией, он сказал мне: «Знаете, я недавно заметил нечто странное. Один рабочий протирал свой станок маслом. Переналадку раньше производил специалист и пока тот был занят на станке, рабочий шел на другой станок. Так как рабочие по очереди работали на разных станках, они не считали ни один станок своим. Поэтому до сих пор не было видно, чтобы рабочий ухаживал за своим станком. С недавнего времени станочники сами выполняют переналадку и они как минимум по месяцу работают на одном и том же станке. Они начинают чувствовать ответственность за свой станок. Именно поэтому, я уверен, они начали смазывать станки и ухаживать за ними».

Когда я услышал это, я понял, что учет мнения рабочих так же важен во Франции и в других странах, как и в Японии.

На фирме Y Metals на Кюсю все переналадки 30-тонного пресса производил мастер. Женщины-работницы могли приступать к своей работе только по окончании переналадки. Система SMED позволила работницам самим выполнять переналадку за 3 мин, хотя у мастера уходило на это около часа. Как с юмором отметил, президент фирмы господин Кога, «почасовикам теперь нужно меньше часа на эту операцию».

Сокращение времени производственного цикла

Цикл производства можно резко сократить. Эффективны следующие стратегии (рис. 7.3).

Исключение простоев. Самые большие задержки в процессе производства происходят не из-за контроля или транспортировки, а из-за ожидания завершения работы над одной партией, чтобы можно было начать работу над другой.

Соотношение времени на обработку и на ожидание обработки часто составляет 60:40 или 80:20. Если периоды ожидания устранить, то производственный цикл можно сократить на 2/5. Этого можно достичь за счет унификации как числа обрабатываемых изделий, так и времени их обработки, т. е. за счет выравнивания числа единиц, обрабатываемых на каждой операции, и за счет уравнивания времени обработки на всех операциях.

Унификация числа обрабатываемых единиц — дело довольно простое; проблема заключается в уравнивании времени обработки. Это объясняется тем, что станки, используемые для отдельных операций, часто имеют разную производительность. Унификация времени обработки представляется невозможной, например, если суточная производительность станка А на процессе 1 составляет 3000 изделий, а станка В на процессе 2 — только 2500 изделий. В такой ситуации обычно стараются сбалансировать производство, устанавливая дополнительный станок В.

Здесь можно применить еще одну важную концепцию: *производить стоит ровно столько, сколько востребовано*. Если востребованное суточное производство составляет 2000 изделий, то не надо согласовывать производительность станка В с производительностью станка А, так как производительности станка В хватает на выпуск требуемого количества. Следовательно, производительность станков А и В надо согласовывать с требуемым суточным производством.

Проблему разной производительности станков А и В можно решить, приняв *систему полного управления производством*. Такая система в приводимом примере должна работать следующим образом:

- перед станком В создается буфер;
- когда в буфере накапливается 20 изделий, работа станка А (предыдущий процесс) приостанавливается;
- когда в буфере остается 5 изделий, работа станка А возобновляется.

Таким образом, потоки можно унифицировать с использованием минимальных буферных запасов. Нужно, однако, помнить, что пока машины стоят, рабочие могут работать, потому что стоимость рабочей силы намного больше величины амортизации машин. Эффективность возрастет, если несколько машин находится в состоянии ожидания, а рабочие всегда заняты.

Исключение ожидания партий. Много времени теряется, когда полуфабрикаты и сырье должны ждать завершения обработки предыдущей партии. Такие потери можно устранить только созданием «транспортных партий» по каждому изделию, т. е. каждое изделие переходит на последующую операцию сразу после обработки на предыдущей. Надо внедрить то, что называется потоком единичных изделий. Как представлено на рис.7.3, все промежутки между процессами займет время, нужное для обработки одного изделия. Если поток единичных изделий внедрен, скажем, на десяти процессах, то общее время обработки партии можно сократить на 90%.

С другой стороны, обработка партии в 1000 штук потребует 1000 операций транспортировки. Для решения этой проблемы можно изменить компоновку оборудования для упрощения транспортировки, разработать более удобные процедуры транспортировки, например при помощи конвейеров.

Производство малыми партиями. Время производства можно сократить на 90%, организовав производство малыми партиями, например разделив партию в 1000 штук на партии по 100 штук или используя стандартизованное время обработки и работу с потоком единичных изделий.

Это ведет, однако, к десятикратному росту числа операций переналадки. При использовании SMED время производства можно значительно сократить, даже если вырастет число переналадок: если переналадка ранее занимала 2 ч, а теперь — 3 мин, то на десять повторных переналадок уйдет лишь 30 мин.

При сложении экономии от применения трех описанных выше стратегий получается впечатляющий результат (рис. 7.3, внизу). В производстве стиральных машин фирмы M Electric на завершение всего процесса, включая вырубку заготовок, штамповку, сварку, покраску, сборку, требуется 2 ч за счет применения стандартизованного времени обработки и организации потока единичных изделий. Такое достижение основано на описанном выше подходе.

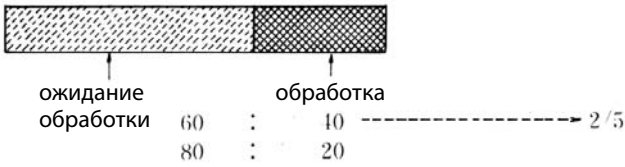
Более того, SMED позволяет делать несколько переналадок в день при внедрении «раздельной схемы производства», когда одно и то же изделие производится каждый день небольшими партиями.

При использовании таких методов время выполнения производственных заявок резко сокращается. В результате:

- производство может начинаться лишь после получения заказов, а не раньше;
- даже до подтверждения заказов производство можно начинать на основе достоверной информации о поступающих заказах;
- срочные заказы можно быстро размещать;
- легче выдерживать сроки поставки.

В данном примере система SMED резко сокращает время производства, незавершенное производство и запасы готовой продукции.

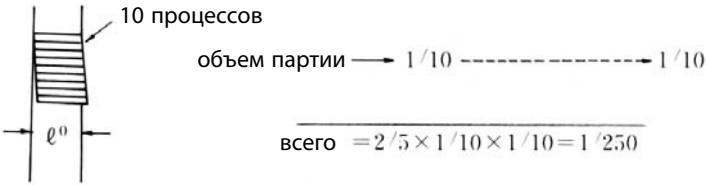
(А) Сокращение простоев



(В) Сокращение задержек партий



(С) Производство малыми партиями



Стратегия	Доля от прежнего времени	Процент от прежнего времени
Ожидание обработки	2/5	40
Ожидание завершения партии	1/10	10
Производство малыми партиями	1/10	10
Общее время производства	1/250	4

Рис. 7.3. Сокращение времени производства

Повышение гибкости производства

Кроме сокращения времени производства внедрение системы SMED облегчает переход с одного изделия на другое. Это позволяет быстро реагировать на изменение спроса и значительно повышает гибкость производства.

Устранение мифов

Эштон Маркус, вице-президент Omark Industries в Портланде, штат Орегон, однажды рассказал мне следующее:

«Мы всегда мечтали сократить запасы, но из этого мало что получалось, так как уменьшение объема партии и увеличение числа переналадок вели к снижению производительности. Мы всегда исходили из того, что переналадка должна выполняться квалифицированными специалистами и что она занимает несколько часов. Не то чтобы мы опустили руки и смирились с такой длительностью переналадок; мы даже никогда не ставили это под сомнение.

Хотя, после прочтения вашей книги Study of the Toyota Production System, мне казалось вполне логичным, что переналадки у нас можно произвести менее чем за 10 минут, сомнения у меня оставались. Тем не менее на некоторых производствах мы взяли за решение этой проблемы — стали дифференцировать операции внешней и внутренней наладки, переводили внутренние операции во внешние и ликвидировали корректировки.

В результате на одном из производств удалось сократить время переналадки с 2 часов до 1 минуты 30 секунд.

Аналогичные результаты были достигнуты на других пилотных программах. Сокращение до 98% времени переналадки позволило на некоторых участках перейти к производству малыми партиями. За полгода общие запасы на фирме сократились на 25%, а производительность на этих производствах выросла на 30%.

Я все время думаю о том, какой миф у нас сидел в голове, что переналадка — это длительная операция, требующая квалифицированных рабочих».

Мифы такого рода наверняка живут и в других фирмах.

Новые подходы

Революция в мышлении делает невозможное возможным. На семинаре по SMED участники от фирм Hitachi, Ltd. и Bridgestone Tire сделали следующие наблюдения:

«При внедрении SMED в практику меня больше всего интересовало то, как невозможное сделать возможным.

Честно говоря, я не верил, что переналадку, которая ранее занимала два или три часа, можно произвести менее чем за девять минут. Но когда я сам

попробовал, то понял, что это действительно реально. Я понял, что нет смысла просто повторять себе, что что-то невозможно. Вместо этого я попытался найти способы решить проблему. Очень важно, говорил я себе, принять этот вызов. Постепенно я понял: то, что я ранее считал невозможным, фактически можно сделать.

Сейчас мы наложили табу на фразы «это никогда не получится» и «это невозможно», если кто-то на нашей фирме делает предложение. Когда мы вспоминаем, что SMED доказала свою осуществимость, мы с удивлением обнаруживаем, что очень многое можно сделать, если принять вызов позитивно. Во всяком случае, несмотря на тенденцию считать что-то невозможным, если только задуматься, как это сделать, мы находим неожиданно много вариантов».

Вице-президент фирмы Citroën Хавьер Каршер в 1982 г. говорил следующее:

«Атмосфера на фирме полностью изменилась с тех пор, как Вы начали нас консультировать. Раньше было отношение «до Синго», а сейчас оно «после Синго». Раньше было так, что какое бы предложение не выдвигалось, кто-нибудь говорил, что это не получится по такой-то и такой-то причине или такая-то и такая-то проблема делает это невозможным. Мы слышали много причин, почему это нельзя сделать, и большинство предложений умирало на стадии обсуждения.

После появления системы SMED появилась уверенность что большинство проблем можно решить; причем концентрироваться надо на воплощении идей в практику. Более того, если кому-то, кто выходит с предложением, говорят, что его предложение не пройдет, он меняет свою тактику и делает другие предложения. Это стимулировало проведение конференций, и ряд проблем был решен за счет внедрения идей. Были проведены многочисленные улучшения, производительность за последнее время значительно возросла.

Я более всего благодарен за ту революцию, которая произошла в отношении людей к улучшениям».

Здесь, как и ранее, мы видим, что основные слагаемые успеха — это перемены в восприятии людей после того, как они стали непосредственными свидетелями успехов системы SMED.

Революционные методы производства

Раньше многие считали, что массовое производство — это хорошо. Так как большие заказы всегда приветствуются, считалось, что логичны и большие партии. Такая уверенность, однако, происходит из-за путаницы в терминах.

Конечно, верно, что крупные заказы выгодны по многим причинам. Они ускоряют амортизацию оборудования и штампов, упрощают систему

руководства, тем самым снижая затраты на него. Но все же большие заказы создают ситуацию, при которой все решает покупатель. Производитель может выбирать, производить малыми или крупными партиями.

Поскольку производители предпочитают крупные партии, они могут объединять маленькие заказы в более крупные. Такие крупные заказы, однако, виртуальные, а не реальные. То, что мы считаем крупным заказом, скажем, порядка 30 тыс. автомобилей за 10 дней, это не более чем реальный спрос на 30 тыс. автомобилей за 30 дней, который мы для удобства сжали в 10 дней. Когда 30 тыс. автомобилей, произведенных за 10 дней, поставлены заказчику, либо клиент, либо дилер будут вынуждены держать их в запасе.

Даже с таким большим заказом запасы были бы ниже, если бы удалось его распределить на 30 дней. Руководители, однако, всегда считали, что производство с запасом — это хорошо. Подсознательно они даже полагали, что работа с заделом — *единственно* возможный способ производства. В результате оказывается, что работа «про запас», для которой мы используем эвфемизм «плановое производство», по сути, всего лишь работа наугад. Конечно, мы делаем всё возможное, чтобы повысить качество угадывания, — проводим крупномасштабные маркетинговые исследования, собираем консилиумы экспертов, но угадывание всегда будет угадыванием. Мы не можем ожидать 100%-го совпадения с фактическим спросом. Так, в прохладное лето может остаться нереализованной большая часть летней одежды, а запасы зимней одежды вырастут, если зима будет теплой. Более того, перспективное прогнозирование будет нужно всегда, чтобы планировать закупку материалов, оборудования, наем рабочей силы.

Когда производство напрямую завязано на фактическую потребность, появляется возможность производить небольшие партии, чтобы выпускать лишь необходимое, свести сроки выполнения заказа к минимуму, немедленно реагировать на изменение спроса. Эти преимущества наверняка устроят мотивацию придерживаться традиционного способа производства большими партиями.

Производство большими партиями обладает рядом бесспорных преимуществ — эффективность и квалификация быстро растут, так как операция повторяется многократно, скорость работы увеличивается, так как число переналадок невелико. Но эффект этих преимуществ значительно снижается, если применяется система SMED: требуемый уровень квалификации снижается за счет рационализации и упрощения переналадки, время переналадки резко сокращается.

Ранее было широко распространено мнение, что массовое производство — это хорошо, а запасы — неизбежное зло. Сейчас, когда есть понимание, что крупные заказы и производство большими партиями — это разные вещи, мы должны признать, что крупные заказы тем не менее следует выполнять малыми партиями. Руководители, отвечающие за производство, должны осознать, что правильная стратегия — это производство

только того, что можно продать. Обязательное условие успеха данной стратегии — внедрение SMED, поскольку появляется возможность быстро реагировать на колебание спроса и возникают условия для сокращения срока выполнения заказа.

Настала пора навсегда распрощаться со старым мифом о том, что производство «про запас» и работа крупными партиями — это хорошо. Надо также признать, что гибкое производство возможно только с применением SMED. Производители оборудования специально акцентируют, что его переналадку можно произвести примерно за три минуты. Я думаю, что теория и практика SMED дают ключ, с помощью которого можно открыть дверь в новую концепцию производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты SMED не ограничиваются сокращением времени переналадки и возрастанием темпа производства. Производители, внедряющие SMED, могут получить фундаментальные стратегические преимущества за счет сокращения запасов и революционного изменения основополагающего принципа производства.

ЧАСТЬ II

ПРИМЕРЫ ИЗ ПРАКТИКИ

В данном разделе рассматривается двенадцать практических примеров внедрения системы SMED. Вы наверняка сможете внедрить многие из этих примеров у себя на предприятии без изменений.

Изучение этих примеров в свете концепций и принципов, изложенных в Части I, должно подсказать и другие разнообразные применения.

Обратите внимание: примеры из разных компаний расположены так, что процессы, выполняемые на сходном оборудовании, сгруппированы вместе.

Глава

- 8 Внедрение SMED в компании Matsushita Electric Industrial Co
- 9 Совершенствование наладки на основе производственной системы Toyota
- 10 Внедрение быстрой наладки в Nippon Kogaku K.K.
- 11 Использование SMED на производстве сельскохозяйственного оборудования фирмы Kubota Ltd.
- 12 Совершенствование процесса наладки с участием цеховых кружков Toyota Auto Body Co., Ltd.
- 13 Комплексное развитие концепции SMED на смежных предприятиях Arakawa Auto Body Industries K.K
- 14 Разработки SMED на производстве подшипников скольжения в Т.Н.Кogyo K.K.
- 16 Внедрение SMED на фирме Kyoei Kogyo K.K.
- 17 SMED на производстве шин в Bridgestone Tire Co., Ltd
- 18 Применение SMED на фирме Tsuta Machine and Metals Co., Ltd
- 19 Система Синго. Замена штампов «в одно касание»: метод без болтов

Категория										
Категория	Резка	Прессование	Пластмассы	Литье под давлением	Ковка	Литье	Выгрузка	Сшивка	Покраска	Резина
	○	○				○			○	○
	○			○						
	○									
	○									
	○									
	○							○		
	○				○		○			
	○					○				
	○									
	○	○								
									○	
			○							

8 ВНЕДРЕНИЕ SMED НА ПРОИЗВОДСТВЕ СТИРАЛЬНЫХ МАШИН *MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD*

Это подразделение Matsushita Electric было организовано в 1956 г. для производства стиральных машин марки National. Сейчас оно производит посудомоечные и двухкамерные стиральные машины на конвейере длиной 1000 м с темпом примерно одна машина каждые шесть секунд.

Основываясь на политике «отличное качество, хорошо организованное производство и уважение к человеку», фирма смогла продать 18 млн изделий в 1980 г. Стиральные машины «National» пользуются устойчивым спросом не только в Японии, но и в 68 странах мира.

Завод занимает площадь 30 тыс. кв. м, а общая площадь помещений составляет 39,5 тыс. кв. м.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Замена резцов

Шестишпиндельный токарный станок используется для обточки валов под вращающиеся лопасти стиральных машин. При смене резцов и пластин производилась точная настройка под нужный размер, но стесненность затрудняла такую настройку и требовала много времени. На проведение улучшений было выделено пять месяцев (с июня по октябрь 1982 г.).

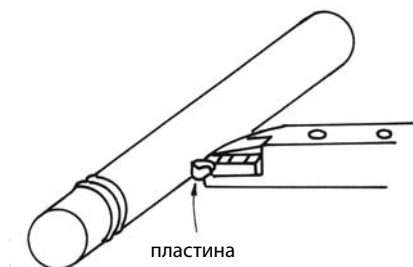


Рис. 8.1. Смена режущих пластин на шестишпиндельном токарном станке

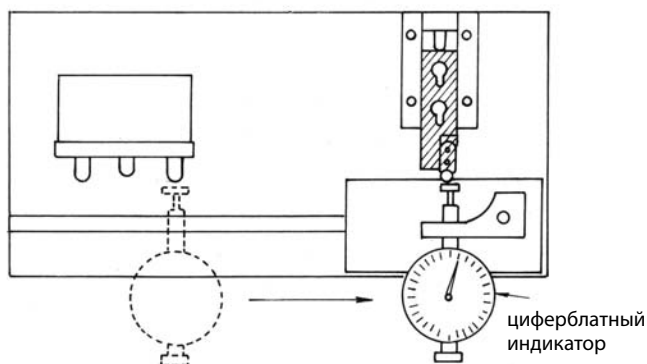


Рис. 8.2. Смена пластин вне станка

До начала программы улучшений пластины менялись внутри станка, там же производилось много видов точных настроек (рис. 8.1).

В соответствии с измененной процедурой держатели снимались со станка и замена пластин производилась вне его. Точная настройка производилась с применением индикатора (рис. 8.2 и фото 8.1). Эта новая процедура привела к двум серьезным улучшениям: время корректировки и замены пластин снизилось с 15 до 5 минут, а количество дефектов за месяц сократилось с 30 до нуля.

Все затраты на нужные материалы составили примерно 15 тыс. йен.

(Сигеру Кита, участок производства деталей)

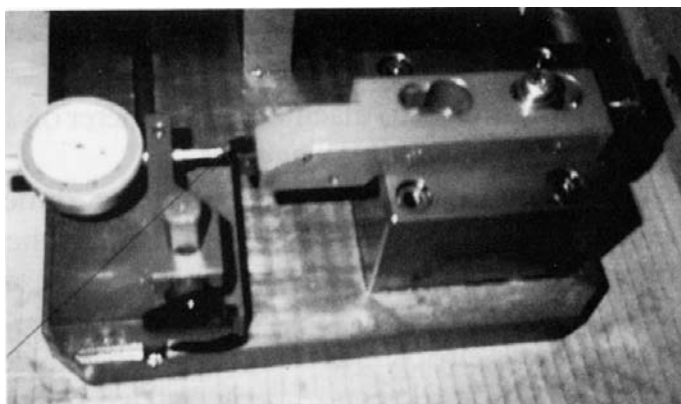


Фото 8.1. Смена режущих пластин вне станка

Переналадка смазочных приспособлений

Нанесение консистентной смазки — одна из многих операций на линии сборки стиральных машин. Раньше смазку наносили в нужные места вручную, сейчас это происходит автоматически (рис. 8.3).

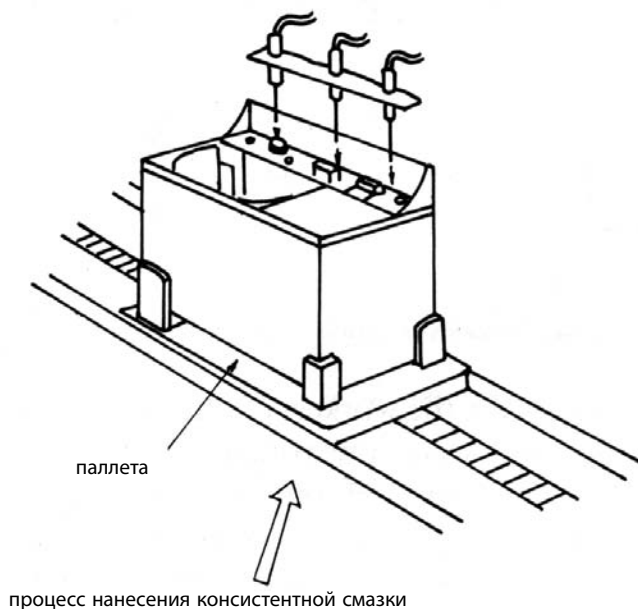


Рис. 8.3. Автоматизированное нанесение консистентной смазки

Число мест смазки и их расположение различаются на разных моделях машин. По этой причине форсунки приходилось менять каждый раз при смене модели (рис. 8.4). Это занимало больше времени, чем другие операции, поэтому на сборочной линии возникали узкие места.

Способы решения проблемы обсуждались в малых группах. Улучшения были внедрены за четыре месяца с июня по сентябрь 1980 г.

Было изготовлено поворотное приспособление моментального действия, с применением которого подстройка под конкретную модель производится поворотом на 180° (рис. 8.5). При такой организации обслуживается два типа машин. Там, где идет более двух моделей, форсунки надо заменять в ходе внешней операции переналадки.

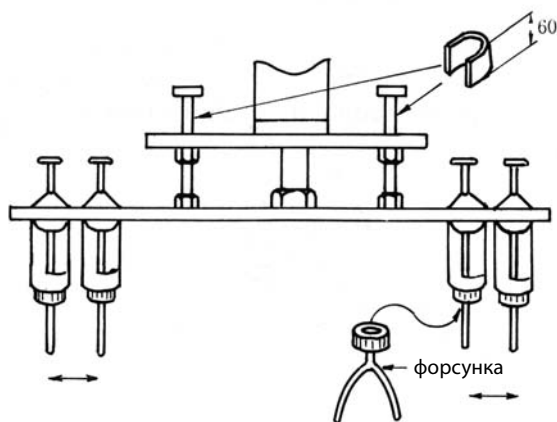


Рис. 8.4. Смена форсунок

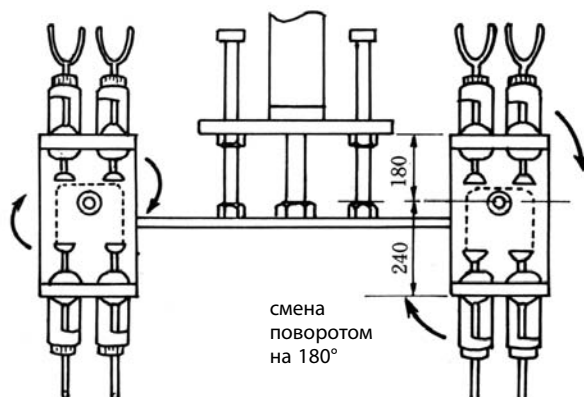


Рис. 8.5. Поворотные приспособления

В результате этого улучшения время переналадки было сокращено с 12 мин до 30 с. Так как улучшение было небольшое и выполнялось в основном рабочими у станка, все расходы свелись только к материалам: затраты составили примерно 40–50 тыс. йен. Кроме того, у всех было чувство хорошо выполненной работы, в ходе которой удалось самостоятельно активно применить соответствующие методы системы SMED.

Раньше никто не любил изменение типа изделия, но такие улучшения способствовали пониманию того, что диверсификация совершенно естественна.

(Татео Мацумото, участок производства и сборки)

Автоматическая смена ограничителей на паллетах

Установочные ограничители монтируются на паллетах, используемых на линии сборки стиральных машин (рис. 8.6).

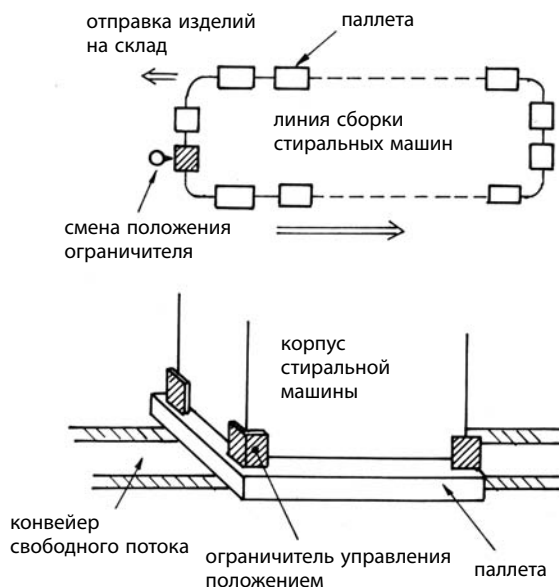


Рис. 8.6. Паллетные ограничители

Размеры корпусов у разных моделей различаются, поэтому при смене изделия надо менять положение ограничителя. Смена положения вручную создавала несколько проблем:

- рабочие должны постоянно быть на месте, чтобы вручную менять положение ограничителей последовательно примерно на 100 паллетах в начале линии;
- некоторые корпуса машин повреждались из-за неправильного положения ограничителей;
- операция перестановки ограничителей небезопасна для рабочих.

Отделу разработок и производства была поставлена задача сократить время переналадки до десяти минут и механизировать установку ограничителей. Это было сделано за период с мая по октябрь 1981 г.

До усовершенствования рабочий снимал ограничители с каждой паллеты и устанавливал их в фиксированное положение. Таким образом, на каждой паллете меняли четыре ограничителя (рис. 8.7).

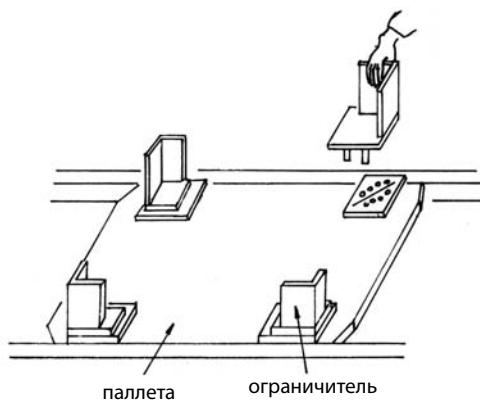


Рис. 8.7. Ручная замена ограничителей

После проведения улучшений одновременно все четыре ограничителя поднимались и устанавливались в заранее заданные положения (рис. 8.8).

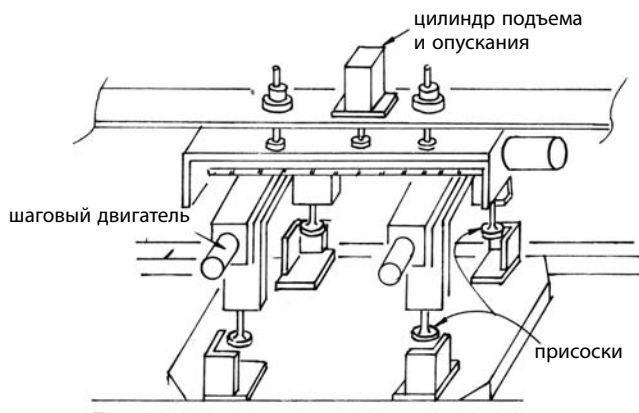


Рис. 8.8. Автоматическая смена ограничителей

Так как рабочим не нужно постоянно находиться у паллет, это изменение снизило затраты ручного труда на 680 тыс. йен в месяц. Кроме того, была сокращена опасная операция, уменьшилось число дефектов.

Улучшения обошлись примерно в 190 тыс. йен в месяц. Таким образом, система SMED дала ежемесячную экономию около 500 тыс. йен.

Эти улучшения, в отличие от аналогичных на переналадке прессов, трудно поддавались разбивке на дискретные элементы. Новое оборудование

позволило производить переналадку мгновенно (примерно за десять секунд), но так как вся серия процедур на сборочной линии нуждалась в изменении при переходе на другую модель, поэтому только автоматизация паллетных ограничителей не решила проблему внедрения SMED.

Задачей на будущее стало расширение объема улучшений для ускорения всего процесса на линии.

(Ивао Мийядзаки, отдел разработок и производства)

Автоматическая сварка стиральных машин

В процессе производства к корпусу машины автоматически приваривается защитная пластина (рис. 8.9). Защитные пластины и размеры корпусов отличаются у разных моделей, а число моделей значительно выросло в связи с требованиями рынка. Переналадка на операции автоматической сварки ранее занимала четыре часа, в течение которых производилось перемещение ограничителей корпуса, фотоэлектрических датчиков проверки наличия материала и корректировка хода зажимов.

Matsushita Electric поэтапно решала задачи ускорения операции, производя нужные изменения по одному. Ниже рассматриваются некоторые примеры этого непрерывного процесса, начавшегося в декабре 1982 г.

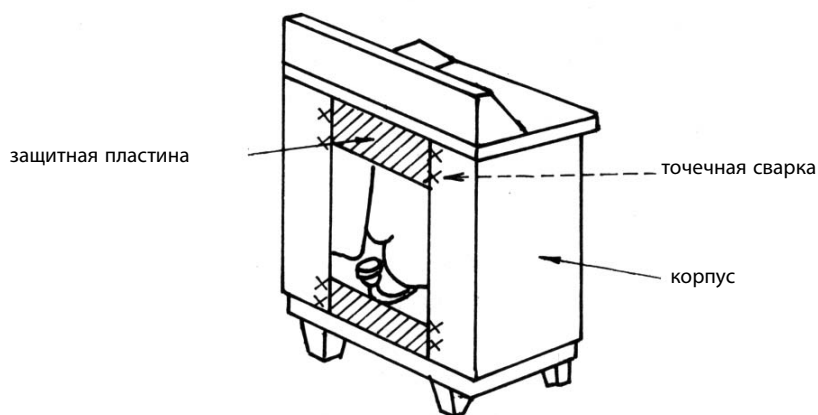


Рис. 8.9. Защитная пластина корпуса стиральной машины

Позиционирование корпуса

При поступлении корпуса машины на станцию сварки происходит его позиционирование при помощи двух рычагов. Корректировка хода производится в связи с разницей размеров корпусов (рис. 8.10).

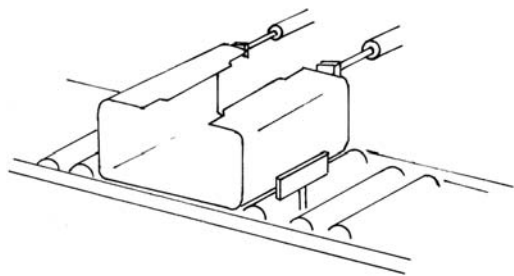
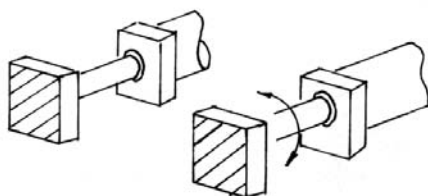


Рис. 8.10. Позиционирование корпуса стиральной машины на станции сварки

До улучшений ход регулировался вращающимся штоком цилиндра (рис. 8.11). Позиционирование производилось путем контакта с изделием, а точная корректировка, при необходимости — с использованием разводного гаечного ключа.



вращающийся шток цилиндра регулирует ход
(позиционирование контактом с изделием)
требуется точная корректировка (инструмент:
разводной гаечный ключ)

Рис. 8.11. Регулировка хода вращающимся штоком цилиндра

После улучшений ход был изменен в соответствии с размерами корпуса машины (рис. 8.12). Размер «а» колеблется в зависимости от типа машины, позиционируемой под сварку. В результате улучшений необходимость в точной корректировке и инструменте отпала.

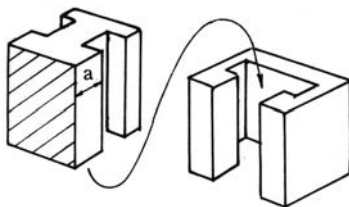


Рис. 8.12. Улучшенное позиционирование под сварку

Перемещение фотоэлектрических датчиков для проверки наличия материала

Фотоэлектрический датчик, проверяющий поступление корпусов стиральных машин на сварку, приходилось переставлять в соответствии с типом корпуса машины (рис. 8.13). Крепились они 25-миллиметровыми гайками.

Усовершенствование коснулось способа крепления датчиков гайками (рис. 8.14), и теперь эта операция занимает лишь 1/10 времени до улучшения. Метод вставки предусматривает только использование болта М6 и шестигранного ключа для крепления.

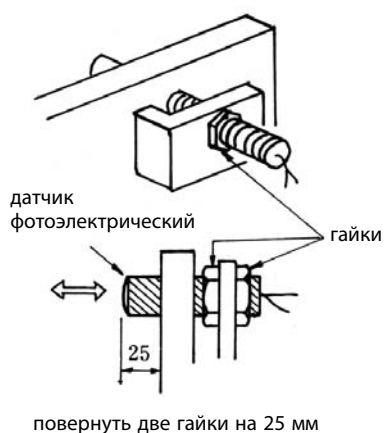


Рис. 8.13. Установка фотоэлектрического датчика до улучшения



Рис. 8.14. Метод крепления фотоэлектрического датчика с использованием хомута

Корректировка положения защитной пластины

Когда защитная пластина установлена на корпус машины, ее положение корректируется, как показано на рис. 8.15. Так как размер пластины зависит от типа машины, контактные приспособления, используемые на данной операции, приходилось менять каждый раз.

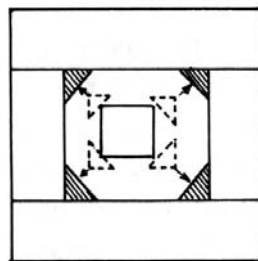


Рис. 8.15. Положение защитной пластины

Раньше каждое приспособление крепилось двумя болтами М8 с использова-

нием ключа-шестигранника. Так как положений четыре, это означало работу с 8 болтами, а по времени операция занимала 32 мин (рис. 8.16).



Рис. 8.16. Позиционирование защитной пластины обычным приспособлением

Усовершенствованный метод не предусматривает использование инструмента при смене приспособлений для различных моделей (рис. 8.17). Держатель приспособления крепится к основному корпусу сварочного аппарата болтами, а сменные приспособления вставляются в держатель при выполнении переналадки. В результате изменений:

- время позиционирования корпуса машины снизилось с 21 мин до 10 с;
- время на переустановку фотоэлектрических датчиков сокращено с 20 до 2 мин;
- время корректировки положения защитной пластины снизилось с 32 до 1 мин.

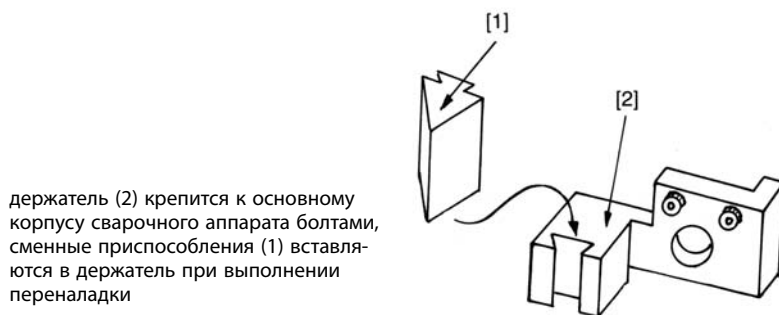


Рис. 8.17. Улучшенное приспособление для позиционирования пластины

За три месяца работы программы было произведено десять других улучшений, причем общее время переналадки сократилось почти на четыре часа. Себестоимость всех улучшений составила примерно 80 тыс. йен.

Хотя в отдельных случаях изменения привели к снижению времени переналадки менее чем до десяти минут, производство в целом этой цели еще не достигло. Сильная сторона этого начинания — настойчивость участников процесса, поэтому фирма надеется успешно решить остающиеся проблемы.

(Ёсихиро Масаике, участок производства деталей)

Смена красителей на операции защитного покрытия спеканием

За последние годы расширилась цветовая гамма выпускаемой бытовой техники, что обуславливает частую смену красителей на операции покраски стиральных машин. Переналадку этого высокодиверсифицированного и мелкосерийного производства осуществляли семь человек в течение часа. Так как существующая организация работы была невосприимчива к переменам, требовались изменения, которые позволили бы быстро переходить с одного цвета на другой. (Раньше число возможных цветов ограничивалось мощностью покрасочной машины.)

Изначально в операции «смена цвета» присутствовали следующие моменты (рис. 8.18):

- отскоблить остатки краски с потолка и стен камеры;
- проветрить внутренность камеры;
- сменить форсунки;
- сменить шланги;
- сменить отводящий короб;
- произвести требуемые корректировки.

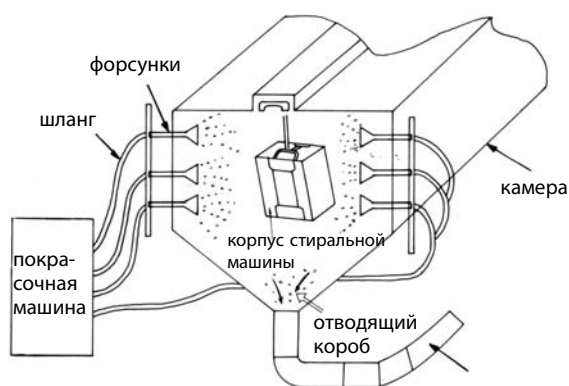


Рис. 8.18. Процесс покраски до усовершенствований

Программа улучшений включала несколько значительных изменений (рис. 8.19). Сейчас вместо стационарных используются передвижные покрасочные машины. Каждая покрасочная машина используется только для одного цвета, и при переходе на другой цвет производится замена покрасочной машины.

Форсунки также привязаны к одному цвету, поэтому при смене цвета достаточно перекрепить шланги к форсункам нужного цвета. Форсунки могут перемещаться горизонтально и вертикально, чтобы максимум краски попадало на корпус машины, а не разбрызгивалось на стены и потолок камеры. Тем самым устраняются чистка и проветривание внутренности камеры.

Существовавшая ранее операция сбора красителя из отводящего короба отменена (короба демонтированы), а сбор осуществляется мини-циклоном. Поэтому не надо менять короба.

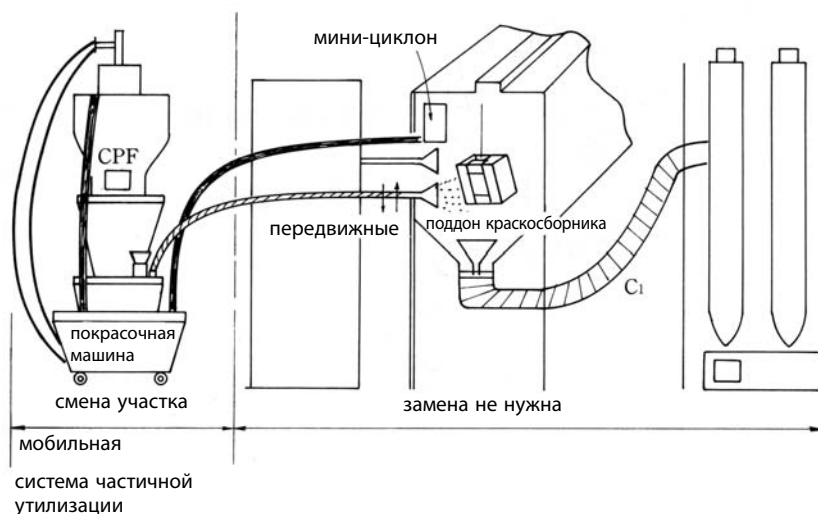


Рис. 8.19. Усовершенствованный процесс покраски

В результате изменений:

- время на смену цвета сократилось с 60 мин до 10 мин, число рабочих — с семи до двух;
- запасы материалов для смены цвета сократились с 300 до 100 позиций;
- смена цвета стала более простой операцией.

Там, где раньше нужны были четыре квалифицированных специалиста, сейчас может работать любой рабочий.

(Мицуо Содзи, участок производства деталей)

Как добиться молниеносной смены прессовых штампов

В корпусе стиральной машины пробиваются отверстия под ручку для полотенца, под сливные шланги, для навешивания крючков (рис. 8.20). Число и расположение отверстий у разных моделей различаются.

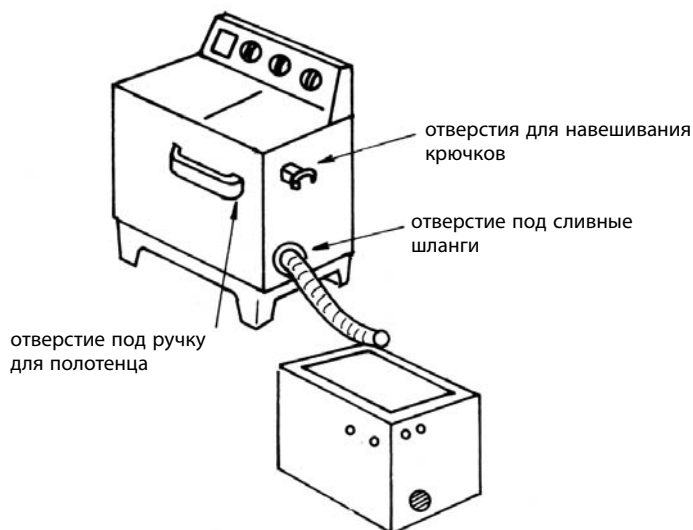


Рис. 8.20. Расположение отверстий в корпусе стиральной машины

Линия сборки поделена на участки, выпускающие разные модели. Много времени уходило на установку и снятие болтов на пуансоны для различных типов машин в ходе операций прошивки (рис. 8.21). Кроме того, если учесть корректировки, которые нужны при смене штампов, то переналадка на три модели в один день занимает не только излишнее время, но и ведет к образованию большого объема запасов.

По программе, осуществленной в 1973–1975 гг., мы старались решить эти актуальные проблемы так, чтобы справляться с еще большим разнообразием моделей, ожидаемом в будущем.

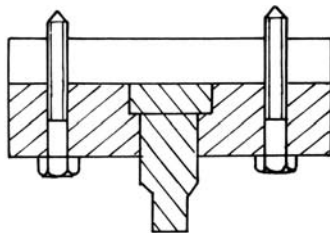


Рис. 8.21. Смена пуансонов с болтами

Основным усовершенствованием стал отказ от использования болтов при смене пуансонов. Сейчас пуансоны устанавливаются и снимаются с помощью цилиндров (рис. 8.22). В один штамп вставляется примерно 25 цилиндров, что делает возможной смену пяти моделей. Электрическая схема управления позволяет заменять штампы практически мгновенно. Таким образом, разные модели можно производить одну за другой, причем число экземпляров каждой модели задается пультом управления.

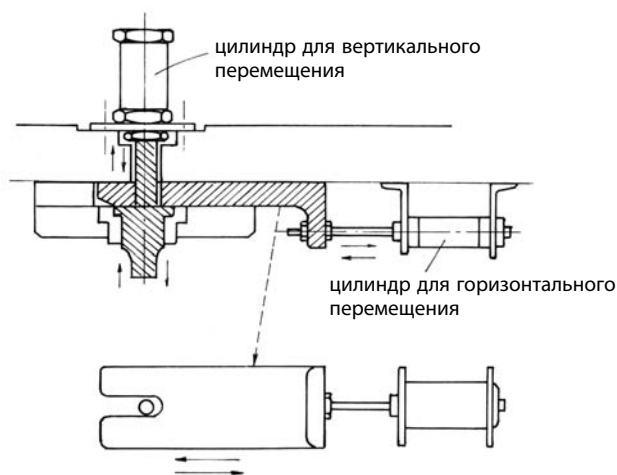


Рис. 8.22. Смена пуансонов с помощью цилиндров

Эти улучшения дали впечатляющие результаты. Смена одного блока только в одной точке раньше занимала 15 мин. А так как при изготовлении корпуса одной модели использовалось четыре блока, операция занимала 60–70 мин, требовались корректировки. Сейчас смена производится автоматически, простым переключением.

Кроме того, меняя модель три раза в день, удалось удвоить объем производства и значительно сократить запасы.

(Нобухиро Нисидзима, участок производства деталей)

Сокращение времени переналадки пресс-форм

За последние годы число моделей стиральных машин возросло в соответствии с требованиями покупателей, что привело к диверсификации в промышленности. Так как операторы не любят тратить много времени на переналадку, традиционным подходом было производство возможно более крупными партиями, чтобы свести к минимуму переналадки. При таком подходе, однако, с ростом числа моделей и комплектующих увеличился объем запасов.

Фирма Matsushita взялась за работу по SMED, когда стало ясно, что в рамках старого подхода из-за трудностей со складированием запасов проблему не решить.

Учитывая, что ускорения переналадки требовал отдел литья под давлением, мы начали работу и заложили основу стандартизации размеров пресс-форм и совместного использования механизмов извлечения изделий. Так как рабочие с самого начала интересовались концепцией SMED, дорога к созданию конкретного плана уже была вымощена. Более того, раз SMED воплощается самими рабочими, то наилучшие результаты будут достигнуты, если позволить им разработать собственные методы достижения желаемых целей. Концепция SMED стала рассматриваться как одна из тем для кружков качества.

Результаты были продемонстрированы через шесть месяцев, когда время выполнения операций было сокращено с 70 мин до 8 мин 16 с. Это большое достижение стало результатом совместных усилий команд и энтузиазма рабочих. Рабочие равномерно распределили свои обязанности, пересмотрели процедуры внешней и внутренней наладки и устранили все потери.

Процесс улучшений затронул:

- оборудование — пресс для литья под давлением Mitsubishi Heavy Industries 850 MDW, автоматическая установка извлечения изделий, автоматическая штабелевочная установка, один 20-тонный кран;

Таблица 8.1. Анализ Парето времени смены инструмента



- пресс-формы — форма с обогреваемыми литниками, 6 – 12-литниковая (одинарные и двойные);
- материал — полипропилен.

Результаты анализа Парето для времени, необходимого для смены инструмента по отдельным операциям до улучшений, представлены в табл. 8.1. На основе этих результатов отдельные операции переналадки были разделены на внешние и внутренние, внедрены крепление и раскрепление «в одно касание» и устранены корректировки.

Подключение шлангов охлаждающей жидкости

Ранее требовалось произвести свыше десяти подключений шлангов для подачи и слива охлаждающей жидкости. Эту систему удалось упростить, подключив коллектор охлаждающей жидкости к пресс-форме. Было сделано всего четыре подключения, по одному фиксированному и одному подвижному соединению подачи и слива для каждого. В результате время на подключение было значительно сокращено, устранены ошибки в подключении и регулировке расхода воды (рис. 8.23).

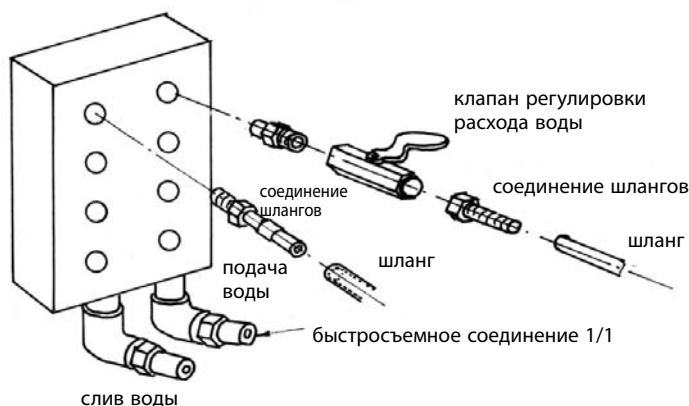


Рис. 8.23. Упрощенное подключение шлангов охлаждающей жидкости

Установка и снятие болтов пресс-форм

Как отмечалось выше, размеры и толщины установочных плит пресс-форм уже были унифицированы. Установив направляющие для пресс-форм и кронштейны на фиксированные плиты и присоединив кронштейны к передвижным пластинам, мы смогли закрепить пресс-формы зажимами. Стало возможно раскрепить зажатую пресс-форму простым поворотом зажимного болта на один или два оборота и оттягиванием зажима вперед (рис. 8.24).

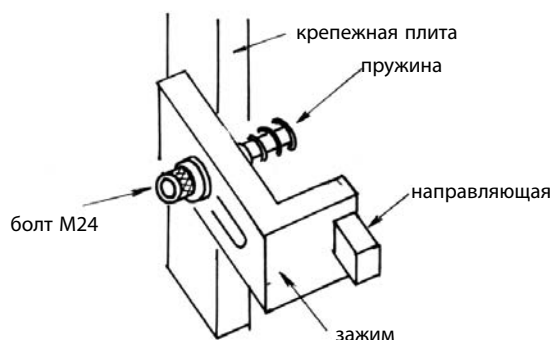


Рис. 8.24. Упрощение установки и снятия болтов пресс-форм

Регулировка температуры пресс-форм и проверка электрической системы

Пресс-формы с обогревательными литниками часто страдают от самопроизвольного отключения термодатчика и нагревателя и других подобных проблем. По этой причине Matsushita изготовила регулятор подогрева пресс-форм с обогревательными литниками, который также может проверять электрическую систему.

Сокращение времени работы с краном

Так как теряется много кранового времени при установке и снятии пресс-форм, работа крана была проанализирована, и были исключены ненужные перемещения. Операции были также упрощены за счет разметки крайних позиций хода крана и горизонтального перемещения, которыми руководствовался оператор крана.

Подключение и снятие металлических разъемов

Металлические разъемы резьбового типа для подключения нагревателей и термодатчиков к пресс-формам были заменены герметичными разъемами западногерманской фирмы Kontakt Company, что сделало возможным переналадку «в одно касание».

Корректировка механизма извлечения изделий

Вертикальный ход и ход туда и обратно по горизонтали на механизмах извлечения были изменены таким образом, что губки, удерживающие изделие, могли регулироваться за счет присоединения и снятия специальных пластин.



Рис. 8.25. Упрощение корректировки механизма извлечения изделий

Перевод корректировки пресс-форм в операцию внешней наладки

Было установлено два набора конечных выключателей для индикации параметров открытия и закрытия, скорости, пределов перемещения вперед и назад. Один из наборов выставлялся в положения под следующие пресс-формы. Когда подходило время менять пресс-формы, то замена одного набора выключателей на другой производилась переключением тумблера на панели управления.

В результате этих улучшений:

- время смены инструмента сократилось с 70 до 8 мин;
- значительно уменьшился объем запасов;
- срок выполнения заказа сократился с трех дней до одного;
- возросла эффективность использования производственных площадей.

Но самое важное: рабочие перестали ненавидеть операцию смены пресс-форм.

Проблем в области литья под давлением очень много, и вряд ли удастся рассмотреть их подробно. Для примера можно привести проблемы сокращения длительности экспонирования (сокращение пробных циклов, низкотемпературное литье, литье под вакуумом, увеличение потоков материала), снижения затрат на материалы, повышения производительности, экономии электроэнергии, устранения механической обработки, предотвращения проблем с пресс-формами, сокращения времени перехода с одного материала на другой и снижения отходов.

Было сделано все возможное, чтобы применить систему SMED для решения этих проблем. Хотя нет ничего такого, что отличало бы это предприятие от подобных, верно и то, что все участники процесса работали с энтузиазмом и делали все от них зависящее для решения широкого круга проблем. Они поставили себе цель создать самое передовое в техническом отношении предприятие по пластической формовке смол в Японии.

(Сатору Мити, производство пластической формовки смол)

Смена хомутов в дренажных емкостях

В дренажные емкости стиральных машин запрессовываются хомуты из пластичной резины, а на каждую дренажную трубку автоматически наносится связующий материал. При смешанном производстве моделей NA-480 и NA-483L, отверстия корпусов которых расположены по-разному, при смене моделей приходится каждый раз менять инструмент. До улучшений потери от переналадки при смешанном производстве были значительными, снижалась производительность, а на линии возникала путаница. Надо было разработать схему автоматической переналадки.

Для решения проблемы смешанного производства рассматривались различные методы, включая переналадку с использованием селекторных переключателей, смену инструмента при помощи гидравлических цилиндров и автоматизированную смену с распознаванием модели. После специального исследования была принята система автоматического распознавания модели машины и автоматической смены приспособлений с применением цилиндров.

Перемещение форсунок

Изначально связующий материал наносился автоматически на три дренажных отверстия емкости, при этом форсунка должна была перемещаться в три различных точки (фото 8.2).

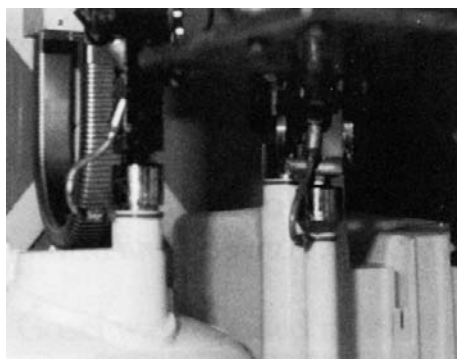


Фото 8.2. Перемещение форсунки до усовершенствований

Система была усовершенствована за счет использования цепи с приводом от самой машины. Цепь перемещает цилиндр точно на нужное расстояние (фото 8.3). Центр форсунки перемещается цилиндром в соответствии с размерами, показанными на фото выше. Распознавание модели производится фотоэлектрическим датчиком, обнаруживающим отверстия.

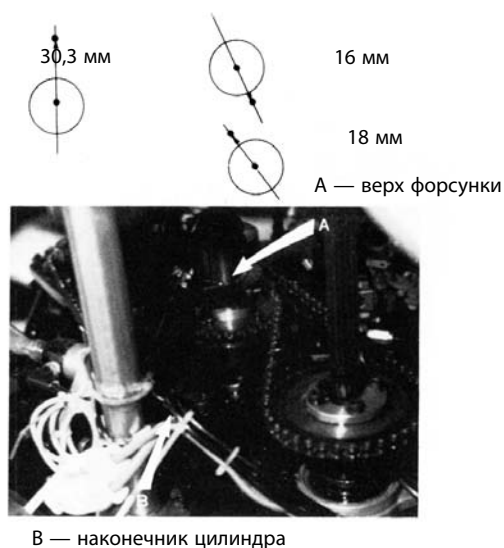


Фото 8.3. Перемещение форсунки после усовершенствований

Эти усовершенствования позволяют производить автоматическую переналадку и устраняют многие проблемы, связанные с производством различных моделей.

Перемещение направляющего штифта

Распознавание модели машины производится фотоэлектрическим датчиком; отверстия под направляющий штифт перемещаются с помощью цилиндра (фото 8.4, 8.5). Эти усовершенствования привели к экономии 300 тыс. йен в месяц. Кроме того, после устранения операций корректировки резко возросла безопасность.

(Тадаси Охиро, производственно-сборочный участок)

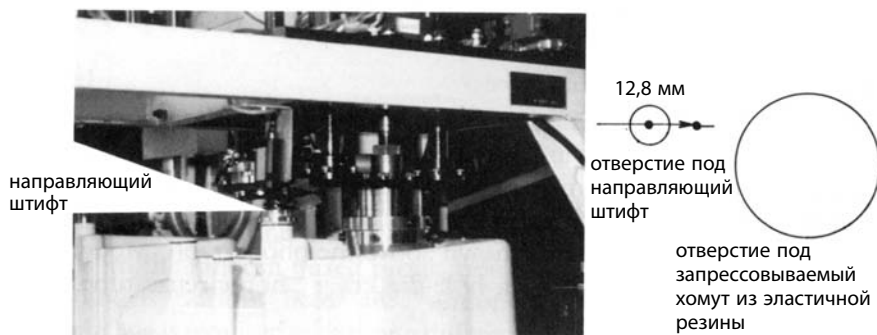


Фото 8.4. Перемещение направляющего штифта до усовершенствований

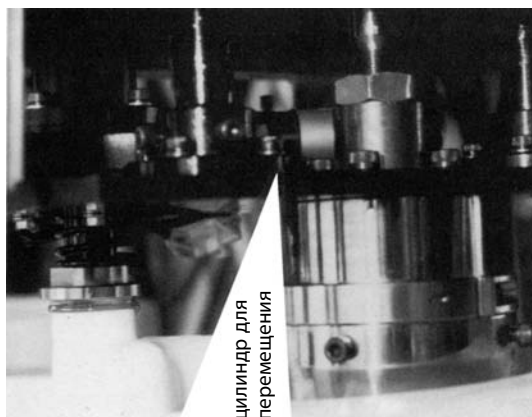


Фото 8.5. Перемещение направляющего штифта после усовершенствований

9 **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕНАЛАДКИ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ TOYOTA**

Toyoda Gosei Co., Ltd.

Toyoda Gosei была основана в 1949 г. С тех пор мы успешно разработали и усовершенствовали ряд высокополимерных продуктов для автомобильной промышленности. Мы разрабатываем и производим пластмассовые, пробковые, уретановые и другие детали, заняли подавляющую долю рынка по многим позициям, включая рулевые колеса, различные шланги и поршневые заглушки.

Капитализация фирмы в 1978 г. составляла 3,3 млрд йен, объем продаж — 106,4 млрд йен, число занятых — 4600 человек. На восьми заводах выпускали 12 тыс. наименований продукции.

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ

Рыночная ситуация для автомобильной отрасли была благоприятной до 1977–1978 гг. Но после нефтяного кризиса 1979 г. снижение потребительского спроса вынудило производителей расширять производство малолитражных автомобилей и корректировать свою политику в сторону повышения качества. По мере обострения конкуренции в отрасли, как в стране, так и в мире, только снижение цен при высоком качестве продукции позволяло компании выжить.

Toyoda Gosei пыталась найти способы снижения себестоимости своей продукции. В 1976 г. под руководством Toyota Motor Corporation мы начали внедрять производственную систему Toyota, основополагающий принцип которой — ликвидация неэффективности. Данный метод предусматривает снижение цен и рост эффективности, стремление к идеальной ситуации с учетом следующих моментов:

- рабочие, машины и другие объекты работают без потерь;

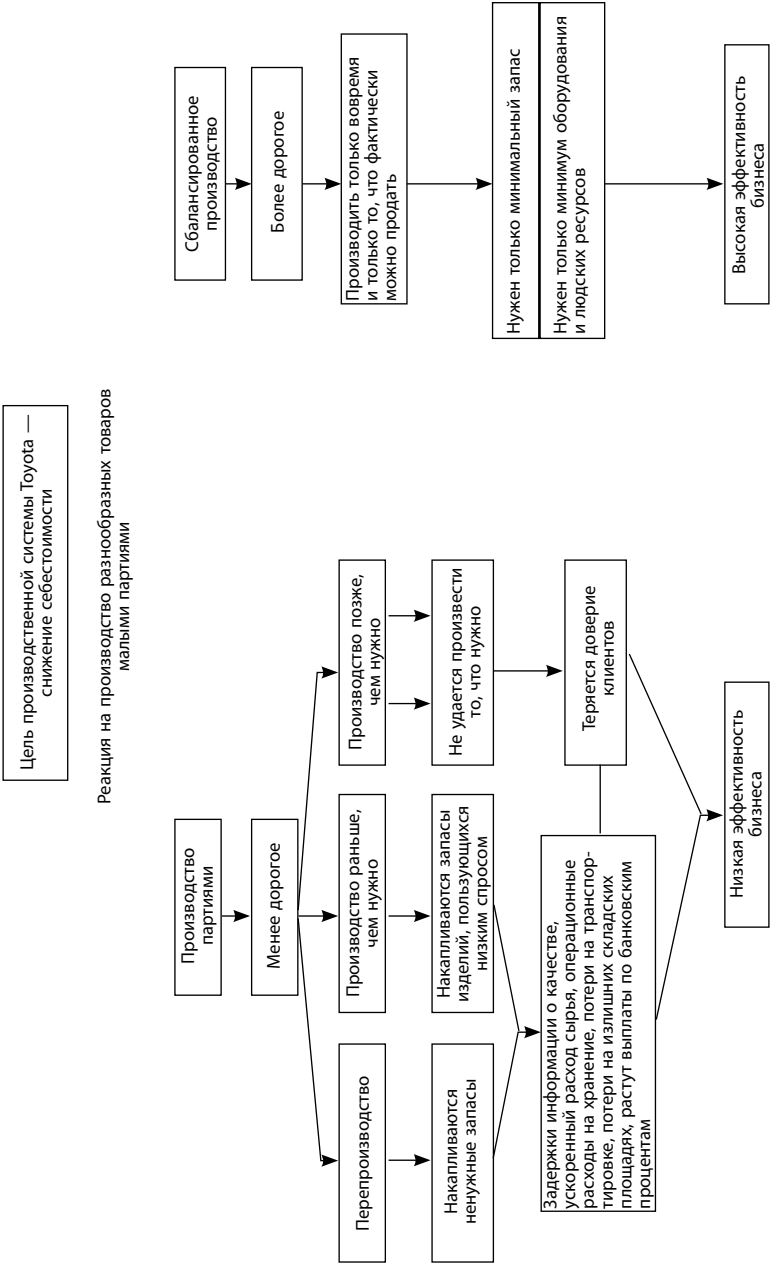


Рис. 9.1. Снижение себестоимости на основе принципа «точно вовремя»

- рабочие и машины выполняют только ту работу, которая увеличивает добавленную ценность;
- время выпуска изделия — это общее время всех обработок (т.е. сроки выполнения заказа подлежат максимальному сокращению).

Цель этих мер, которые покоятся на двух краеугольных камнях — системе «точно вовремя» и автоматизации с участием рабочих, — производство с наименьшей себестоимостью и только того товара, который найдет сбыт, причем без задержки. Другими словами, этот метод относится к сфере управления (рис. 9.1).

В октябре 1978 г. Тайити Оно, отец производственной системы Toyota, стал председателем совета директоров Toyota Gosei. Под его руководством, при всемерной поддержке высшего руководства компании производственная система Toyota (TPS) была распространена по всей компании.

Мотивация к работе по SMED

Производство «точно вовремя»

Производство «точно вовремя» (JIT) — очень важный принцип. В применении к индивидуальному производственному процессу концепция JIT означает производство требуемого количества изделий в нужный срок. Это достигается минимизацией объема запасов, синхронизацией производственных процессов и созданием непрерывного потока с минимальным объемом незавершенного производства (рис. 9.2).

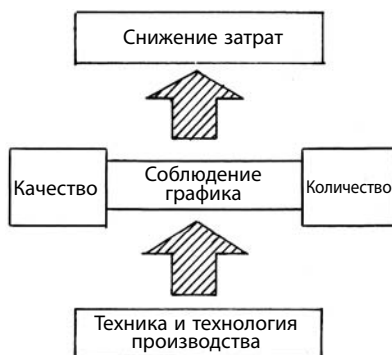


Рис. 9.2. Принцип производства «точно вовремя»

Чтобы справиться с высокодиверсифицированным производством мелкими партиями на основе принципа «точно вовремя», компания должна отказаться от крупных партий в пользу мелких и сбалансировать производство. Слишком часто наблюдается стремление сократить число переналадок и избежать связанных с ними потерь, перейдя на производство

крупными партиями. Это приводит к путанице, руководители стараются отслеживать состояние запасов и оборудования. Все эти запасы и приспособления требуют складских помещений. Такой ситуации можно избежать, если у производителя при получении заказа достаточно мощностей для выпуска нужных изделий в нужном количестве (рис. 9.3).

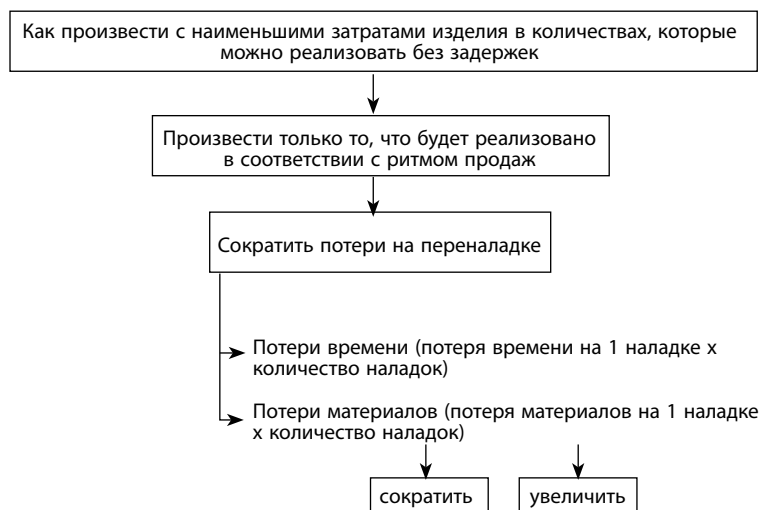


Рис. 9.3. Изменения процессов переналадки и подход «точно во-время»

Время переналадки надо сокращать быстро. Если это не сделать, оно будет увеличиваться, а потери возрастут.

Опыт применения системы SMED

Совет по сокращению человеко-часов, учрежденный в 1969 г. на Toyota Motor Corporation, призывал сократить длительность переналадки, но серьезно за внедрение SMED взялись только в 1972 г., когда под руководством Сигео Синго на установке литья из смол под давлением было достигнуто время переналадки менее 9 мин.

При поддержке руководства компании это улучшение дало отличный результат; переналадка, ранее занимавшая свыше двух часов, была сокращена менее чем до 10 мин в 1973 г. и менее чем до 1 мин в 1975 г. С помощью системы SMED были достигнуты впечатляющие успехи и появилась возможность производить большое количество разнообразных изделий на существующем оборудовании. Результаты этого примера стали катализатором других улучшений по всей фирме.

Но средства и цели иногда путали. В ходе работ приходилось останавливаться и оценивать, действительно ли реализована самая большая эко-

номия. Основываясь на этих соображениях, впоследствии были предприняты меры, чтобы стимулировать сокращение времени переналадки, определить нижний предел наименьшего числа вмешательств механического характера в процесс и минимальный уровень запасов, при котором процесс можно осуществлять без остановок. Компания поставила цель разработать надежную систему процессов, восприимчивых к переменам.

Основные принципы смены инструмента

Во-первых, важно стимулировать потребность в сокращении времени переналадки. В производственной системе Toyota применяется канбан — карточки или другие знаки, которые предотвращают перепроизводство и предоставляют информацию о производстве и транзакциях, действуют как инструмент, улучшающий систематизацию производства (рис. 9.4). Чтобы действовать таким образом, карточки канбан должны располагаться так, чтобы все могли видеть последовательность, объем, сроки выполнения работ.

1. Обычные канбан Изготавливать в последовательности, указанной в канбан только на замену проданных изделий
2. Сигнальные канбан Изготавливать в последовательности, в которой пришел канбан
Канбан Единица на 1 день→единица на полдня→единица на час→единица из одного листа→единица на 1 штуку

Рис. 9.4. Примеры стимулирования сокращения времени переналадки

В результате все должны понимать:

- темп выполнения работ (быстрый или медленный);
- последовательность выполняемых работ;
- сроки выполнения работ;
- объем незавершенного производства в исходной точке;
- какие операции стандартные;
- какие операции не стандартные.

Подход к сокращению времени переналадки основан на нескольких условиях.

- Нужна вера в то, что резкое сокращение времени переналадки возможно. Такие сокращения можно произвести, если с самого начала понять, что смена инструмента — лишь снятие одного штампа и установка другого. Если время переналадки удастся сократить на одной линии сборки, то руководители и менеджеры получают непосредственный опыт улучшений, что позволит легче распространять его по горизонтали (на другие линии сборки).

- Существуют логические этапы сокращения времени переналадки (рис. 9.5).

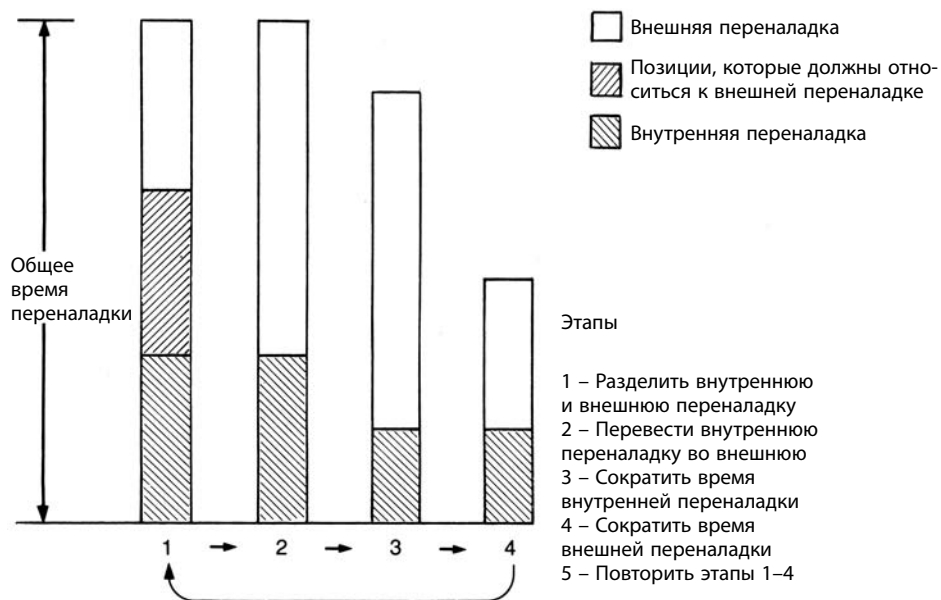


Рис. 9.5. Этапы сокращения времени переналадки

- Если станочники не участвуют в изменении процесса переналадки, то мы тем самым создадим касту экспертов переналадки. Решение этого вопроса — одна из основных целей совершенствования переналадки; операторы должны вовлекаться в работу.
- Центровка и корректировка положения — необязательные операции. Центровка деталей должна происходить при контакте, а положение должно фиксироваться при совмещении частей формы. Корректировки зависят от «чутья» или удачи; когда корректировки производят разные люди, выявляются различия. Даже один человек может тратить различное время на одну и ту же корректировку в разных случаях. Поэтому корректировки должны быть ликвидированы.
- Должны использоваться только функциональные зажимы. Крепеж винтового типа надо заменять на трапецидальные канавки, штифты, кулачки, клинья и т. п.
- Там, где болтов не избежать, их надо крепить не более чем одним поворотом.
- Надо использовать промежуточные приспособления. Например, при смене резцов нужно устанавливать их в держатели (т.е. промежуточные приспособления), а не прямо в головку. Размеры нужно выставить в ходе внешней наладки, а держатели — заменять.

- Движения должны быть взаимосвязаны, чтобы облегчить и упростить процедуры смены инструмента (рис. 9.6).

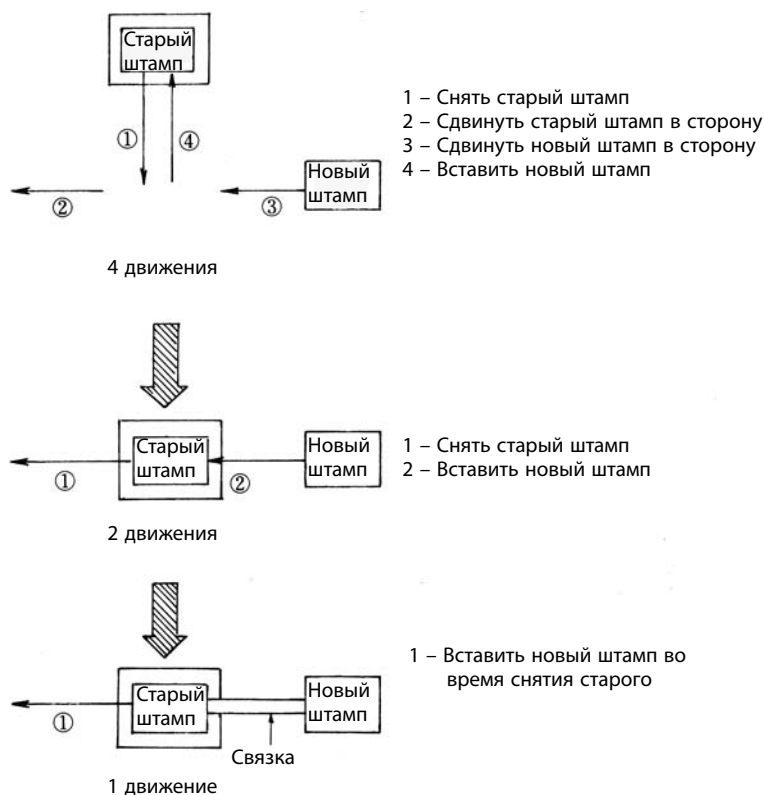


Рис. 9.6. Упрощение смены штампов

- Делать операции параллельно. Хотя общее число человеко-часов на переналадку и не изменится, длительность операций сократится более чем в 2 раза, если замену осуществляют два, а не один рабочий, там, где оборудование крупное, а процессы — длительны.
- Если осуществляется несколько процессов, изменения переналадки надо производить последовательно (табл. 9.1).
- Изменения в процессе переналадки должны с самого начала обеспечивать выпуск бездефектной продукции. Нет смысла ускорять процесс переналадки, если неизвестно, когда будут выпускаться качественные изделия.
- Идеальным изменением процесса будет отсутствие всякого изменения. Если все же изменения в процессе переналадки неизбежны, их надо закладывать, как переналадку «в одно касание».

Таблица 9.1. Последовательность изменения процесса переналадки

Пример перехода с А на В (четыре операции)				
Операции	№1	№2	№3	№4
	А	А	А	А
Изменение наладки №1	Изменение наладки	А	А	А
Изменение наладки №2	В	Изменение наладки	А	А
Изменение наладки №3	В	В	Изменение наладки	А
Изменение наладки №4	В	В	В	Изменение наладки
	В	В	В	В

ПРИМЕНЕНИЯ SMED

Переналадка резцов при механической обработке фитингов

Рассматриваемый процесс осуществляется на автоматической линии. Фитинги для резиновых шлангов вырезаются из литых заготовок, обрабатываются в потоке единичных изделий, начиная с обдирки [процесс 1] и до нарезки резьбы и контроля [процесс 5] (рис. 9.7).



Рис. 9.7. Процесс и циклы станков

В данном процессе переналадки имелось несколько проблем. Операции 1, 2, 4 и 5 занимали менее 10 с каждая, а операция 3 — сверления специального отверстия (рис. 9.8) — занимала 10 с. Эта операция была узким местом, определяющим производительность всей линии.

При решении этой проблемы внимание было сконцентрировано на скорости прохождения операции и на выпуске годных изделий с первого цикла после переналадки. Эта последняя цель, основной принцип Toyota

Gosei, появилась потому, что при смене резцов одна из шести или семи заготовок уходила в брак на стадии переналадки. Как видно из табл. 9.2 и рис. 9.9, большую часть времени занимали завинчивание, ослабление и корректировка болтов.

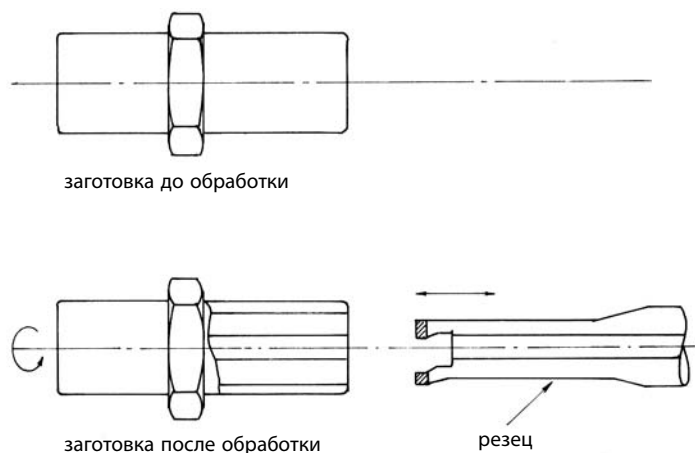


Рис. 9.8. Расположение резца и заготовки до и после обработки

Таблица 9.2. Процедура и наблюдения до усовершенствования

№	Этапы процедуры (по порядку)	Необходимое время, с	Наблюдения
1	Ослабить болты 2А	36	Отказаться от болтов, использовать метод «в одно касание»
2	Снять держатель инструмента	15	Упростить
3	Установить новый держатель инструмента	15	(то же, что и 2)
4	Затянуть болты 2А	32	(то же, что и 1)
5	Работа станка	20	
6	Снять заготовку, измерить	18	На внешнюю переналадку
7	Ослабить С	28	
8	Скорректировать ручкой В	32	Контактный метод
9	Затянуть С	18	
10	Работа станка	20	
11	Снять заготовку, измерить	17	На внешнюю переналадку
12	Повторить 5–11	665	Использовать промежуточные приспособления
13	Измерить глубину с помощью D	24	
14	Работа станка	20	
15	Снять заготовку, измерить	12	
16	Непрерывная работа	1	
ИТОГО: 973 = 16 мин 13 с			

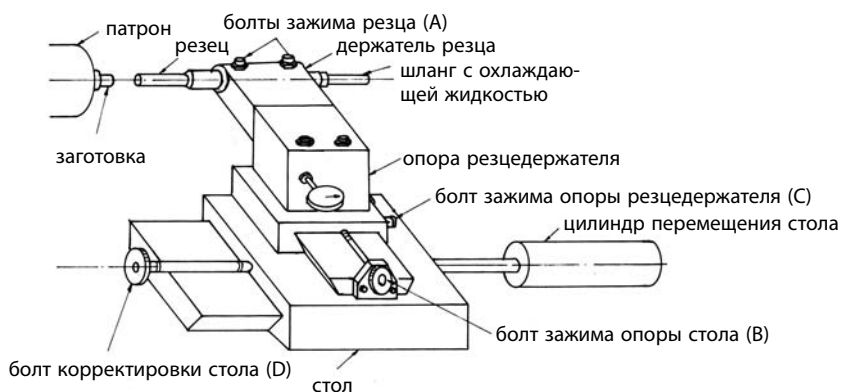


Рис. 9.9. Установка резца до усовершенствования

Нужно было решить три проблемы:

- отказаться от винтовых соединений;
- смену резцов производить, устанавливая их на промежуточные приспособления и заменяя весь узел;
- определить возможности перевода корректировки резца во внешнюю переналадку.

Улучшение было произведено (рис. 9.10, табл. 9.3) в основном за счет использования промежуточных приспособлений (рис. 9.11) и заблаговременного выставления параметров (рис. 9.12). После нескольких попыток удалось настраивать инструмент в ходе внешней переналадки.

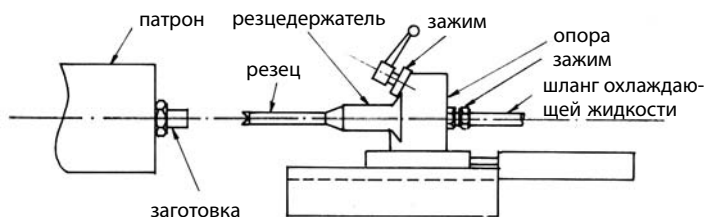


Рис. 9.10. Установка резца после усовершенствования

Таблица 9.3. Процедуры установки резца после усовершенствования

№	Процедуры	Время, с		Ручные операции Автоматические							
		Р.О.	Пода-ча	0	10	20	30	40	50	60	70 с
1*	Отсоединить шланг охлаждающей жидкости	5	20								
2	Ослабить зажим	4									
3	Дополнительный держатель инструмента	6									
4	Установка нового резце-держателя	8									
5	Затянуть зажим	5									
6*	Подсоединить шланг охлаждающей жидкости	5									
7	Пуск	1									
(8)	Взять первую заготовку, проверить размеры	(20)									

Р.О. – Ручная операция Общее время переналадки: 34 с (пп. 1–7)
(8) — внешняя наладка
* Дополнительный этап.

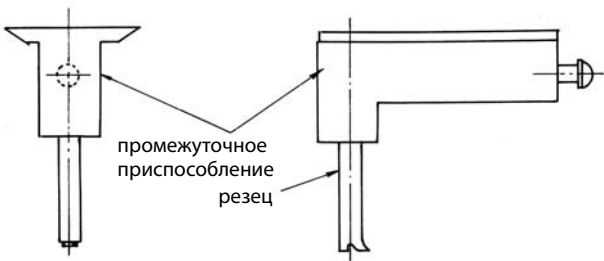


Рис. 9.11. Установка резца в промежуточное приспособление

Общие затраты на внедрение этих улучшений составили 80 тыс. йен × 21 станок = 1680 тыс. йен (десять линий). Результаты были впечатляющие (рис. 9.13 и 9.14): мы сэкономили 210 тыс. йен в месяц за счет стоимости инструмента; два инженера-наладчика стали не нужны; темп работы значительно ускорился.

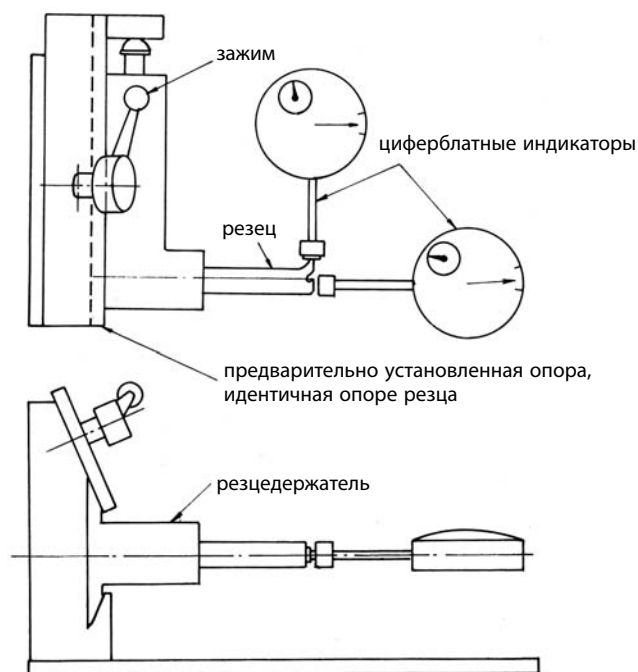


Рис. 9.12. Предварительная установка резца

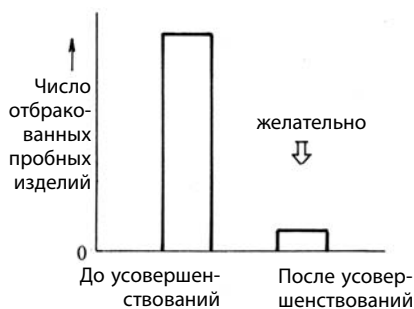


Рис. 9.13. Доля брака до и после усовершенствований

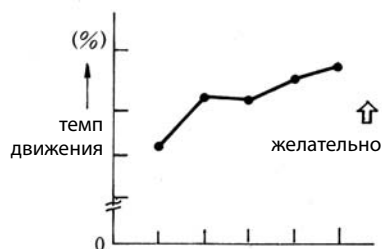


Рис. 9.14. Изменение темпа перемещения

Изменения в операциях переналадки пуансона на холодной штамповке

В данном процессе в качестве сырья используется холодно-тянутая полоса с бухты. Раньше все заготовки закупались, а в 1982 г. был установлен пресс холодной штамповки, и предприятие стало изготавливать заготовки само-

стоятельно. Начали с одного типа изделия, но вскоре обнаружили, что время переналадки надо сокращать, так как возрастала потребность в расширении ассортимента изделий, а объем переналадки рос. Таким образом, к системе SMED обратились по необходимости как к части TPS, чтобы выпускать изделия, которые нужны, когда они нужны и в нужном количестве (рис. 9.15).

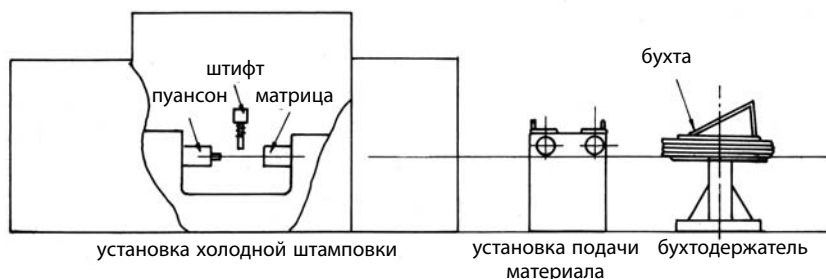


Рис. 9.15. Схема оснастки процесса холодной штамповки

Изготовленный в США пресс холодной штамповки идеально подходил для производства одного изделия в больших количествах, но не были приняты во внимание изменения в переналадке, которая занимала 1 ч 40 мин, что очень много. При таком темпе либо оборудование работало не на полную мощность, либо компания рисковала перейти к производству крупными партиями. Поэтому была поставлена задача стремиться к более эффективному использованию оборудования, не забывая об упомянутых выше целях (рис. 9.16).

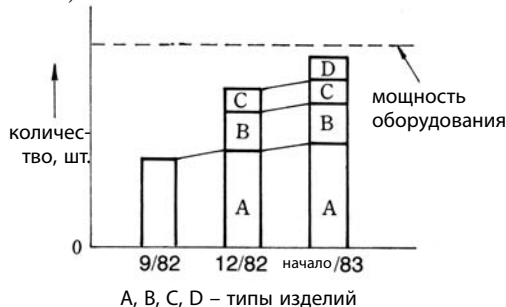


Рис. 9.16. Изменение спроса

Усовершенствования осуществляли в два этапа. На первом этапе были выделены три крупных проблемы, связанных с переналадкой:

- консолидировать разрозненные детали пуансонов и матриц;
- устранить корректировки матриц по высоте;
- использовать гайковерты для затяжки и ослабления болтов.

Эти изменения были сделаны. Проведена консолидация деталей (рис. 9.17), размеры некоторых деталей были изменены, чтобы устранить корректировки матриц по высоте, и была произведена смена инструмента.

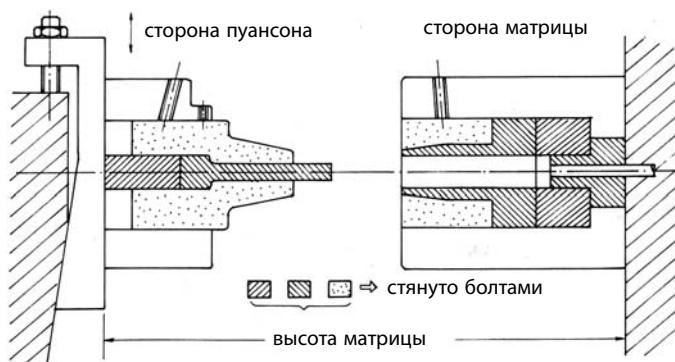


Рис. 9.17. Сечения пуансона и матрицы

В результате время было сокращено с 1 ч 40 мин до 31 мин 15 с (рис. 9.18). Кроме того, повысилась плавность потока, темп и безопасность выполнения работ. Общая стоимость улучшений на первой стадии составила 1200 тыс. йен.

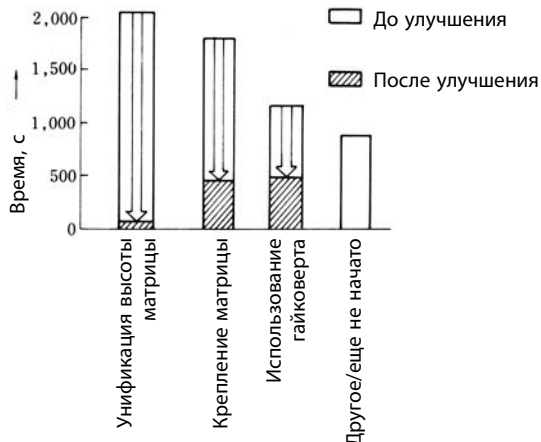


Рис. 9.18. Первый этап улучшения оборудования холодной штамповки

По первому этапу были проанализированы процедуры до улучшений (табл. 9.4) и сделаны следующие предложения с целью улучшения.

- Расположить инструмент в удобных местах.
- Отказаться от транспортировки тяжелых объектов (матриц, пуансонов).

- Устранить корректировки и использовать метод «в одно касание».
- Изменить часть процедуры.

Эти предложения были внедрены. Метод после усовершенствования представлен на рис. 9.19–9.22 и в табл. 9.5.

Стоимость внедрения усовершенствований составила 200 тыс. йен. В результате изменений ежемесячная экономия составила 250 тыс. йен и понеслось меньше механических устройств (рис. 9.23–9.25).

Кроме усовершенствования процесса переналадки успеху этой работы способствовали понимание и поддержка со стороны руководства, а также энтузиазм и настойчивость рабочих, внедрявших изменения. В результате было достигнуто 95% целей, поставленных компаниями.

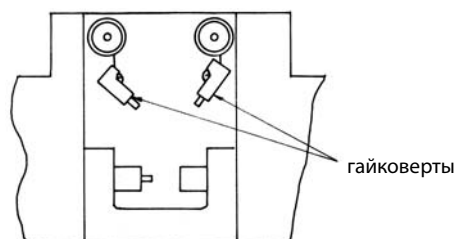


Рис. 9.19. Использование гайковерта

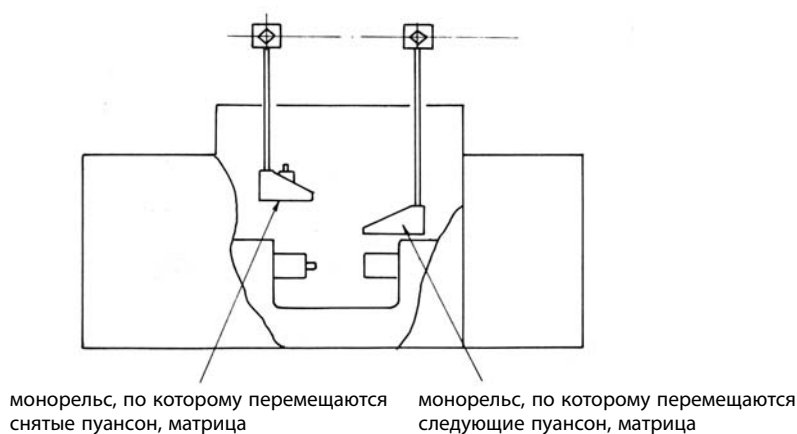


Рис. 9.20. Монорельс для штампов

Таблица 9.4. Процедура и наблюдения до усовершенствований

№	Этапы процедуры (по порядку)	Необход. время, с	Наблюдения
1	Смена подъемного клапана	30	Автоматизировать
2	Ослабить подъемный винт	5	
3	Ослабить болты пуансона	95	Держать инструмент (гайковерт) под рукой
4	Ослабить болты матрицы	91	(см. пункт 3)
5	Установить пуансон на плиту	65	Ликвидировать транспортировку из машины
6	Установить матрицу на плиту	172	(см. п. 5)
7	Снять штифт матрицы	8	
8	Очистить пуансон, держатель матрицы	15	
9	Снять матрицу с тележки	110	(см. пп. 5, 6)
10	Снять пуансон с тележки	85	(см. пп. 5, 6)
11	Затянуть болты пуансона	60	(см. пп. 3, 4)
12	Затянуть болты матрицы	52	(см. пп. 3, 4)
13	Подтяжка болтов	128	Произвести на этапах 11, 12
14	Присоединить трубу охлаждающей жидкости	15	Исключить корректировки
15	Затянуть 6 болтов прессовой посадки матрицы	37	
16	Поменять пальцевые пластины, скорректировать	685	Исключить корректировки, использовать метод «в одно касание»
17	Свести штампы	56	Совместить с пуансоном, матрицей
18	Закрепить для подъема	27	
19	Медленно свести штампы	43	(см. пункт 17)
20	Отрегулировать выход масла		(см. пункт 14)
21	Обработать первое изделие	16	
22	Замерять размеры	85	Замерять в начале, как внешняя операция
ИТОГО: 1915 с = 31 мин 55 с			

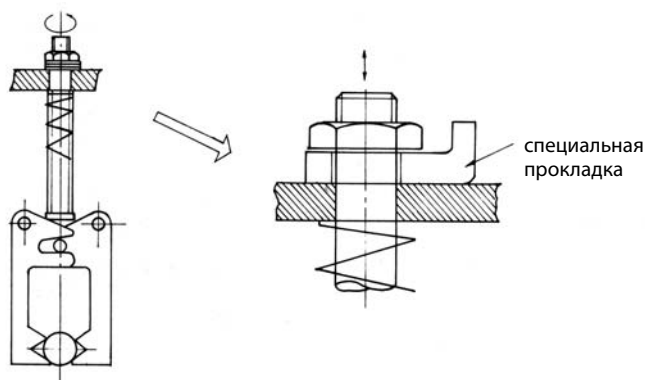
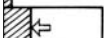
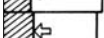
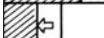


Рис. 9.21. Позиционирование «в одно касание» с использованием штифта

Таблица 9.5. Процедура наладки машины холодной штамповки после усовершенствований

№	Процедуры	Человеко-часы, с		Время, с						Улучшения
		До	После	0	50	100	150	200		
1	Перенос вставки подъемного клапана	30	1							Замена гидравлического клапана
2	Ослабление подъемного болта	5	5							
3	Ослабление болтов со стороны пуансона	95	20							Переставляется гайковерт Используется специальное оборудование (см. п.3) Использование монорельса (см. п. 5)
4	Ослабление болтов со стороны матрицы	91	25							
5	Вынуть пуансон, поместить на монорельс	65	40							
6	Вынуть матрицу, поместить на монорельс	172	90							
7	Вынуть штифт матрицы	8	8							
8	Чистка держателей пуансона, матрицы	15	15							
9	Снятие матрицы с монорельса, установка	110	70							Использование монорельса (см. пп 3, 4)
10	Затяжка болтов со стороны матрицы	52	30							
11	Снятие пуансона с монорельса, установка	85	45							(см. п. 9)
12	Затяжка болтов со стороны пуансона	60	30							(см. пп. 3, 4)
13	Подтяжка болтов	128	0							Выполняется в пп. 10, 12 (определяется нужный момент вращения)
14	Присоединение трубки охлаждающей жидкости	15	0							
15	Затяжка 6 болтов пресса	37	35							Переустановка трубы
16	Переустановка штифтов	685	15							
17	Центровка штампов	56	0							Использование позиционирующих пластин
18	Зажим подъемника	27	20							
19	Постепенная корректировка штампов	43	0							Использование специальных приспособлений Стандартизовано за счет изменения формы штампов (см. п.14)
20	Регулировка смазки	35	0							
21	Запуск	101	1							

Всего 1915 с (31 мин 5 с) 450 с (7 мин 30 с)

 До усовершенствований После усовершенствований

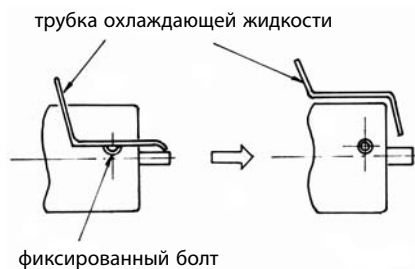


Рис. 9.22. Улучшенное расположение трубы охлаждающей жидкости

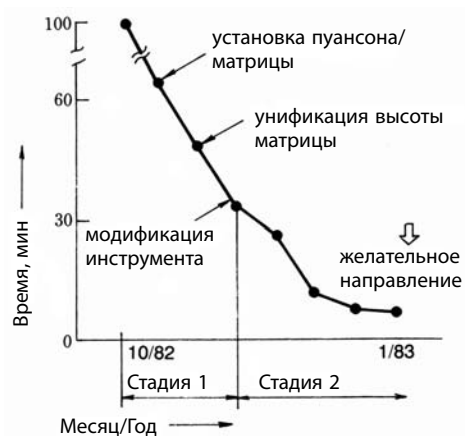


Рис. 9.23. Изменение времени переналадки

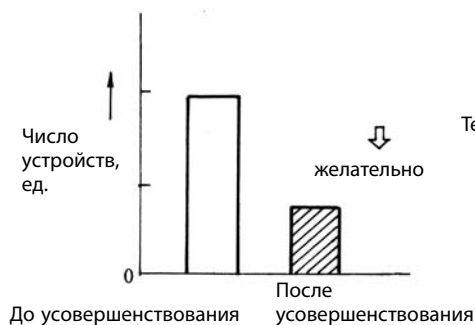


Рис. 9.24. Количество механических вмешательств

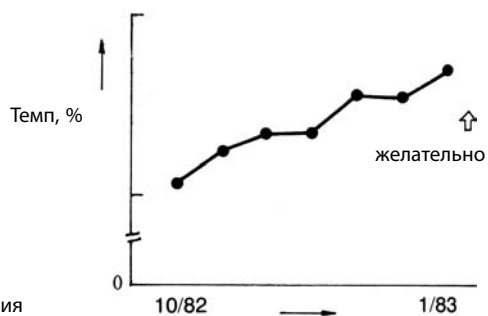


Рис. 9.25. Темп выполнения работ

(Нороби Таками, отдел изучения производства)

10 ВНЕДРЕНИЕ БЫСТРОЙ НАЛАДКИ

Nippon Kogaku K.K.

Со своего основания в 1917 г. и до конца Второй мировой войны фирма Nippon Kogaku была главным производителем военного оптического оборудования в Японии. Когда после войны произошел переход на потребительские товары мирного назначения, фирма начала с нуля как универсальный производитель оптических устройств.

Основная продукция — однообъективные зеркальные фотоаппараты Nikon, компактные фотоаппараты, микроскопы, телескопы, очки, полупроводниковые устройства. Фотоаппараты, объективы, полупроводниковые приборы изготавливают на основном предприятии фирмы в городе Ой. На фирме работают около 6300 человек, из которых 2900 — на заводе в Ой.

В марте 1983 г. капитализация фирмы составляла 8,8 млрд йен. Продажи в 1982 г. составили 1135 трлн йен.

Тем не менее, для сохранения конкурентоспособности фирма была вынуждена резко сокращать себестоимость и запасы.

Философия и направление движения

Нефтяной кризис 1973 г. привел к широким структурным изменениям рынка оптического оборудования. Такие быстрые и широкие подвижки ухудшили деловой климат, в частности вызвали значительный рост запасов, что выявило неспособность тогдашней организации производства реагировать на изменения. Среди прочих директив тогдашнего руководства некоторые были адресованы производственным подразделениям:

- сократить время запуска в производство новых изделий;
- сократить производственные циклы и запасы.

Было разработано несколько успешных направлений политики по первому из этих пунктов. Ниже мы приводим дискуссию по второму вопросу.

Процессы окончательной сборки на обрабатывающих и сборочных производствах, к которым относится Nirron Kogaku, в принципе являются потоком единичных изделий. В прошлом от стадии сырья и до различных степеней обработки детали, используемые на подборке и сборке, производились в сравнительно больших количествах. Однако не была ясна разница между потребностями производства и рынка, что не позволяло определить, сколько изделий должно быть запущено в производство. На повестку дня встали четыре вопроса:

- почему обработка выполнялась сравнительно крупными партиями;
- почему по некоторым позициям происходило ненужное наложение процессов;
- каковы оптимальные размеры незавершенного производства;
- почему было необходимо ожидание работы в процессе производства.

Мы запустили конкретные инициативы после того, как стала понятной задача руководства: *«Создайте производственную систему, которая без потерь может реагировать на изменение конъюнктуры и которая ведет к снижению себестоимости»*.

Мотивация при осуществлении SMED

Чтобы «без потерь реагировать на изменение конъюнктуры», первое требование было «сократить время производственных циклов до минимума, используя производство мелкими партиями, с конечной целью сокращения их объема до одного изделия».

Пришлось решать массу больших и малых проблем по снижению себестоимости. Среди них изменения в процессе переналадки, которая раньше воспринималась как нечто неизменное. Переналадка представляла собой одно из наиболее сложных узких мест во всем процессе. В связи с этим примерно 20%-ное сокращение времени переналадки было включено в список целей производственного отдела на год. Однако дело шло неудовлетворительно — либо потому, что не было точных целей, либо мешал образ мышления, перенесенный из прошлого.

Тогда был использован другой метод убеждения. Вместо того чтобы сокращать время переналадки на 100 станках в среднем на 10%, рабочим сказали, что будет полезнее сократить это время на одном станке на 99%. Подчеркнув необходимость полного изменения принципиального подхода,

руководство представило положительные примеры других фирм и использовало все возможности, чтобы контролеры посещали другие фирмы. Наряду с руководством со стороны г-на Синго, многократные визиты на фирму M Heavy Industries, которая уже достигла успехов в деле внедрения SMED, подтолкнули работу.

Вывод из бесед с г-ном Синго и посещений других предприятий был таков: *«Самое большое препятствие — это убеждение, что SMED не удастся осуществить. SMED успешно внедряется более чем в 50% случаев, если все настроены решительно».*

Следуя этому совету, мы постоянно увеличивали количество случаев сокращения времени переналадки менее чем на десяти минут (рис. 10.1). Г-н Синго учит, что корректировки необходимо исключать и заменять их точной настройкой. Может быть, потому, что этот совет хорошо отложился в умах, в цеху стали называть SMED «быстрой настройкой», и на фирме это стало официальным названием.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Оптимизация смены патронов на полуавтоматическом токарном станке

Когда в процессе переналадки на полуавтоматическом токарном станке производится замена цанговых патронов, приходится много раз переходить с одной стороны станка на другую для снятия и установки патрона и корректировки степени его зажима или разжима. Кроме того, когда патрон закрепляется при установке в главный шпиндель при помощи конуса №4 по Морзе, продольная воспроизводимость ухудшается примерно до 0,05–0,10 мм (рис. 10.2).

После усовершенствования появилась возможность менять головки и сердечники только с передней стороны станка, за счет чего время замены патрона было сокращено с 10 мин до 2. Также в связи с плохой воспроизводимостью результатов до усовершенствования нужно было примерно 5 мин для корректировки положения инструмента. Воспроизводимость после усовершенствования была улучшена до 0,01 мм, и необходимость в корректировках отпала.

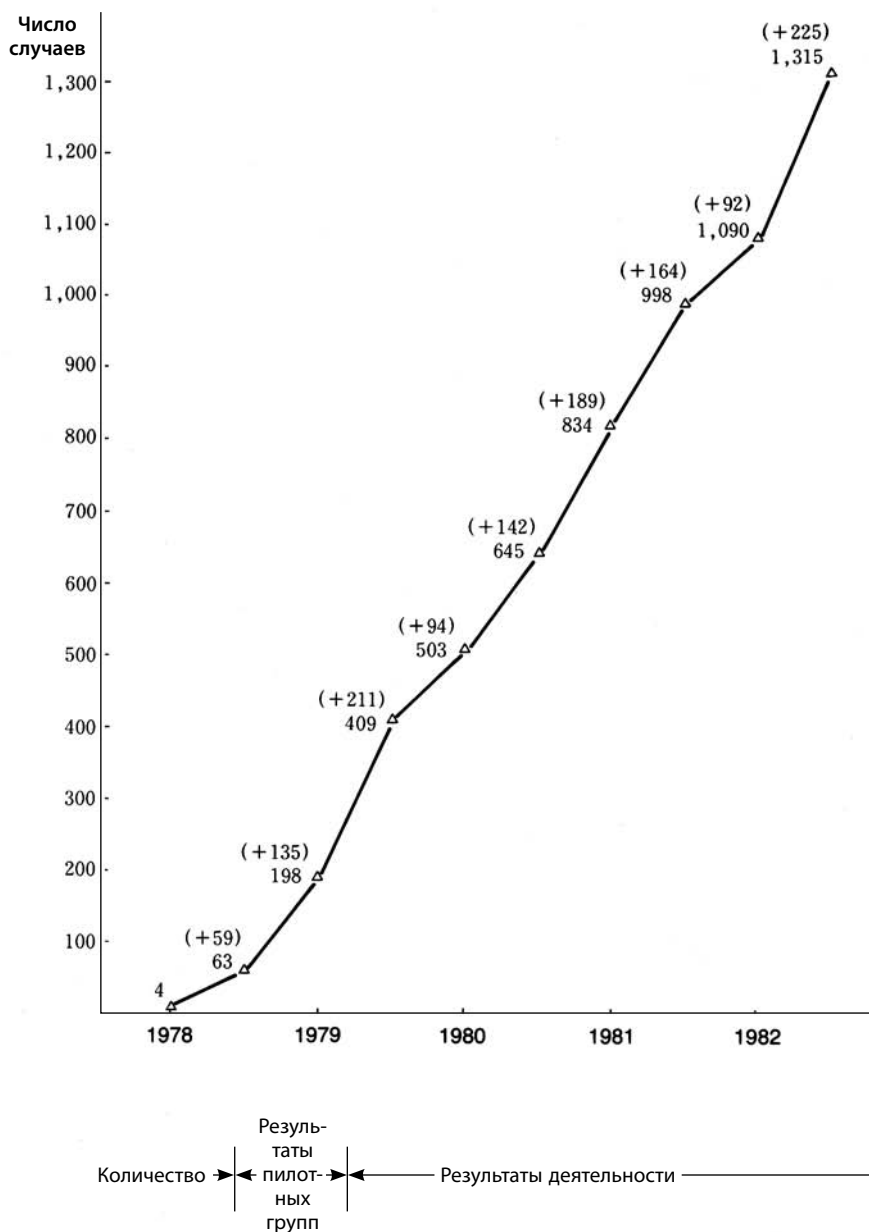


Рис. 10.1. Распространение быстрой переналадки

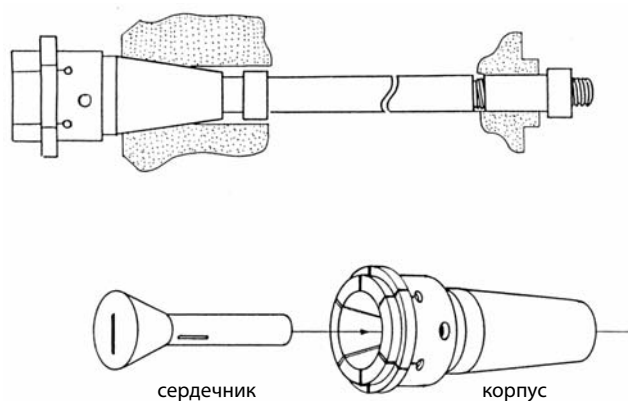


Рис. 10.2. Корректировка патрона до усовершенствований

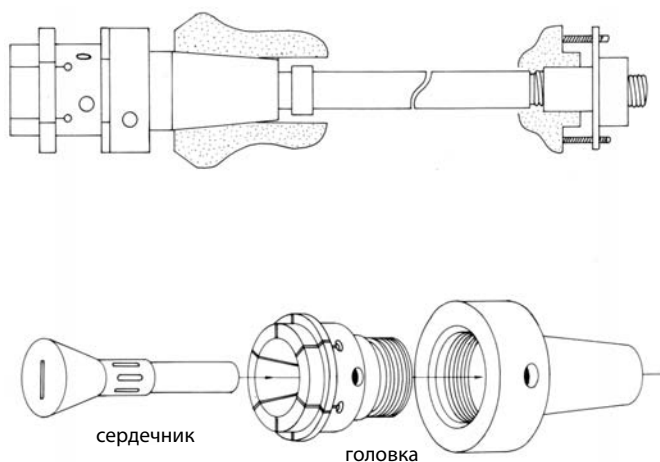


Рис. 10.3. Корректировка патрона после усовершенствований

Быстрая наладка на универсальном токарно-револьверном станке

Для данной операции было запланировано три типа усовершенствований:

1. унифицировать основные плоскости револьверной головки;
2. ускорить установку вертикальной позиции;
3. отказаться от корректировок при выставлении горизонтальной позиции.

Как показано на рис. 10.4, основные вертикальная и горизонтальная плоскости револьверной головки были скорректированы и отшлифованы. Было установлено приспособление, доходящее непосредственно до держателя инструмента. Таким образом, положение держателя можно регулировать путем сравнения держателя с моделью обрабатываемой заготовки, стала возможной быстрая установка контактным методом.

Далее, как показано на рис. 10.5, приспособление вертикального позиционирования закреплялось, при замене стандартных фиксаторов специальными (точной регулировки) винтами для каждой заготовки появилась возможность быстро устанавливать размеры в вертикальном расположении.

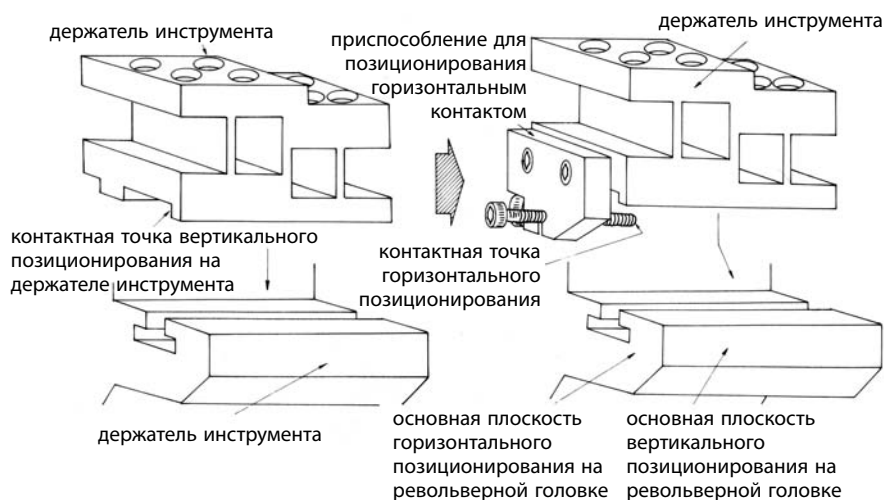


Рис. 10.4. Унификация основных плоскостей револьверной головки на универсальном токарном станке

И наконец, как показано на рис. 10.6, установочные приспособления горизонтального позиционирования были выбраны и установлены, револьверная головка позиционировалась сменой верхних и нижних фиксаторов в зависимости от заготовки. Ручки точного регулирования далее использовались для небольшой корректировки при изменении размеров, вызванном термической деформацией, и т.д.

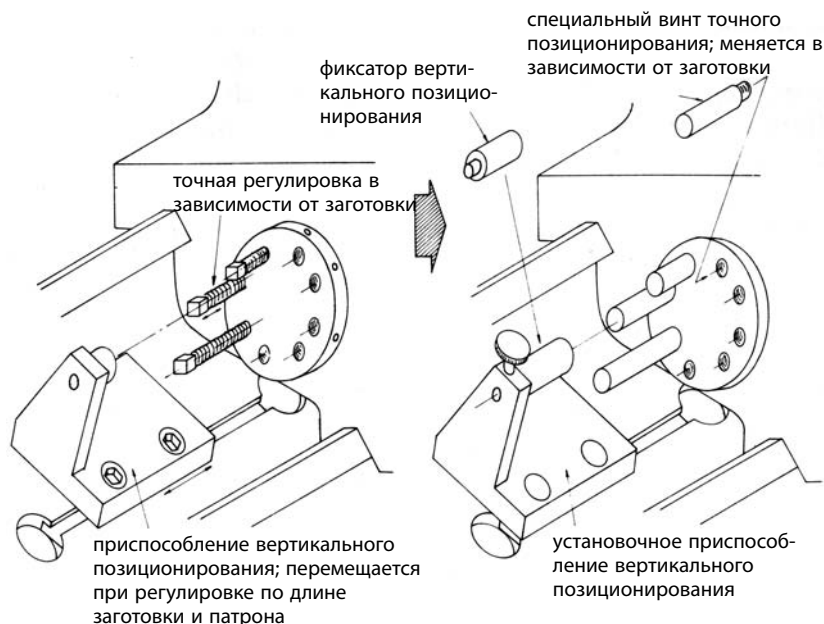


Рис. 10.5. Установка вертикальной позиции на универсальном токарном станке

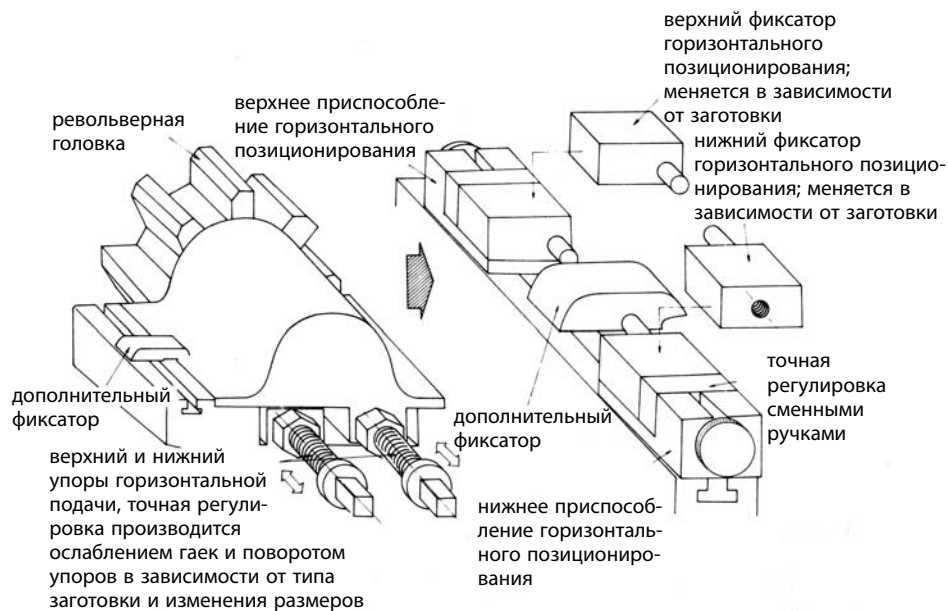


Рис. 10.6. Установка горизонтальной позиции на универсальном токарном станке

Все эти усовершенствования сократили время переналадки с 4 ч 8 мин до 19 мин (рис. 10.7).

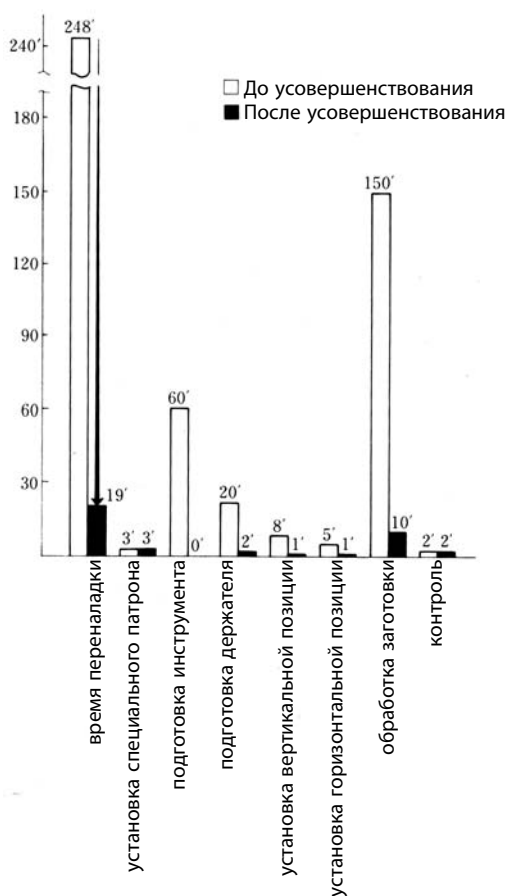


Рис. 10.7. Результаты быстрой наладки

Установка сменных шестерен

Станок в данном примере производит нарезку резьбы на установочный торец объективов. Для этого требуется менять шестерни в зависимости от шага и длины резьбы на различных типах объективов.

Хотя смена шестерен единственная операция в процессе переналадки, она была препятствием при осуществлении быстрой наладки. Замена занимала от 10 до 20 мин в зависимости от опыта оператора и уровня его квалификации.

На рис. 10.8 представлена установленная группа шестерен. Старый метод замены показан на рис. 10.9: используется лопасть, устанавливаемая во время регулировки окружного зазора.

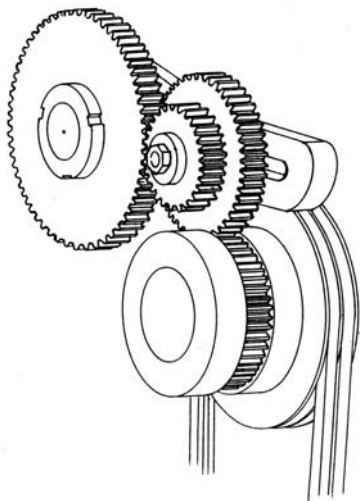


Рис. 10.8. Сменные шестерни до усовершенствования

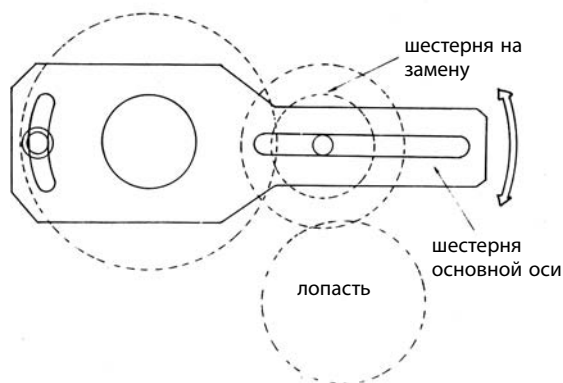


Рис. 10.9. Лопасть до усовершенствования

При усовершенствовании данной операции была сконструирована лопасть с местами для крепления двух сменных шестерен, поэтому замену стало возможным производить путем смены зацепления шестерен (рис. 10.10). Данный метод очень эффективен на оборудовании, производящем два типоразмера изделий, но не более.

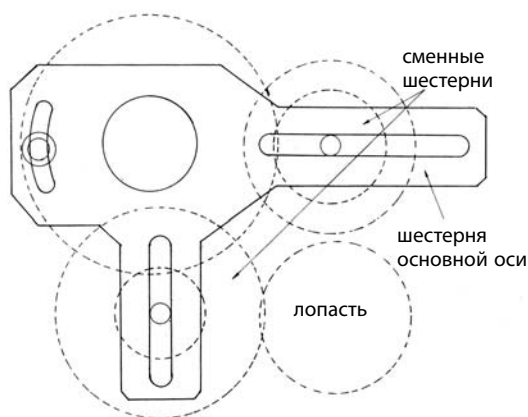


Рис. 10.10. Усовершенствованная лопасть

Кроме того, были сконструированы лопасти кассетного типа (рис. 10.11). Сменные шестерни прикреплялись к пластине кассеты, которая монтировалась в лопасть кассетного типа и прижималась с помощью пневматического цилиндра (рис. 10.12). Установка в сборе представлена на рис. 10.13.

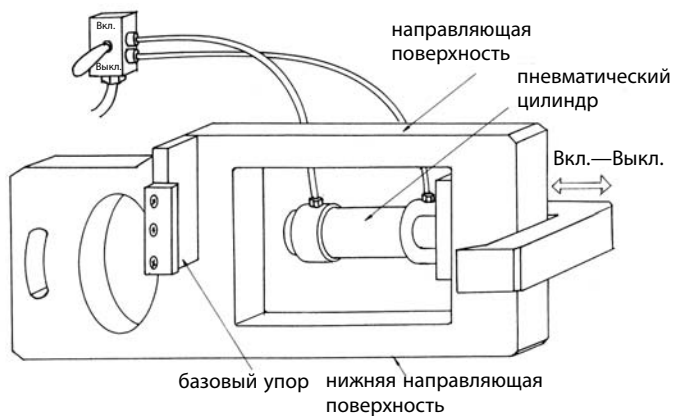


Рис. 10.11. Лопасти кассетного типа

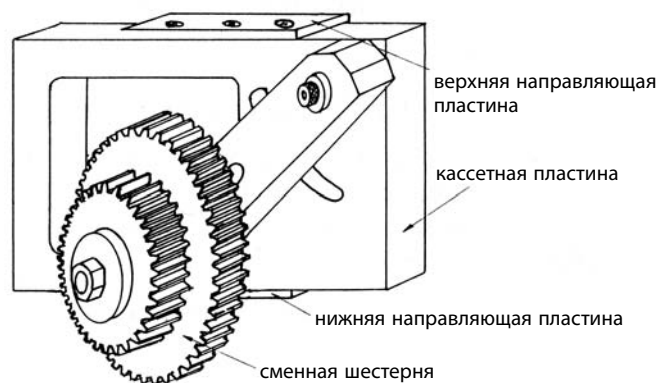


Рис. 10.12. Кассетные сменные шестерни

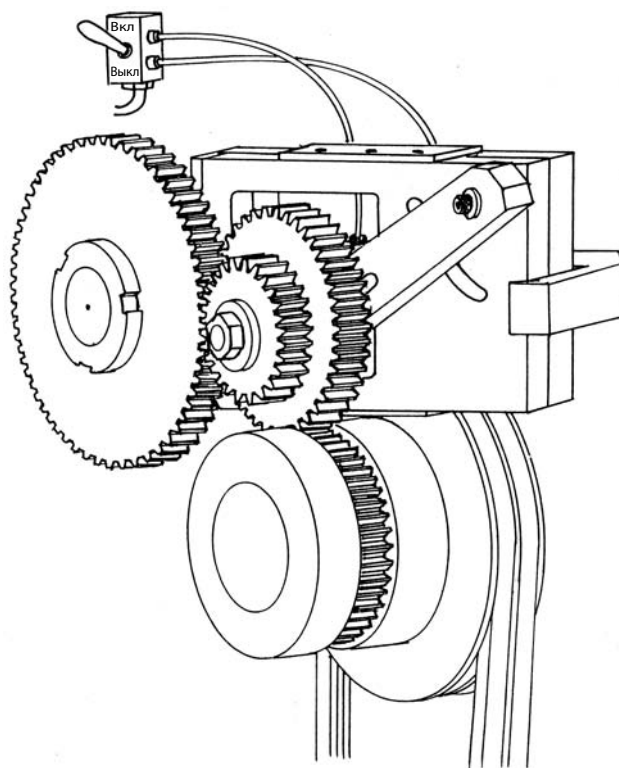


Рис. 10.13. Собранный установка

Используя кассетный метод, удалось сократить время замены сменных шестерен до 30 с. Кроме того, устраняются отклонения при установке ок-

ружного зазора, вызванные различиями в квалификации операторов, что допускает жесткое крепление шестерен.

Нанесение шаговой метки на универсальной гравировальной машине

На этой операции на корпус объектива методом гравирования наносится шаговая метка. Процесс переналадки состоит из нескольких шагов, причем позиционирование на втором шаге занимает примерно 70% всего времени переналадки:

- специальный патрон под каждую заготовку крепится на разделительной головке с помощью зажима в трех точках;
- позиционируется шпиндель, устанавливается направление вращения;
- устанавливается глубина прохода инструмента в деталь.

Если бы можно было устранить второй этап, то время переналадки сократилось бы на 10 мин. Поэтому было принято решение исследовать возможности усовершенствования патрона (рис. 10.14).

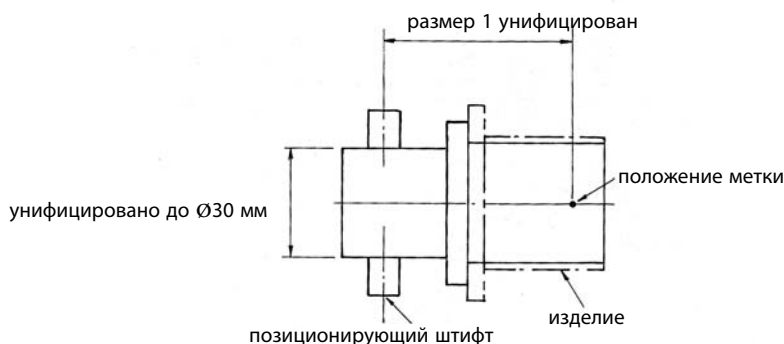


Рис. 10.14. Усовершенствование патрона

1. Старые патроны были переработаны под единый установочный размер $\varnothing 30$ мм (рис. 10.15).
2. Направляющие штифты были установлены на установочном диаметре, чтобы исключить операцию позиционирования в направлении вращения патрона.
3. Был унифицирован размер 1 от позиционирующего штифта в направлении вращения до метки, чтобы исключить операцию позиционирования вдоль оси шпинделя.
4. Одновременно с тремя перечисленными улучшениями была исключена разделительная головка с зажимным патроном, а в качестве основного патрона был принят патрон под фрезерование. (Впоследствии установка и позиционирование патрона были преобразованы в операцию «в одно касание».)

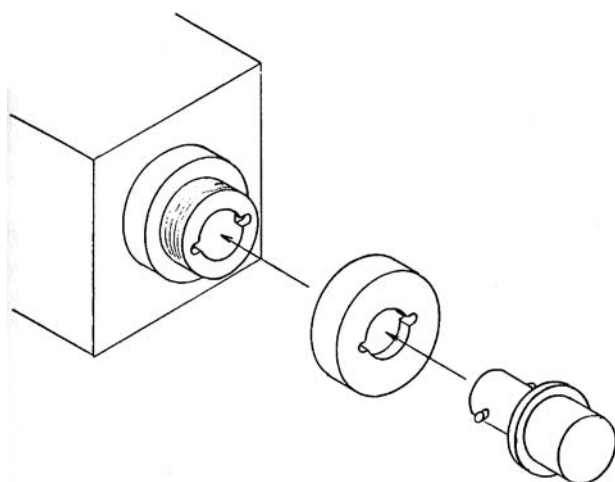


Рис. 10.15. Усовершенствованный патрон

В результате этих изменений время переналадки было сокращено с 24 мин до 5 (рис. 10.16).

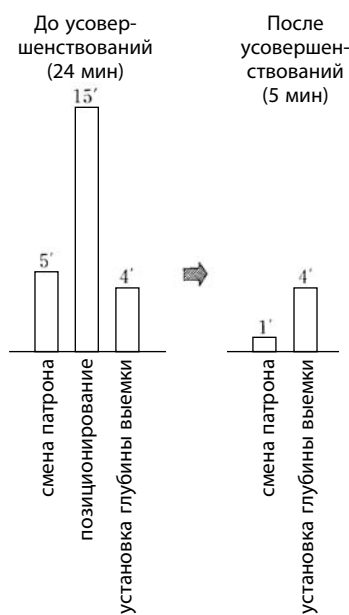


Рис. 10.16. Результаты улучшения процесса переналадки

Оставалось улучшить параметры установки глубины выемки и продолжить работу по сокращению времени переналадки, чтобы она стала мгновенной.

Токарный станок с компьютерным управлением

Этот компьютеризированный токарный станок с гидравлическим приводом используется на операции обточки внешнего диаметра держателей объективов. Проблема исследовалась по результатам текущих операций переналадки (рис. 10.17).

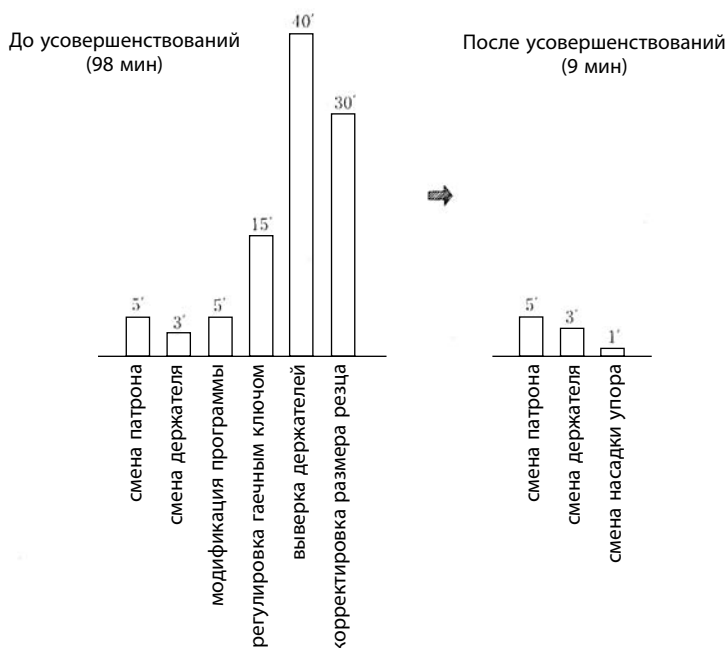


Рис. 10.17. Этапы переналадки и результаты усовершенствований

Чтобы сократить время на различные корректировки, занимающие до 85% времени переналадки, надо было сгруппировать заготовки:

- *по форме заготовок* — приблизить к расположению инструмента;
- *по элементам обработки* — унифицировать формы инструмента;
- *по последовательности обработки* — унифицировать программу.

В соответствии с этими тремя принципами число заготовок было сокращено. С учетом мощности станка оставшиеся восемь заготовок обрабатывались следующим образом.

1. За счет группировки последовательность обработки была унифицирована: обработка внешнего диаметра, обработка поверхности торца и снятие фаски. Менять программу теперь не надо.
2. Число регулировок сократилось по всем упорам. После дополнительного изучения вопроса все регулировки упоров также были исключены за счет использования насадок (рис. 10.18).
3. Переналадка производилась при помощи различных комбинаций инструмента, классифицированного по восьми формам заготовок. Смена инструмента производилась сменой держателей, причем база держателя прикреплялась сбоку к станку. Были устранены регулировки за счет использования насадок упоров для позиционирования контактным методом (рис. 10.18, 10.19).
4. Приспособление для перехода с быстрой поперечной на продольную подачу позиционировали контактным методом (рис. 10.20).

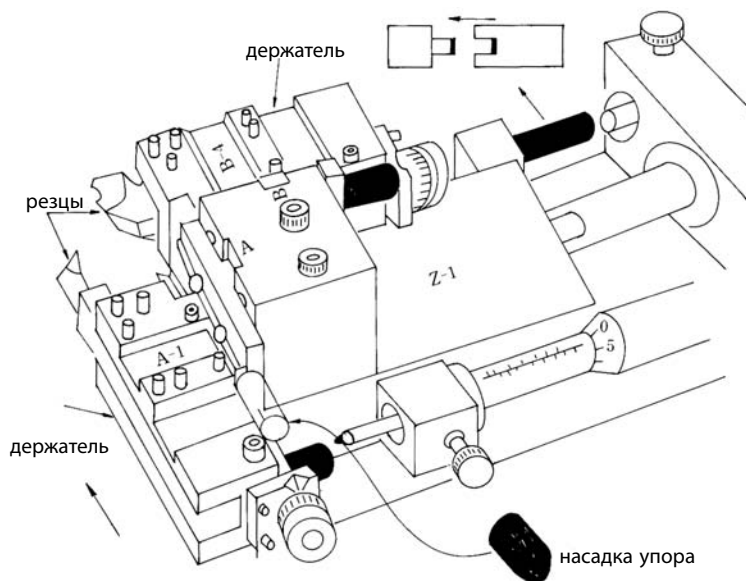


Рис. 10.18. Наладка суппорта

Эти улучшения позволили значительно сократить время переналадки — с 98 до 9 мин, причем ежедневно выполнялось три операции переналадки.

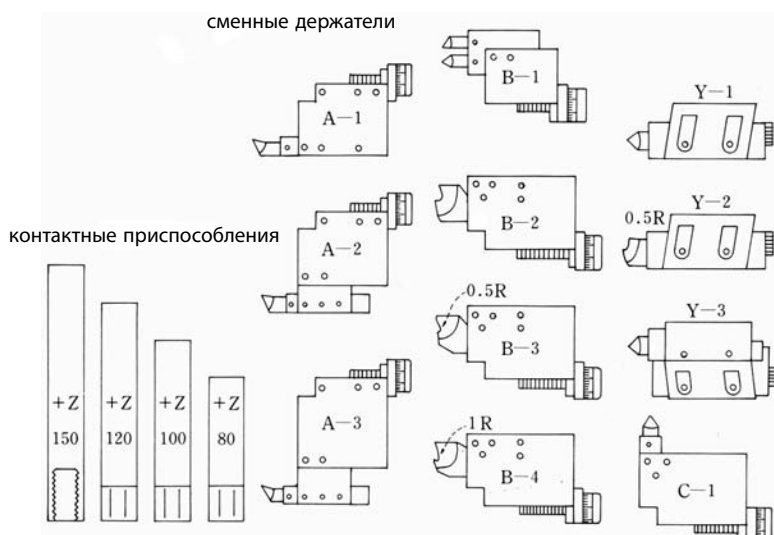


Рис. 10.19. Визуальный контроль

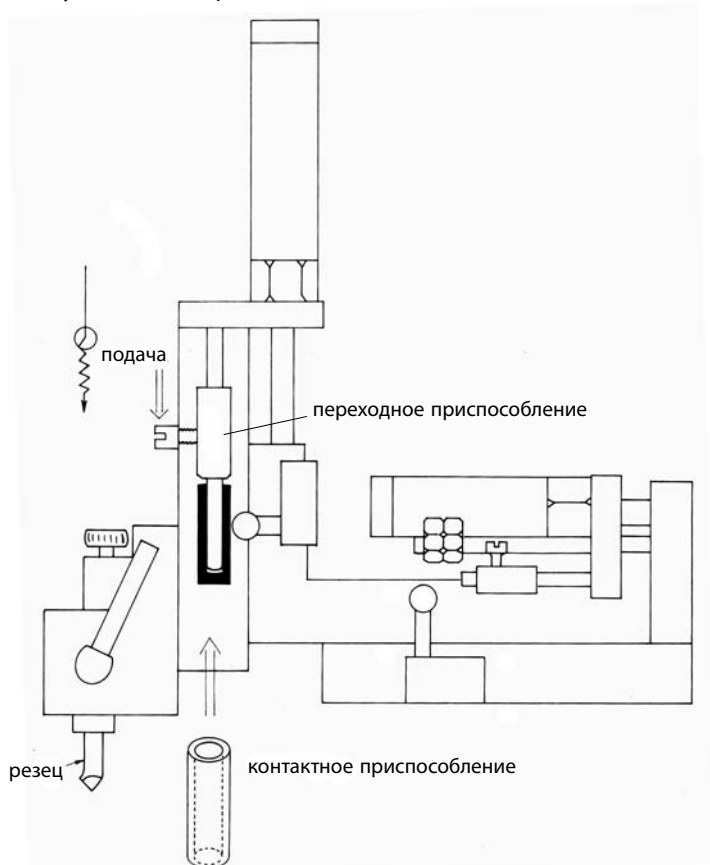


Рис. 10.20. Позиционирование для быстрой подачи на станке ALK

Обработка изделий из нейлона

Обработке подлежит десять типов цоколей объективов фотоаппаратов для 8 тыс. изделий в месяц. В месяц производится примерно 20 переналадок. Каждая состоит из нескольких шагов: установка обрезного инструмента, центровка, определение общей длины, определение глубины сверления.

Учитывая, что обрабатываемый материал — нейлон, группа исследовала способы улучшения обрезных лезвий. Она искала также возможность отказаться от немеханизированного способа определения длины, так как для каждой новой заготовки требовался специальный упор. Прежде всего были проанализированы функции обрабатывающих элементов, чтобы определить, нельзя ли сократить время обработки и время переналадки.

Была устранена центровка за счет замены на предыдущих инструментах безопасных бритв на лезвия. Кроме того, два процесса проводились одновременно с двумя совмещенными лезвиями. Также были сделаны держатели для установки упоров определения общей длины. В результате время обработки удалось сократить на четверть от старого, а время переналадки было сокращено в два раза. Улучшилось и качество изделий, так как при использовании лезвий почти не было дефектов.

Для каждого нового заказа при определении общей длины приходилось менять дистанционные пластины. Для облегчения этой операции крепежные отверстия были удлинены, чтобы не снимать болты (рис. 10.21).

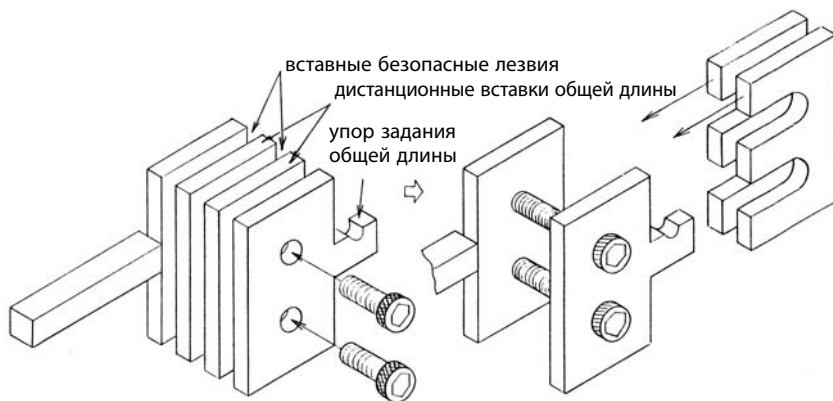


Рис. 10.21. Улучшенный держатель

Процесс переналадки, длившийся 20 мин, был сокращен до 3 мин, а время обработки сократилось с 60 с до 15.

(Цунео Морисима, первый станочный отдел, и Дзиро Игараси, второй станочный отдел).

11 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SMED НА ЛИНИИ СБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ *Kubota, Ltd.*

Завод в Сакаи — головное предприятие по производству сельскохозяйственного оборудования, одного из основных видов продукции фирмы Kubota, Ltd. Там производится широкая номенклатура оборудования, включая малые и тяжелые трактора, крупные комбайны, крупные и мелкие дизельные двигатели и двигатели с воздушным охлаждением. Эти изделия продаются как в Японии, так и за рубежом.

Территория завода составляет 200 тыс. кв. м, площадь производственных помещений — 130 тыс. кв. м, а общее число работающих около 2000.

Проблема

Учитывая ограниченный потенциал роста и усиление конкуренции на местном рынке, фирма начала расширять экспорт. Для конкуренции за рубежом нужны низкая себестоимость производства и широкая номенклатура изделий. Кроме того, спрос внутри страны смещался от техники для возделывания риса к технике для возделывания других культур, что стимулирует тенденцию к малым заказам и большому разнообразию типов оборудования.

В результате замедления роста рынка и перемен, произведенных за много лет на заводе в Сакаи, производственные линии оказались разрозненными, что привело к неэффективности в транспортировке, механизации и управлении. Эффективность производства снизилась, потребовались серьезные перемены.

Американская производственная система

В 1976 г. был разработан и запущен промежуточный план укрепления производственной системы. Ядро этого плана составила «американская производственная система». Основываясь на концепциях выравнивания производства и синхронизации, целями системы было создание эффективного процесса, устранение потерь и мелкосерийное производство широкой номенклатуры изделий. Методы, используемые системой, представлены в табл. 11.1.

Решающими при внедрении «американской производственной системы» были следующие моменты:

- *внедрение компоновки, рассчитанной на множество процессов*, — производственную линию надо перепроектировать для создания многопроцессной системы, которая устраняет потери в потоке материалов и управлении;
- *внедрение сбалансированного сборочного производства* — хотя «смешанная сборка» позволяет значительно синхронизировать производство и спрос, надо двигаться к устранению всякого перепроизводства через выравнивание сборки и предшествующих процессов.

Эти две важные характеристики «американской производственной системы» зависят от резкого сокращения времени переналадки. Реорганизуя многопроцессные линии и создавая непрерывный поток производственных процессов, мы смогли сократить количество человеко-часов и избавиться от задержек процессов.

Переход к SMED

Именно в русле решения этой проблемы возникла потребность сократить время переналадки. При балансировке линии сборки возникла серьезная проблема с одним из задающих условий — с переходом к производству мелкими партиями. Это стимулировало переход к SMED.

Кроме того, дополнительным стимулом перехода к SMED было сокращение времени переналадки, что требовалось для создания гибкого производственного предприятия. «Американская производственная система» рассматривает как потери все, что не создает добавочную потребительскую стоимость. Система SMED была нужна, чтобы ликвидировать неэффективность.

Последовательное внедрение SMED позволяло достичь такого же повышения производительности, как при внедрении производственной системы Тойота в автомобильной и сельскохозяйственной промышленности Японии. Потребовалось много усилий, чтобы изменить глубоко укоренившуюся ориентацию на крупные партии и представление о том, что переналадка — дело долгое. Нужно было вселить в сотрудников желание решить эту трудную проблему и резко сократить время переналадки, понять, как можно перейти к SMED.

Потребности	Основной подход к производству	Основополагающая стратегия	Расширенная стратегия 1	Расширенная стратегия 2	Расширенная стратегия 3
Производить то, что требует потребитель (решение — диверсификация оборудования, увязка производства и сбыта)	Сокращение времени выполнения заказа	Сбалансированное производство Совершенствование систем заказов, производства и запасов	Балансировка	Методы планирования производства Методы балансировки Сокращение времени переналадки	Руководство по внедрению
Производство с минимальной себестоимостью (снижение себестоимости)	Устранение потерь вследствие: • перепроизводства • задержек • транспортировки • ошибок операторов и дефектов • операций, не добавляющих ценности	Производство «точно вовремя» (синхронизация) сопущают в действие сокращение численности персонала	Транспортировка малыми партиями «супермаркет» Многопроцессное производство «человеческая автоматизация» Стандартные операции Трудности	Организовывать, улучшать качество упаковки Улучшение партий поставки Методы отгрузки Компоновка многих процессов Время цикла операций Поток единичных изделий Совершенствование операций «Полная загрузка, нет работы» Руководство по: • определению стандартных операций • совмещению стандартных операций • руководству стандартными операциями	
Удовлетворение спроса по качеству (обеспечение качества)	Встраивание качества в процесс (остальные процессы на усмотрение клиента)	сделать рабочее место «прозрачным»	Принципы отключения 5S (упорядоченное рабочее место)	Внедрить информационные доски Правила, регулирующие отключения Устройства отключения в определенных местах «методы защиты от дурака» Своевременные проверки	

Таблица 11.1. «Американская производственная система»

Мы осознавали насущную потребность создать многопроцессную компоновку и внедрить сбалансированное сборочное производство. Для начала программы SMED мы попросили выступить г-на Сигео Синго, который, несмотря на занятость, провел вводную консультацию на предприятии. Этот визит помог нам приобрести нужный настрой для начала работы по SMED.

Мы начали создавать образцовые станки, где внедрена система SMED и по которым видно, какой результат дают решительные меры. В качестве образцов мы выбрали станки либо на каждой из линий, либо в каждом цехе, на которых произведено самое большое число изменений в процессе переналадки или переналадка занимала больше всего времени. Затем мы провели ряд демонстрационных переналадок либо с целью сокращения времени переналадки на 90%, либо достижения значения менее 30 минут. Такие демонстрационные переналадки стали частью программы. Они показали свою высокую эффективность в деле пропаганды улучшений и взаимного наставничества между цехами, а также подняли сознательность на заводе в целом.

Достижение наших целей на образцах стимулирует понимание того, что, если постараться, всего можно достичь, и это понимание распространилось по всей фирме. Возникли новая атмосфера, новое мышление. В специальном бюллетене по переналадке приводились практические примеры, рабочие стали прикреплять к станкам эмблемы, отражающие их достижения в ускорении переналадки.

Основные авторы практических улучшений на заводе были ключевыми людьми в продвижении «американской производственной системы», кружков качества в производственных отделах и в командах улучшений. В частности, прецизионная механическая обработка деталей и сборка крупного оборудования производились при поддержке производственно-технологического отдела.

По мере движения к переналадке за несколько минут мы изучили метод, который произвел наибольшее впечатление — улучшение винтовых соединений. В винтовых соединениях при затяжке работает только последняя нитка резьбы и только первая — при ослаблении. При внимательном рассмотрении мы видим, что станки и приспособления имеют огромное количество винтов, используются для крепления абсолютно всего. Большинство из этих изделий нельзя раскрепить без снятия винтов.

Учитывая это, мы начали искать пути решения проблемы винтовых соединений. Мы сконцентрировались на винтах и провели улучшения таким образом, чтобы винт не поворачивался более чем на один оборот либо чтобы использовался метод крепления «в одно касание». В одном из цехов все винты, которые в ходе переналадки должны были поворачиваться более чем один раз, были покрашены красным цветом. Предпринимались усилия, чтобы сократить их число или полностью отказаться от них. В другом цехе в болты были установлены шплинты, чтобы гайки не отвертывались более чем на один оборот.

Эти улучшения винтовых соединений были проведены по разным схемам в разных цехах и имели значительный успех. Несмотря на это, мы сознавали, что не решили проблему полностью и не отказались от винтов полностью.

На данном опыте мы снова убедились, насколько важно углубляться в явления вокруг нас с точки зрения функций и результатов. Именно поэтому систему SMED назвали «образом мышления».

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Ниже мы приводим три примера, взятых из наших многочисленных применений SMED: улучшение винтовых соединений (о котором говорилось выше), применение SMED к процессу на линии в целом и совершенствование многошпиндельного сверлильного станка.

Улучшение винтовых соединений

Примеры конкретных улучшений представлены на рис. 11.1. Важно переосмыслить методы крепления «с нуля», учитывая величину и направление сил, действующих на винты.

При рассмотрении проблем с винтовыми соединениями очень важно найти решения для инструмента, используемого при переналадке.

- Снизить разнообразие применяемого инструмента, унифицировать винты и инструмент, даже если винты различных размеров.
- Если это не будет мешать операции, закрепить гаечные ключи или ручки непосредственно на винтах, чтобы их не надо было брать и возвращать на место.
- Держать инструмент поблизости и рационально размещать. Снабдить крючки под инструмент этикетками или держать весь инструмент на одной доске.

Все эти меры очень важны для снижения затрат времени. Они также активно внедряются и в следующих примерах.

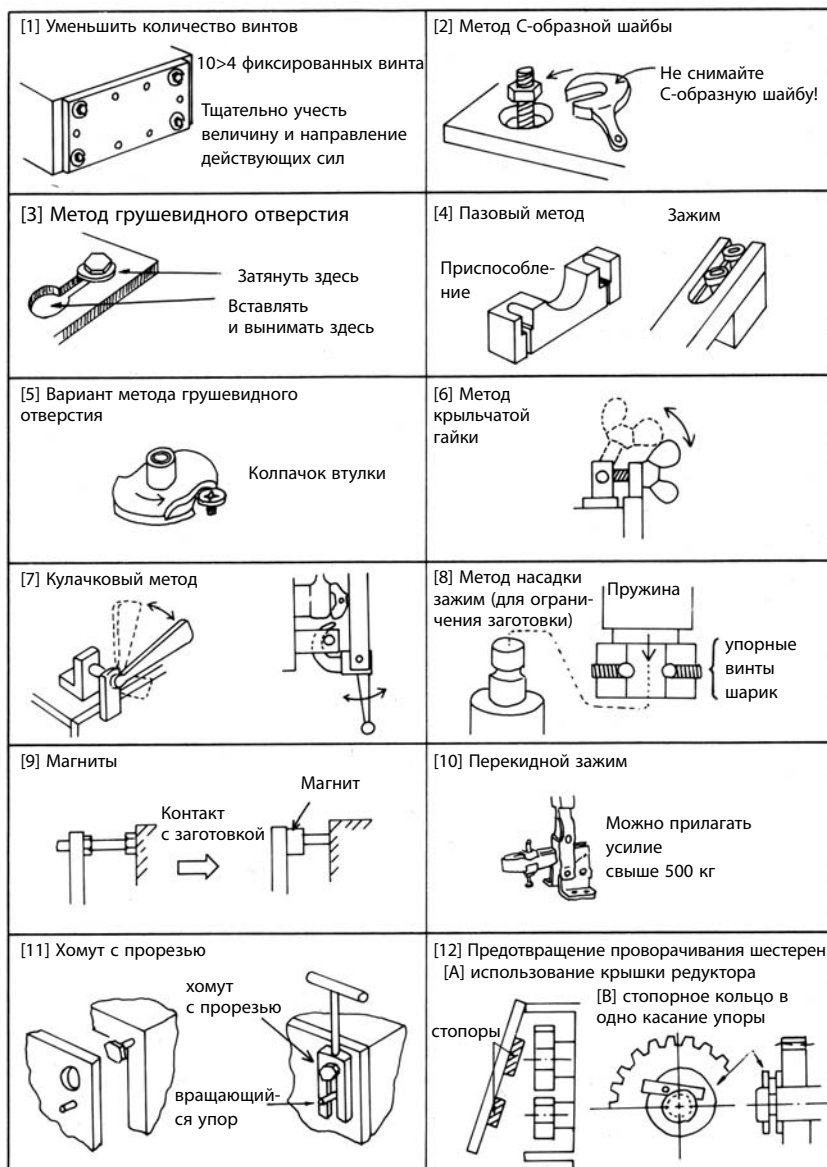


Рис. 11.1. Примеры улучшения винтовых соединений

Применение SMED на линии обработки шатунов двигателей с воздушным охлаждением

На линии обработки шатунов, которые располагаются в сердце двигателей с воздушным охлаждением, при обработке алюминиевых отливок осуществляли следующие процессы: обработка базового отверстия, обработка отверстия под шатунный болт, развертка масляного отверстия, обточка толстого конца, насадка головки шатуна (зажим), сверление, промывка. Оборудование на линии было расположено U-образно, а многопроцессная работа осуществлялась потоком единичных изделий. Работали три женщины, занятые неполный рабочий день, и один рабочий-мужчина.

На рис. 11.2 показано время переналадки до внедрения улучшений. Весь процесс занимал 5 ч 40 мин. В период переналадки в помощь вышеуказанным рабочим приходил еще один опытный рабочий с другой линии. Двое рабочих вместе производили переналадку, в ходе которой работницы не выполняли основную работу, а занимались приборкой вокруг станков.

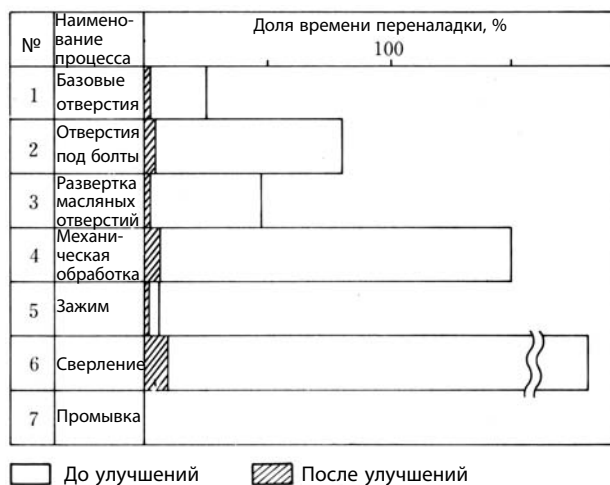


Рис. 11.2. Время переналадки по операциям

Значительные ресурсы были потеряны из-за неверного предположения, что переналадка – это мужская работа, и из-за других проблем, описанных ниже. Мы постарались организовать переналадку силами женщин. В результате исследований и анализа были разработаны специализированные приспособления почти для каждой операции. Но возникли следующие проблемы.

1. Некоторые приспособления и заготовки оказались слишком тяжелыми, чтобы их замену могли производить женщины.

2. Когда производилась замена приспособлений или деталей, нужно было удалять стружку и вытирать масло специальным составом до установки новых приспособлений. Это отнимало время на второй и четвертой операциях, где работа производилась на станках с поворотными столами. На третьей операции была проблема — если сверло под масляное отверстие (которое обычно не нужно было снимать при переналадке) не снималось, то оно мешало съему приспособления.
3. Требовалась центровка после установления очищенного составом приспособления на стол. Это было бы не нужно, если бы центровка производилась контактом. Но так как этого не делалось, приходилось каждый раз при перенастройке производить корректировку, что занимало много времени. Более того, это препятствовало выполнению переналадки женщинами, работающими неполный рабочий день.

Важной частью улучшений по системе SMED стал метод *промежуточных пластин*, т.е. использование промежуточных приспособлений. Заменяя только промежуточные пластины и оставляя сами приспособления неизменными, мы сумели облегчить замену деталей в ходе переналадки. Кроме того, были исключены операции чистки, закрепления и раскрепления сверл при смене приспособлений и центровки приспособления — наиболее длительной операции. Промежуточное приспособление решило сразу все проблемы, перечисленные выше.

Еще одним удачно придуманным и очень эффективным улучшением стало совместное использование направляющих для заготовок на операции сверления. Раньше направляющие были прямыми. Когда диаметр отверстия на толстом конце менялся, устанавливали специальные направляющие, и нужно было время для съема нескольких вспомогательных деталей. Если же направляющие выполнить с сужением к одному концу, то установленная у торца пружина заводила бы направляющую в отверстие любого размера таким образом, чтобы расстояние, на которое направляющая зайдет в отверстие, зависело от величины отверстия. Так как эти же направляющие заводят заготовку в нужное положение, стало возможным их комбинированное использование, и операция смены тем самым устранялась. Конкретное описание улучшений каждого процесса представлено на рис. 11.3.

Время переналадки по каждой операции после улучшения показано на рис. 11.2. Общее время было резко сокращено до 4% старого — с 5 ч 40 мин до 30 мин 52 с. Более того, на индивидуальных операциях удалось уложиться за время менее десяти минут. А женщины могли выполнять операции без посторонней помощи.

Повысился уровень безопасности и качества, так как были ликвидированы корректировки на всех операциях, переналадка больше не была связана с поднятием тяжестей.

Стоимость этих улучшений составила 220 тыс. йен.

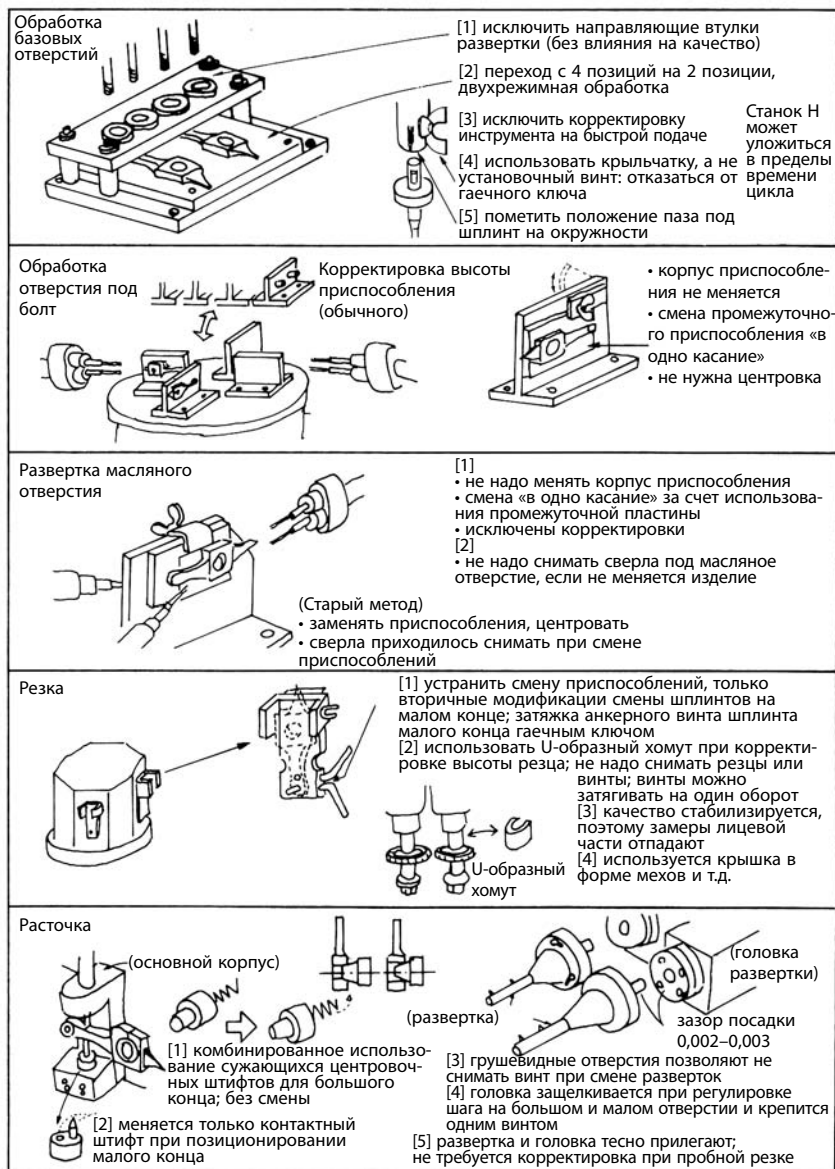


Рис. 11.3. Улучшение переналадки на линии обработки шатунов двигателей с воздушным охлаждением

Линия обработки корпусов для малых тракторов — использование SMED на многшпиндельных сверлильных станках

На линии обработки корпусов для малых тракторов алюминиевые заготовки обрабатывались на операциях фрезеровки, сверления, прошивки, нарезания резьбы, промывки. Для операций прошивки и нарезания резьбы использовались обычные многшпиндельные сверлильные резьбонарезные станки. Хотя использовались различные отдельно стоящие станки, длительное время переналадки было общей проблемой. На некоторых сверлильных станках для переналадки требовалось от двух до четырех часов. Время, необходимое на отдельных операциях переналадки до улучшения, показано на рис. 11.4. Для различных форм заготовок использовались разные приспособления, которые менялись в процессе переналадки.

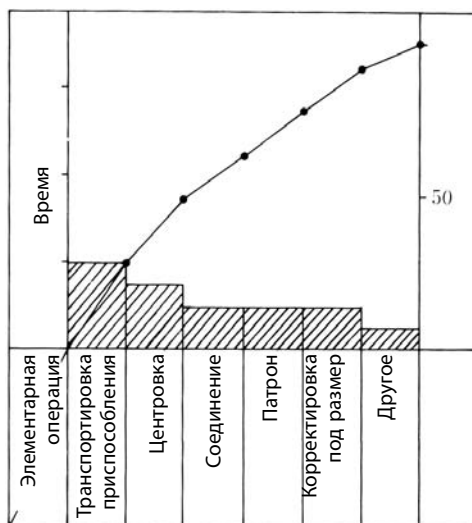


Рис. 11.4. Время переналадки на отдельных операциях до улучшений

Первая проблема заключалась в снятии и транспортировке приспособлений. После того как приспособление и стол станка были очищены, а трубки отсоединены от приспособления, предстояла длительная и небезопасная операция переноса приспособления краном на склад в цехе над другими станками и доставки нового приспособления таким же способом.

Ситуацию усугубляло то, что кран был всего один. На ожидание крана и из-за плохой организации хранения инструмента и приспособлений на складе уходило огромное время. Более того, так как зажимные приспособления и магазинные плиты менялись по отдельности, та же операция требовалась и для них.

Вторая проблема состояла в том, что, поскольку приспособления и плиты менялись отдельно, они должны были выверяться относительно друг друга, а это занимало дополнительное время. После выверки следующей проблемой было соединение валов магазина и валов привода от станка. Даже с двумя и тремя валами это трудно, а если их десять или больше, то соединение валов вручную в тесном пространстве крайне затруднительно. Еще больше времени терялось из-за того, что соединения приобрели дефекты, их заедало и с ними было трудно работать.

Были необходимы меры для улучшения работы на многшпиндельных сверлильных станках (см. рис. 11.5).

Сочленение приспособлений и магазинных пластин. Приспособления и пластины были сочленены при помощи двух или трех штифтов, в результате их можно устанавливать, снимать и хранить вместе. Тем самым ускорена центровка двух узлов, а время транспортировки сокращено вдвое.

Исключение операций с краном. Между станками был установлен рольганг, который позволил устанавливать и снимать приспособления простым за- и выталкиванием. Кроме того, для объединенных приспособлений был выделен склад. Нам пришлось потрудиться над проблемой перемещения комбинированных приспособлений весом 300–400 кг на стол станка. Проведя различные исследования и улучшения, мы остановились на системе с пневматической подушкой. Нам удалось сократить время отдельных операций и облегчить их.

Улучшение соединений. Мы упростили соединение, отремонтировав зазубренные части валов, чтобы соединение происходило плавно. Время переналадки было еще сокращено за счет цветной разметки соответствующих соединений и разметки положения шплинтов на внешней поверхности патронов.

Переналадка до улучшения занимала 3 ч 30 мин, а после время сократилось до 5 мин 38 с, т. е. менее до 3% старого времени. Затраты на материалы составили примерно 100 тыс. йен. Устранение операций с краном и центровки помогло стабилизировать качество и значительно повысить безопасность.

Эти улучшения, конечно, можно было сразу распространить по горизонтали на другое оборудование линии. Они оказали огромное влияние на распространение этого опыта на всем заводе.

В этих примерах значительный прогресс был достигнут за счет улучшений, связанных с сокращением человеко-часов на переналадку, что, в свою очередь, высветило проблемы отказа оборудования и дефектных материалов, а также скрытой неэффективности.

Производственные цеха стали точкой концентрации описанных улучшений. Распространение таких улучшений внесло значительный вклад в оживление работы по улучшению рабочих мест и их структуры.

(Каненори Накамура, отдел разработки технологий)

До усовершенствований	После усовершенствований
Приспособления и магазины менялись отдельно краном Производились центровка и выставка под размер	[1] центровка и выставка под размер устранены за счет объединения [2] операции с краном исключены, установлены рольганги для перемещения приспособления вручную Нормаль- ное состояние при внешней наладке выталкивается соедини- тельные штанги [3] перемещение облегчено за счет воздушной подушки
	[4] отказались от снятия гаек; раскрепление возможно одним оборотом винта; гайка не снимается; крепится одним оборотом винта сквозное отверстие С-образная шайба
Инструмент и приспособления приходилось разыскивать каждый раз при переналадке	[5] инструмент для переналадки хорошо организован и весь нужный инструмент находится под рукой

Рис. 11.5. Усовершенствование процесса переналадки на многошпиндельном сверлильном станке

12 УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНАЛАДКИ, ОСНОВАННОЕ НА РАБОТЕ ЦЕХОВЫХ КРУЖКОВ

Toyota Auto Body Co., Ltd.

Фирма Toyota Auto Body Co., Ltd. расположена в городе Кария префектуры Айч. Ее специализированный завод производит кузова для легковых автомобилей, грузовиков, выполняются операции формовки, штамповки, покраски и сборки.

Производятся кузова для четырех типов легковых автомобилей, пяти типов грузовиков, трех типов коммерческих автомобилей, причем все производственные линии — смешанного типа. Общее количество выпускаемых на заводе кузовов составляет свыше 10% потребностей фирмы Toyota.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Переналадка при смене материалов

Как показано на рис. 12.1 (слева), хотя прессы составляют отдельную линию (станки 1–6), с промежуточных процессов поставляются требуемые формы деталей. Между прессами 1 и 2 устанавливался стеллаж с материалами, подающимися на основную линию. Каждый раз требовалось значительное время для установки стеллажа и материалов краном.

Для улучшения процесса, чтобы не использовать кран, мы перевели эту операцию во внешнюю наладку (рис. 12.1, справа). Мы изготовили стеллажи под материалы таким образом, что они могли перемещаться вверх и вниз, а конвейер проходил под стеллажом с материалами между прессами 1–6, а материалы могли доставляться перемещением стеллажа.



Рис. 12.1. Переналадка при смене материала

Переналадка вспомогательного транспорта

Так как число операций на линии менялось, процесс переустановки конвейеров для снятия и перемещения заготовок занимал значительное время (рис. 12.2, слева).

Для улучшения этого процесса к штампу была добавлена площадка (рис. 12.2, справа). По новой схеме изделия перемещались механическими толкателями, тем самым отпала нужда в конвейере.

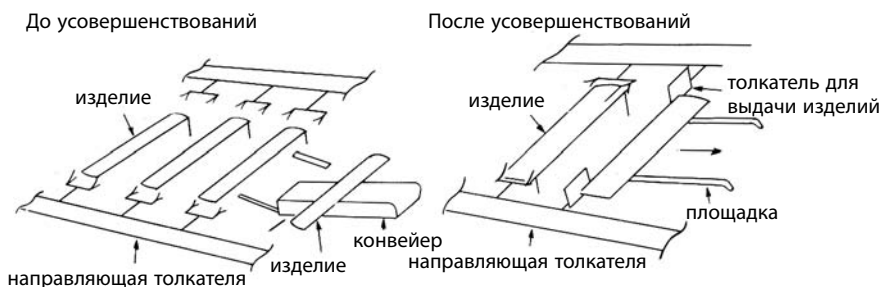


Рис. 12.2. Процесс переналадки вспомогательного транспорта

Установка штампов на фиксированной опорной плите

Раньше для транспортировки, установки и снятия штампов на небольшом прессе использовали кран (рис. 12.3, слева).

Для упрощения установки штампа в опорную плиту был встроен рольганг. Штампы можно устанавливать и снимать без использования дополнительного оборудования (рис. 12.3, справа).

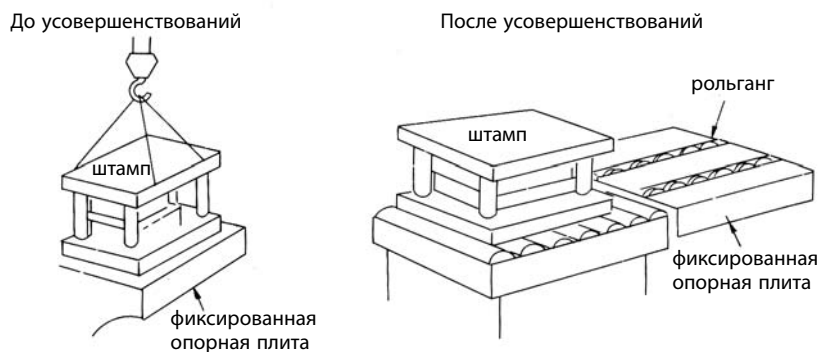


Рис. 12.3. Установка штампов на фиксированной опорной плите

Подключение и отключение воздушных шлангов автоматики

Воздушные шланги использовали для автоматики, но переналадка занимала определенное время, потому что шланги вручную подключали к штампам и отключали в ходе внутренней наладки (рис. 12.4, слева).

Улучшение заключалось в переводе подключения и отключения шлангов во внешнюю наладку. На опорную плиту был смонтирован быстросъемный пакетный блок и воздух стал автоматически подаваться или отключаться при движении пресса вверх или вниз (рис. 12.4, справа).

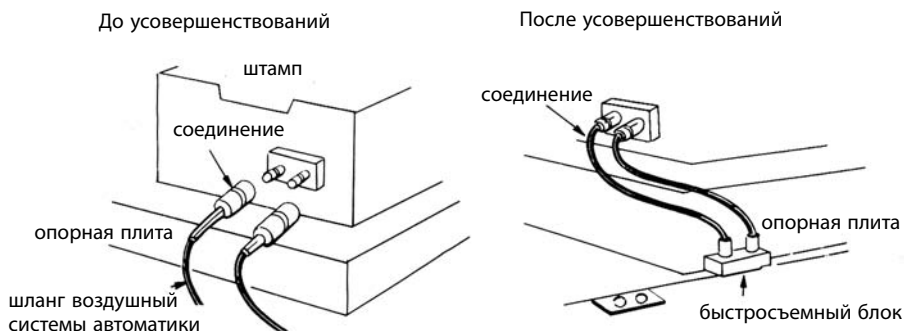


Рис. 12.4. Подключение и отключение воздушных шлангов автоматики

Позиционирование штампа

Штампы устанавливали путем подгонки центровочных приспособлений к пазам на опорной плите и в нижней части штампа (рис. 12.5, слева). Однако связанная с таким методом точная регулировка отнимала много времени.

Для улучшения процесса позиционирования штампов на подвижную опорную плиту были смонтированы центровочные фиксаторы, а на нижнем штампе были вырезаны соответствующие углубления (рис. 12.5, справа). Когда они приходили в соприкосновение при опускании краном, штамп устанавливался без всякой точной подстройки.

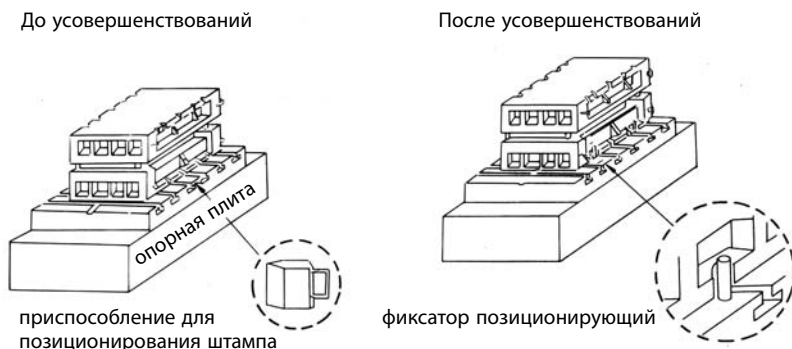


Рис. 12.5. Позиционирование штампа

Установка скорости подачи полосы с бухты

Регулировка подачи полосы, нужная для определенных видов изделий, производилась совмещением четырех цилиндрических дистанционных пластин и регулировочных винтов (рис. 12.6, слева). Такой способ регулировки подачи занимал много времени.

Для каждого типа изделий сделали специальный шаблон ограничения хода с арочным пазом, так что стала возможной переналадка «в одно касание» (рис. 12.6, справа).

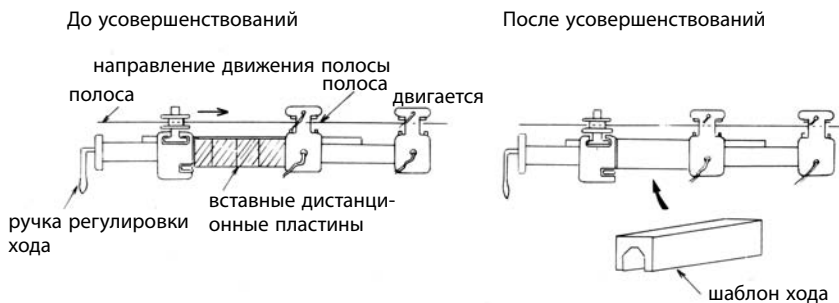


Рис. 12.6. Установка скорости подачи полосы с бухты

Позиционирование штампа

Направляющие шпонки, расположенные спереди и сзади, слева и справа, затрудняли и задерживали позиционирование при установке и снятии штампов на опорную плиту, так как позиционирование производилось одновременно по четырем точкам (рис. 12.7, слева).

Для упрощения этого процесса сначала определяется положение на опорной плите слева направо. Время переналадки сокращается за счет плавающей направляющей шпонки на пружине, так как центровку можно разделить между двумя поверхностями (рис. 12.7, справа).

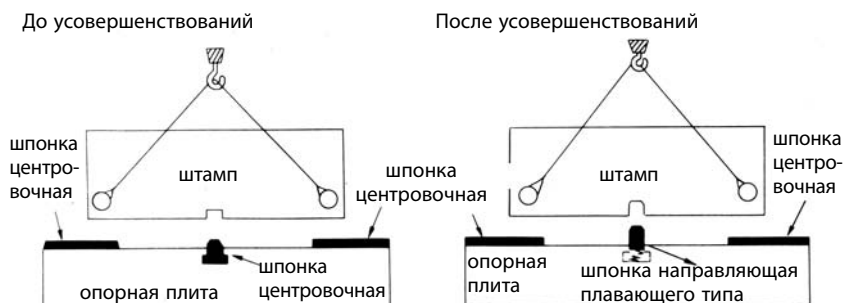


Рис. 12.7. Позиционирование штампа

Усовершенствование штабелера после резки

После того, как материал разрезался на пластины, он укладывался в штабель и удерживался фиксатором пачки, настроенным на размеры резки исходного материала (рис. 12.8, слева).

Увязав регулировочный фиксатор ножниц и штабелевочный фиксатор, удалось отказаться от регулировки штабелевочного фиксатора и сократить время переналадки (рис. 12.8, справа).

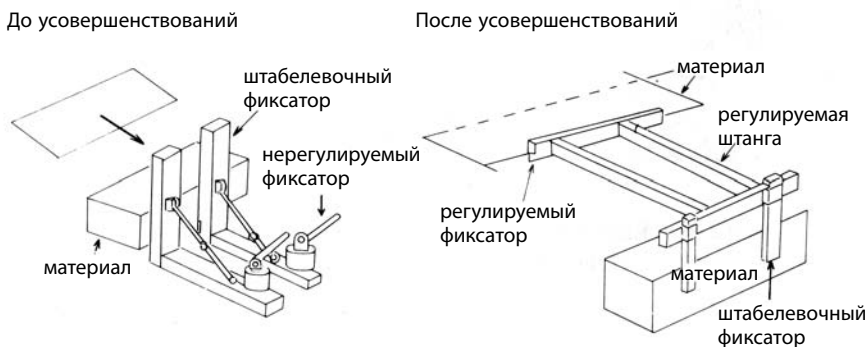


Рис. 12.8. Настройка штабелера после резки

Переналадка вырубного штампа

На многопозиционном вырубном штампе использовалась крепежная плита, для крепления применялись болты, что отнимало много времени при переналадке (рис. 12.9, слева).

После улучшения зазор между верхней и нижней половинами штампа сохранялся при помощи уретановой прокладки, поэтому усилие можно было прикладывать непосредственно к штампу (рис. 12.9, справа). Крепежная плита была исключена, как и болты обеих половин штампов.

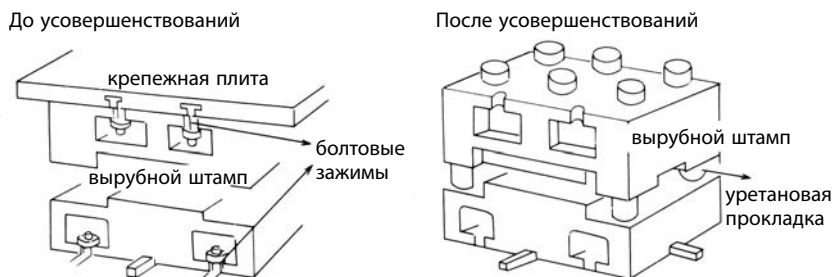


Рис. 12.9. Переналадка вырубного штампа

Автоматизация процесса точечной сварки передней рамы кузова

Кузов грузовика (имеется в виду погрузочная площадка) собирается на двух линиях, и на каждой из них производится точечная сварка передних рам, причем рабочие выбирают сварочные пистолеты типов RX-34, C-157 или C-030 и производят сварку (рис. 12.10, слева). Однако менять сварочные пистолеты приходилось все чаще, на что стало уходить много времени и вело к быстрой утомляемости рабочих.

Чтобы исключить эти отрицательные моменты, причиной которых служил выбор инструмента, все три типа сварочных пистолетов были закреплены на круглой плите (рис. 12.10, справа). Выбор автоматизировался за счет вращения пластины.

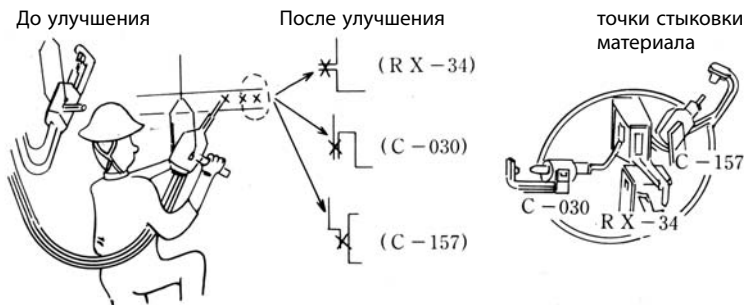


Рис. 12.10. Выбор инструмента при точечной сварке кузовов

Исключение операций переналадки на паллетах загрузки уретановых бамперов

Когда заполнялась загрузочная паллета уретановых бамперов, требовалась подготовительная операция, в ходе которой эта паллета отставлялась в сторону, а следующая загрузочная паллета перемещалась в позицию загрузки. При позиционировании паллет требовалась неоднократная регулировка, производство приостанавливалось до завершения регулировки (рис. 12.11, слева).

Была установлена позиционирующая направляющая для управления паллетой, а подающий механизм и загрузочная паллета были совмещены и автоматизированы. Тем самым были вдвое сокращены подготовительные операции по перемещению паллет, а операции по регулировке при позиционировании — исключены (рис. 12.11, справа).

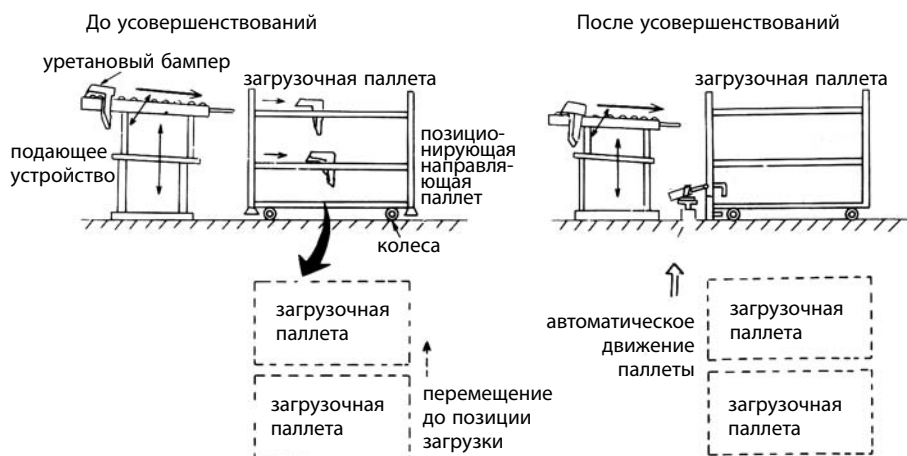


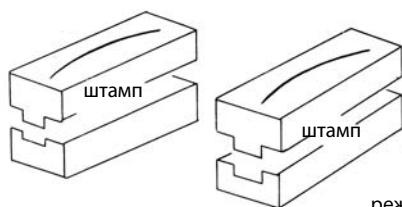
Рис. 12.11. Переналадка на паллетах загрузки уретановых бамперов

Разделение вырубных штампов

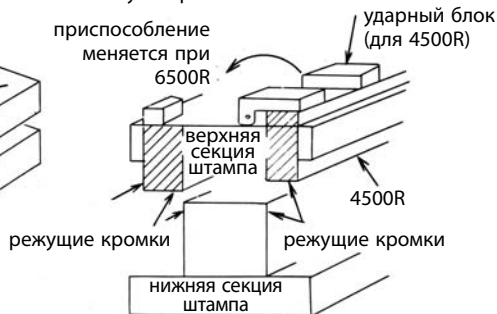
Раньше для вырубки использовалось два типа штампов, поэтому приходилось устанавливать штампы на место для каждого разделения (рис. 12.12, слева).

Сейчас два типа штампов объединены в один, который можно разделять, изменяя длину ударного блока (рис. 12.12).

До усовершенствований



После усовершенствований

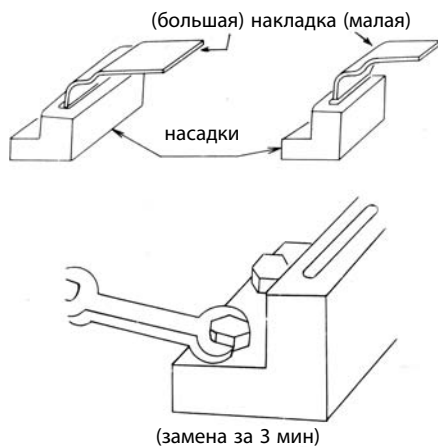
**Рис. 12.12.** Разделение вырубных штампов

Сокращение времени переналадки при смене насадок на станке автоматической установки накладок

На автомате точечной сварки производится наварка накладок кузова. Так как размеры накладок колеблются, под каждую имелась своя насадка. В соответствии с последовательностью сборки они заменялись путем ослабления двух болтов с каждой стороны гаечным ключом (рис. 12.13, слева).

После улучшения замена насадок стала производиться «в одно касание» подключением при помощи разъема (рис. 12.13, справа).

До усовершенствований



новая насадка устанавливается с затяжкой болтов

После усовершенствований

**Рис. 12.13.** Процесс установки накладок из листового металла

Сокращение времени переналадки в процессе загрузки с использованием тоннельного конвейера

До улучшения линия прессов была единой линией с прессами 1–6 (рис. 12.14, сверху), но в зависимости от числа операций для соответствующих деталей позиция загрузки могла перемещаться либо за пресс 5, либо за пресс 6. Каждое изменение отнимало много времени.

После улучшения детали стали загружаться только в одном месте (рис. 12.14, внизу). К конвейеру был присоединен поворотный стол, который становился в положение загрузки или разгрузки, а место хранения удалось разместить рядом после соответствующей операции.

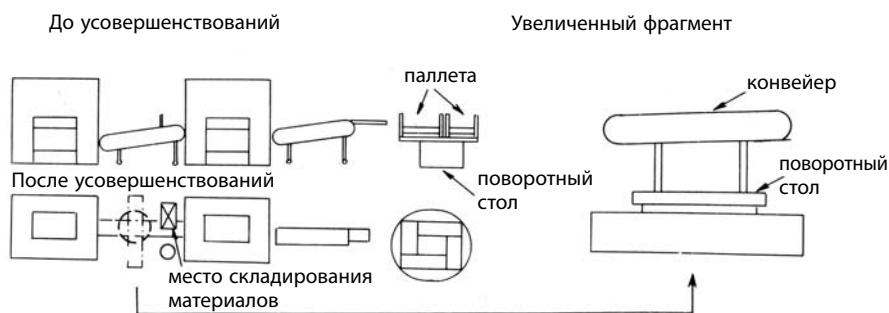


Рис. 12.14. Переналадка в процессе загрузки с использованием тоннельного конвейера

13 КОМПЛЕКСНОЕ РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ SMED НА СМЕЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Arakawa Auto Body Industries K.K.

Основанная в 1947 г. фирма Arakawa Autobody входит в группу Toyota и в настоящий момент является одним из передовых производителей автомобильных кузовов в Японии.

Фирма производит автомобили Land Cruiser и Coaster, High Ace, микроавтобусы Commuter, а также принадлежности для салона легковых автомобилей.

Предприятия фирмы Arakawa Autobody специализируются по виду продукции. Основной завод производит автомобильные кузова, заводы в Котобуки и Тойохаси — принадлежности для салона легковых автомобилей, а завод в Сарунаге — металлическую фурнитуру салона, например рамы для сидений, направляющие сидений и метизы для специализированных автомобилей.

Разнообразие спроса в автомобильной промышленности заставило производителей переходить от производства большими партиями к сбалансированному диверсифицированному производству. Возникла потребность сократить длительность переналадок. Улучшения с целью сокращения времени переналадки были внедрены для ускорения темпа производства с одновременными инвестициями в соответствующее оборудование и процедура профилактического обслуживания оборудования, штампов и т.д.

Эти меры способствовали увеличению темпа производства, поскольку, вместо того чтобы сокращать собственно время переналадки, принимались решения о снижении числа переналадок. Другими словами, при увеличении объема партии создавалась видимость сокращения времени переналадки. Это было контрпродуктивно, так как приводило к накоплению запасов и последующим потерям.

В 1977 г. с целью упрощения операций компания решила внедрять производственную систему Toyota. Мы внедрили эффективную систему

производства «только того, что требуется, когда требуется и в соответствующих количествах». SMED внедряли как часть этой стратегии, так как было принято решение создать рабочие места, которые были бы хорошо организованы и при необходимости поддавались преобразованиям. Совершенствование осуществляли в несколько этапов.

1. Развитие нового сознания на предприятии.
2. Разъяснение различий между внутренней и внешней переналадкой. Это предполагает перевод подготовки материалов и инструмента, транспортировку штампов в операции внешней переналадки.
3. Переход с внутренней на внешнюю переналадку. Переналадку надо завершить к началу работы оборудования, нужна унификация форм инструмента.
4. Сокращение времени внутренней переналадки. На этой стадии надо разработать методы установки и снятия заготовок, устранить ненужные движения, внедрить параллельные операции и методы «в одно касание» путем стандартизации инструмента для работы со штампами.
5. Сокращение времени внешней переналадки. Это достигается за счет улучшения методов снятия штампов, их хранения и транспортных операций.
6. Создание письменных процедур и обучение операциям для руководства стандартными операциями, внедрение демонстрационных переналадок.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Улучшение процесса переналадки на обрезном прессе виниловой отделки салона (завод в Котобуки)

Сокращение времени переналадки гидравлического пресса

На заводе в Котобуки производится отделка дверей легковых автомобилей, включающая несколько этапов (рис. 13.1).



Рис. 13.1. Процесс обработки внутренней отделки двери

- Из рулона поливинилового листа детали выбиваются гидравлическим прессом с усилием 150 т.
- Эти детали привариваются к двери и подлокотнику при помощи сварочного аппарата мощностью 40 кВт.
- Производится сборка оформления двери.

Небольшие количества большого числа вариантов дверной отделки производятся в соответствии с конструктивными различиями по форме, цвету, типу материала и т.д. Поэтому неудивительно, что до внедрения улучшений на прессе и сварочном агрегате скапливались запасы, возникавшие в результате работы большими партиями. Чтобы сократить запасы, было снижено время переналадки, но пропорционально возросло число переналадок, так как текущая работа пошла малыми партиями. Это нормально, но дальнейшего сокращения времени переналадки не наблюдалось.

Чтобы нужда в сокращении времени переналадки стала очевидна в самом производстве, мы постепенно стали переходить к производству малыми партиями, начали увеличивать число переналадок, не ожидая сокращения их времени.

В результате, из-за того, что время переналадки не сокращалось, образовывался дефицит изделий.

Сокращение времени переналадки

В данном примере на гидравлическом прессе с усилием 150 т были произведены следующие изменения (рис. 13.2):

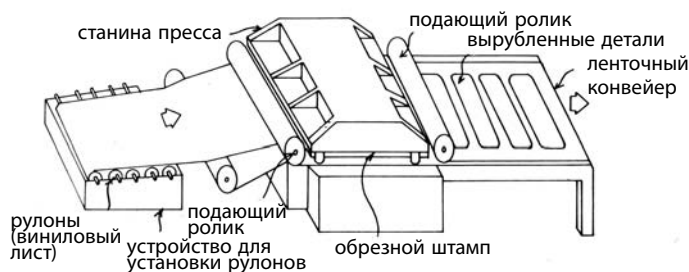


Рис. 13.2. Гидравлический пресс с усилием 150 т

- пять исходных рулонов поливиниловой полосы устанавливаются на подающее приспособление;
- подающие ролики подают полосу на пресс;
- ножи пресса производят вырубку полосы;
- вырубленные заготовки транспортируются от пресса ленточным конвейером.

Как показано на рис. 13.3, наладка до улучшения занимала 12 мин 30 с; а после улучшения время переналадки удалось сократить до 1 мин 30 с.



Рис. 13.3. Время переналадки на гидравлическом прессе с усилием 150 т

Перевод подготовки рулонов во внешнюю наладку

До улучшения подготовка рулона осуществлялась в ходе внутренней наладки. Эта процедура была изменена таким образом, что последующие рулоны подготавливались в то время, пока станок работает (рис. 13.4 и фото 13.1). Переведя подготовку рулонов с внутренней наладки во внешнюю, появилась возможность отказаться от этой конкретной операции наладки, которая раньше занимала 3 мин 30 с.

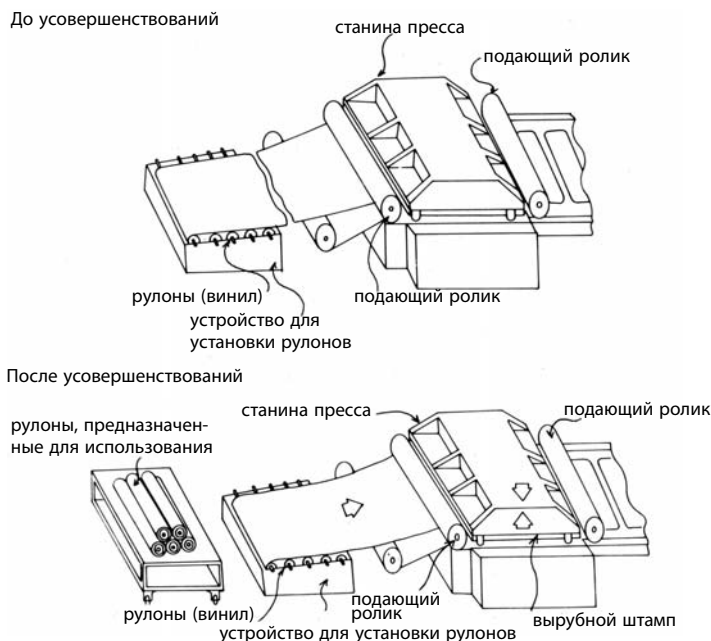


Рис. 13.4. Перевод подготовки рулонов во внешнюю наладку



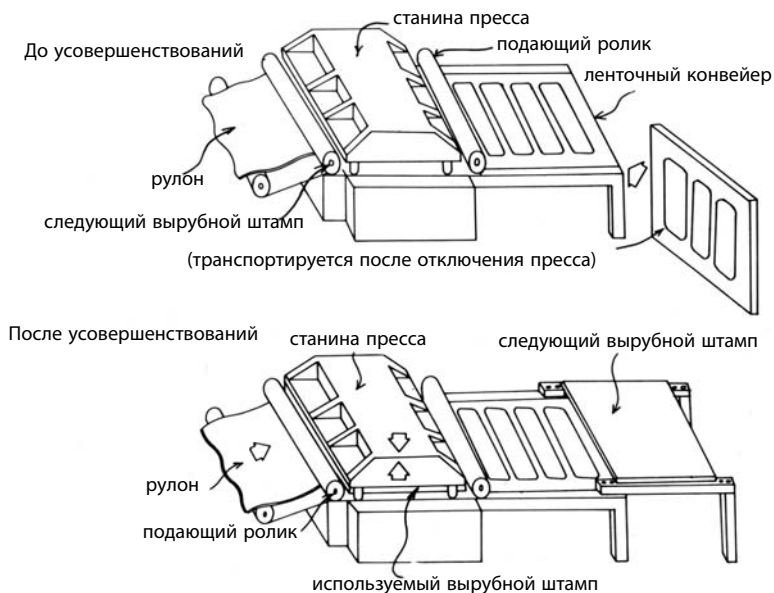
До усовершенствований



После усовершенствований

Фото 13.1. Подготовка рулонов**Перевод подготовки ножей во внешнюю наладку**

До улучшения операция подготовки ножей входила во внутреннюю переналадку, но при новой конфигурации ножи можно подготавливать на верстаке подготовки ножей, пока пресс работает (рис. 13.5 и фото 13.2).

**Рис. 13.5.** Перевод подготовки ножей во внешнюю наладку

До усовершенствований



После усовершенствований

Фото 13.2. Подготовка ножей

Исключение операций регулировки благодаря отказу от зажимных болтов вырубного штампа

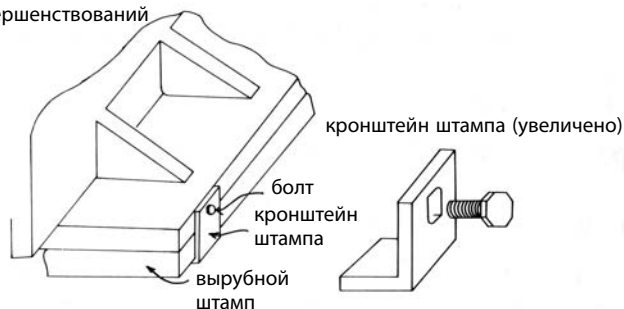
До улучшения процедура снятия и установки вырубных штампов была следующей:

1. ослабить четыре болта и снять раму пуансона;
2. вынуть вырубной штамп из пресса;
3. вставить следующий вырубной штамп в пресс;
4. установить вырубной штамп в раму, затянуть четыре болта.

Эта процедура переналадки занимала 3 мин 30 с (рис. 13.6, вверху).

В этой операции не нужна точность, так как штамп крепился болтами только для того, чтобы предотвратить его выпадение. Улучшение началось с наблюдения, что болты не будут нужны, если присоединить устройство, предотвращающее выпадение штампа. Таким образом, штамп нужно было поместить на два специальных уголка (рис. 13.6, внизу и фото 13.3).

До усовершенствований



После усовершенствований

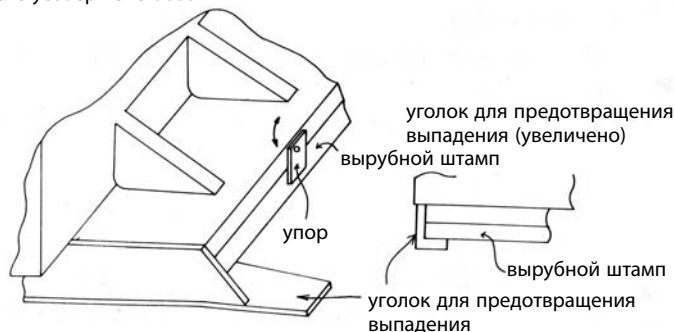


Рис. 13.6. Исключение болтов крепления вырубного штампа

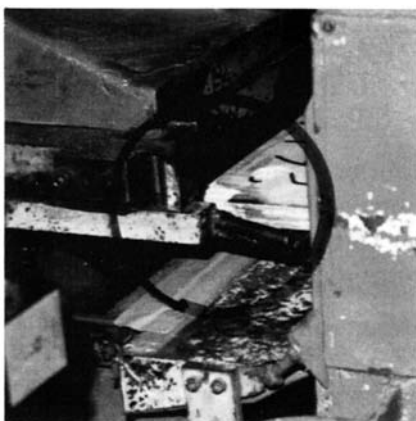


Фото 13.3. Приставка вырубного штампа после усовершенствований

После улучшения последовательность операций стала следующей:

1. поднять упор;
2. вынуть вырубной штамп из прессы;
3. поместить следующий вырубной штамп на уголок для предотвращения выпадения и вставить в пресс;
4. опустить упор.

Время переналадки удалось сократить с 3 мин до 30 с.

Сокращение времени переналадки за счет исключения штанг подачи рулонов

До улучшения в пяти местах конец рулона заправлялся в пресс с помощью захвата (фото 13.4, слева). Процедура была следующей:

1. обрезать используемый рулон;
2. ухватить конец нового рулона с помощью захвата и заправить в пресс;
3. поменять длину подачи на гидравлическом прессе.

Данная операция переналадки занимала 2 мин.

Хотя используемый рулон и подавался на пресс автоматически, новый рулон приходилось заправлять в пресс с использованием захвата, потому что используемый и новый рулон не были соединены между собой. Если бы удалось присоединить конец используемого рулона к концу нового, можно было бы отказаться от использования захвата. На основании этого наблюдения операция была усовершенствована — концы рулонов стали скреплять степплером (фото 13.4, справа).

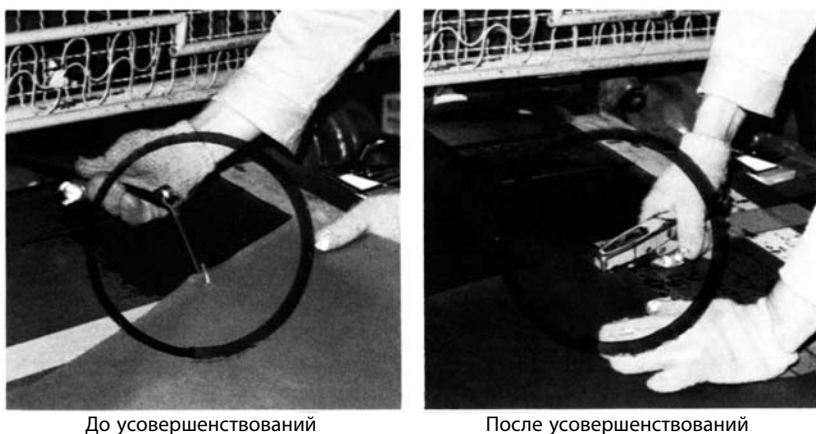


Фото 13.4. Подача рулона

Операция после усовершенствований стала следующей:

1. обрезать используемый рулон ножницами;
2. скрепить концы используемого и нового рулонов степплером;
3. изменить длину подачи на гидравлическом прессе.

Удалось сократить время переналадки до 1 мин.

Перевод операций переналадки во внешние с помощью дополнительного накопителя рулонов

До улучшения было только одно устройство для хранения рулонов, поэтому, когда рулоны заканчивались, на него надо было устанавливать новые. Последовательность операций была следующей:

1. снять ограничители на накопителе.
2. вынуть стальные стержни из использованных рулонов.
3. положить использованные рулоны на тележку.
4. вставить стальные стержни в новые рулоны.
5. установить новые рулоны на накопителе.
6. установить ограничители на накопителе.

Эта операция переналадки занимала 2 мин (рис. 13.7, вверху).

Процедуру удалось улучшить, установив дополнительное накопительное устройство, на которое укладываются новые рулоны пока пресс работает (рис. 13.7, внизу и фото 13.5).

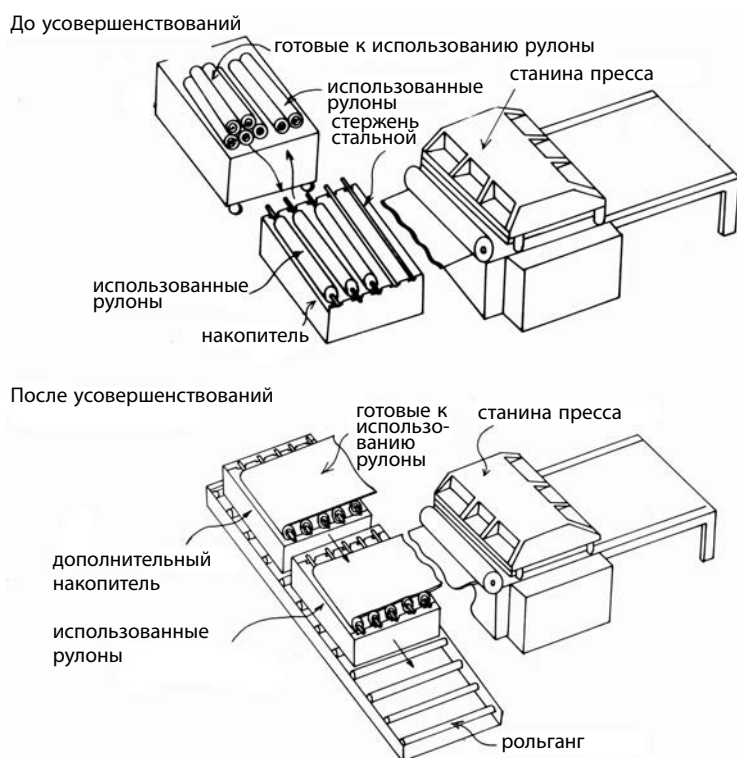


Рис. 13.7. Перевод операций переналадки во внешние с помощью дополнительного устройства накопления рулонов



До усовершенствований



После усовершенствований

Фото 13.5. Установка новых рулонов

При новой организации операций накопители можно заменять, пока пресс работает. В результате время переналадки было практически сведено к нулю.

Сокращение времени переналадки при подготовке вырубных штампов

Раньше вырубные штампы готовились в ходе внутренней переналадки, сейчас эта операция переведена во внешнюю с использованием верстака подготовки ножей. При подготовке штампов на их транспортировке было занято два человека; операция длилась 1 мин 30 с. Для сокращения времени внешней наладки стеллаж хранения штампов был помещен рядом с прессом, для транспортировки штампов решили использовать тележку, которую мог перевозить один человек (фото 13.6). В результате время внешней наладки было сокращено на 1 мин.

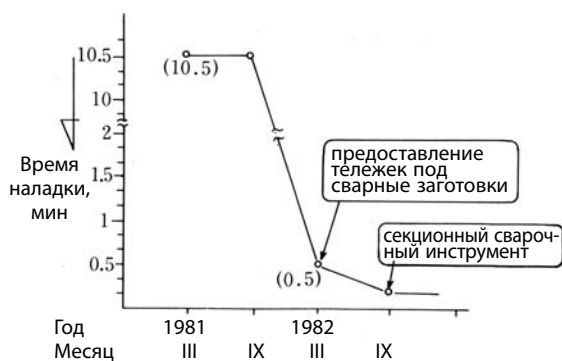


Фото 13.6. Транспортировка вырубных штампов

Сокращение времени переналадки на высокочастотном сварочном агрегате

Высокочастотный сварочный агрегат мощностью 40 кВт применяется при сварке трех деталей: двери, подлокотника и кусков, вырезанных из рулонного материала (рис. 13.8 и фото 13.7).

Основываясь на опыте сокращения времени переналадки гидравлического пресса, мы смогли сократить время переналадки сварочного агрегата с 10 мин 30 с до 10 с, переведя внутренние операции во внешние и улучшая внутренние операции (рис. 13.9).

**Рис. 13.8.** Высокочастотный сварочный агрегат**Фото 13.7.** Высокочастотный сварочный агрегат**Рис. 13.9.** Время переналадки высокочастотного сварочного агрегата

Перевод подготовки сварочного инструмента во внешние операции за счет использования наладочного верстака

До улучшения подготовка сварочного инструмента относилась к внутренней наладке, при этом использовался кран (фото 13.8, слева). Операция была переведена с внутренней во внешнюю за счет использования наладочного верстака для подготовки сварочного инструмента (фото 13.8, справа). При переводе операции с внутренней во внешнюю время переналадки было сокращено с 10 мин 30 с до 30 с.



До усовершенствований



После усовершенствований

Фото 13.8. Подготовка сварочного инструмента

Исключение задержек из-за ожидания крана за счет использования секционного сварочного инструмента

Хотя нам и удалось переместить подготовку сварочного инструмента во внешнюю операцию, в ходе ее все же приходилось пользоваться краном.

Случались задержки по вине крана, так как он требовался и на другом оборудовании. Для дальнейшего сокращения времени внутренней наладки было решено отказаться от крана и уменьшить вес сварочного инструмента. Как показано на фото 13.8, слева, сварочный инструмент до улучшения был цельный и изготавливался по соответствующим техническим условиям.

После улучшения, в соответствии с иными техническими условиями, инструмент был разбит на секции, чтобы можно было заменять только эти части (фото 13.9). Вес сварочной секции после усовершенствования составил 8 кг, что значительно меньше веса цельного инструмента до улучшения (30 кг). Был уменьшен также размер инструмента на 25% исходного. Тем самым отпала нужда в использовании крана, а время переналадки сократилось с 30 до 10 с.

(Хиромицу Фудзиеда, технический отдел)

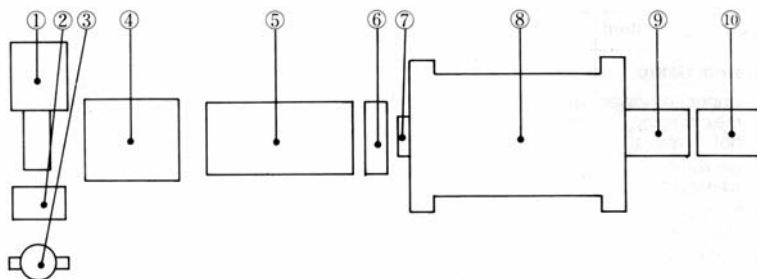


Фото 13.9. Секционный сварочный инструмент

Применение SMED на заводе в Сарунаге

На кривошипном 500-тонном прессе использовалось 62 различных штампа, выпускалось примерно 70 тыс. деталей в месяц. За месяц от восьми до ста раз производилась замена инструмента, причем каждая замена занимала от 25 до 35 мин. При таком положении вещей, естественно, наблюдался крен в сторону производства крупными партиями, что приводило к потерям из-за излишних запасов.

Мы с энтузиазмом взялись за устранение такого перепроизводства. Произвели детальную разбивку всех операций переналадки на линии пресса (рис. 13.10), составили и внедрили напряженный план совершенствования (табл. 13.1). (См. также рис. 13.11–13.13 и фото 13.10–13.12.)



№	Наименование оборудования	Операция переналадки
1	Размотчик бухты	Смена бухты
2	Тележка–подъемник бухты	Транспортная операция (между [1] и [3])
3	Устройство смены бухт	Новый метод подготовки бухты и старый склад
4	Планирное устройство	Операция по регулировке толщины пластин
5	Стол петлеобразователя	Операция по подъему и опусканию стола
6	Аппарат центровки бухты	Корректировка центровки бухты
7	Регулятор подачи полосы	Регулировка подачи полосы
8	Пресс	Установка и снятие штампа
9	Конвейер приема деталей	Установка положения конвейера
10	Устройство смены коробок с полиэтиленом	Позиционирование и хранение

Рис. 13.10. Операции переналадки на линии пресса

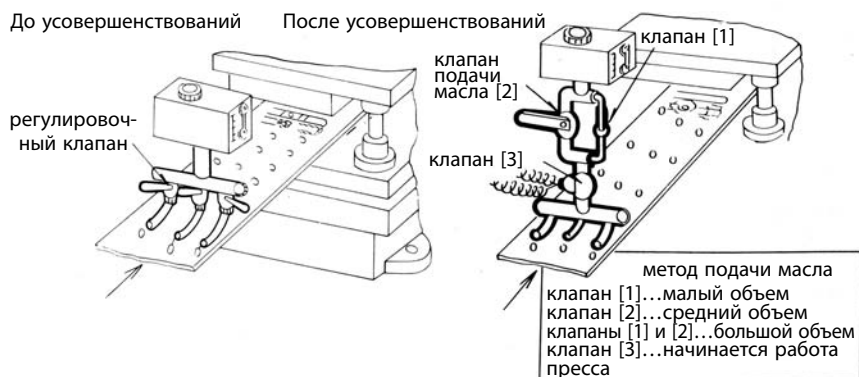


Рис. 13.11. Клапан подачи масла

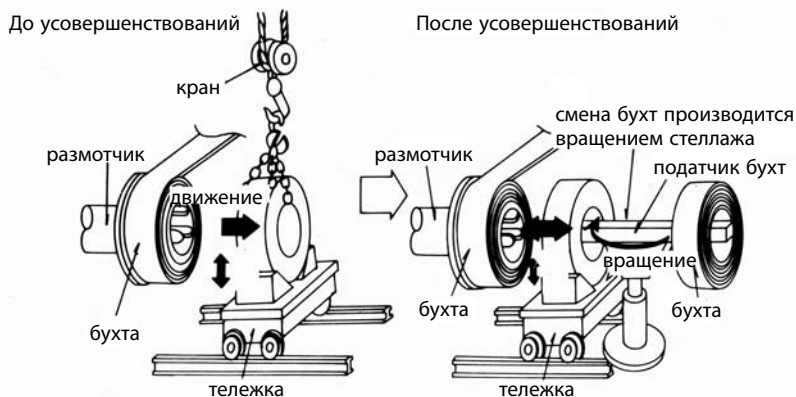


Рис. 13.12. Механизм размотки

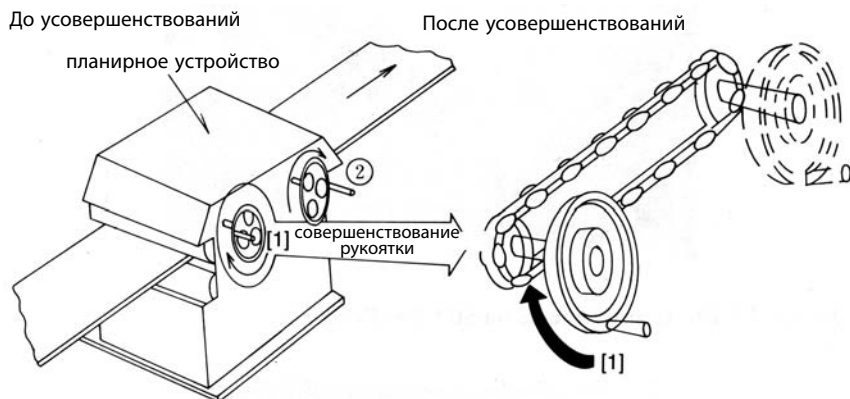


Рис. 13.13. Совершенствование рукоятки

Таблица 13.1. Описание усовершенствований

Операция	Описание	Результат
Внутренняя наладка		
1. снятие верхнего и нижнего болта зажима штампа	привязать болты исключительно к данной операции и изменить способ хранения	сокращено время корректировки при установке и снятии болта;
2. снятие, транспортировка штампа	объясняется на примере усовершенствования [3]	транспортировка на склад переведена во внешнюю операцию;
3. чистка плиты, ползуна	улучшено получение штампов со склада (нумерация, кодирование цветом). Как и в позиции 2, транспортировка на пресс переведена во внешнюю операцию	доставка до пресса переведена на внешнюю операцию
4. транспортировка штампа		
5. позиционирование штампа	объясняется на примере усовершенствования [1]	позиционирование по шкале, корректировка по шаблону исключена
6. установка верхней и нижней секций штампа	сделать U-образные пазы в штампах; отказать от пластин	исключение корректировки хода
7. регулировка хода	унифицировать высоты штампов	
8. корректировка величины подачи материала	объясняется на примере усовершенствования [2]	исключение пробных прогонов после замеров подачи по шкале и корректировок
9. совмещение центров при подаче материала	установить кассетные шаблоны ширины по типу исходного материала	исключение центровки материала;
10. регулировка подачи масла на бухты	в улучшенном методе используются трехступенчатые краны подачи масла (большой, средний, малый объем), что облегчает точную регулировку	сокращение времени регулировки подачи масла
11. установка желоба	секционные штампы позволяют производить операцию «в одно касание»	сокращение времени установки
12. подсоединение воздушного шланга	сгруппировать воздушные шланги	сокращение времени установки
13. пробный прогон, контроль		
Внешняя наладка		
1. транспортировка бухты	улучшено получение штампов со склада (нумерация, кодирование цветом);	сокращено время поиска бухт на участке хранения;
2. выброс бухты	использование скоростного захвата для окончательного удаления бухты после использования;	сокращено время на вывоз бухт
3. Размотчик	установление вращающегося стеллажа-держателя бухты возле размотчика и устранение операции смены и транспортировки бухт;	исключена внутренняя операция транспортировки бухт с участка хранения на размотчик
4. Регулировка планирного устройства	сократить время до нескольких минут, связав вместе цепочкой две ручки регулировки толщины пластины планирного устройства;	сокращено время корректировки толщины пластин на планирном устройстве
5. Удаление отходов	установить лампочку вызова погрузчика	не нужно ждать транспорта

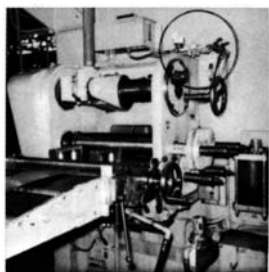


Фото 13.10. Улучшения на прессе (I)

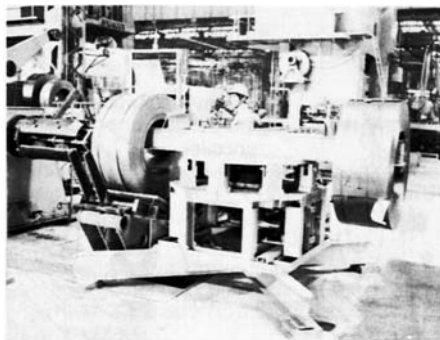


Фото 13.11. Улучшения на прессе (II)

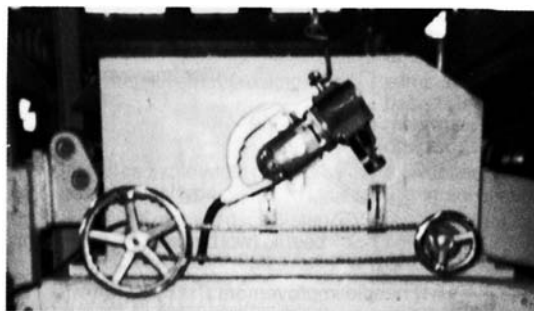


Фото 13.12. Улучшения на прессе (III)

Сокращение времени внутренней переналадки

Улучшенный метод позиционирования штампа. Точное совмещение центра заготовки и центра штампа — самая длительная операция при установке штампа. До улучшения (рис. 13.14, слева) совмещение было трудной операцией с применением направляющих пластин, шкалы и т.д. После улучшения направляющие штампа были углублены в верхнюю часть опорной плиты, а направляющие пластины были смонтированы на 23 видах используемых штампов, поэтому стала возможна установка штампа на опорной плите «в одно касание». Тем самым отпала нужда в корректировках, было значительно сокращено время переналадки (рис. 13.14, справа).

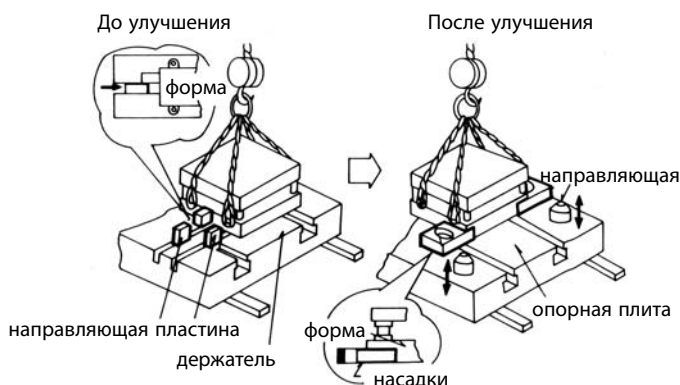


Рис. 13.14. Позиционирование штампа

Улучшенный метод установки скорости подачи материала. Эта операция отнимала много времени в связи с большим числом настроек. Как показано на рис. 13.15 (слева), производили пробные прогоны, причем каждый штамп выставляли по градуированной шкале, уже установленной на прессе, а ход устанавливали корректировкой высоты в процессе работы.

Точная настройка и ошибки из-за неправильного считывания шкалы были исключены путем установки шаблона хода, который заранее выставляли на величину подачи по каждому штампу в движущуюся часть прессы, которая и определяла подачу (рис. 13.15, справа и фото 13.13).

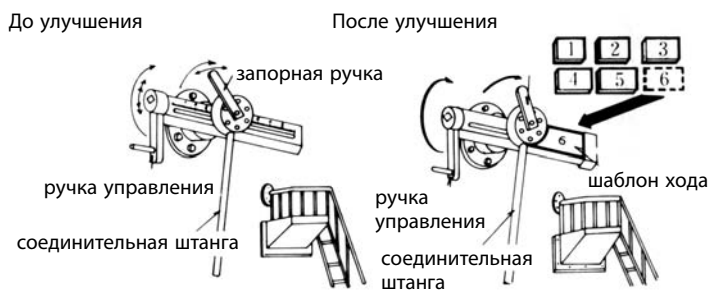


Рис. 13.15. Установка подачи материала

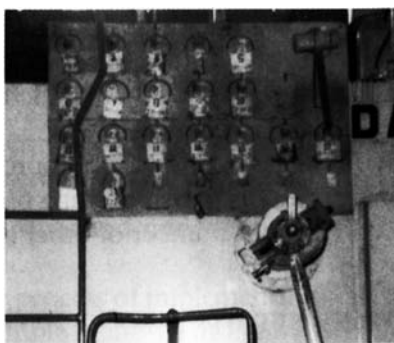


Фото 13.13. Установка скорости подачи материала

***От внутренней наладки к внешней:
совершенствование методов смены штампов***

Раньше при смене штампов старые и новые штампы перевозились краном на склад и со склада в ходе операции внутренней переналадки. Для сокращения затрат времени были использованы две тележки (рис. 13.16). Старый штамп загружался на одну из них, а новый готовился на другой в ходе операции внешней наладки.

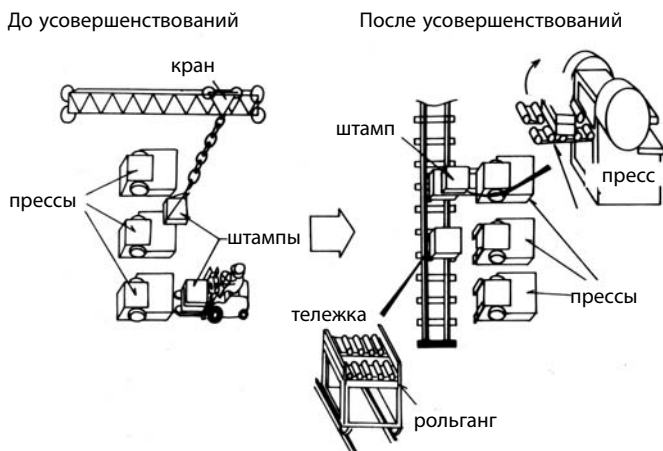


Рис. 13.16. Смена штампов

Внедрение SMED началось в 1977 г. Среднее время переналадки составляло 27 мин, а к концу 1982 г. его удалось сократить до 4 мин 30 с, т.е. больше, чем планировалось (рис. 13.17).

На первой стадии совершенствования стояла задача ускорить установку штампов путем унификации штампов и установочных устройств. Вскоре после этого были проведены и другие изменения:

- установка шаблона кассетного типа для подачи материала (исключение корректировок);
- установка шаблона кассетного типа для центровки бухты (исключение корректировок);
- использование специальной тележки для транспортировки штампов (перевод внутренней наладки во внешнюю; исключение задержек из-за крана);
- унификация зажимов и инструмента (упрощение установки и снятия);
- обучение методам работы (исключение потерь и ошибок в процедурах и движениях).



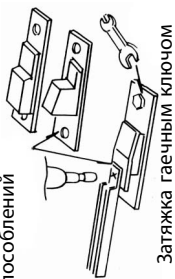
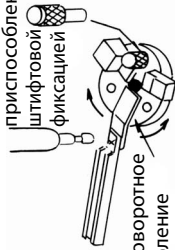
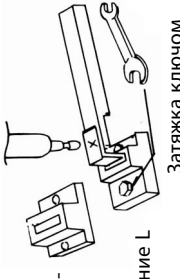
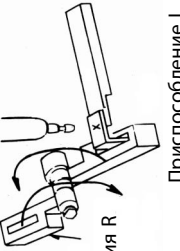
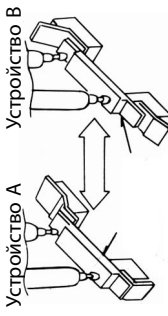
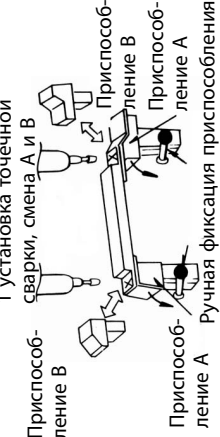
Рис. 13.17. Последовательное совершенствование процесса переналадки на 500-тонном прессе

После внедрения третьей группы улучшений в 1978 г. время переналадки составило менее 10 мин:

- установка поворотного стеллажа под бухты (исключение задержек из-за крана);
- создание письменного руководства по стандартам наладки (улучшение обеспечения);
- назначение фиксированных складских адресов для материалов и штампов (быстрое получение, исключение необходимости выбора).

После этого дальнейшая доработка и мелкие улучшения помогли сократить время наладки еще примерно в два раза.

В дальнейшем SMED внедрялась и на других сборочных линиях. Один из примеров приведен на рис.13.18 и фото 13.14.

№	Наблюдения	До улучшения	После улучшения
1	Интеграция приспособлений под точечную сварку Часто возникали задержки на последующих операциях из-за выбора из трех типов приспособлений под соответствующие сварные заготовки	5 мин Выбор замены из трех приспособлений  Затяжка гаечным ключом	3 с поворотное приспособление со штифтовой фиксацией  тройное поворотное приспособление
2	Исключение крепежных болтов для приспособлений точечной сварки Установка и снятие болтов при монтаже приспособлений под точечную сварку занимало много времени	5 мин Приспособление R Приспособление L  Затяжка ключом	3 с Приспособление R Приспособления R и L меняются на повороте на пол оборота Приспособление L 
3	Координация сварочного устройства Ежедневно совершалось 20–25 пустых перемещений от устройства А к устройству В в связи со сбалансированным производством малыми партиями	Устройство А Устройство В  Ежедневно совершалось 20–25 пустых перемещений между устройствами	1 установка точечной сварки, смена А и В Приспособление В Приспособление А Ручная фиксация приспособления А 
Наблюдения			
Для секций приспособлений и направляющих пластин были разработаны методы замены «в одно касание» Часто последующие операции задерживались из-за неправильных комбинаций секций приспособлений (А) и пластин, когда замены производились болтами			

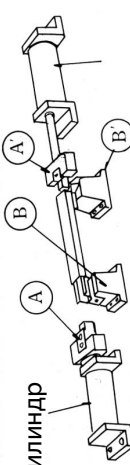
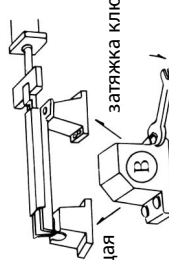
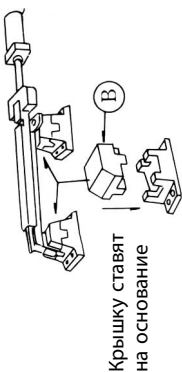
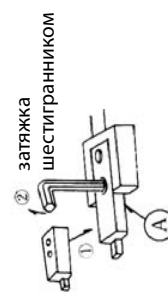
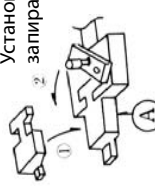
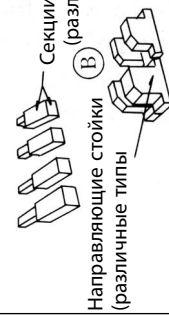
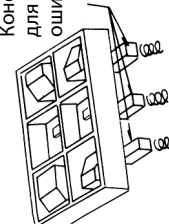
Эскиз	Корректировочный цилиндр  (A) ... (A) (B) ... (B)		
№	Наблюдения	До улучшения	После улучшения
4	Замена направляющих стоек заготовки «в одно касание» (B) Установка и снятие направляющих стоек занимали много времени, так как их меняли под каждый вид заготовки Замена секций приспособлений «в одно касание»	 направляющая стойка затяжка ключом	 Крышку ставят на основание
5	Установка и снятие секций приспособлений (A) занимали много времени, так как секции менялись под каждый вид заготовки Предотвращение ошибочных комбинаций направляющих стоек (B) и секций приспособлений	 затяжка шестигранныком	 Установка полуоборотом заправляющей пластины
6	Для предотвращения ошибочных комбинаций (A) и (B) была использована электросхема «с защитой от дурака»	 Направляющие стойки (различные типы) Секции приспособлений (различных типов)	 Конечные выключатели для предотвращения ошибочных комбинаций

Рис. 13.18. Другие улучшения процесса переналадки на заводе в Сарунаге

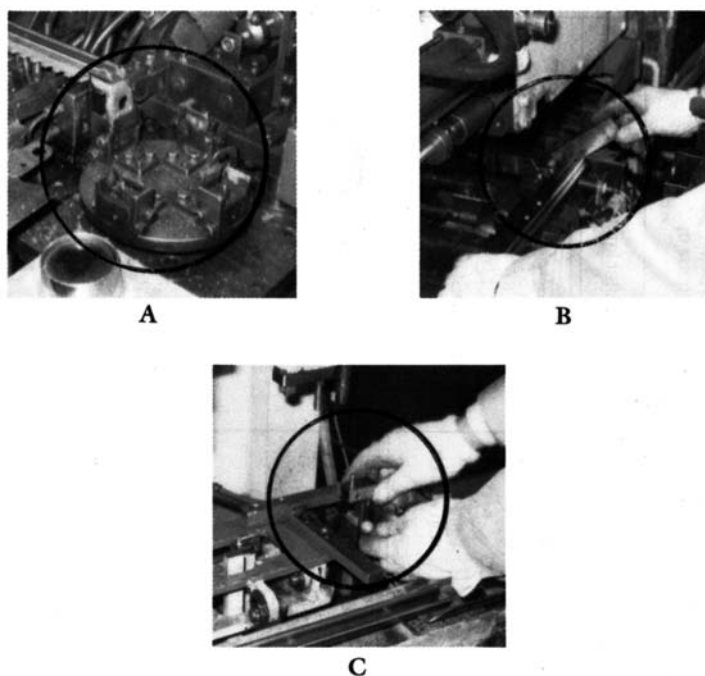


Фото 13.14. Другие улучшения процесса переналадки на заводе в Сарунаге

Улучшения на смежных заводах

Принцип упрощения операций на смежных заводах был таким же, как на нашей фирме: в производственной системе Toyota он называется «точно вовремя». Это означает своевременное производство «нужных изделий, когда они нужны и в нужных количествах». Ключ к достижению данной цели — построение производственной системы, которая может быстро реагировать на перемены. Чтобы продвигать реализацию такой системы на практике, мы создали набор руководств для смежных предприятий на основании описываемых ниже принципов.

В отделе закупок есть офис управления, который обеспечивает техническое руководство производством и оказывает помощь смежным предприятиям в оперативном менеджменте.

Кроме того, в зависимости от потребностей смежных предприятий даются рекомендации по повышению производительности: «мягкие» рекомендации дает отдел управления производством, «жесткие» — отдел совершенствования производства.

Предприятия пресового производства (группа из 20 фирм) и предприятия по производству деталей отделки салона образовали внутреннюю Ассоциацию

взаимопомощи смежных заводов. Каждая группа делится на подгруппы по пять или шесть фирм. Каждая фирма, в свою очередь, старается повысить свой технический и технологический уровень, постоянно проводя работу, нацеленную на повышение производительности (сокращение незавершенного производства, улучшение операций, внедрение 5S, сокращение времени переналадки). Сотрудники отдела управления и отдела совершенствования производства участвуют в совещаниях и практических мероприятиях.

На заводах одного из наших смежников концепцию SMED успешно применяли при работе со штампами на небольших прессах с усилием 40–50 т. На одном из прессов процедура переналадки занимала 44 мин 6 с с момента остановки пресса и до его повторного пуска. Процедура была улучшена в соответствии с принципами SMED, было достигнуто значительное сокращение времени переналадки — до 4 мин 42 с. Основные меры описываются ниже и кратко представлены в табл. 13.2.

Использование специальных тележек под штампы

По завершении обработки партии штамп вынимался из пресса при помощи погрузчика и перевозился на участок хранения. Подобная операция производилась при переходе от одного процесса к другому. Поэтому ожидание погрузчика приводило к значительным задержкам на последующих операциях.

Впоследствии сзади опорной плиты пресса установили рольганг, что позволило легко выталкивать и устанавливать штампы и организовать их временное хранение. Для транспортировки была выделена специальная тележка, которая располагалась позади прессов и использовалась для операций внешней наладки. При использовании этого метода время снятия штампа составило менее 1/10 старого. Кроме того, на опорной плите были размещены самоустанавливающиеся подшипники, что позволило ускорить установку штампов (фото 13.15).

Таблица 13.2. Усовершенствования на смежных предприятиях (обзор)

До усовершенствований		
Стадия наладки	[1] Подготовка	[2] Подготовка
Операция	1. закрытие клапана подушки штампа 2. опускание пуансона до нижней мертвой точки	1. раскладывание инструмента 2. выбор гаечного ключа (перемещение на склад)
Время	0,2 мин	0,2 мин
Стадия наладки	[4] Транспортировка	[5] Транспортировка
Операция	1. транспортировка на стеллаж склада (поиск места размещения)	1. снятие следующего штампа (другой штамп хранить) 2. перевозка погрузчиком нового штампа на пресс
Время	4,3 мин	6,0 мин
Стадия наладки	[7] Установка	[8] Корректировка
Операция	1. установка хода пресса и давления в подушке 2. опускание пуансона до нижней мертвой точки 3. зажим верхней и нижней частей штампа (частично крепится перемещением в заднюю часть пресса) 4. выемка и присоединение воздушных шлангов	1. Корректировка хода пресса
Время	9,2 мин	5,5 мин
		[9] Пробный прогон
		1. осуществление прогона 2. контроль качества 3. работа пресса
		1,5 мин
		Всего 17 мин

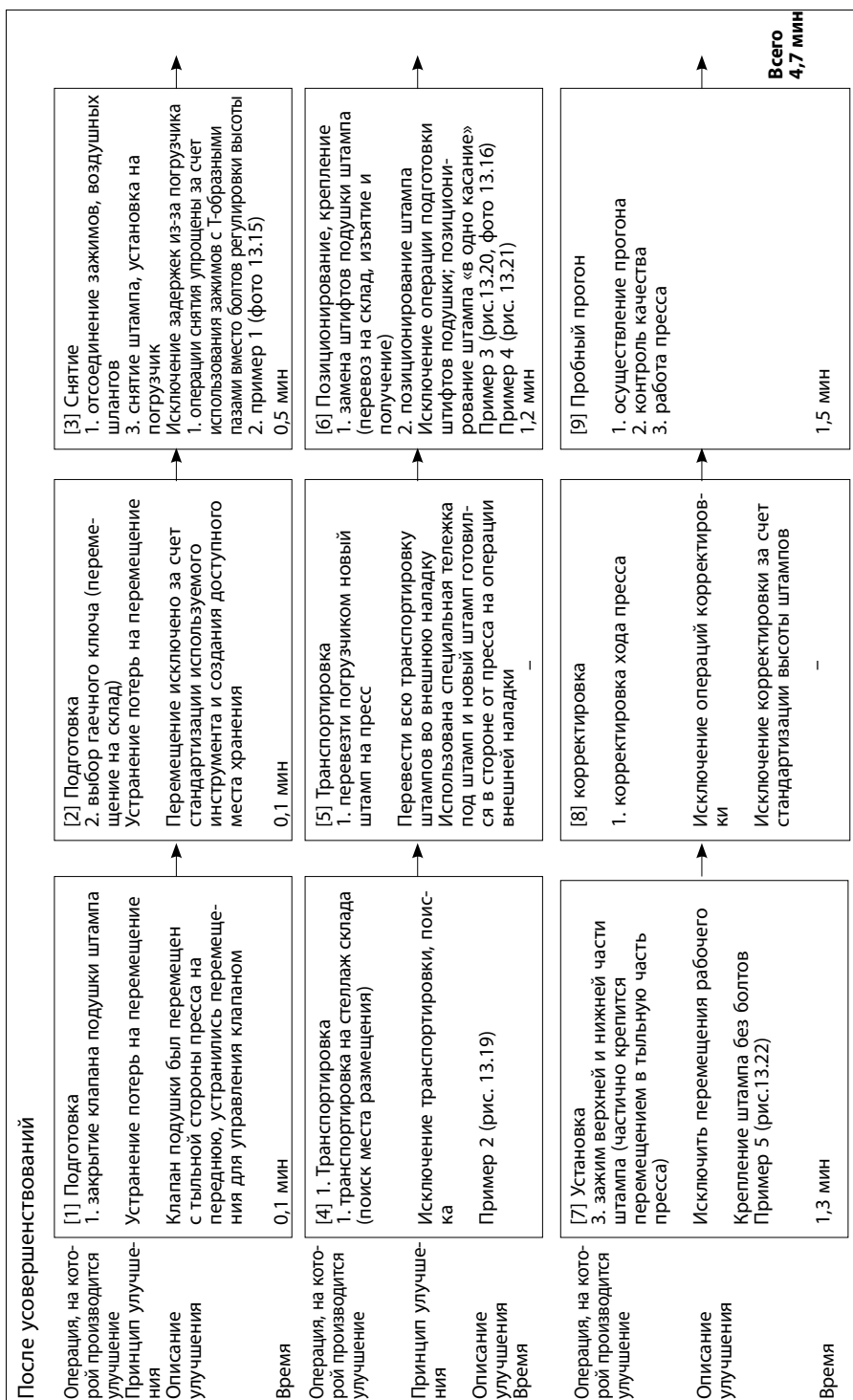




Фото 13.15. Специальные тележки под штампы

Управление штампами

Неупорядоченное хранение штампов, которое наблюдается при росте их количества, сопровождается увеличением времени на складские операции, на промежуточное хранение при смене инструмента и на поиск штампов.

Снятие и вывоз штампа облегчались за счет разметки их особым цветом и присвоения им складского номера до складирования. Кроме того, при размещении на складе принималось во внимание их положение на прессе, чтобы водитель погрузчика мог захватывать штамп крюком без снятия с погрузчика (рис. 13.19).

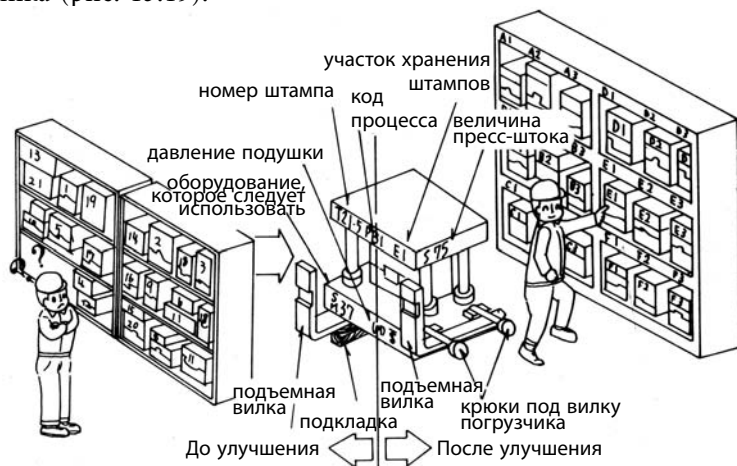


Рис. 13.19. Управление штампами

Исключение поиска при смене штифтов подушки

Так как в зависимости от обрабатываемой детали штифты подушки различаются по длине, количеству и месту расположения, их подбор, снятие и вывоз при каждой переналадке занимали больше времени, чем любая другая операция (рис. 13.20, слева).

Одно из улучшений состояло в том, что были исключены все мешающие части подушек штампов и ненужные штифты, что позволило работать с рядом деталей без смены штифтов подушек. Используя определенное число штифтов соответствующих размеров, мы смогли отказаться от смены штифтов. При работе со штампами специальной конструкции перемещения были сведены к нулю за счет создания места хранения штифтов (рис. 13.20, справа и фото 13.16).

До усовершенствований

После усовершенствований

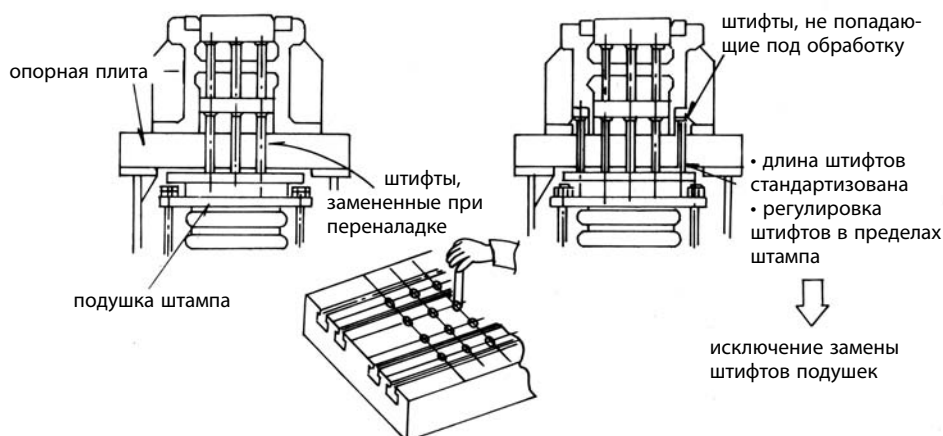


Рис. 13.20. Исключение смены штифтов подушки

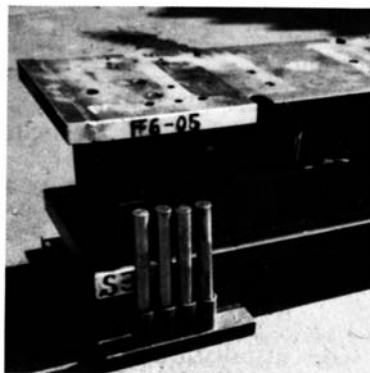


Фото 13.16. Установка штифтов подушек

Позиционирование штампов «в одно касание»

Метод, представленный на рис. 13.21 (слева), использовали для позиционирования штампов, но так как идентификацию пластин А и В осуществляли сзади штампа, для окончательного позиционирования требовалась корректировка.

Все корректировки были исключены, и стало возможным позиционирование «в одно касание» за счет следующих мер (рис. 13.21, справа):

- крепления позиционирующих направляющих штампа в центре опорной плиты;
- установки передних и задних фиксаторов в задней части направляющих;
- применения пазов фиксации направляющих в центре станины под штампом.

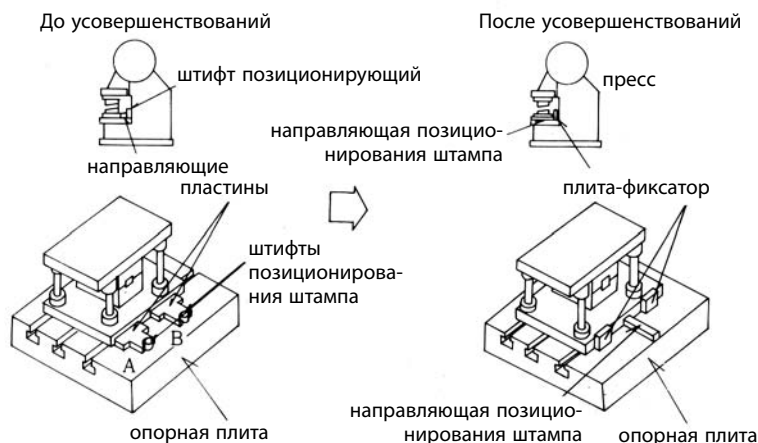


Рис. 13.21. Позиционирование штампа

Сокращение времени крепления штампов

Для исключения операции крепления штампа болтами был разработан метод «в одно касание», заключающийся в креплении основы штампа рычаговыми ручными зажимами с использованием пазов в опорной плите (рис. 13.22). Крепление раньше производилось поворотом верхней половины штампа к задней части пресса. Это лишнее движение было исключено путем использования горизонтальных пазов на торце пресс-штока и крепления штампа со стороны пресс-штока.

До усовершенствований

После усовершенствований

**Рис. 13.22.** Крепление штампов

В заключение можно сказать, что внедрение системы SMED на нашей фирме и на смежных заводах дало замечательные результаты. Сбалансированное производство и сокращение срока выполнения заказа — два основных преимущества производственной системы Toyota, но в процессе ее внедрения укрепилась и солидарность наших производств и смежных заводов.

(Акира Маруяма, отдел производственных технологий)

14 ВНЕДРЕНИЕ SMED НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Т.Н.Kogyo К.К.

Фирма Т.Н.Kogyo К.К. — производитель подшипников скольжения мирового уровня. Выпускает подшипники для двигателей внутреннего сгорания, втулки, упорных подшипников для автомобилей. Она была основана в 1939 в г. Нисио, префектура Айити. С 1947 г. осуществляет механическую обработку всех автомобильных втулок для Toyota Motor Corporation. В 1958 г. фирма ввела в эксплуатацию новый завод алюминиевого литья, а в 1969 г. построила завод, специализирующийся на производстве полуподшипников. В компании работают около 1000 сотрудников.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Конкретные разработки

Умелое использование системы SMED может дать поразительные результаты, но важно с самого начала определить количественные показатели, которые предприятие хочет достичь. Только после этого менеджеры могут выбрать методы, наиболее подходящие для достижения поставленных целей и проверки полученных результатов.

На фирме Т.Н.Kogyo К.К. мы хотели прежде всего максимально увеличить время фактической работы оборудования. т.е. время производства изделий. Мы решили направить свои усилия на улучшения, нацеленные на сокращение времени переналадки, так как оно составляло значительную часть времени простоя оборудования (рис. 14.1).

Мы считали наиболее важными:

- сокращение времени операций по смене штампов в процессе переналадки;

- сокращение времени или перевод операций корректировки во внешнюю наладку, если они относятся к замене штампов;
- исключение или резкое сокращение операций точной настройки, которые возникают как операции внутренней настройки после начала нормальной работы (непрерывной).

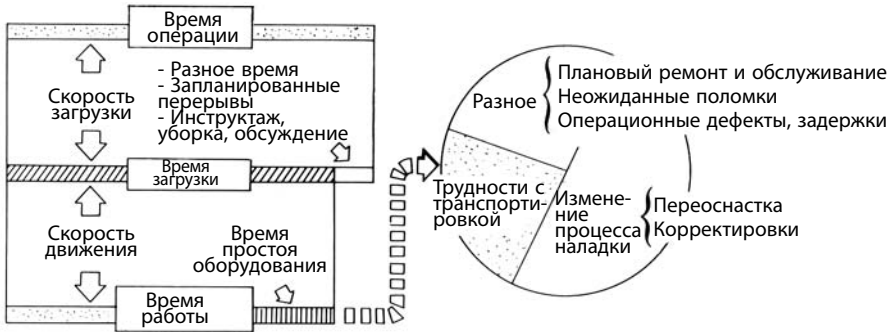


Рис. 14.1. Время производства и время простоя оборудования

Эти улучшения увеличивают производительность из-за сокращения простоев оборудования и увеличения фактического времени работы. Если значительно сокращается время отдельных операций переналадки, можно достигнуть впечатляющих результатов, даже если число переналадок возрастает.

(Производственная мощность прогона на линии 10, пример трех специализированных линий: без переналадок, тип корректировки запасов

	Деталь	Кол-во прогонов	Прогон 1	Прогон 2	Прогон 3	Прогон 4	Прогон 5	Прогон 6	
1	A	10							a
									b
									c
									d
2	B	6							a
									b
									c
									d
3	C	4							a
									b
									c
									d
Процент загрузки			100%	67%	67%	67%	33%	100%	e
Процент запаса			33%	33%	33%	33%	0%	33%	f

Рис. 14.2. Условный график производства

	Деталь	Кол-во прогонов	3 смешанные линии, 1 переналадка за прогон, нет запасов					
			Прогон 2	Прогон 3	Прогон 4	Прогон 5	Прогон 6	
1	A	10	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
2	B	6	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)
3	C	4	(C)	(C)	(C)	(C)	(C)	(C)
Процент загрузки			67%	67%	67%	67%	67%	
Процент запаса			0	0	0	0	0	

Рис. 14.3. Сбалансированный график производства

Регулирование числа операций вмешательства

Один из примеров регулирования числа механических операций вмешательства приводится на рис. 14.2 и 14.3. Хотя общая загрузка трех линий на этих рисунках почти одинаковая, переналадки, показанные на рис. 14.3, позволяют резко сократить запасы и постоянно выполнять стабильные операции. Важно сокращать время переналадки, уменьшать объем партии, одновременно регулируя загрузку. Если сокращать только время переналадки, успех будет частичным.

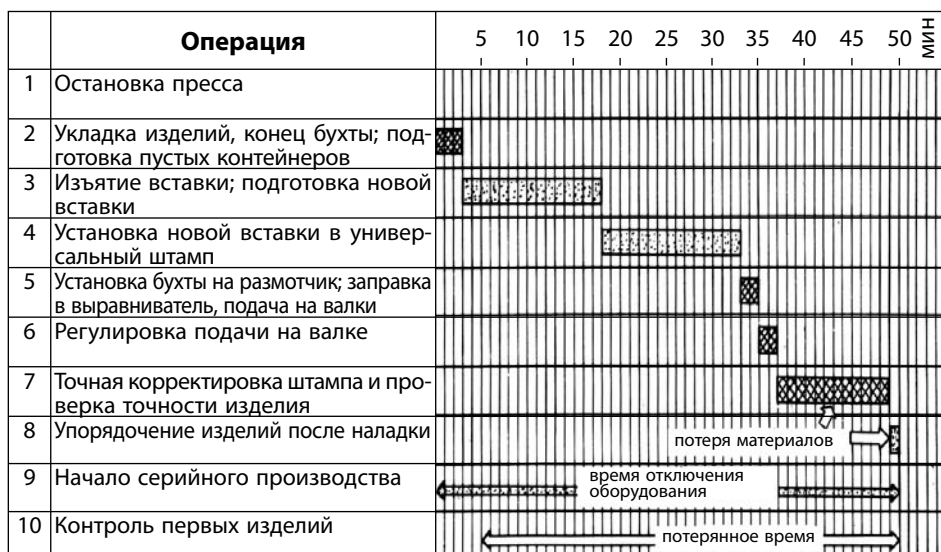


Рис. 14.4. Операции переналадки пресса до улучшения

Конкретные идеи по сокращению времени переналадки (I)

Процедуры и время операций переналадки до улучшения показаны на рис. 14.4. Кроме времени, потерянного на механические операции, имелась потеря материалов, так как корректировка размеров при наладке приводила к производству дефектных изделий.

Данный пример иллюстрирует то, что мы называем «жесткими» и «мягкими» аспектами SMED. Жесткие аспекты — это физические изменения оборудования и инструментов, которые влияют на время переналадки. Мягкие аспекты — это изменения в процедурах, повышающие производительность и сокращающие потери путем, например, экономии материалов или снижения утомляемости рабочих. Жесткие аспекты крайне важны, но и мягкие нельзя игнорировать.

На рис. 14.5 показано, что устранены операции, занимающие много времени, а время простоя оборудования сокращено на 90%. Эти результаты сведены в табл. 14.1.



Рис. 14.5. Операции переналадки пресса после усовершенствований

Таблица 14.1. Улучшения благодаря SMED-I

Действие	Соответствующий номер процедур		Категория SMED		Эффект	
	рис. 14.4	рис. 14.5	Мягкая	Жесткая	Сокращение времени	Находки
1. Изменение процедур	2, 5	1, 2	*		5,2	
2. Переход на параллельные операции и последовательные переналадки		3, 4 5, 6	*		8,5	
3. Внешняя наладка	3, 4			*		○
4. Смена «в одно касание»		4, 5, 6		*	32,4	○
5. Исключение точных настроек	7			*	12,0	○

«Мягкие» улучшения в системе SMED

Конкретные идеи по сокращению времени переналадки (II)

Рассмотрим случай последовательных переналадок. В последовательности процессов (рис. 14.6) на переналадки требуется 48 мин или более, если различные операции идут одна за другой. Если же четверо рабочих (А, В, С и D) осуществляют переналадки в предписанной последовательности, как показано на рис. 14.7, переналадки можно осуществить за 20 мин. Такое улучшение демонстрирует, что без значительных затрат можно сократить время на определенную последовательность шагов более чем на 50%.

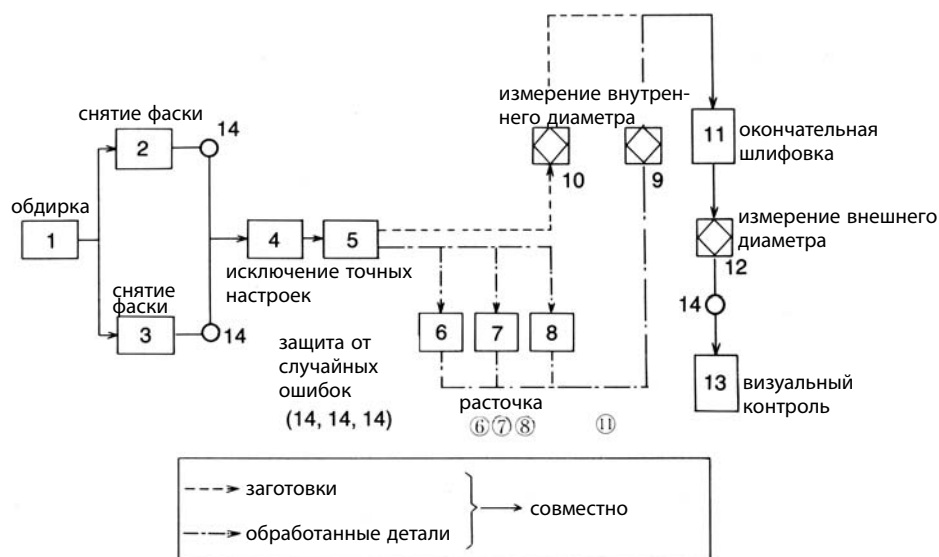
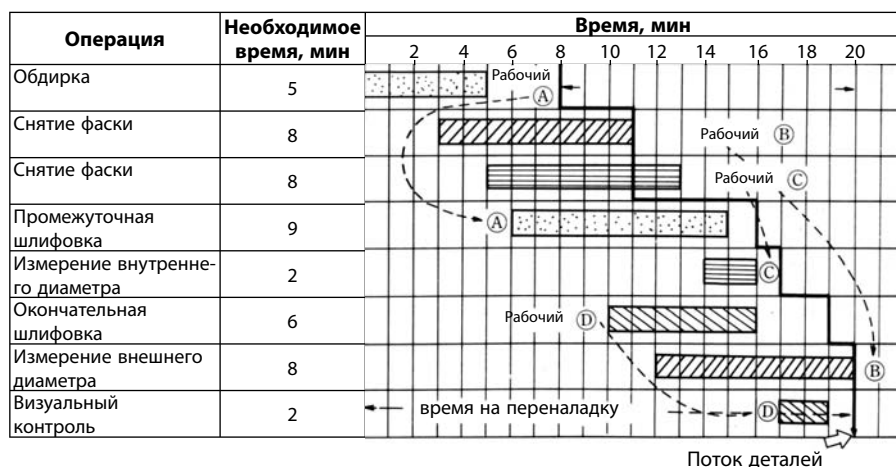


Рис. 14.6. Последовательность операций



Примечание: данная линия смешанного типа, где «черновые» детали (заготовки) и сверленные детали чередуются, а переналадки на станках 6, 7, 8 проходят во время обработки «черновых» деталей.

Рис. 14.7. Последовательность операций переналадки для заготовок

Роль лидера

Роль высших менеджеров имеет решающее значение при проведении мягких улучшений в системе SMED. В табл. 14.2 представлены конкретные

примеры задач лидеров, менеджеров, других руководителей по разделению переналадки на этапы и контролю качества после переналадки.

Таблица 14.2. Роль лидера

А. Этапы предварительной подготовки

- (1) Разделить операции внешней и внутренней наладки.
- (2) Определить последовательность операций внутренней наладки, включая как последовательные, так и параллельные операции, по инструменту и оборудованию, нужные для внутренней и внешней наладки число приспособлений, имеющихся в наличии; рабочих для внешней наладки; критерии внешней наладки и обслуживания и критерии контроля внутренних операций.
- (3) С учетом процедур внутренней наладки направлять и обучать рабочих операциям внутренней наладки и развивать их навыки.

В. Подготовительные шаги непосредственно перед операцией

- (1) Проверьте канбан для следующего устройства; обеспечьте доставку штампов, приспособлений, резцов, инструмента, материалов и стандартных приспособлений и т.д. в заданные точки.
- (2) Проверьте доставленные позиции в соответствии с критериями контроля внутренних операций.

С Этапы внедрения операций внутренней переналадки

- (1) Соберите рабочих, занятых внутренней переналадкой и проинструктируйте их.
- (2) Удостоверьтесь, что операция идет без сбоев, дайте инструкции, если надо.
- (3) Начните выдачу сырья и стандартных устройств из процесса, по которому завершена внутренняя переналадка; проведите контроль качества изделий.
- (4) Удостоверьтесь, что завершены все операции внутренней наладки по всему процессу; обеспечьте перевозку использованных штампов, приспособлений, резцов, инструмента и материалов на места хранения; рабочие должны участвовать в этой работе.

Д Важные моменты

- (1) Бригада переналадки обычно состоит из «наладчика» и оператора, но нельзя забывать и об обучении и подготовке дополнительных менеджеров, наладчиков и операторов на замену, если надо.
- (2) Важно, чтобы менеджер знал операции переналадки не хуже рабочих.

Поток операций в процессах переналадки

При сокращении времени переналадки важно начать рассматривать внешнюю наладку как единое целое. При проведении различия между внешней наладкой (которая начинается с предварительной подготовки) и внутренней (которая начинается с последней минуты подготовки) на рис. 14.8 пред-

ставлен поток изделий и информация в виде карточек канбан, которая заранее сигнализирует канбан наладки. Эта информация фиксируется на канбан и в потоках физических объектов (штампов, инструмента, сырья) вокруг центральной линии обработки.

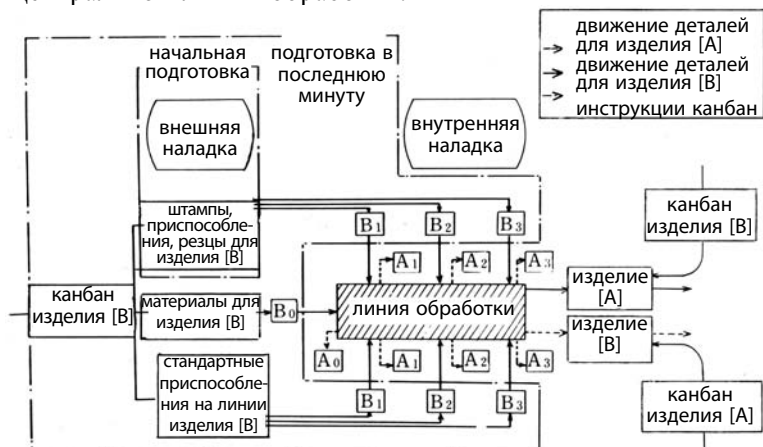


Рис. 14.8. Поток изделий и информация канбан

Жесткие улучшения системы SMED («в металле»)

Хотя «мягкие» улучшения и полезны при сокращении потерь, непоследовательности, неувязок в операциях, это первый шаг в реализации преимуществ SMED. Но нужны также улучшения «в металле». Конкретные улучшения такого рода могут включать:

- унификацию высоты штампов и позиционирования;
- осуществление зажима и разжима объектов в один оборот;
- отказ от зажима верхних половин штампов за счет перехода на «плавающие» штампы;
- использование грушевидных отверстий, чтобы болты можно было лишь ослаблять, но не снимать, причем в один оборот;
- перевод выверки инструмента во внешнюю переналадку;
- применение кассетного принципа для литья штампов под давлением.

Ускоренная смена штампов

Раньше при разной высоте штампов высоту смыкания регулировали в ходе внутренней наладки (рис. 14.9). Если все высоты штампов унифицированы, можно отказаться от корректировки высоты. Подобным же образом штампы нужно было позиционировать в ходе внутренней наладки, потому что они

имели разные размеры. Унифицировав высоты и установив позиционирующие пластины на опорную плиту, можно отказаться от этой операции.

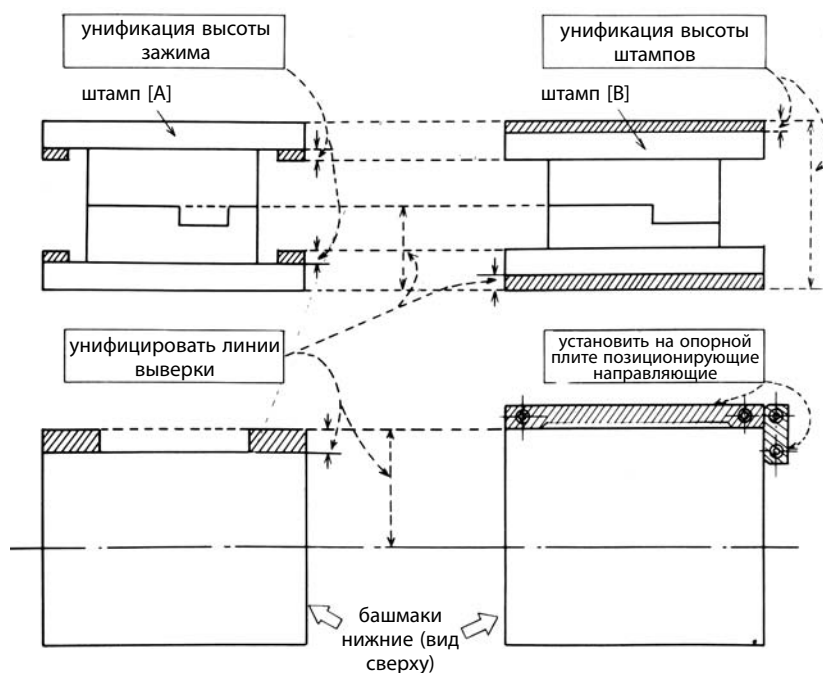


Рис. 14.9. Прессовый штамп

На рис. 14.10 представлено усовершенствованное зажимное устройство. Когда высоты и размеры штампов унифицированы, можно использовать крепежные болты фиксированных размеров, что позволяет интегрировать болты, зажимы, пластины. Это приспособление было улучшено за счет установки пружины, чтобы не выпадала шайба.

Ускоренная замена штампов и приспособлений

До улучшения верхняя и нижняя половины штампов крепились каждая на четырех болтах. Мы стали проталкивать верхнюю половину вверх и использовать силу вставленных пружин, чтобы штамп поднимался сам. Тем самым устранена необходимость в зажиме верхней половины и создан плавающий штамп (рис. 14.11). Кроме того, мы нашли способ уменьшить удар пресса, установив на верхней половине подушку.

Так как прежде отверстия были круглыми, два болта приходилось проворачивать на несколько оборотов и снимать при снятии приспособления. Эти отверстия были сделаны грушевидными, т. е. достаточно одного поворота болта для крепления и раскрепления штампа, а снятие болта было исключено (рис. 14.12).

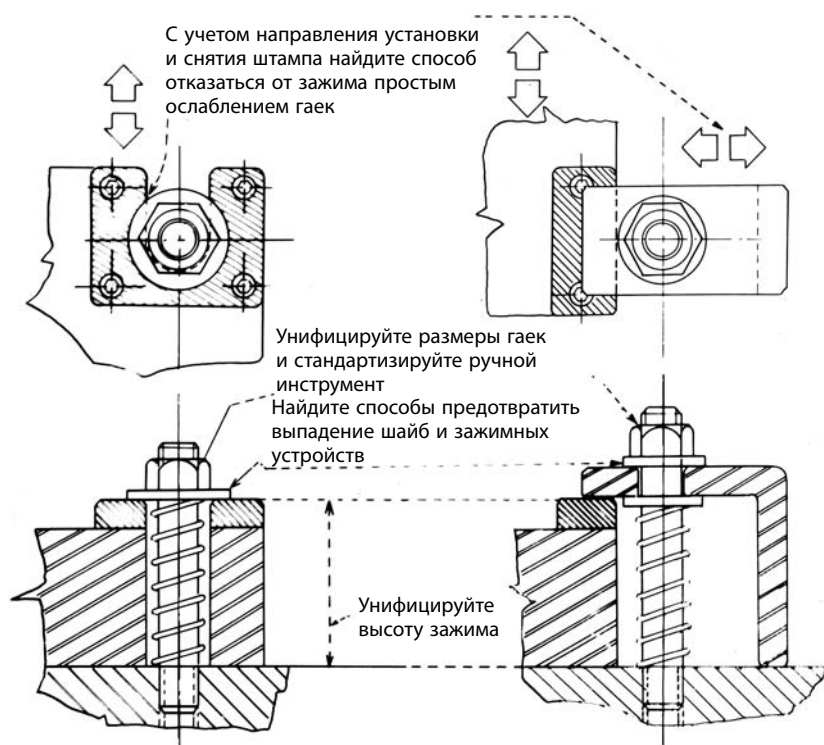


Рис. 14.10. Зажимное устройство

Зажим верхней половины штампа исключается, к опорной плите крепится только нижняя половина (плавающий штамп)

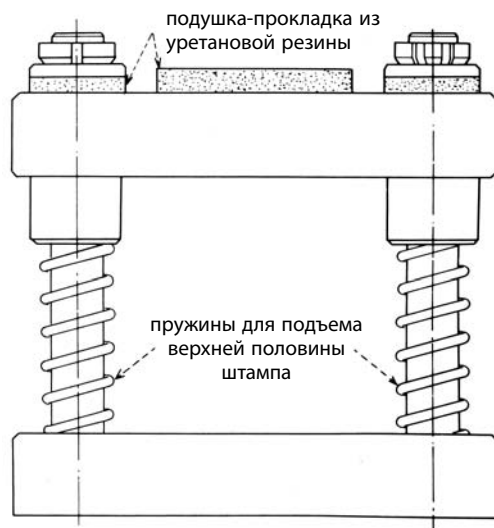


Рис. 14.11. Плавающий штамп

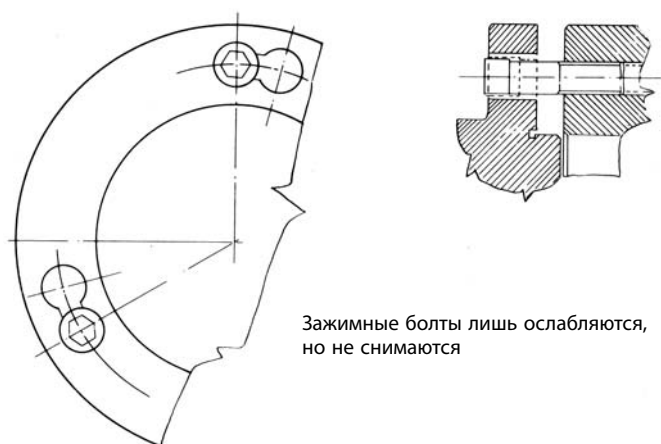


Рис. 14.12. Фигурные отверстия под болты

Исключение точной корректировки

Для механической обработки торца подшипника используется два инструмента. Центровка этого инструмента ранее занимала около 40 мин при отключении станка. С целью улучшения данной операции мы изготовили два промежуточных приспособления, которые попеременно устанавливались при предварительной центровке в ходе внешней переналадки. С использованием данного метода внутренняя наладка занимала всего 1 мин 45 с (рис. 14.13).

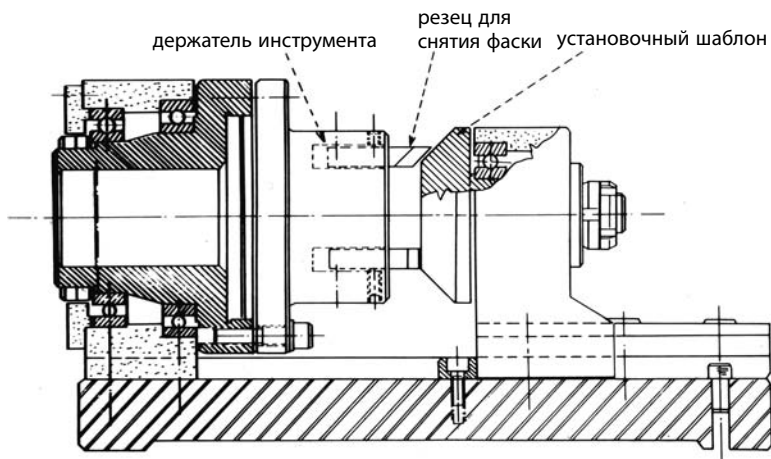


Рис. 14.13. Центровка инструмента в ходе внешней наладки

Переход от SMED к OTED

После внедрения улучшений по системе SMED возникает необходимость в мероприятиях по OTED (от английского OTED — One Touch Exchange of Die — переналадка в «одно касание»), т.е. проведение переналадки менее чем за минуту. Фундаментальные концепции SMED, конечно, применимы и здесь, но нужно особенно акцентировать внимание на то, чтобы:

- исключить корректировки;
- отказаться от винтовых креплений;
- повышать прочность и точность;
- посадки должны быть точными и плотными;
- рассчитать функциональные нагрузки на штампы и оборудование;
- разделить материал и функции штампов;
- использовать методы вставок и метод наименьшего общего кратного.

Ниже приводятся несколько примеров.

Исключение винтов точной регулировки

Раньше направляющие выверялись с помощью болтов. Регулировки были исключены за счет отказа от регулировочных болтов, использования дистанционных прокладок и введения системы замены прокладок. Использование прокладок вместо болтов подразумевало отсутствие болтов, которые нужно затягивать и ослаблять, а если нет ни винтов, ни болтов, не нужны гаечные ключи и отвертки (рис. 14.14).

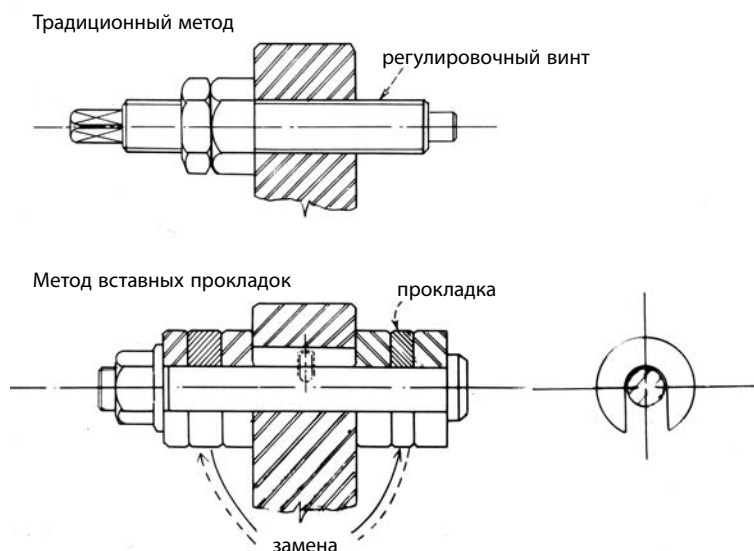


Рис. 14.14. Исключение винтов точной регулировки

Другие примеры

На рис. 14.15–14.17 представлены другие примеры использования системы SMED на Т.Н.Когую.

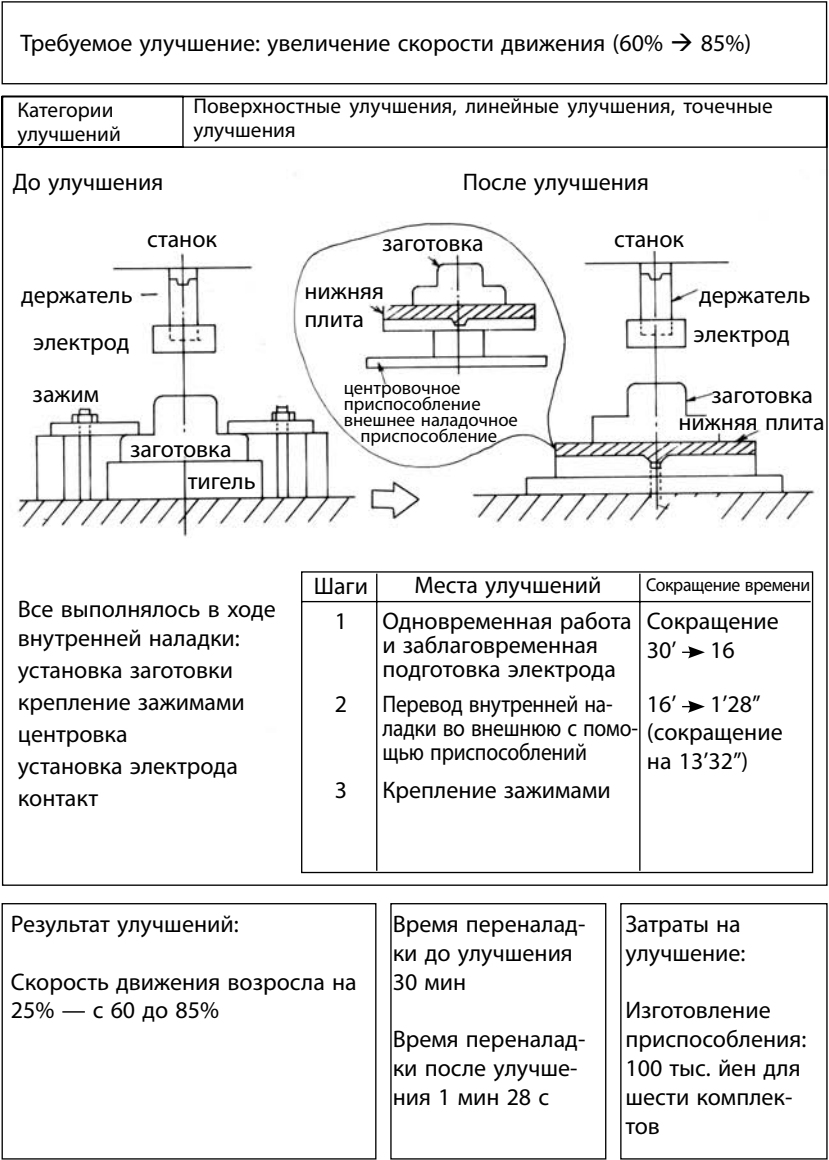


Рис. 14.15. Использование SMED на электроэрозионном оборудовании

Требуемое улучшение: сокращение запасов
Сокращение сверхурочных на 50% (70 ч/мес. → 35 ч/мес.)

До улучшения

(1) вся операция проводилась как внутренняя наладка

(2) оператор производил переналадку один

(3) требовалась корректировка высоты смыкания, так как штампы различались по высоте

стандартизация высот

После улучшения

(1) корректировка высот выполняется как внешняя операция

(2) стандартизованы высоты штампов

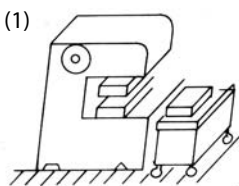
Шаг 3

(1) введены параллельные операции

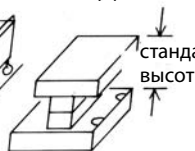
(2) исключены болты крепления желобов (с использованием магнитов – «в одно касание»)

Шаг 1

(1)



(2)



стандартизация высот

Шаг 3

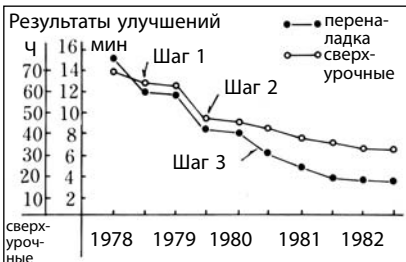
(1) Описание операций

	Процедура (рабочий А)	Процедура (рабочий В)
1	Откачать воздух пневмофидером	1 Выверить выровниватели
2	Переместить желоб	2 Выверить направляющие пневмофидера
3	Ослабить болты штампа	3 Установить пластину
4	Снять штамп	4 Заменить шаблоны
5	Заменить пальцы	5 Выверить визуальные направляющие
6	Вставить штамп	6 Установить защитное продольное устройство
7	Затянуть болты	7 Контроль первых изделий
8	Установить желоб	

Шаг 2



Шаг 3 (2)



Время до улучшения:

15 мин



Время после улучшения:

3 мин

Затраты на улучшение:

20 тыс. йен

Рис. 14.16. Использование SMED на прессе усилием 70 т

Требуемое улучшение: сокращение запасов (40 т → 10 т)

Линия заливки баббита



До улучшения

- (1) проводилась внутренняя наладка
- (2) параллельная работа с участием 7 рабочих

После улучшения

Шаг 1

- (1) разделение внутренних и внешних операций наладки
- (2) перевод внутренних операций во внешние
- (3) параллельная работа с участием 4 рабочих

Шаг 2

- (1) исключена внешняя наладка за счет независимых штампов
- (2) использование пластин, определяющих ширину
- (3) использование функциональных зажимов
- (4) параллельная работа с участием 2 рабочих

Время наладки
Частота

15 мин на наладку
4 наладки/день

Штамп



Шаг 1

Смена штампов выполняется отдельно благодаря фиксированным штампам

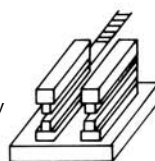
Штамп



Шаг 2

Использование SMED на 70-тонном прессе

- (1) независимые штампы
- (2) пластины, определяющие ширину



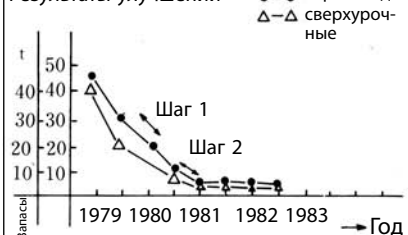
пластина

(3) функциональные зажимы

исключение болтов



Результаты улучшений



Время до
улучшения:
45 мин

Время после
улучшения:
3 мин (180 с)

Затраты на
улучшение:

4000 тыс. йен

Рис. 14.17. Использование SMED на линии заливки баббита

15 ПРИМЕРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СИСТЕМЫ SMED

Glory Industries K.K.

Фирма Glory Industries создана в 1918 г., сначала выпускала детали к оборудованию и корабельным двигателям по контрактам с другими фирмами. После 1950 г., воспользовавшись разработками автоматов для счета монет для Монетного Бюро, компания разработала собственную линию изделий. Фирма производит автоматы для счета и упаковки монет, сортировщики монет, машинки для подсчета банкнот, разменные автоматы, торговые автоматы, шкафчики для монет, энергосберегающие банкоматы и т. п. Производство развивается в сторону высокой диверсификации и небольших объемов.

До проведения мероприятий по улучшению компания работала партиями, что позволяло легче справляться с высокодиверсифицированным производством при небольших объемах, причем как при изготовлении деталей, так и при сборке. Это привело к росту времени выполнения заказов и многочисленным прерываниям процесса, вследствие чего он стал малоэффективным. Поскольку диверсификация сохранялась, номенклатура изделий значительно расширилась. По мере ужесточения требований к срокам поставки фирма понимала необходимость улучшения операций.

На производстве комплектующих особенно много было ненужных вмешательств и проверок, что было связано с планированием по видам оборудования и неэффективностью при транспортировке оборудования и материалов. Более того, маршруты транспортировки не были фиксированными, а производством мог управлять только опытный координатор.

Чтобы реализовать нужные улучшения, надо было обучить и мотивировать персонал. Мы также стали распространять знания о принципах промышленной технологии: менеджеры прослушали курс Сигео Синго в Институте совершенствования менеджмента, г-н Синго несколько раз посетил фирму. Наряду с его консультациями мы проводили корпоративные занятия для руководителей цехов.

В настоящее время улучшения реализуются в каждом цехе независимо, а руководители цехов играют в них ведущую роль.

Компоновка производственных участков была изменена таким образом, чтобы расположить оборудование в той последовательности, в которой идут процессы, транспортировка и контроль, что сократило время ожидания. Это привело к созданию производственной системы с потоком единичных изделий и дискретному производству небольшими партиями. Частота переналадок сделала необходимым сокращение времени переналадки при увеличении производительности. Улучшения начались с введения штампов на участках штамповки листового металла, а также с систем позиционирования приспособлений и зажима заготовок на механическом заводе. Были установлены внутризаводские конвейеры.

Ниже рассматриваются несколько примеров сокращения времени переналадки.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Универсальный пресс

Несложные изделия, производимые малыми партиями, изготавливались с применением универсальных штампов на 25-тонном прессе. Так как на деталях имеется примерно 30 отверстий, при смене штампов приходилось выполнять центровку и корректировку хода пресс-штока. При позиционировании детали производилась ее разметка, выверка положения пуансонов и корректировка параметров контакта. Точек корректировки было много, поэтому переналадка занимала 35 мин.

После улучшений комплект штампа стал постоянно закрепляться на прессе. При смене видов пуансонов и крепежных выступов в соответствии с диаметрами отверстий пуансоны и выступы для отверстий всех диаметров можно устанавливать «в одно касание» (рис. 15.1). Сейчас деталь позиционируется с помощью шаблона, а если деталь редкая, то корректировку можно производить с помощью шкалы. Таким образом, время переналадки было сокращено до 5 мин.

Универсальный гибочный штамп

Как и в предыдущем примере, специальные гибочные штампы не производятся, использовался пресс с усилием 25 т. Так как штампы приходилось менять в зависимости от толщины пластины, требовалось 30 мин для подготовки штампа, замены, центровки и замеров.

После улучшений пластины для крепления верхней и нижней половины штампов крепились к прессу намертво, а пуансон и матрицу устанавли-

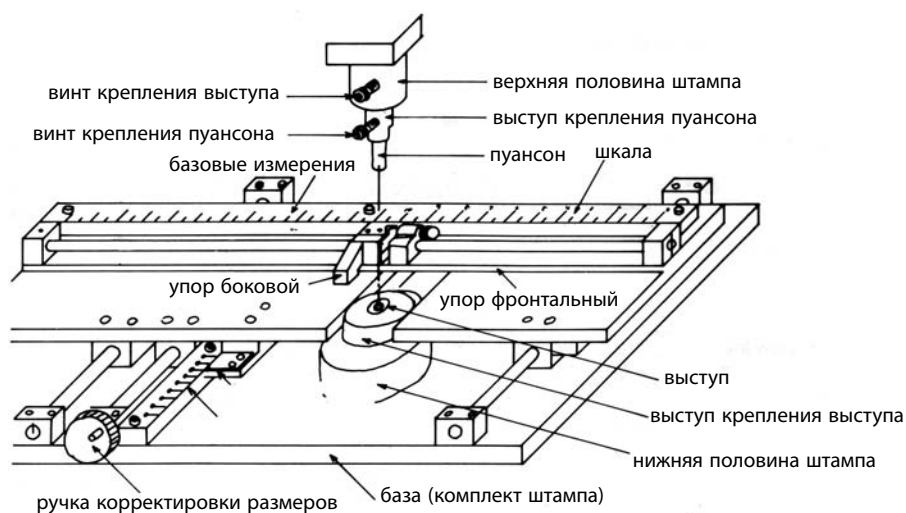


Рис. 15.1. Усовершенствования на универсальном 25-тонном прессе

вают вставками в зависимости от толщины пластины (рис. 15.2). Корректировка угла изгиба была исключена унификацией высоты штампов и пуансонов в зависимости от толщины пластины. Параметры гибкие, их можно задавать в наборе точек контакта при помощи шаблонов, а корректировку можно производить с помощью базовой шкалы для деталей, которые редко запускаются в производство. За счет таких улучшений время переналадки удалось сократить до 4 мин.

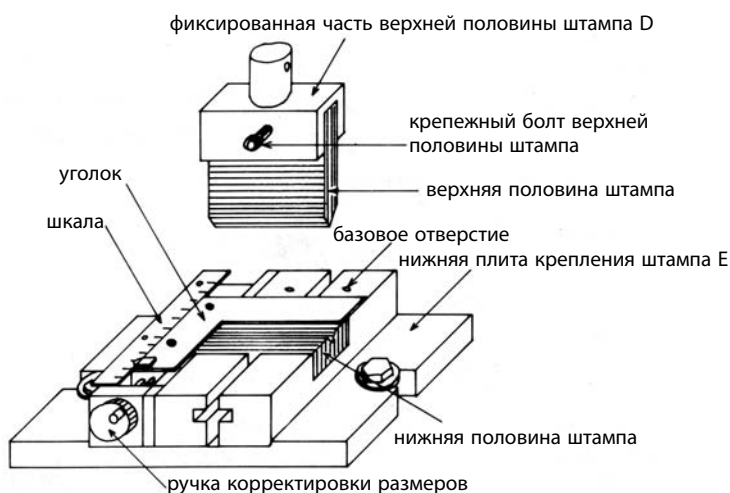


Рис. 15.2. Усовершенствование универсального гибочного штампа

Замена наконечников на установке точечной сварки

Наконечник сварочного агрегата подбирается и заменяется в зависимости от толщины свариваемой пластины, материала, его формы и т.д. Для отвода тепла, образующегося при сварке, используется охлаждающая жидкость, подаваемая через наконечник по медным трубкам. Это означает, что трубки подачи охлаждающей жидкости приходится менять при смене наконечников (рис. 15.3).

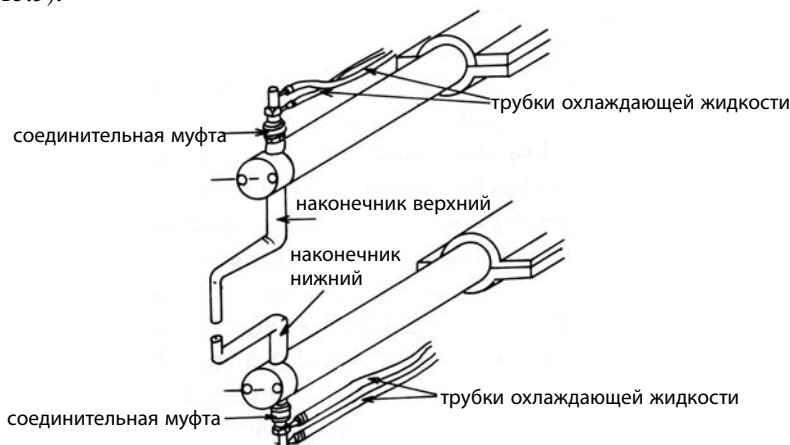


Рис. 15.3. Наконечники установки точечной сварки

До улучшения эта операция занимала 30 мин, так как имелось резьбовое соединение, нужно было на резьбу накладывать ленточный уплотнитель, прежде чем надеть новый наконечник (рис. 15.4, слева).

После улучшения соединение стали производить при помощи быстро-съемного фитинга для пневматических линий. Так как такой фитинг герметичен и не дает протечки охлаждающей жидкости, переналадку стали выполнять за 3 мин (рис. 15.4, справа).

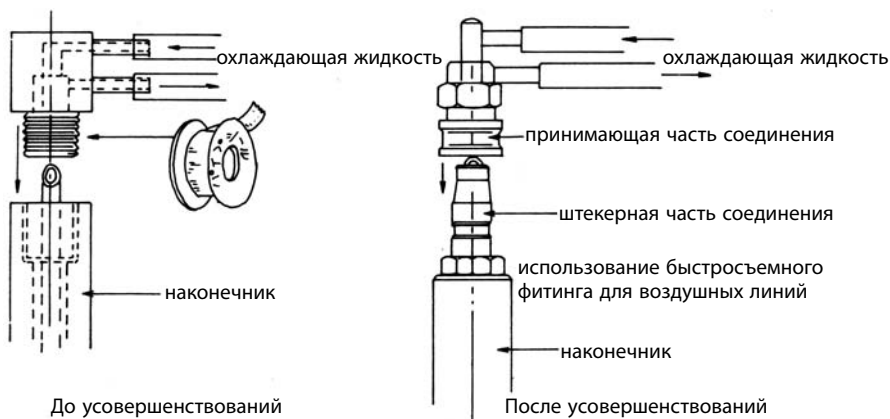


Рис. 15.4. Замена наконечников на установке точечной сварки

Установочные приспособления набивочного стола

Ранее на набивочной машине ротационно-фрикционного типа установка набивочного стола и приспособлений производилась в патрон. Для его снятия требовался клин. Так как использовалось несколько типов набивочных столов, операция центровки стола по отношению к пуансону производилась после прикрепления стола к установочному приспособлению. Переналадка занимала 5 мин (рис. 15.5).

Установка и снятие «в одно касание» стали возможны после интеграции набивочного стола с прямолинейным валом с использованием фрезерного патрона (рис. 15.6). За счет добавления направляющих отверстий удалось отказаться от операции центровки стола и пуансона. После улучшения операция переналадки стала занимать 30 с.

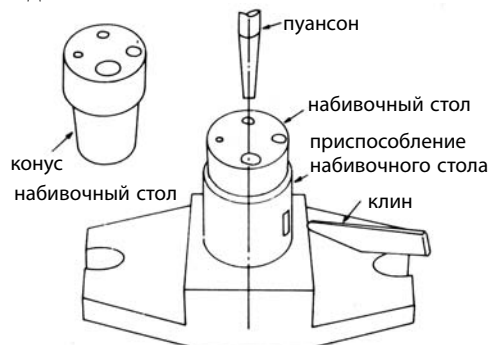


Рис. 15.5. Переналадка набивочной машины до усовершенствований

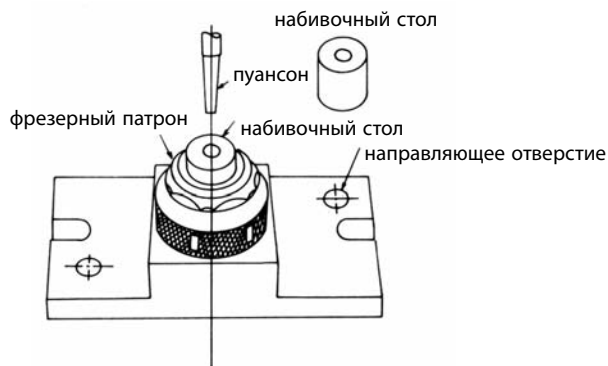


Рис. 15.6. Переналадка набивочной машины после усовершенствований

Улучшение зажимов

Раньше болты и зажимы нужно было снимать при круговой обработке торцевой фрезой, иначе они мешали обработке (рис. 15.7). Данная процедура занимала 1 мин.

После улучшения круговую обработку торцевой фрезой можно производить сразу, так как улучшенный зажим можно поворачивать и отводить вниз, просто ослабив гайку на полоборота (рис. 15.8). Это сократило время до 12 с.

(Итирё Одзак, отдел производственной технологии)



Рис. 15.7. Снятие зажима с торцевой фрезы

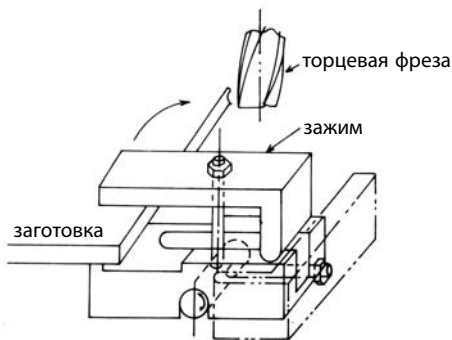


Рис. 15.8. Улучшенная операция снятия зажима с торцевой фрезы

16 ВНЕДРЕНИЕ SMED С УЧАСТИЕМ ВСЕЙ КОМПАНИИ

Kyoei Kogyo K.K.

Фирма Kyoei Kogyo производит изделия для офисов, домашнего хозяйства и предприятий на своих заводах в Хирацука и Киото. Штаб-квартира фирмы располагается в Токио. Фирма основана в 1948 г. На ней работают около 500 рабочих.

На заводах фирмы каждый год производится примерно 300 тыс. шкафов для документов, что составляет около 70% рынка. Фирма гордится высоким доверием потребителей ее продукции.

Фирма уделяет большое внимание совершенствованию оборудования и повышению технического мастерства, чтобы производить надежную продукцию, соответствующую высокой репутации фирмы. Компания непрерывно работает над стандартизацией и контролем качества и получила награду Министерства внешней торговли и промышленности Японии.

Такие достижения стали возможны благодаря усилиям фирмы по совершенствованию оборудования и техническому обучению персонала. Девиз фирмы — высокое качество, эффективность, низкая себестоимость.

По мере роста диверсификации спроса, увеличения заказов на разнообразную продукцию, расширения спроса на изделия по индивидуальным проектам фирма понимала недостаточность высокой степени стандартизации. Изменились и условия поставки — часто она должна осуществляться в течение одного-трех дней с момента получения заказа. Нужно было разработать методики быстрой переналадки производства без ущерба для качества.

Фирма приняла концепцию SMED и следовала ей несколько лет под руководством г-на Синго. Сначала были произведены изменения в соответствии с рекомендациями г-на Синго все испробовать на практике. «Если не знаете, как поступить,— говорил он,— обсудите это со своим оборудо-

ванием». Кроме того, используя промышленные технологии и другие методики, группы в каждом цехе активно выдвигали собственные предложения по внедрению и их апробированию (рис. 16.1).

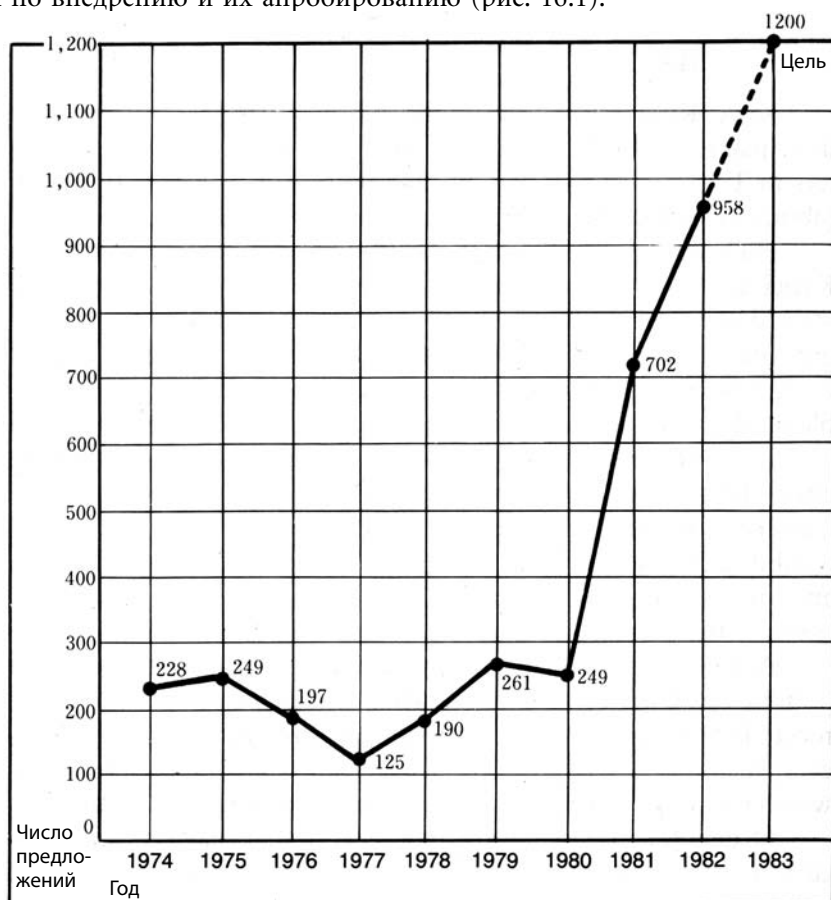


Рис. 16.1. Общее число предложений, поданных за год

Господин Синго приезжал на фирму каждые два месяца, за это время обычно часть решений внедряли на практике, поэтому накапливались вопросы. В следующий приезд г-ну Синго докладывали о ходе работ и результатах, получали его рекомендации и критические замечания, которые старались учитывать в дальнейшей работе.

Число предложений от групп возросло. Общее число предложений за год выросло почти в четыре раза по сравнению с начальным периодом внедрения этой методики. Имея ясные цели, фирма надеется на большие успехи в будущем.

Ниже мы приводим несколько примеров усовершенствований штампов и методов переналадки.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Улучшение вырубных и прошивных штампов

До улучшения (рис. 16.2) процесс имел следующие характеристики. 1) Если размер Y был стандартным, то для завершения операции требовалось всего два действия, но если размер Y изменялся, то нужно было снимать пуансон X , и требовалось четыре действия. 2) Так как штампы различались по высоте, их нужно было корректировать для каждой операции. 3) Для установки пуансона по X требовался квалифицированный рабочий.

Данный процесс был изменен в трех важных моментах (рис. 16.3). 1) Штампы слева и справа были сделаны независимыми друг от друга, поэтому, если размер Y изменялся, корректировку влево-вправо можно было производить на направляющей пресс-штока [5]. Позиционирование осуществлялось при помощи пружинного штифта [9], а штампы крепились винтами. Болты предусматривали крепление на один оборот или менее. 2) Так как высоты штампов унифицированы для используемого прессы, корректировка высоты не требовалась. 3) Так как использовались штампы ударного типа, на верхней половине крепление не было нужно, а нижняя половина крепилась лишь слегка.

Результаты этих изменений были заметными.

- Сокращено время переналадки. До улучшения переналадку один рабочий производил за 15 мин. После улучшения один рабочий производил ее за 1,5 мин. Учитывая, что в сутки производилось десять переналадок, ежемесячно экономилось около 39 часов.

- Повышена безопасность выполнения работ. Так как регулировку можно проводить при малом числе подъемов при заходе детали, работа со штампами ударного типа стала безопасной.

- Простота эксплуатации. Процессы переналадки и обработки стали настолько просты, что на них может работать и неквалифицированный рабочий.

Затраты составили примерно 100 тыс. йен на один штамп. Были использованы все возможные детали старых штампов.

Двухуровневые гибочные штампы ударного типа

Ситуация до улучшения представлена на рис. 16.4. Процесс был разбит на процессы А и В, при этом использовалось либо два прессы, либо два типа штампов на одном прессе. Когда оба процесса выполнялись на одном прессе, требовалось дополнительное время на корректировку высоты штампов. Так как прессовый тормоз представлял собой длинный механизм, случались дополнительные задержки при определении высоты слева направо при выверке положения половин штампа. Кроме того, требовалась определенная техническая квалификация для обеспечения точности углов и поверхностей при гибке.

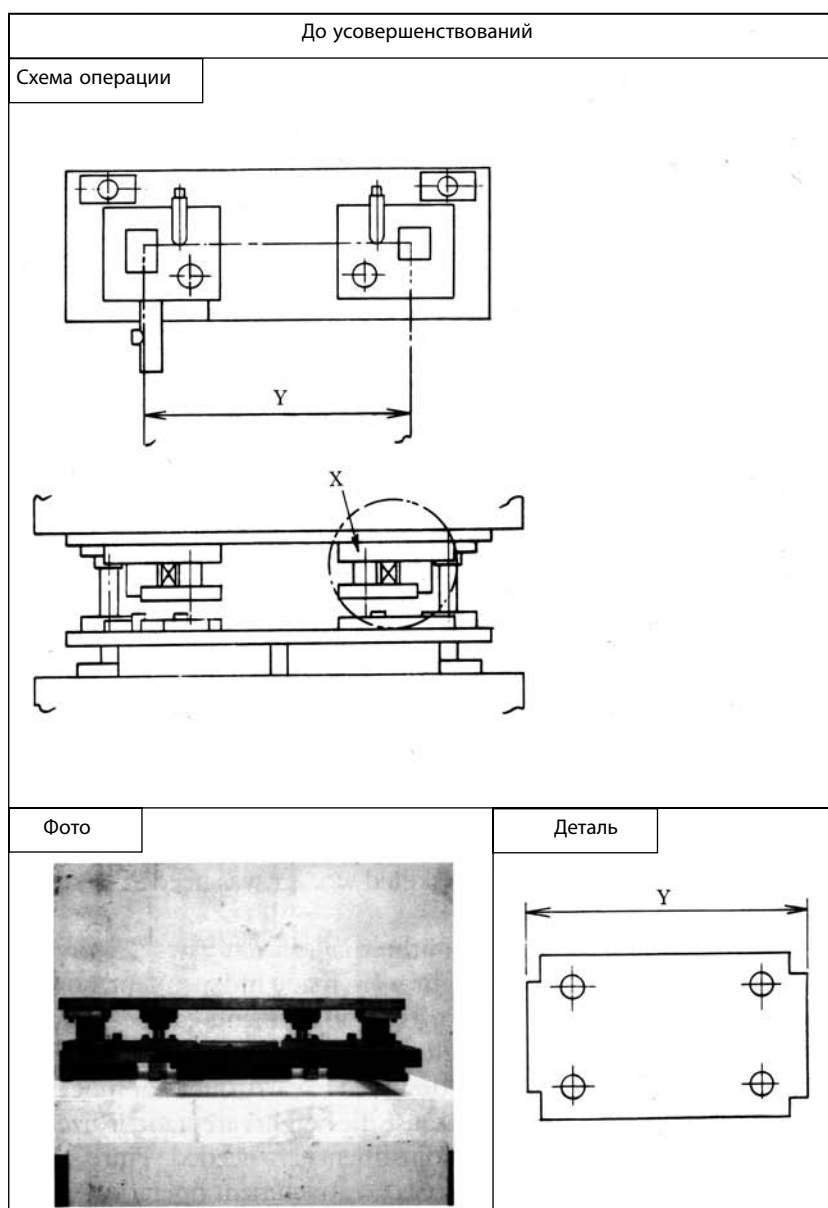


Рис. 16.2. Вырубные и прошивные штампы ударного типа до усовершенствований

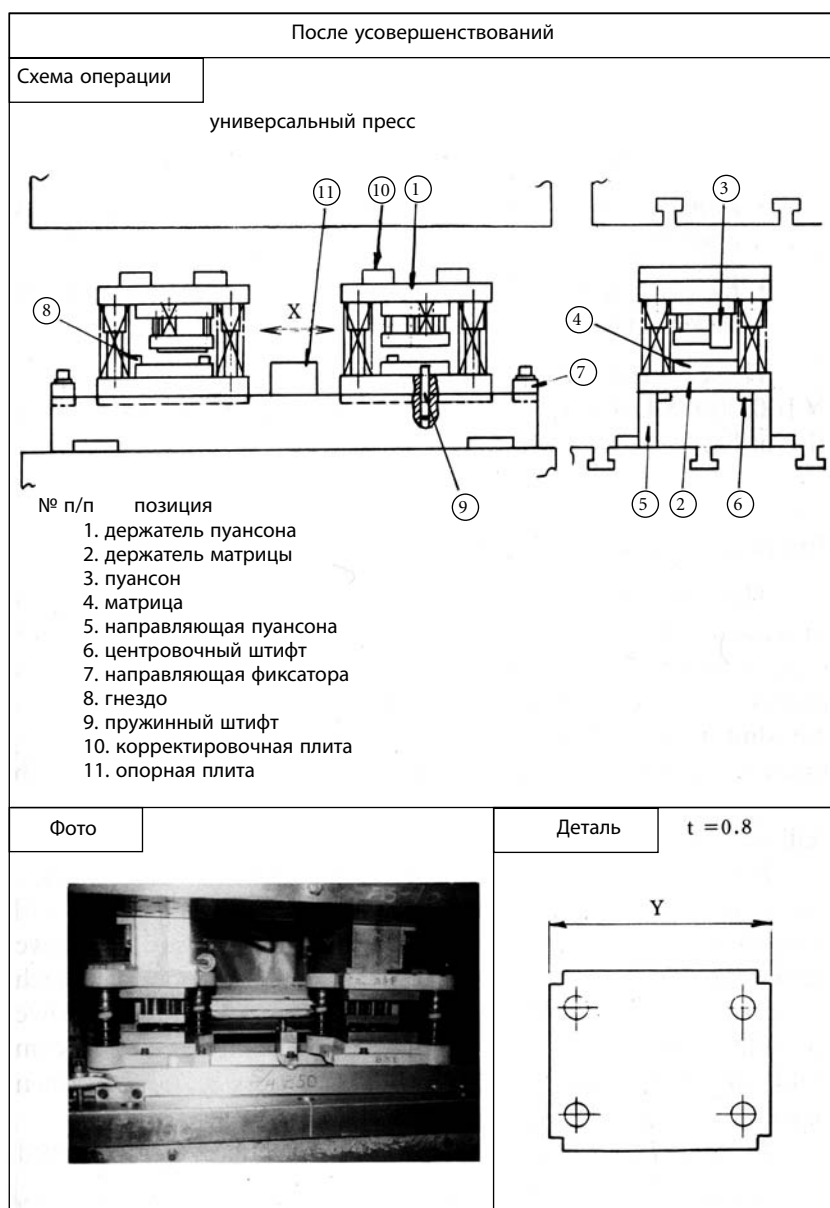


Рис. 16.3. Вырубные и прошивные штампы ударного типа после усовершенствований

На рис. 16.5 представлены произведенные улучшения. Процессы А и В сейчас разбиты вертикально на двухступенчатый процесс, причем процесс А на первом уровне, а процесс В — на втором. Верхний и нижний уровни реализованы в штампах ударного типа. Процесс крепления верхней половины был исключен; достаточно слегка закрепить нижнюю половину. В процессе А присутствует плоская поверхность. Так как простое прижатие вниз [3] в процессе В может привести к нестабильности, для создания стабильности используются корректировочные пластины штампа [7].

Результаты этих изменений были следующие.

- Сокращено время переналадки. До улучшения переналадку осуществлял один рабочий за 30 мин. После улучшения один рабочий выполняет переналадку за 3 мин, а при четырех переналадках в день ежемесячно экономится 40 часов.
- Повышена безопасность выполнения работ. Так как регулировку можно производить при малом числе подъемов при заходе детали, работа со штампами ударного типа безопасна.
- Повышена технологичность операции. Рабочему более не нужно отодвигаться, поэтому уменьшается утомляемость, а темп работы возрастает.
- Простота эксплуатации. Процессы переналадки и обработки стали настолько просты, что их может осуществлять неквалифицированный рабочий.

На улучшения было затрачено около 500 тыс. йен на один штамп.

Совершенствование методов переналадки длинных гибочных штампов

До усовершенствований (рис. 16.6) гибочный штамп длиной 2 - 3 м брали двое рабочих со специального стеллажа далеко от прессы, транспортировали к необходимому месту и монтировали. Верхняя и нижняя половины штампа перевозились отдельно. Бывало, что штампы роняли, рабочие получали травмы. Переналадка была трудным и небезопасным процессом, так как верхние половины штампов хранились перевернутыми и их нужно было поворачивать в положение установки после доставки к прессу.

Для улучшения переналадки непосредственно рядом с прессом был сооружен передвижной стеллаж, поэтому теперь не надо возить штампы издалека (рис. 16.7). Верхняя и нижняя половины штампа размещаются в нужном положении на стеллаже, а предметы, которые могут упасть, крепятся вспомогательными приспособлениями. При переналадке стеллаж ставится рядом с прессом в положение, в котором штамп располагается по осевой прессы. Так как стеллаж оснащен роликами, штамп легко перемещается вручную. Точки крепления на штампах были модифицированы, чтобы можно было производить выверку штампов и держателей прессы.

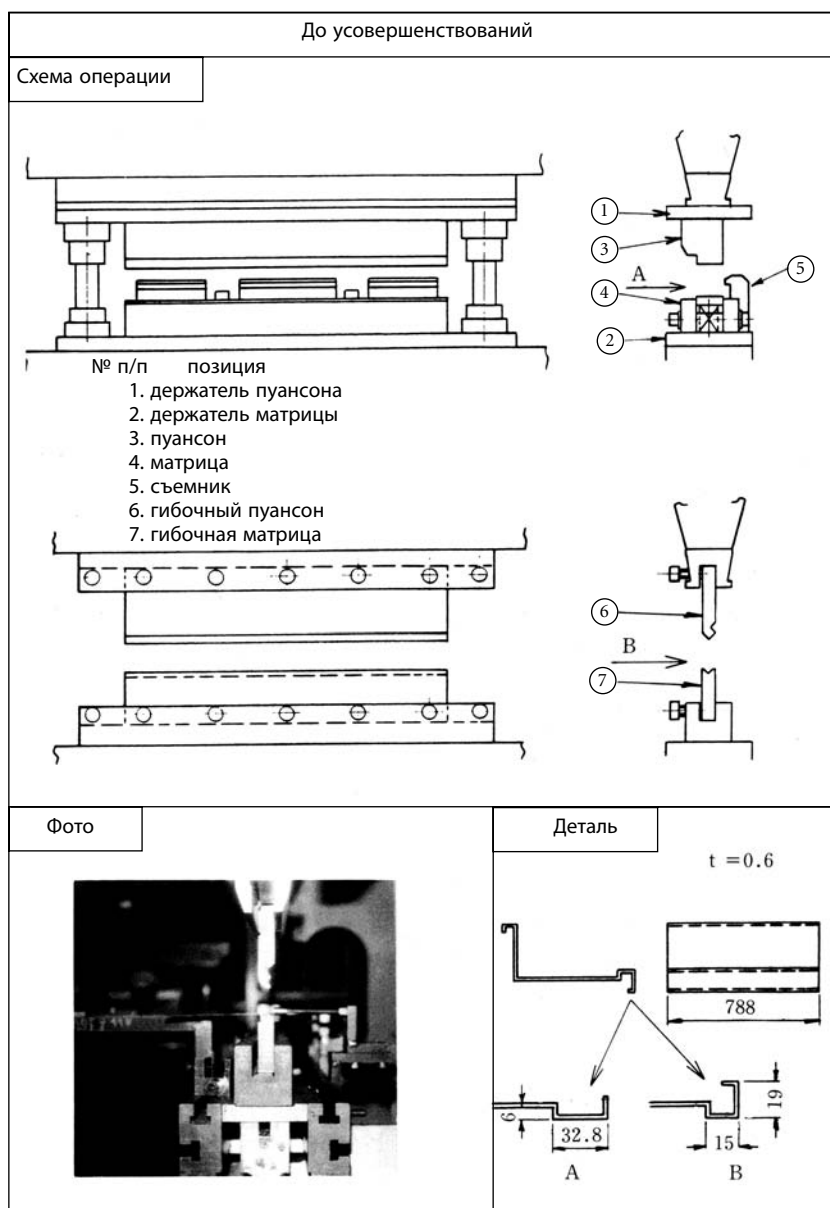


Рис. 16.4. Двухуровневые гибочные штампы ударного типа до усовершенствований

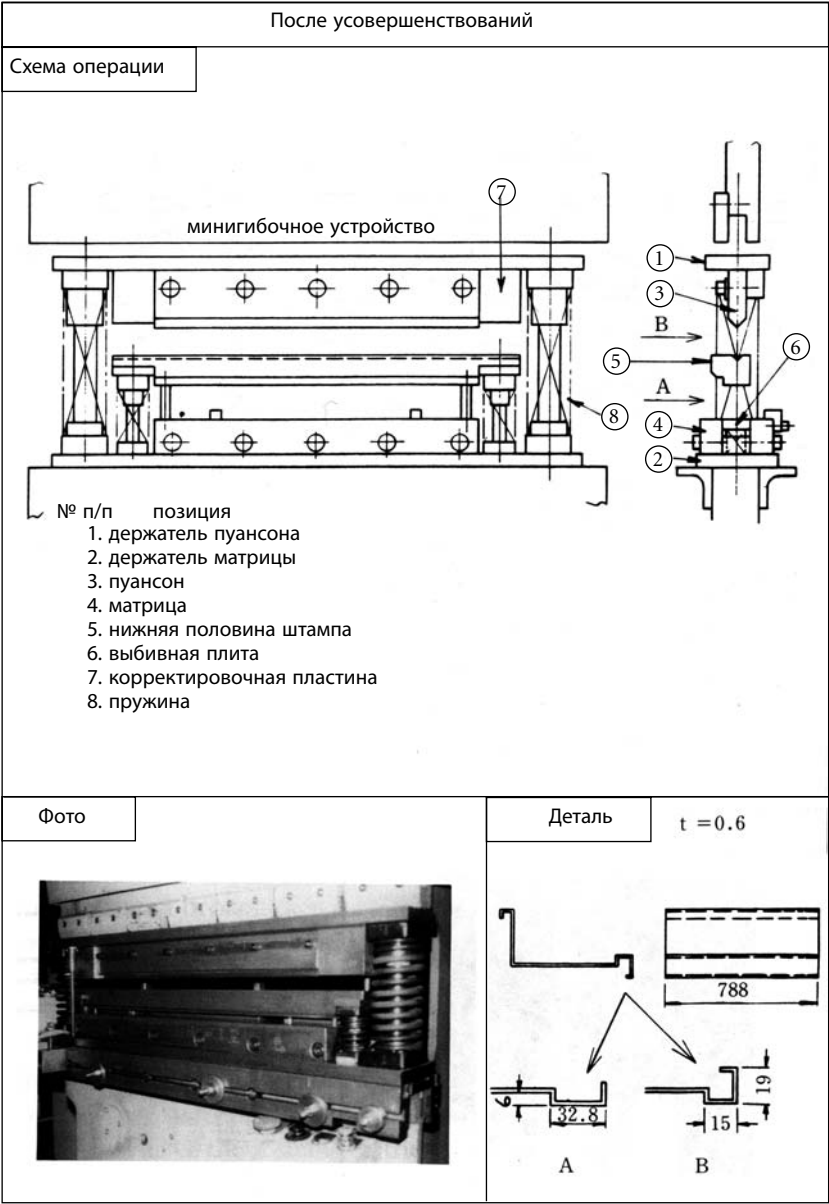


Рис. 16.5. Двухуровневые гибочные штампы ударного типа после усовершенствований

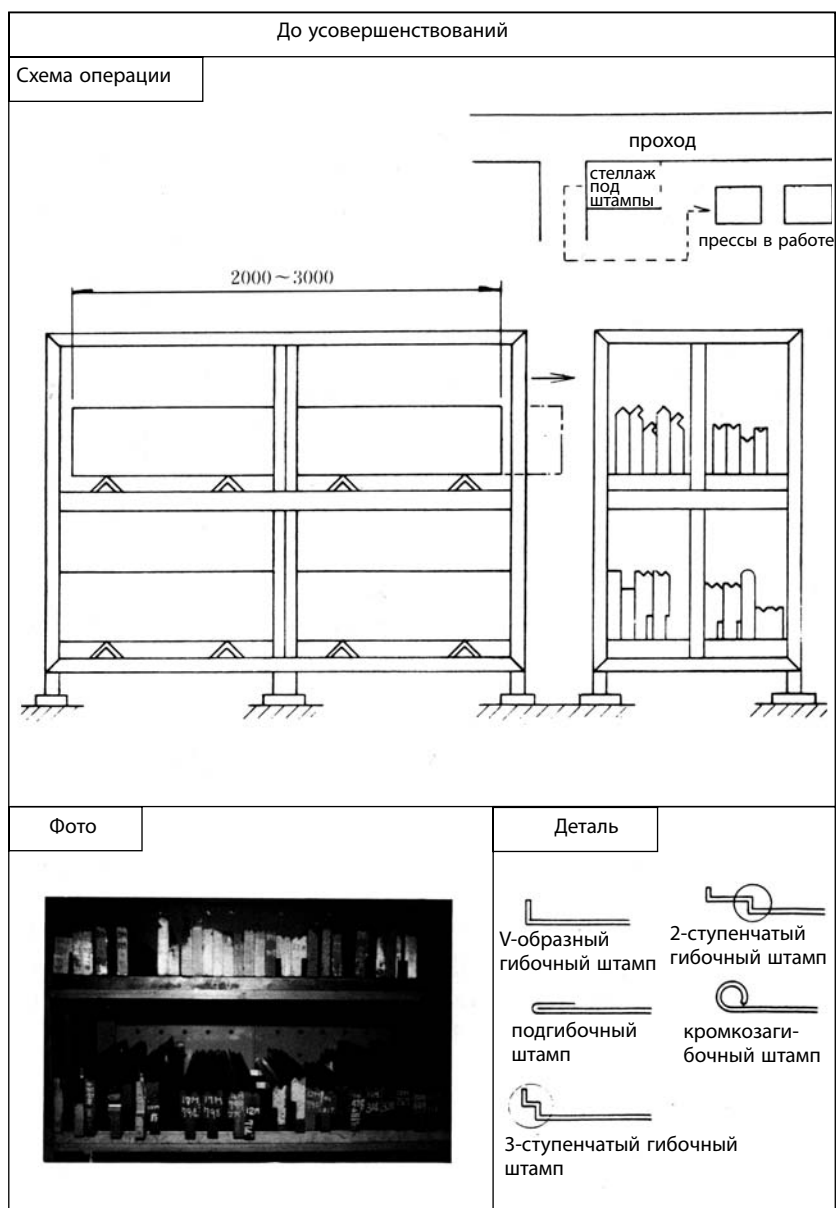


Рис. 16.6. Методы переналадки длинных гибочных штампов до усовершенствований

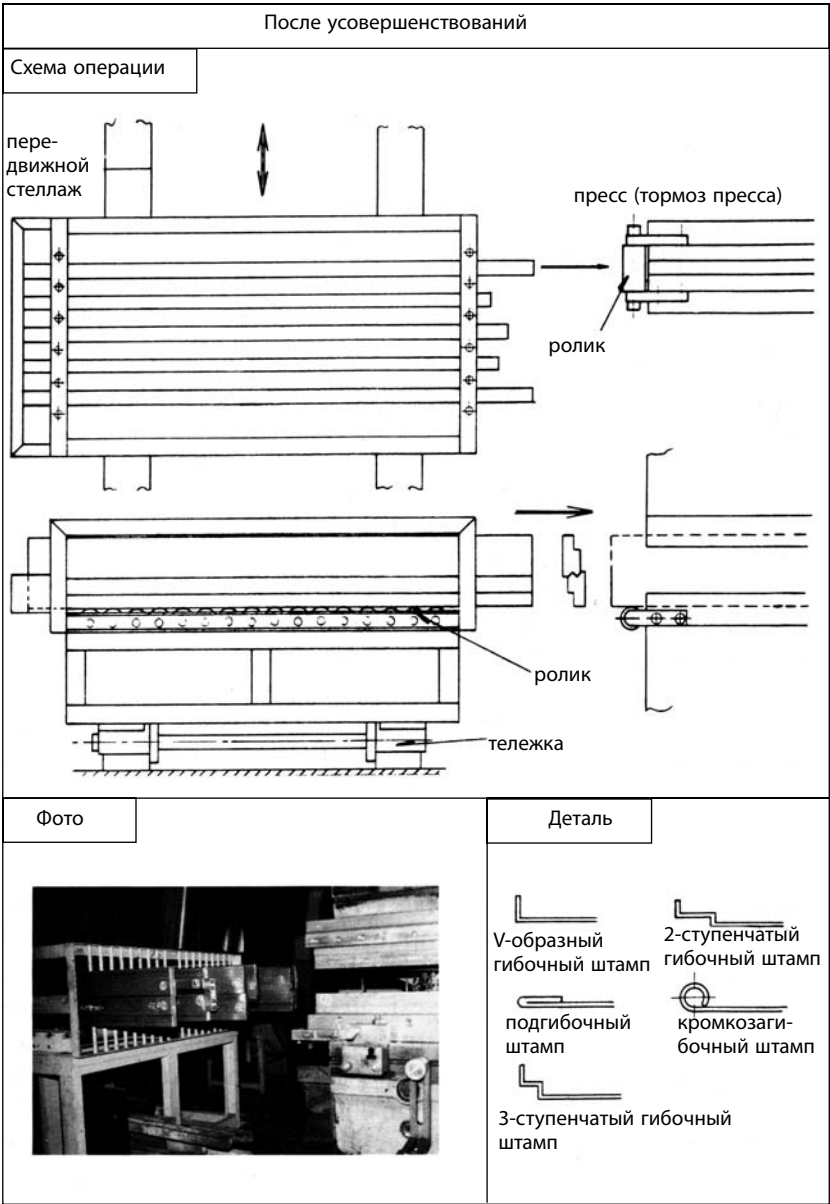


Рис. 16.7. Методы переналадки длинных гибочных штампов после усовершенствований

Результаты этого улучшения были следующие.

- Сокращено время переналадки. До улучшения переналадку осуществляли двое рабочих за 10 мин. После улучшений один рабочий выполняет переналадку за 2,5 мин, т.е. при восьми переналадках в день ежемесячно экономится 51 час.
- Повышена безопасность выполнения работ. Исключение транспортировки и переворачивания штампов сделало невозможным падение штампов и защемление рук.
- Обеспечена простота эксплуатации.

Вышеперечисленные меры обошлись примерно в 100 тыс. йен, это в основном стоимость материалов; большая часть работ выполнена рабочими.

Переналадка многопозиционных штампов

Как представлено на рис. 16.8, до улучшения на операциях с многопозиционными штампами требовалось производить затяжку двух из четырех болтов на верхней и нижней половинах штампа, из-за чего приходилось работать в неудобном положении позади прессы. Так как высоты штампов не были фиксированы, приходилось производить корректировку ползуном при каждой переналадке. Позиционирование штампа требовало центровки по хвостовику и проведения замеров при поворотах вперед и назад. При монтаже на пресс штампы просто сталкивали с вилочного погрузчика.

На рис. 16.9 показаны произведенные изменения. Было сокращено количество болтов для зажима штампа до двух на каждую половину штампа, поэтому зажим можно производить с передней стороны прессы. Кроме того, были использованы специальные зажимы, компенсирующие высоты и зазоры. Были унифицированы все высоты штампов, что позволило исключить корректировку ползуном. На штампы и пресс были установлены направляющие пластины, поэтому стала возможна установка штампа на пресс «в одно касание». Новый штамп на замену устанавливается на рольганг перед прессом, а на установочной плите размещаются самоустанавливающиеся подшипники, поэтому стало возможным перемещать штамп вручную легкими толчками.

Из результатов внедренных изменений можно отметить следующие.

- Сокращено время наладки. До улучшения на переналадке было занято двое рабочих в течение 4 часов. После улучшения трое рабочих стали выполнять переналадку за 10 мин, что при семи переналадках в месяц означает экономию примерно 52,5 ч.
- Экономия материалов. Нереализованные запасы сократились до 1/3 прежнего уровня, а количество паллет, занятых на хранении, сократилось с 60 до 20. Остатки были использованы для других целей.
- Простота операций и меньшая загрязненность. Операция стала легче, так как была исключена работа «вслепую» позади прессы. Кроме того, одежда рабочих стала не так сильно загрязняться.

Стоимость этих улучшений составила примерно 450 тыс. йен на десяти штампах и пяти прессах.

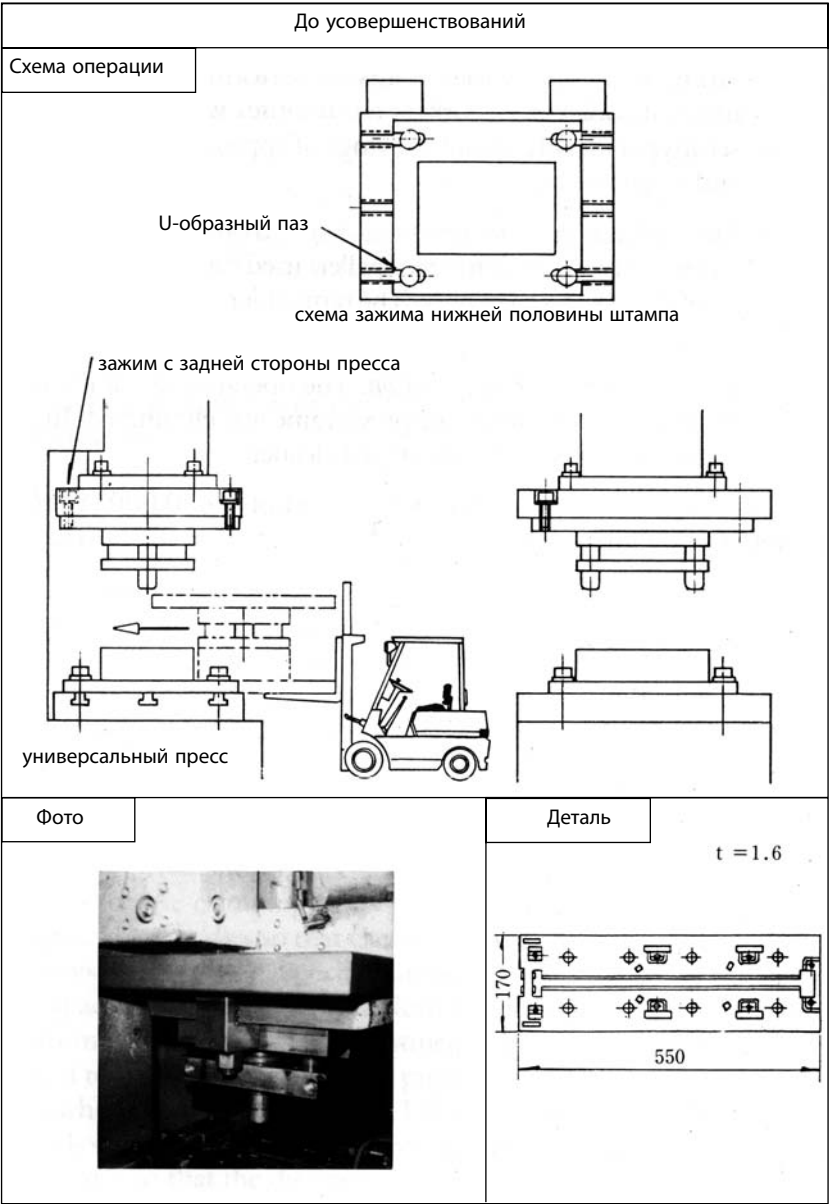


Рис. 16.8. Методы переналадки многопозиционных штампов до усовершенствований

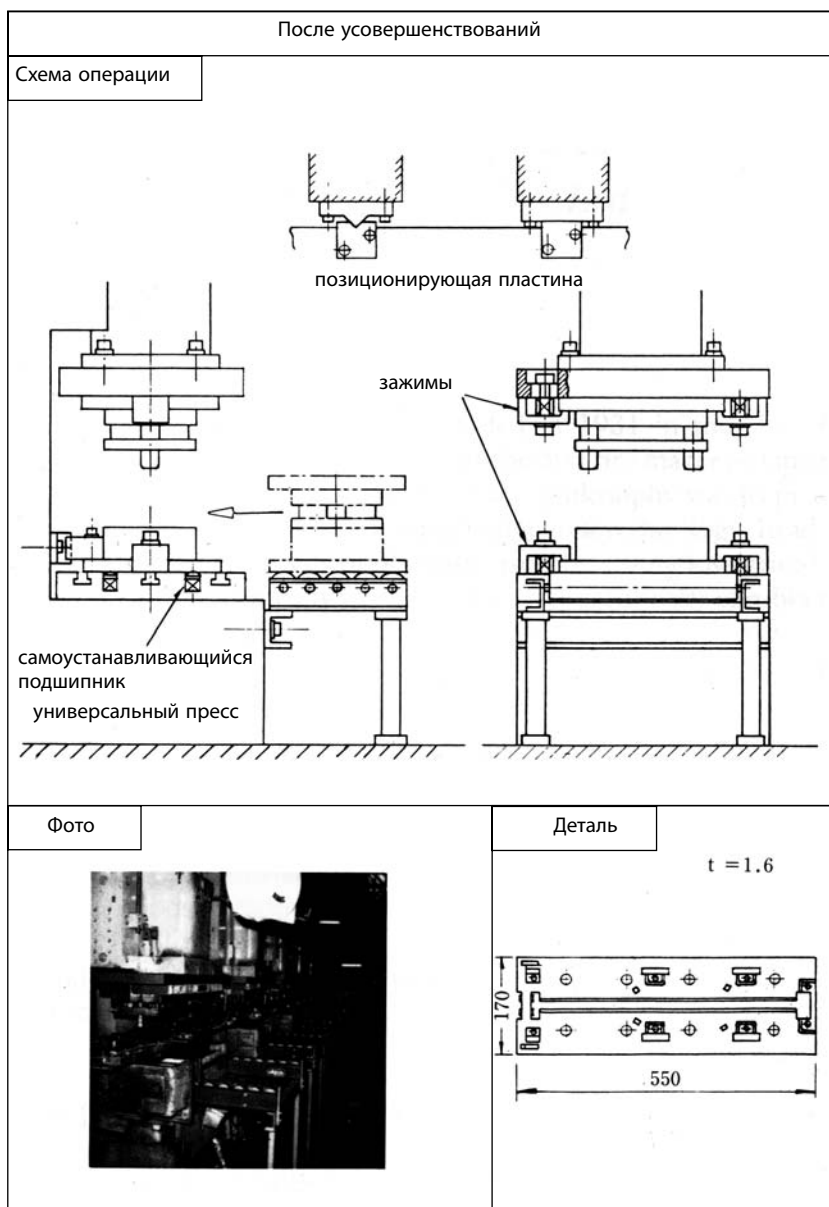


Рис. 16.9. Методы переналадки многопозиционных штампов после усовершенствований

17 **SMED НА ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН**

BRIDGESTONE TIRE Co., LTD.

Фирма Bridgestone Tire Co., Ltd. основана в 1931 г. в Куруме, префектура Фукуока. Это был первый японский производитель шин с японским капиталом, и основой его политики было производство автомобильных шин у себя в стране с использованием отечественных технологий. Кроме того что фирма была призвана удовлетворять нужды местных потребителей и предоставлять недорогие, качественные шины, она ставила цель покрыть затраты на импорт резины за счет экспорта готовых изделий.

Преодолев многочисленные трудности и достигнув своих целей на местном рынке, фирма занялась внедрением смелых, позитивных методов менеджмента. В 1981 г. она вышла на первое место в резиновой промышленности в стране и на пятое в мире.

Кроме шин и баллонов фирма Bridgestone производит на своих двенадцати японских и пяти зарубежных предприятиях ремни, шланги, бамперы, другие изделия промышленного назначения. Она также выпускает мячи для гольфа и другие разнообразные товары. Штаб-квартира фирмы располагается в Токио. В 1982 г. объем продаж составил 490 млрд йен, а число работающих – 17 400 человек.

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Улучшение операции смены барабанов разной ширины при формовке шин

На этой операции производится сборка полуфабрикатных секций шин. Операции формовки шин требуют, чтобы шины разных размеров обрабатывались на одной машине. Приспособления, как и барабаны, меняются в

зависимости от размера шин. Для сокращения времени замены меняли целые барабаны после их подготовки на внешней операции.

По мере усиления тенденции к диверсификации и снижению объема партии увеличивалось и число барабанов. На это требовались значительные капиталовложения, не было нужных площадей вокруг формовочных машин. Таким образом, надо было снижать время на переоснастку какими-то другими способами.

На рис. 17.1 представлена работа до улучшения, а на рис. 17.2 — после улучшения. Исследование вида и величины сил, действующих на барабаны, показало, что пружины и хомуты могут обеспечить требуемое усилие зажима. В результате удалось отказаться от операций зажима и разжима 48 болтов, тем самым значительно сократилось время переналадки.

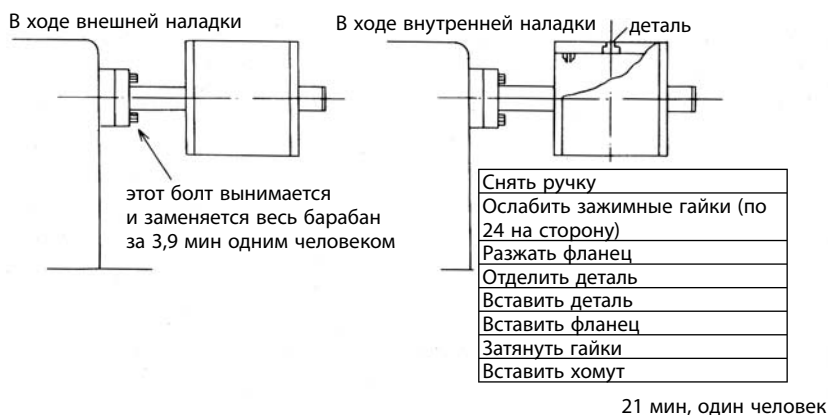


Рис. 17.1. Операция смены ширины барабана при формовке шин в ходе внутренней и внешней наладки

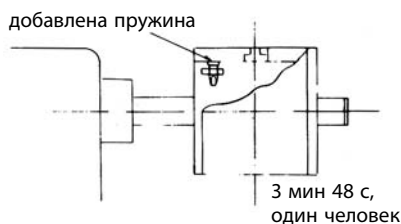


Рис. 17.2. Улучшенная операция смены ширины барабана при формовке шин

Улучшение процесса переналадки

Данный процесс предотвращает термическое сжатие и улучшает эксплуатационные характеристики вулканизированных шин. Диски PCI должны меняться в зависимости от размера шины, но поскольку эта операция производилась непосредственно за установкой вулканизации, то недостаток площади и вес дисков также затрудняли операцию.

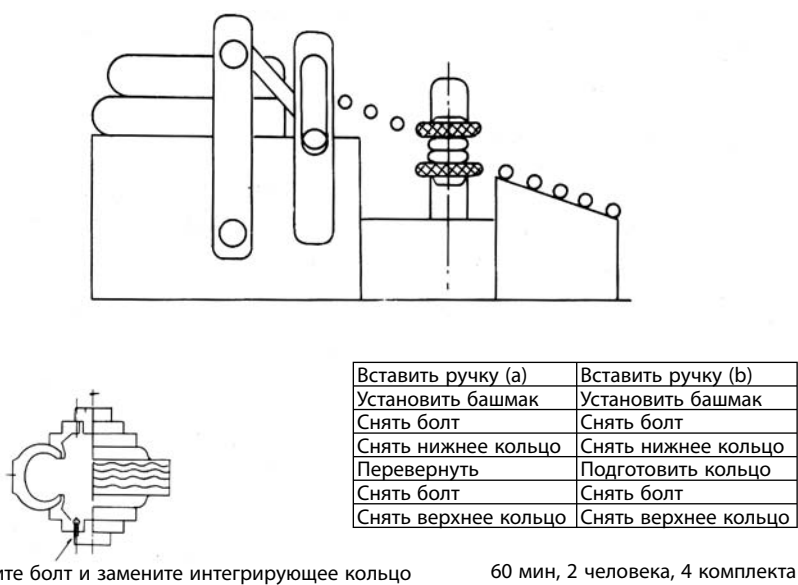


Рис. 17.3. Процесс переналадки до усовершенствований

До улучшения на этой операции были заняты два человека (рис. 17.3). Для облегчения и ускорения работы было сделано несколько усовершенствований (рис. 17.4):

- диски разделены на две секции и заменялись только нужные (без крепления и раскрепления болтами);
- установлены подмости;
- организован склад запасных барабанов;
- изменены операционные процедуры.

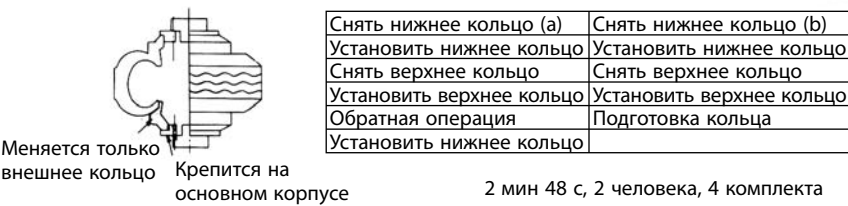


Рис. 17.4. Процесс переналадки после усовершенствований

Результаты этих усовершенствований следующие.

- Время переналадки сократилось с 60 мин для двух рабочих до 2 мин 48 с для двух рабочих, готовящих два комплекта.
- Вес дисков был снижен вполтину.
- Безопасность и организация были улучшены за счет установки подмостков на участке хранения.

Стоимость улучшений составила 55 тыс. йен (\$227) за комплект дисков и приставок и 10 тыс. йен (\$41) за машину по установке лесов и для работы на складе.

Сокращение времени на замену экструзионных наконечников при работе с резиной

На этом процессе листы резины проходят через экструзионную установку, прежде чем принять форму поверхности шины. Специальные формы экструдировались с помощью держателя с наконечником. Ранее они устанавливались с передней стороны экструзионной установки. Замена наконечников занимала много времени, что не только снижало темп работы установки, но и отрицательно влияло на качество продукта. В результате объем операций регулировки постоянно возрастал, что вело к хаосу.

Работа до улучшения представлена на рис. 17.5, а после улучшения — на рис. 17.6. Было произведено два существенных изменения:

- изготовлены идентичные запасные держатели, поэтому следующий наконечник мог готовиться в ходе внешней наладки;
- изготовлено приспособление для смены держателей, позволяющее менять, разбирать и собирать наконечники.



Рис. 17.5. Замена экструзионных наконечников



Рис. 17.6. Сокращение времени на замену экструзионных наконечников

Результаты произведенных изменений следующие.

- Время замены было сокращено на $\frac{3}{4}$ — с 2 мин до 30 с, что сделало возможной экструзию малыми партиями.
- Качество улучшилось уже на ранней стадии переналадки, когда были исключены регулировки.
- Стало возможным производить замену переключением кнопки.
- Отпала нужда в перемещении держателей на разборку.

Затраты составили 480 тыс. йен (\$1983) на одну установку.

Установка параметров экструзии резины и индикаторных линий «в одно касание»

На этом процессе листы резины, проходя через экструзионную установку, получают конкретную форму и разметку индикаторных линий. Чтобы облегчить классификацию изделий, применялось до пяти размеров инди-

каторных линий на резине. Установка и регулировка этих линий занимали очень много времени (рис. 17.7).

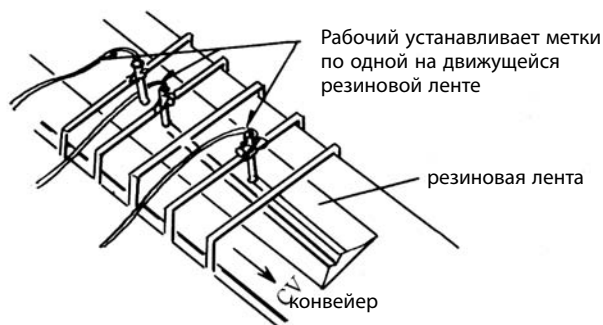


Рис. 17.7. Установка параметров экструзии резины и индикаторных линий

На рис. 17.8 показано, что сделано для улучшения этой процедуры. Так как положение индикаторных линий определялось от центра, было разработано устройство для нанесения индикаторных линий. Стала возможна подготовка во внешней операции, а устройство можно было автоматически опускать и настраивать, когда обнаруживается передняя кромка.

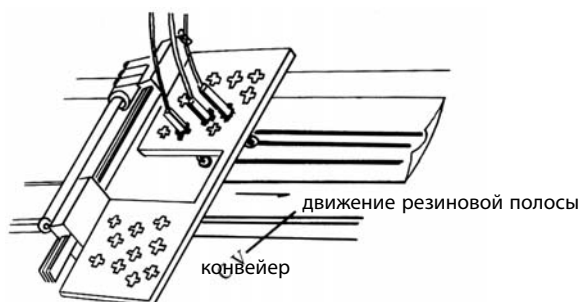


Рис. 17.8. Установка параметров экструзии резины и индикаторных линий
«в одно касание»

До улучшения расходовалось 12–13 полос резины, прежде чем операция начинала идти успешно. После улучшения потребность сократилась менее чем до одного метра.

Переведя переналадку разметки во внешнюю операцию и автоматизировав установку индикаторных линий, удалось исключить хаос, возникавший при смене размера шин.

Стоимость улучшений составила 300 тыс. йен.

Улучшение замены формователей

На этом процессе резина наносится на нити бортовой проволоки шины, а определенное их количество переплетается.

Навивающие формователи должны меняться в зависимости от размера шины. Так как это занимает определенное время, работать приходится с

тяжелыми формователями. Была задача найти способ облегчить эту работу и одновременно сократить время (рис. 17.9).

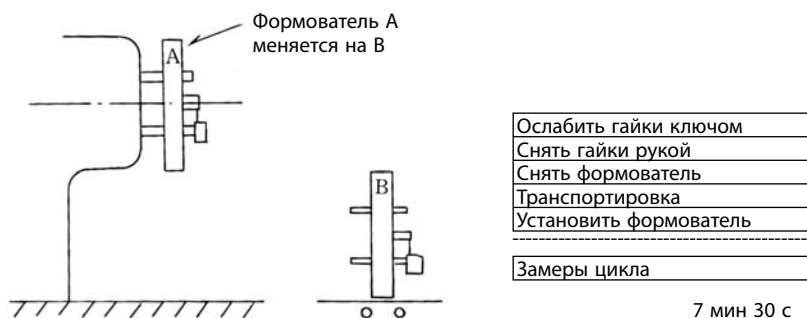


Рис. 17.9. Замена формователей до усовершенствований

После улучшения операция стала следующей:

- изготовлена четырехпозиционная тележка для установки, снятия и хранения формователей (рис. 17.10);
- первый формователь загружается на поддон тележки, а следующий устанавливается вращением поддона на 90° (рис. 17.10, 17.11);
- установка и снятие упрощены за счет переделки зажимных отверстий и придания им грушевидной формы (рис. 17.12).

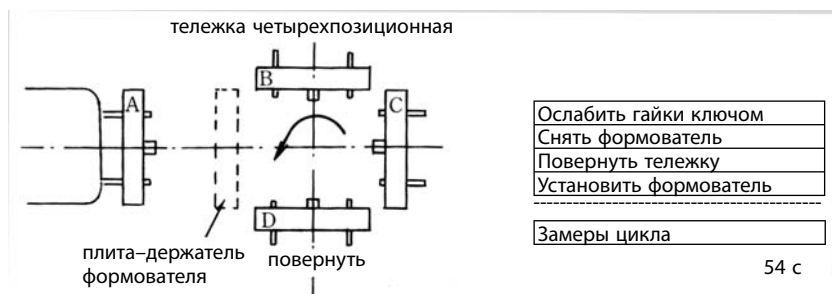


Рис. 17.10. Четырехпозиционная тележка для замены формователей



Рис. 17.11. Использование четырехпозиционной тележки для замены формователей



Сокращение времени на установку и снятие формователей

Рис. 17.12. Зажимные отверстия формователя

Результаты улучшений были значительными. Так как формователи больше не нужно поднимать, работа облегчилась. Более того, с сокраще-

нием шагов в операции и упрощением отдельных шагов время переналадки было снижено с 7,5 мин до 44 с.

Затраты на улучшение составили 50 тыс. йен (\$206).

Улучшение операций установки резиновой полосы на корд

На этом процессе резиновая полоса соединяется с прорезиненным кордом в определенных позициях по калибру, ширине и т. д.

Довольно значительное время переналадки объяснялось тем, что параметры позиций приходилось изменять в соответствии с размерами корда. Эта операция требовала точной корректировки. До улучшения использовалась линейка для замера расстояния от центра до резака, а зажим производился винтами (рис. 17.13).

После улучшения (рис. 17.14) операции были переведены во внешние за счет использования установочной дистанционной пластины, а направляющие штифты были установлены в центре вала и на резаках.

В результате этого улучшения отпала нужда в точной корректировке. Более того, при сокращении времени с 1 мин 12 с до 12 с стала возможна переналадка практически «в одно касание». Кроме того, стабилизировалось качество продукта.

Затраты на улучшение составили 20 тыс. йен на пластины (только за материал; работа выполнялась своими силами). Направляющие штифты фирма изготовила самостоятельно; других затрат не было.

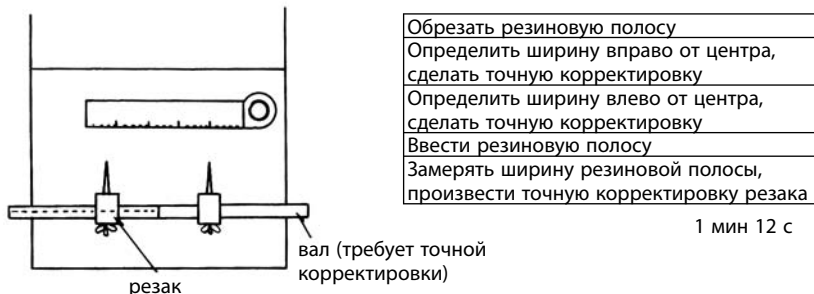


Рис. 17.13. Установка резиновой полосы на корд

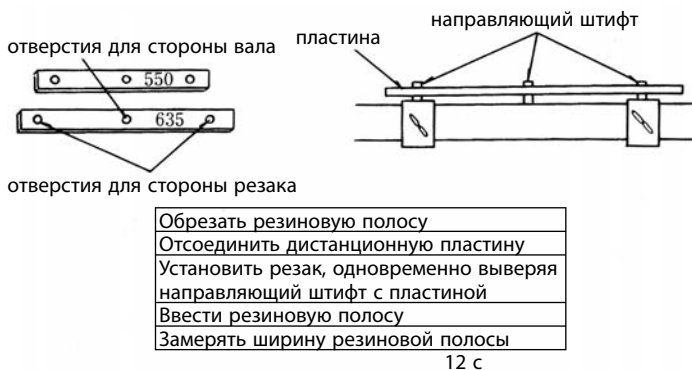


Рис. 17.14. Установка резиновой полосы на корд – улучшенная операция

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ НАЛАДОК

В 1977 г. одновременно с деятельностью по повышению эффективности производства внедрение системы SMED дало значительные результаты. Но в следующие два-три года результаты внедрения не соответствовали нашим усилиям. По этой причине было решено подойти к SMED путем введения системы демонстрационных наладок и обучения.

Директора заводов, начальники служб, начальники отделов и все заинтересованные сотрудники наблюдают за фактическим проведением операций наладки в цехе, ищут проблемы, обмениваются мнениями о методах их решения. Объявление о проведении демонстрационных наладок вывешивают на рабочих местах, а рекордные показатели сообщают всем.

Проводят обучение и тренинги для формирования способности распознавать и решать проблемы. Улучшение переналадки осуществляется в форме игры, стимулируется сотрудничество среди сотрудников.

Результаты этих улучшений представлены на рис. 17.15.

(Масаси Комата)

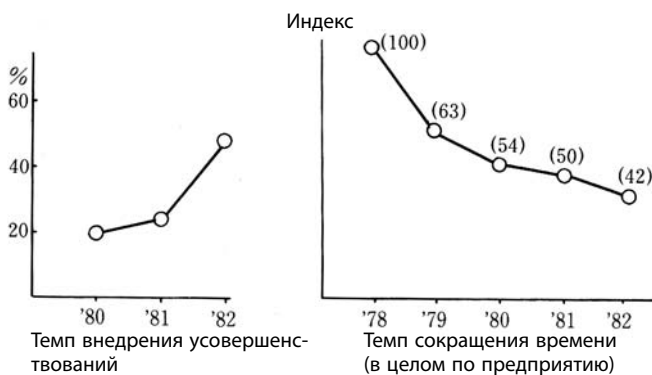


Рис. 17.15. Результаты усовершенствований переналадки

18 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SMED ПРИ ЛИТЬЕ АЛЮМИНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Tsuta Machine and Metals Co., Ltd.

Основанная в 1922 г. фирма Tsuta Machine претерпела ряд преобразований и в настоящее время производит алюминиевые отливки методом литья под давлением. Ежемесячное производство составляет около 300 тонн. Производственные подразделения осуществляют разнообразные виды обработки, конструирование прецизионных деталей машин, проектирование. По алюминиевому литью под давлением, в частности, мы производим комплексные работы — от проектирования кокилей до обработки изделий. Фирма Tsuta Machine имеет завод в Химедзи Сити, там же располагается ее штаб-квартира. На заводе 230 рабочих.

ВНЕДРЕНИЕ SMED

Хотя было известно, что есть предприятия, где замена кокилей производится за пять-десять минут, на фирме не могли понять, как это возможно. Руководители предполагали, что это осуществимо на установках кокильного литья относительно низкой мощности, и поставили под сомнение утверждение г-на Синго, что достаточно 8–15 мин для замены кокилей на установках усилием 800 т и более.

От г-на Синго мы узнали, что разработаны процедуры внедрения SMED на предприятиях, тогда же в первый раз услышали термины «внутренняя наладка» и «внешняя наладка».

Через шесть месяцев мы были поражены, когда наблюдали операцию смены штампов на кривошипном 70-тонном прессе, которой руководил г-н Синго. Мы решили заняться проблемой смены кокилей на установках кокильного литья и сократить время переналадки до девяти минут или менее. После размышлений мы пришли к выводу, что разница между сме-

ной штампов на прессе и на установке кокильного литья (с боковой загрузкой) заключается лишь в том, как устанавливается инструмент — горизонтально или вертикально.

Мы руководствовались тем, что если разделить операции внутренней и внешней наладки, перевести максимально возможное число операций во внешнюю и устранить корректировку штампов по высоте, то можно отказаться от гаек стяжек. Это убедило нас, что разница именно в ориентации установки. Понаблюдав за внедрением SMED на прессе, нам захотелось добиться таких же результатов на установке кокильного литья.

Во-первых, мы развели операции на внутренние и внешние, задавшись вопросом, какие из них можно выполнить, не останавливая оборудования. Мы также тщательно поработали по улучшению внутренних операций (табл. 18.1). Проведенные улучшения сводятся к следующему:

- отказались от стержневых стяжек на экструдере (винтовые соединения заменены системой зацепления);
- отказались от единичных соединений шлангов охлаждающей жидкости (линии охлаждающей жидкости сгруппированы на коллекторе);
- отказались от предварительного подогрева в ходе внутренней наладки (переведено во внешнюю операцию);
- отказались от корректировки при закрывании кокилей (толщины кокилей унифицированы для каждой установки);
- сократили число зажимов кокилей (с 16 до 8) за счет использования кокильной люльки; 4 зажима настроены на фиксированный участок и 4 — на подвижный.

Для этого мы разделили все кокили на три категории:

- А — кокили из двух частей (только фиксированная половина и подвижная);
- В — кокили из четырех частей с горизонтальными цилиндрами (с правым и левым подвижными стержнями; снимаются целиком);
- С — кокили из четырех частей с вертикальными цилиндрами (с правым и левым подвижными стержнями; снимаются отдельно).

Затем мы разработали различные методы комбинирования этих кокилей при установке (рис. 18.1):

Для перемещения кокилей мы решили использовать одновременно краны и роулянги.

Это позволило сократить время переналадки с 2 ч до 20 мин. Но мы хотели, чтобы время переналадки составляло менее 10 мин.

Мы внедрили еще одно улучшение. За счет упрощения центровки при подключении патрубков и штуцеров кокилей и использования люлек кокилей мы снизили время до 11 мин. Используя рекомендации, изложенные в книге г-на Синго «Фундаментальные подходы к совершенствованию

предприятий» (Fundamental Approaches to Plant Improvement), мы изучили процессы с целью внедрения SMED. На первой стадии мы выбрали две установки с усилием закрытия кокиля 250 т и решили использовать двухсекционные кокили типа А.

A–A, A–B, A–C
B–A, B–B, B–C
C–A, C–B, C–C

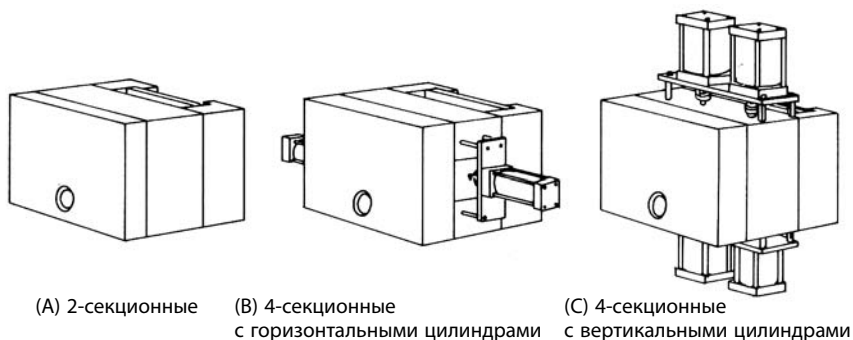


Рис. 18.1. Методы комбинирования кокилей

Для обучения персонала перенастройке за несколько минут мы использовали субботу и воскресенье, когда производственная линия не работала. Мы также три раза проводили внутренние наладки для повышения квалификации рабочих. Сначала наблюдалась определенная доля неуверенности, но при проведении параллельных операций мы сверялись по нашим процедурам, проверяли каждое движение по сигналу свистка и обеспечивали безопасность в ходе работ.

Хотя это был холостой прогон, уже при первом применении SMED мы легко уложились менее чем в 10 мин. По мере отработки навыков мы смогли без проблем завершать холостые прогоны за 5 мин. Станочники считали, что переналадка в течение двух часов — это нормально, а такое радикальное сокращение возможно только при холостых прогонах. Было решено нагревать кокили в ходе внешней наладки и попробовать произвести отливки. Мы не были уверены в корректировке высоты кокилей. Так как размеры были унифицированы на $500 \pm 0,1$, мы опасались, что во время впрыска жидкий металл будет разбрызгиваться. Но никаких утечек не произошло. Более того, при допуске на обработку $\pm 0,1$ мы поняли, что все получится. На рис. 18.1 показана замена кокиля А на кокиль С; время до получения первой отливки составило 3 мин 25 с.

Таблица 18.1. Улучшения на установке кокильного литья

Категория		Описание улучшения (внедрение)		Метод
Внутренняя наладка	1	Закрывать кран охлаждающей жидкости и все клапаны	Закрывать краны охлаждающей жидкости перед последней операцией; не закрывать гидравлические клапаны	
	4	Отсоединить шланги охлаждающей жидкости	Сгруппировать линии охлаждающей жидкости	Использовать коллектор или муфты
	5	Снять зажимные гайки выбивного соединения	Исключить за счет использования пружины плиты для вынимания изделий и экструзионной штанги	
	6	Ослабить стяжку	Не требуется, если толщина кокилей унифицирована	
	7	Снять зажимы с подвижной половины кокиля	Доработать зажимы; унифицировать диаметры болтов	Использовать трехточечный гаечный ключ
	8	Поднять кокиль краном	Установить на выделенное место для внешней наладки	
	9	Снять выбивное соединение	(то же, что в п.5)	
	10	Снять зажимы с фиксированной половины кокиля	(то же, что в п.7)	
	11	Снять кокиль краном с установки	Время сокращено за счет совместного использования горизонтального установочного стеллажа и крана	
	12	Вставить кокиль с помощью крана	(то же, что в п.11)	
	13	Отцентрировать штуцеры (использовать приспособление)	Время сокращено за счет унификации и позиционирования	Использовать позиционирующие упоры и люльки
	14	Присоединить зажимы неподвижной половины кокиля	(то же, что в п.7)	
	15	Установить выбивное соединение	(то же, что в п.5)	
	16	Затянуть выбивное соединение, установить гайки	(то же, что в п.5)	
	17	Присоединить зажимы подвижной половины кокиля	(то же, что в п.7)	
	18	Присоединить шланги охлаждающей жидкости	(то же, что в п.4)	
	19	Отрегулировать усилие закрытия кокиля	(то же, что в п.6)	
	21	Произвести предварительный подогрев, установить эксплуатационные параметры	Предварительный подогрев производить в ходе внешней наладки	
Внешняя наладка	2	Подготовить следующий кокиль		
	3	Привести в порядок инструмент		
	20	Подготовить паллету для отливов		

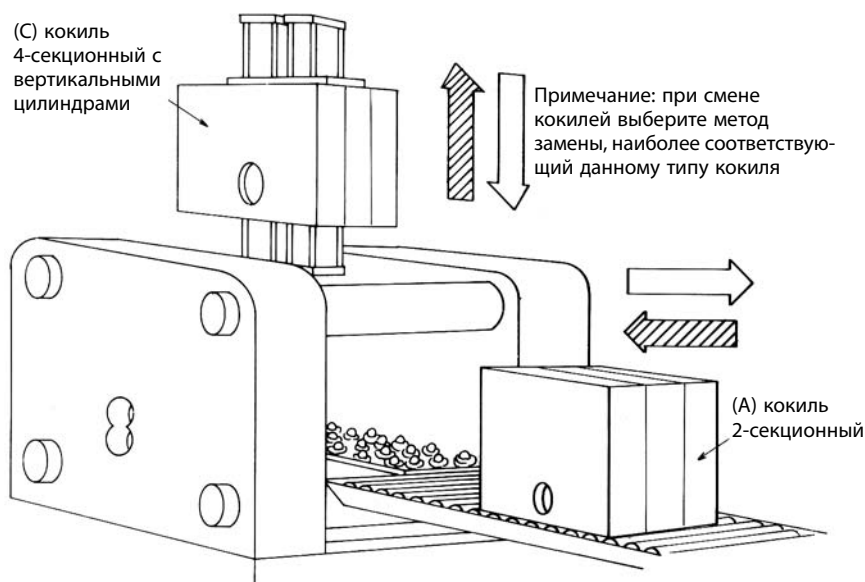


Рис. 18.2. Замена кокилей

ПРИМЕНЕНИЕ SMED

Унификация кокилей

Унификация размеров всех частей кокилей под все установки литья сделала ненужной корректировку размеров штифтов кокилей. Были упрощены также процессы центровки и зажима кокилей (рис. 18.3).

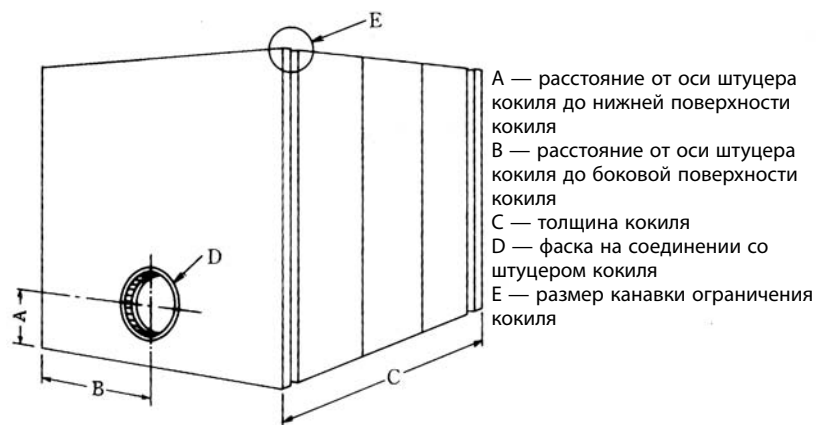
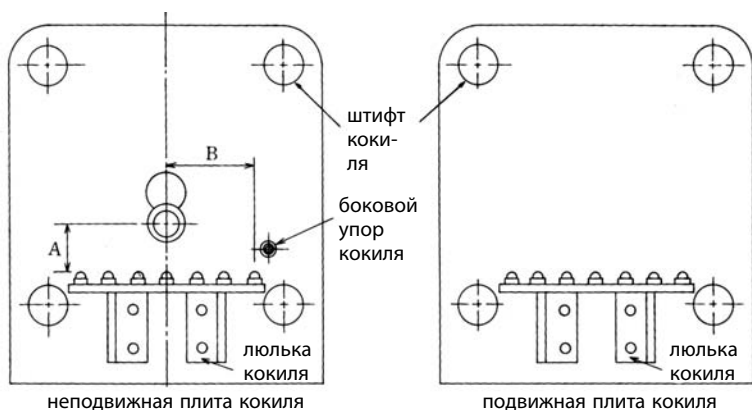


Рис. 18.3. Унификация частей кокилей



Примечание. Размеры А и В соответствуют унифицированным размерам кокилей

Рис. 18.4. Позиционирование и центровка кокиля

Позиционирование и центровка кокилей

На рис. 18.4 представлены неподвижные и подвижные пластины кокилей с установленными упорами и соответствующими люльками кокилей. За счет этого облегчены операции центровки и позиционирования.

Перемещение кокилей и зацепление направляющего кольца

Взаимодействие между горизонтальным стеллажом установки кокиля и установкой кокильного литья представлено на рис. 18.5 (вид сверху и спереди). Установка и снятие кокилей с использованием рольганга позволяет легко выполнять эту операцию вручную. Более того, теперь не надо ждать кран (рис. 18.6, 18.7 и фото 18.1).

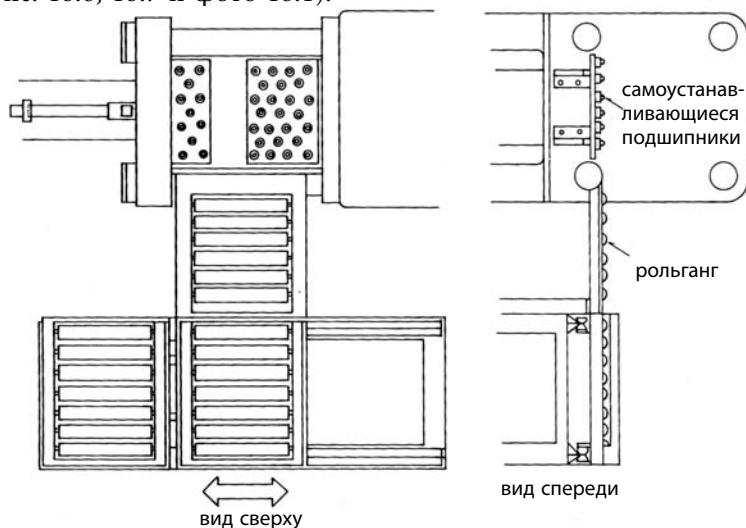


Рис. 18.5. Стеллаж для установки кокилей и установка литья под давлением

Направляющее кольцо можно приводить в зацепление с установкой путем захвата подвижной половины кокиля и прижатия ее к неподвижной половине, когда вставляется промежуточное приспособление (А) после выверки кокиля (рис. 18.7).

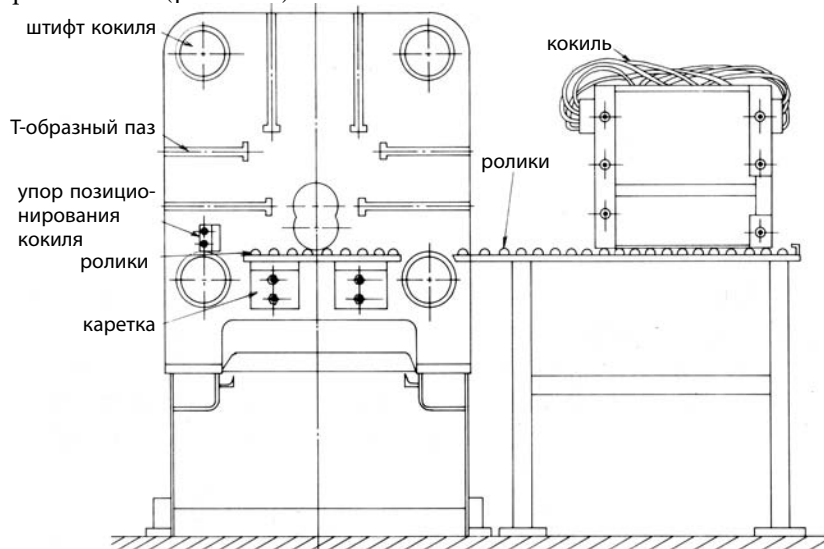


Рис. 18.6. Перемещение кокиля (горизонтальная подача)

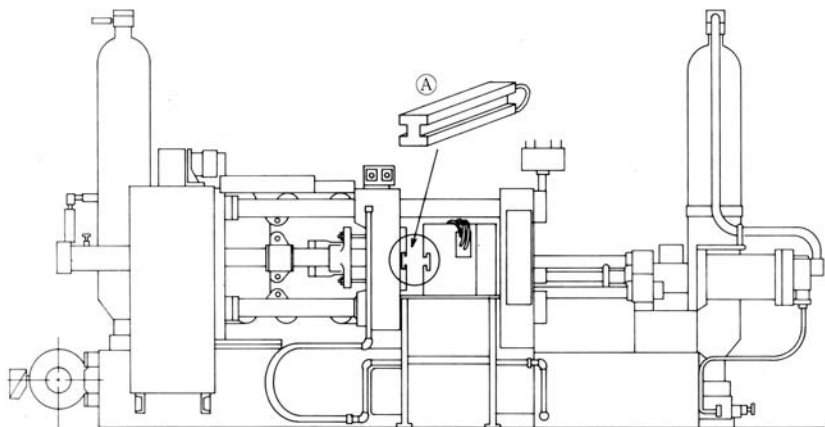


Рис. 18.7. Зацепление направляющего кольца



А

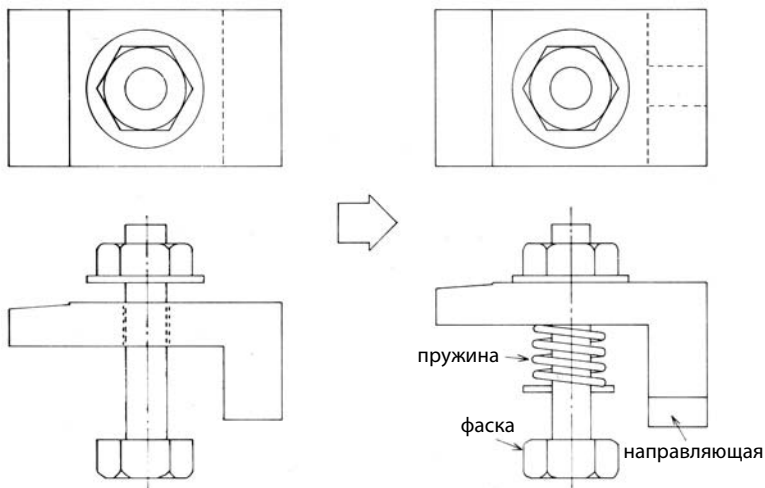


В

Фото 18.1. Перемещение кокиля

Совершенствование приспособлений

Появилась возможность унифицировать зажимные приспособления, потому что точки зажима на кокиле были унифицированы по толщине. Операция ослабления болтов также была облегчена за счет установки пружин (рис. 18.8).

**Рис. 18.8.** Улучшение приспособлений

Зацепление штуцеров неподвижной и подвижной половины кокилей

Для облегчения процесса зацепления штуцеров неподвижной и подвижной половины кокилей на приходящих в соприкосновение плоскостях были

наведены фаски и радиусы. На рис. 18.9 показаны размеры улучшенных частей штуцеров неподвижной и подвижной половин кокиля.

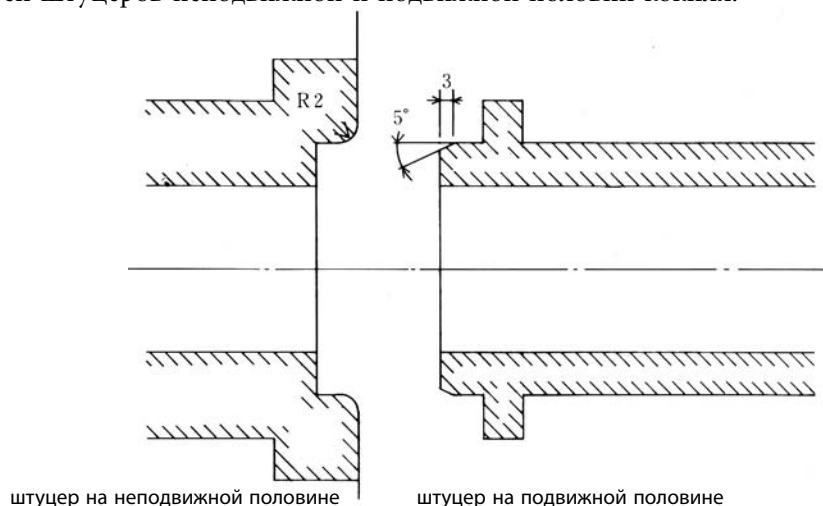


Рис. 18.9. Зацепление штуцеров неподвижной и подвижной половины кокилей

Сочленение плиты для изъятия изделий и цилиндра

На рис. 18.10 представлен улучшенный метод сочленения плиты для изъятия изделий и выбивного цилиндра. До улучшения соединение производилось болтами и гайками. После достаточно вставить выбивной стержень.

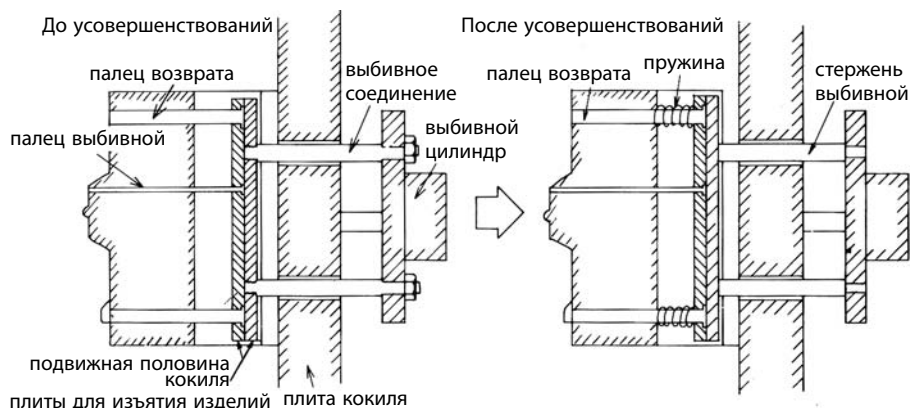


Рис. 18.10. Метод сочленения плиты для изъятия изделий и цилиндра

Соединения линий охлаждающей жидкости

При подключении трубок слива мы использовали метод коллектора, где трубки подключаются как группа. На рис. 18.11 представлена схема линий подачи и слива с внешней стороны подвижной части кокиля.

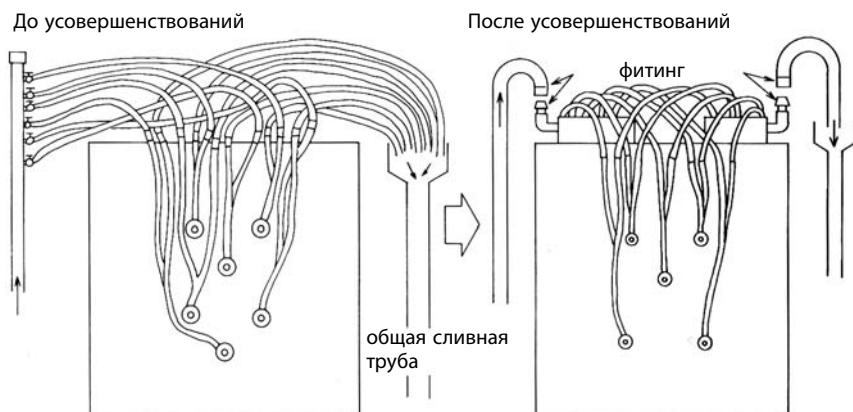


Рис. 18.11. Соединение линий охлаждающей жидкости

Предварительный подогрев кокилей

На рис. 18.12 представлены два метода предварительного подогрева с помощью горелки. Слева пламя попадает внутрь через специальное отверстие. Справа подогрев производится снизу с помощью продолговатой горелки.

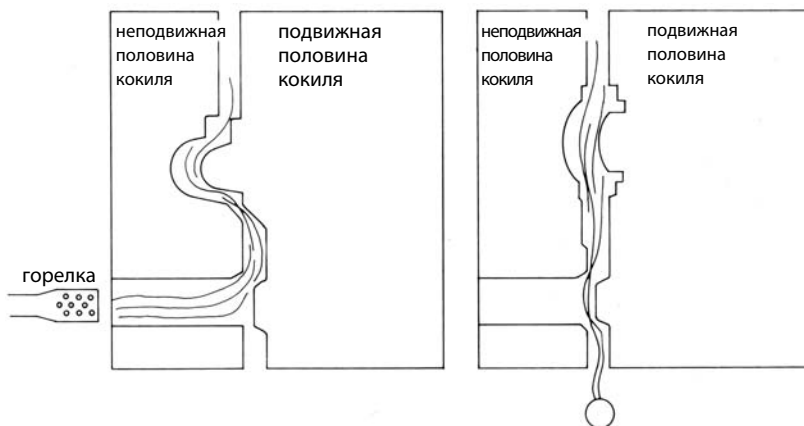
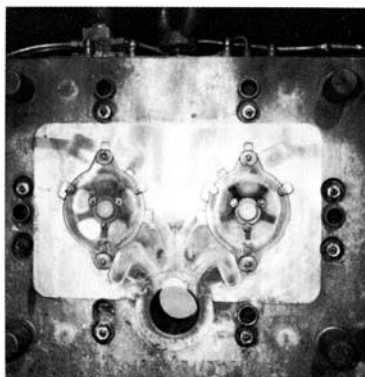


Рис. 18.12. Предварительный подогрев с помощью горелок

Использование внутреннего разбрызгивающего устройства

Использование стационарного разбрызгивающего механизма внутри кокиля исключает необходимость подключения и регулировки приспособления для разбрызгивания вещества, предотвращающего залипание изделия в кокиле. Это позволяет значительно сократить время переналадки. Кроме того, так как разбрызгивание производится параллельно с движением кокиля, время впрыска сокращается, а направление разбрызгивания выдер-

живается более точно. Поэтому можно покрыть фактически весь кокиль антиадгезионным веществом (рис. 18.13, 18.14 и фото 18.2).



А



В

Фото 18.2. Примеры устройств для внутреннего разбрызгивания

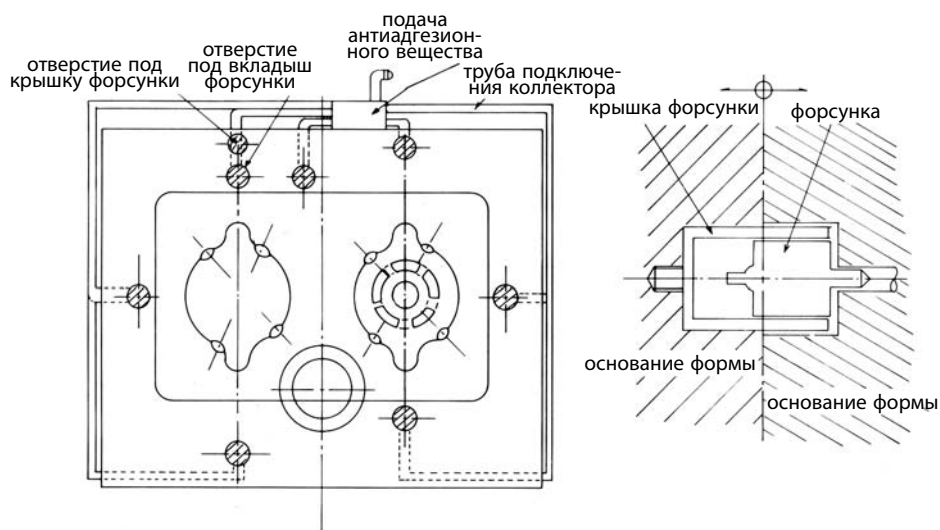
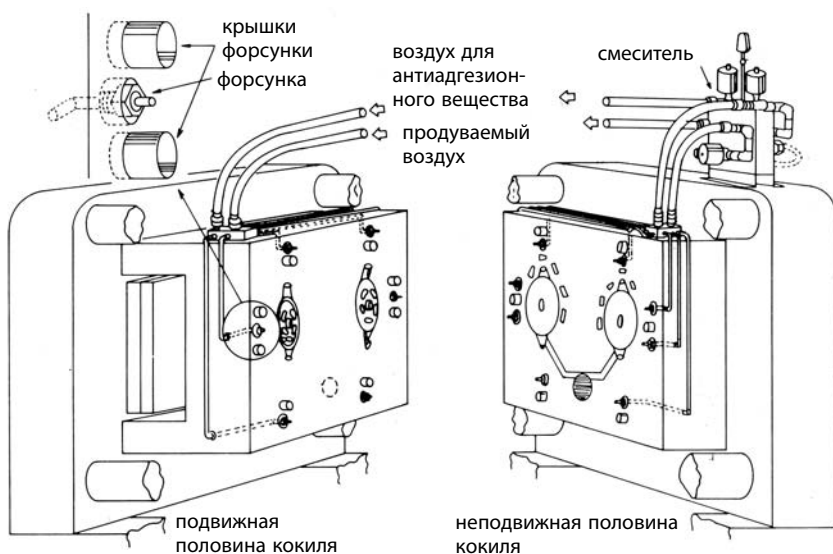


Рис. 18.13. Внутренний разбрызгиватель



крышки форсунок служат для вставных форсунок, установленных на противоположной половине

Рис. 18.14. Механизм внутреннего разбрызгивания

Использование фигурных воздухоприемных отверстий

Использование фигурных воздухоприемных отверстий (фото 18.3 и рис. 18.15) снизило число случаев спекания в отверстиях, что облегчило их чистку.

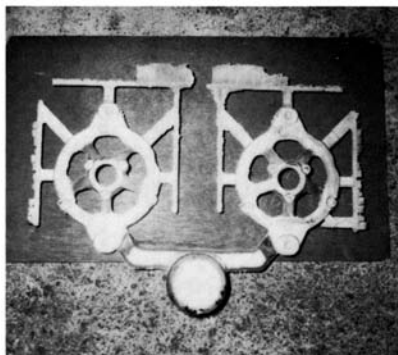


Фото 18.3. Пример фигурных воздухоприемных отверстий

Фигурные воздухоприемные отверстия располагаются симметрично в нескольких наклонных воздушных прорезях в обеих половинах кокиля, создавая тонкое «тканое» отверстие. Тем самым не только снижается напекание, но и улучшается прохождение воздуха, реже возникают дефекты, связанные с незатеканием и пористостью. Наряду с уменьшением числа дефектов улучшились показатели цикла впрыскивания и стало целесообразным производить литье под низким давлением.

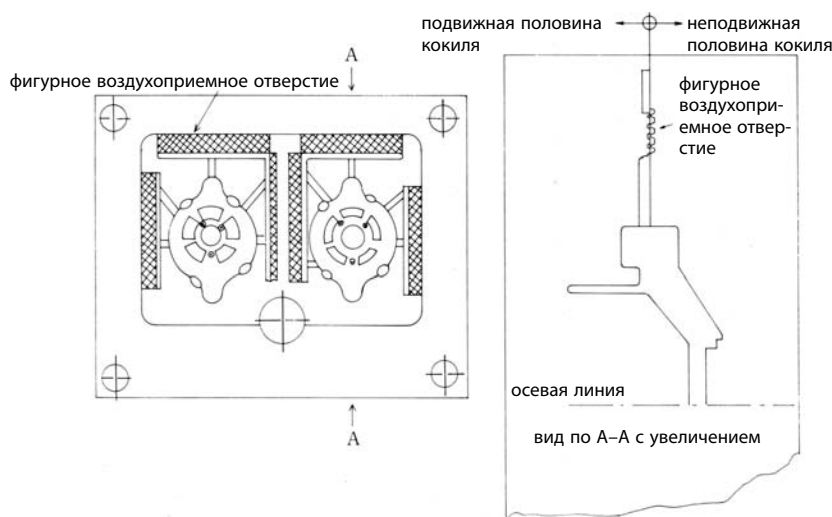


Рис. 18.15. Фигурные воздухоприемные отверстия

РЕЗУЛЬТАТЫ И СТОИМОСТЬ УЛУЧШЕНИЙ

Чтобы минимизировать затраты при внедрении SMED и проведении изменений на оборудовании, мы использовали остатки материалов, сделали промежуточные приспособления, собирали рольганги и сами изготавливали зажимные приспособления. Стоимость закупок пружин, самоустанавливающихся подшипников, ремонт некоторых кокилей своими силами составили менее 50 тыс. йен на кокиль (\$206). С помощью SMED мы научились производить замену кокилей в среднем за десять минут. По категориям кокилей время переналадки составило:

- тип А — менее 5 мин;
- тип В — менее 7 мин;
- тип С — менее 9 мин.

При сокращенном времени переналадки мы заменяем кокили в среднем три-четыре раза на каждой установке. Темп работы значительно возрос. Если раньше в некоторых случаях делался запас на 15–20 дней, сейчас он составляет 2 дня, т. е. сократился на 90%. Операции стали легче, пространство вокруг оборудования более упорядоченно, хотя это зависит и от компоновки, а рабочая одежда больше не пачкается при переналадке.

Использование внутренних разбрызгивателей для нанесения антиадгезионного вещества помогло исключить регулировки кокилей. Это позволило преодолеть проблемы, возникающие на автоматических установках при внедрении SMED. При зацеплении «в одно касание» кокиля и плит для изъятия изделий (при работе с кокилями, устанавливаемыми методом вставки) внедрение SMED стало проще.

(Кенити Тамано)

19 СИСТЕМА СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА «В ОДНО КАСАНИЕ»: МЕТОД КРЕПЛЕНИЯ БЕЗ БОЛТОВ

ПРОТИВОРЕЧИЯ ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА

Неконкретное ощущение целей

Подумайте, задавали ли при смене инструмента следующие вопросы:

- зачем нужно обязательно использовать болты?
- зачем нужно обязательно в конце, стиснув зубы, затягивать их?
- почему штампы нужно «корректировать»?
- почему верхняя и нижняя половины штампа должны крепиться болтами по отдельности (при литье под давлением подвижная и неподвижная половины)?

Мы выполняем операции замены, не задаваясь вопросами, лишь по одной причине: потому что так делали всегда.

Если действовать, не особо задумываясь над целями, то потом часто приходится корить себя за сделанные глупости. С переналадкой, как и с другими видами деятельности, дело обстоит так же: если задуматься о целях, то можно только удивляться, почему мы действуем именно так.

Цель зажима штампов

Зажим штампов производят по трем причинам, будь это прессы, машины пластической формовки или литья под давлением:

- обеспечить правильное и постоянное сочленение верхней и нижней половин (или неподвижной и подвижной);
- предотвратить несовмещение пресс-штока и инструмента (на прессе) или форсунок и кокилей (на установках с пресс-формами) из-за разбалтывания или по другим причинам;
- обеспечить возможность их открытия.

Проблемы при традиционных методах

Традиционные методы решения этих вопросов имеют несколько недостатков.

На машинах формования пластмасс и литья под давлением пресс-форма закреплялась на установочной плите, удерживаясь только усилием болтов. Если крепление слегка ослабевает, то под действием силы тяжести и вибрации пресс-форма может упасть. Законы Ньютона применимы не только к яблокам!

Даже на прессе, где, казалось бы, штамп надежно расположен на опорной плите, существует, как и на формовочной установке, опасность вибрации и бокового соскальзывания.

Если бы можно было предотвратить соскальзывание штампов какими-либо другими средствами, то почти отпала бы нужда затягивать болты. Тогда остаются две цели затяжки болтов:

- чтобы открыть штамп, верхнюю и нижнюю половины (неподвижную и подвижную) надо закрепить на прессе;
- если штамп слишком сильно наклонен, направляющие штифты и втулки могут слететь, поэтому такой наклон надо предотвратить.

Но эти две цели не требуют обязательной натужной затяжки болтов.

Болты приходится многократно проворачивать при затяжке, хотя то же самое можно сделать за одну секунду с помощью зажима или иного подобного устройства. Зачем пешком карабкаться по лестнице, если в доме есть лифт, который мгновенно доставит вас наверх?

Штампы оснащаются направляющими штифтами и втулками, которые в определенной мере компенсируют несовмещение. Можно ли допустить небольшое смещение при затяжке болтов, если есть гарантия, что штамп не уйдет за определенные пределы? Может даже оказаться, что крепление штампа к оборудованию плохо скажется на штампе.

Часто говорят, что, как бы ни был изготовлен штамп, на нем не сделаешь прецизионные изделия, если пресс старый и есть люфт пресс-штока. Но может быть, если намеренно создать люфт между пресс-штоком и штампом, прецизионные изделия можно изготавливать на старых прессах, если штамп в хорошем состоянии? Далее мы подробно остановимся на этих вопросах и приведем практический пример.

РОЖДЕНИЕ НОВОГО МЕТОДА

Новый метод был задуман во время консультационного визита на завод формования пластмасс в Осаке. Когда я наблюдал за операцией смены штампа, я, мысленно встав на позицию неспециалиста, задался вопросом: а нельзя ли сделать все проще? С этого момента я решил обдумывать проблему с различных точек зрения и поставил под сомнение традиционные методы.

Сначала мы ограничивались поиском новых способов замены инструмента на установках формования пластмасс. Мы исследовали проблему путем проб и ошибок. На заводе пластмасс в Оцу префектуры Сига впервые был опробован этот новый метод. В данном случае некоторые болты на всякий случай устанавливались наверху держателя и проворачивались осторожно один раз в ходе первых испытаний (рис. 19.1).

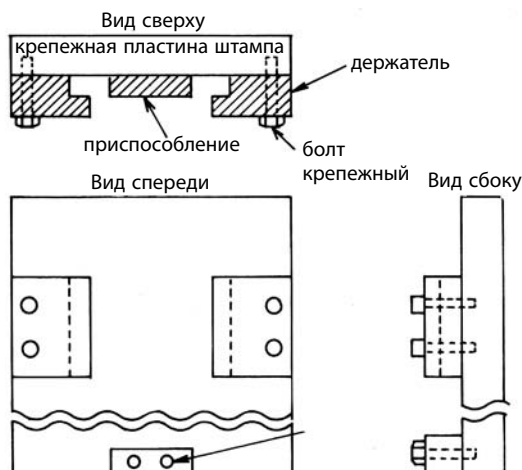


Рис. 19.1. Метод без использования болтов

Но это не были обычные крепёжные болты. Они играли роль прокладок, предотвращающих наклон штампа, поэтому было достаточно одного оборота. Так как держатель и приспособление не позволяли штампу соскальзывать, зажимные болты не требовались.

Далее мы попробовали ослаблять болты, используемые как прокладки. У нас были определенные опасения, так как впервые в Японии и в мире применялся такой необычный прием. Однако никаких трудностей не возникло. Даже через месяц работы не был поврежден ни один штамп и не было брака. Родился новый метод.

Это было рождение метода Синго «переналадка в одно касание». Я назвал этот метод «крепление без болтов», чтобы отразить не только отсутствие зажимных болтов, но и других средств зажима на прессе (рис. 19.1, 19.2).

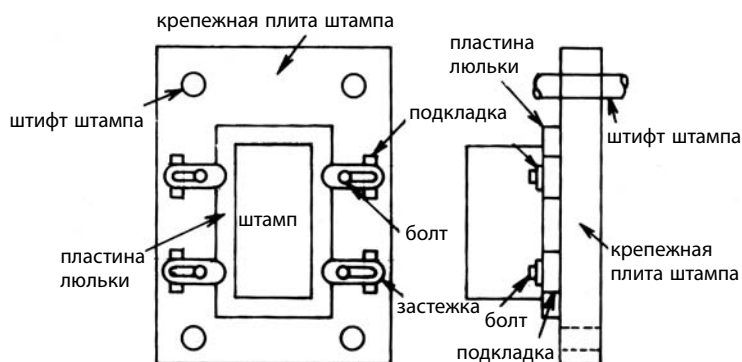


Рис. 19.2. Традиционный метод

Системы быстрой переналадки с использованием механизмов крепления штампов на прессе с помощью гидравлических зажимов и им подобные (рис. 19.3) можно приобрести на рынке. Но метод крепления без болтов, хотя он похож на вышеупомянутые (штамп заменяется одним движением), отличается от них:

- рядом преимуществ при установке штампа, поскольку он не крепится на прессе. (Подробное описание приводится ниже.);
- низкими затратами, так как не нужны приспособления. (Стоимость внедрения составляет 100 тыс. йен (\$413), т. е. 1/4 стоимости покупных систем, о которых говорилось выше).



Рис. 19.3. Метод гидравлического зажима

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ МЕТОД КРЕПЛЕНИЯ БЕЗ БОЛТОВ?

Там, где для зажима используют болты, новый метод может применяться либо без изменений, либо с незначительными изменениями. Известны следующие примеры применения этого метода:

- изменения в процессе наладки пресс-форм;
- изменения в процессе наладки штампов (включая обрезные, гибочные и вытяжные штампы);
- изменения в процессе наладки захватов робота, используемого для выемки изделий из пресс-форм;
- изменения в процессе наладки приспособлений для автоматических установок с поворотным столом.

Так как метод крепления без болтов — это концептуальный подход, его можно использовать в различных ситуациях, если проявить немного изобретательности при выборе форм, соответствующих условиям конкретных предприятий. Действительно, все фирмы, которые использовали данный метод, делали это по-своему. Когда вы будете знакомиться с приведенными ниже примерами, задумайтесь, как можно применить этот метод на вашей фирме.

Метод крепления без болтов для пресс-форм

Сначала мы рассмотрим применение метода к процессу формования пластмасс.

Подготовка к внедрению

Чтобы подготовиться к внедрению этого метода, надо предпринять ряд шагов.

1. Унифицировать размеры пластины люльки для каждой установки литья под давлением. Если унификацию проводить второпях, то большие пластины люльки будут использоваться и для малых пресс-форм, что неэкономично.

Раньше унификация на этом заканчивалась, но из этого тупика можно выйти, если на каждой установке выделить близкие по размеру пресс-формы и установить постоянные взаимосвязи (например, между данными пятью пресс-формами и установкой №1 и теми же пятью пресс-формами и установкой №2). В принципе, так и происходит. Унификация размеров пластин люлек будет выгодной, если отказаться от беспорядочного использования пресс-форм.

На рис. 19.4 показано, какие размеры пластин люлек надо унифицировать, а на рис. 19.5 представлены взаимосвязи между установками литья под давлением и пресс-формами.

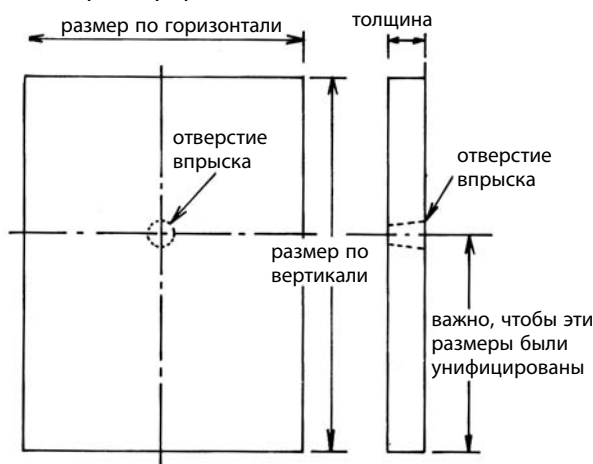


Рис. 19.4. Унификация пластин люлек

Схема использования пресс-форм			
№	OZ	Обозначение пресс-формы	Размеры пресс-формы
1	2OZ	X – 001	65x50x5
		X – 002	63x50x5
		X – 003	66x49x4
		X – 004	65x50x4
2	4OZ	Y – 001	30x60x5
		Y – 002	95x60x6

Рис. 19.5. Использование пресс-форм

2. **Выбрать держатели и приспособления, размеры и материалы которых соответствуют размерам, весу и материалу пресс-форм.**

3. **Определить приблизительно зазор между держателем и пластиной люльки.** С точки зрения установки пресс-штампа желательно иметь большой зазор между держателем и пластиной люльки. Но с точки зрения точности позиционирования лучше не иметь зазора. Надо достигнуть компромисса между двумя крайностями. По нашему опыту, наиболее подходящий зазор составляет 0,1–0,2 мм (рис. 19.6). Чрезвычайно важно, чтобы установку можно было сделать легко и чтобы не было проблем с точностью.

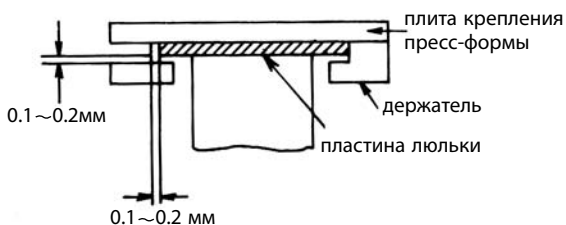


Рис. 19.6. Установка зазора

4. **Унифицировать все новые и существующие пресс-формы под метод без болтов.** При унификации обычно начинают с новых пресс-форм, так как значительная часть времени и усилий уходит на переделку большого числа имеющихся пресс-форм. Но еще больше неприятностей вас ожидает, если не все пресс-формы трансформированы под новый метод. Так как мы стремимся немедленно избавиться от потерь времени на переналадку, то нет смысла начинать с новых пресс-форм. Мы не можем позволить себе расслабляться, если хотим выжить при такой жесткой

конкуренции. Тем не менее, не стоит унифицировать пресс-формы, которые не используются.

В то время как новые пресс-формы заказываются с уже унифицированными размерами, существующие можно разделить на активно используемые, редко используемые и устарелые (рис. 19.7). Если отдать приоритет пресс-формам, используемым ежедневно, то будет получен немедленный экономический эффект. Что касается редко используемых пресс-форм, то дешевле заранее прикрепить имеющиеся к лишним пластинам люльки унифицированного размера, менять их, используя метод крепления без болтов, а после использования модифицировать пластины люльки унифицированного размера таким образом, чтобы их можно было применять для других редко используемых пресс-форм.

Категория	Критерии категоризации	Доля
Часто используемые	Используются каждый день	1/3
Редко используемые	Используются примерно один раз в квартал	1/3
Устарелые	Более не используются	1/3

Рис. 19.7. Активно используемые, редко используемые и устарелые пресс-формы

5. Использование метода крепления без болтов для всех установок. Когда часто используемые пресс-формы привязаны к конкретным установкам литья под давлением, то таких пресс-форм обычно бывает пять-шесть, максимум десять на одну установку. Внедрение метода крепления без болтов на всех установках быстро принесет результаты и уменьшит путаницу в цехе. Сначала нужно составить схему (см. рис. 19.5).

6. Исключить использование направляющего кольца. На традиционных пресс-формах на неподвижной половине имеется круглый выступ, называемый направляющим кольцом (рис. 19.8). Раньше это кольцо устанавливалось в отверстиях на плите крепления пресс-форм на установке для литья под давлением и центровалось по форсунке. В соответствии с методом крепления без болтов положение пресс-формы определяется длиной периметра плиты люльки, поэтому направляющее кольцо не нужно. Более того, когда направляющее кольцо установлено, пресс-форму нельзя установить, если ее опускать вертикально. Многочисленные горизонтальные перемещения, нужные для завода кольца в отверстие, слишком неэкономичны и усложняют даже метод без болтов.

7. Решение проблем при перемещении пресс-формы. Когда на установках литья под давлением производится замена пресс-форм, последние обычно перемещаются краном, подъемниками или таями. Однако, если пресс-форма неустойчива, ее трудно установить на место, особенно, если зазор всего 0,1–0,2 мм, что почти незаметно невооруженным глазом. Если

не использовать специальные средства, установку пресс-формы произвести достаточно сложно. Нужны следующие меры (рис. 19.9, 19.10):

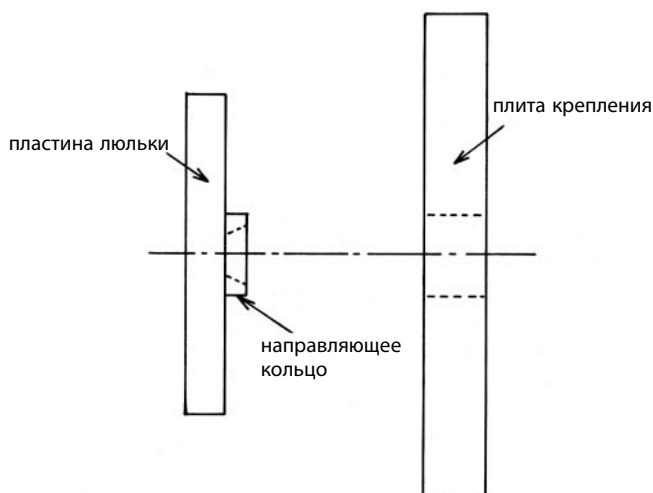


Рис. 19.8. Направляющее кольцо

- сделайте скос в нижней части пластины люльки по всем направлениям;
- точно так же сделайте на конус входное отверстие держателя;
- перед входом в держатель установите стабилизирующую направляющую, приведите пресс-форму в контакт с ней и опустите.

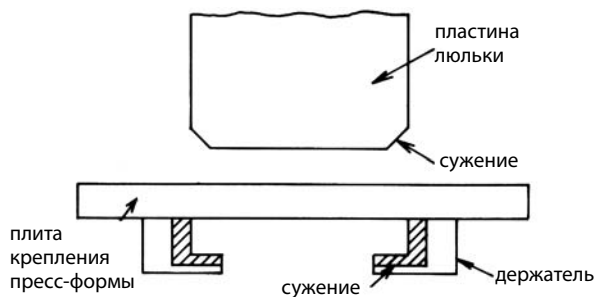


Рис. 19.9. Участки со скосом

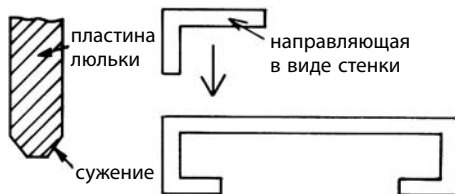


Рис. 19.10. Стабилизирующая направляющая

8. Балансировка подвешенных пресс-форм. При установке пресс-формы в держатель важно, чтобы пресс-форма висела абсолютно вертикально, потому что, если она будет висеть под углом, то застрянет в держателе. Несмотря на это, раньше подвесные приспособления считались хорошими, если выполняли функции удержания пресс-формы в висячем положении. Это приводило к проблемам балансировки при работе с подвешенными пресс-формами. Но вопросом балансировки надо заниматься. Возможные варианты решения проблемы и методы представлены на рис. 19.11.

9. Готовить приспособления для перевозки пресс-форм заранее. Два приспособления для перемещения пресс-форм (краны, подъемники, тали) надо готовить заранее. Примерно за три минуты до смены пресс-форм следующую пресс-форму надо подвесить на одно из приспособлений и поднять достаточно высоко, чтобы обеспечить горизонтальное перемещение. Другое приспособление надо использовать для подъема старой пресс-формы (рис. 19.12).

10. Унифицировать толщину пресс-форм. Установка и снятие пресс-форм значительно облегчаются, если толщина (высота) пресс-форм, а также внутренняя часть установок литья под давлением унифицированы под эти операции. Это также позволяет исключить корректировки хода.

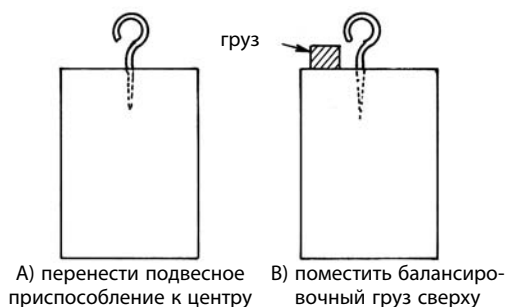


Рис. 19.11. Способы балансировки пресс-форм

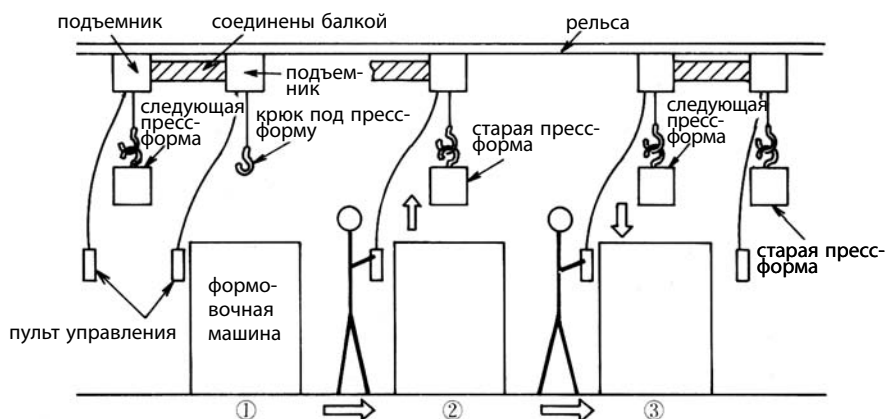


Рис. 19.12. Операционные процедуры метода без болтов

Операционные процедуры метода без болтов

В данном примере подготовительная фаза внешней наладки состоит из следующих шагов:

- подогнать подъемник и держать его наготове;
- подвесить пресс-форму на подъемник достаточно высоко, чтобы обеспечить горизонтальное перемещение;
- подготовить принимающее устройство для приемки изделия;
- произвести предварительный подогрев пресс-формы.

Внутренняя наладка включает следующие операции:

- отвести цилиндры;
- снять шланги;
- поднять старую пресс-форму подъемником;
- передвинуть подъемник горизонтально, поставить следующую пресс-форму в позицию установки;
- опустить новую пресс-форму и вставить в держатель;
- отсоединить крюк подъемника от подвешного приспособления;
- подключить шланги;
- отрегулировать условия литья.

Во внешней наладке (последующей корректировке) производятся:

- горизонтальное перемещение старой пресс-формы;
- установка старой пресс-формы на стеллаж;
- возврат подъемника.

Результаты использования метода крепления без болтов на установках литья

Время внутренней наладки зависит от степени унификации условий литья. Достигнутые нами результаты представлены в табл. 19.1.

Таблица 19.1. Результаты по нескольким фирмам

Название фирмы	OZ	До усовершенствования, мин	После усовершенствования, мин	Величина сокращения, %
Фирма N	2	45	1	98
Фирма B	4	60	3	95
Фирма E	4	60	5	92
Фирма T	10	90	5	94

Примечание: Цифры после усовершенствований отражают время внутренней наладки.

Применение метода без болтов на прессовых штампах

Прессовые штампы могут позиционироваться почти так же, как и пресс-формы установок литья под давлением. Различия следующие:

- штампы устанавливаются спереди;
- верхняя и нижняя половины штампа удерживаются вместе с помощью приспособления (комплект штампов), т. е. интегрируются заранее;
- сырье подается либо фиксированной длины, либо в рулонах.

Ниже приводятся примеры методов, разработанных на различных фирмах.

Пазы Т-образные

Крепление штампа в определенном положении с использованием установочной плиты пресса с Т-образными пазами — крайне дешевый метод. В данном примере предполагается, что штамп находится в форме комплекта и функционирует без воздействия пресс-штока (рис. 19.13). Другими словами, он используется как ударный.

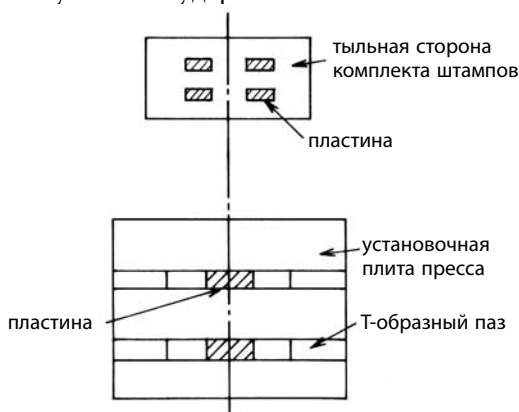


Рис. 19.13. Пример из фирмы S (Т-образные пазы)

Держатели

Как показано на рис. 19.14, держатель и упор устанавливаются на установочной плите, а штамп вставляется спереди.

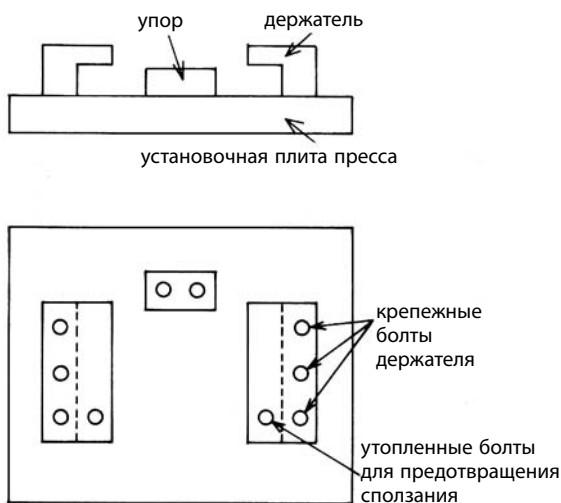


Рис. 19.14. Пример из фирмы S (держатели)

Необходимо отметить следующее:

- размеры (горизонтальные, вертикальные, толщина) пластины люльки (или верхние и нижние базы комплекта штампов, когда таковые используются) должны быть унифицированы;
- между держателем и пластиной люльки должен быть зазор 0,1–0,2 мм;
- когда штамп не используется как ударный, держатель и упор должны присоединяться к пресс-штоку и к нижней половине штампа;
- когда используется комплект штампов, один их штампов — ударный, его верхняя половина не должна выталкиваться пружиной, штамп должен подниматься пресс-штоком. В такой ситуации нужно использовать приемы, представленные на рис. 19.15;
- как и в других случаях, унификация высоты штампов облегчает работу за счет исключения корректировок хода для всех видов штампов, за исключением сложных гибочных;
- нужно найти решение для предотвращения вибрации и сползания штампов вперед (рис. 19.16–19.18).

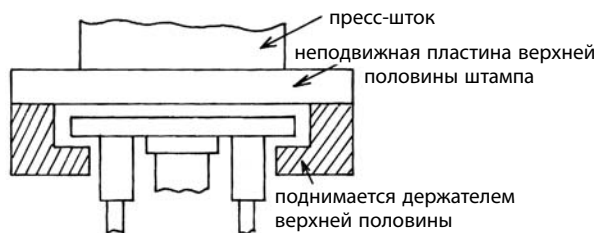


Рис. 19.15. Подъем верхней половины штампа

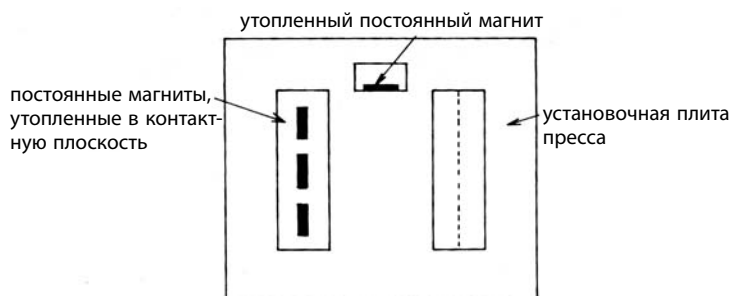


Рис. 19.16. Предотвращение сползания (с помощью магнитов)



Рис. 19.17. Использование утопленных болтов



Рис. 19.18. Использование штифтов

Рольганги

Штампы прессов усилием до 60 т можно устанавливать и заменять вручную; штампы прессов усилием до 80 т и выше слишком тяжелы для ручной замены. На таких крупных прессах трудно произвести переналадку за три минуты, не решив каким-то образом проблему веса. Одно из решений — использование вилочного погрузчика, но можно использовать и более простую ручную операцию.

Как показано на рис. 19.19, если для замены штампов использовать рольганги и подъемники, даже штампы весом 500 кг для 120-тонных прессов может относительно легко заменять один человек.



Рис. 19.19. Линия ручной замены штампов с использованием рольгангов

Нужно помнить:

- на оборудовании легче работать, если штампы перемещаются только в одном направлении — либо спереди назад, либо наоборот;
- движение в одном направлении будет невозможно, если упоры непеносные. Для преобразования упоров в передвижные можно использовать системы «вверх–вниз» или скользящие. На фирме А использовали скользящую систему: оператор передвигает штамп только до упора, а далее все происходит автоматически (рис. 19.20);
- так как для выталкивания и заталкивания требуется усилие, будет удобнее, если штамп оснастить ручками (фото 19.1);
- очень удобно установить роульганг непосредственно на тележке, так как в этом случае штампы можно легко передвигать вручную с тележки и на нее. Но в целях безопасности нужно установить упоры (рис. 19.21).

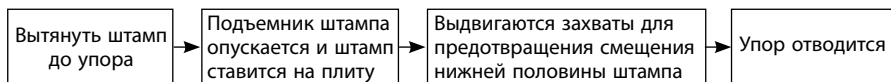


Рис. 19.20. Скользящая система



Фото 19.1. Установка ручки

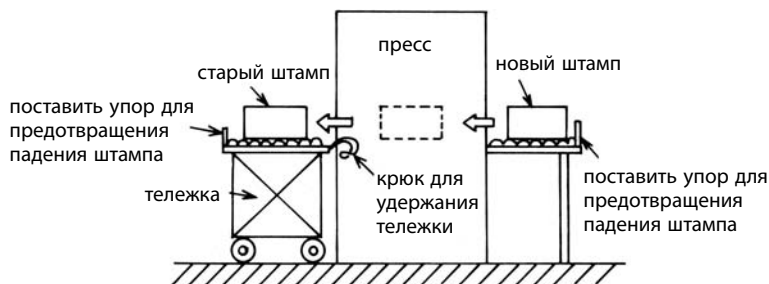


Рис. 19.21. Упоры тележки

Кассетная система замены только формообразующей части штампа

Штампы относятся к разным категориям и делятся на «механическую часть» (для совершения одинаковых движений верхней и нижней половиной прес-са) и «формообразующую часть». Фирма Е неподвижно закрепляет механи-ческую часть, при переналадке заменяется только формообразующая часть (фото 19.2).

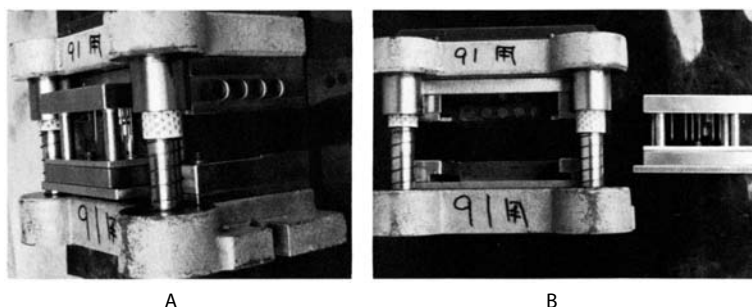


Фото 19.2. Кассетная система замены только для формообразующей части штампа

В результате механизм, который раньше весил около 30 кг, а для его перемещения требовалась тележка, сейчас весит лишь 5 кг и может уста-навливаться на пресс одной рукой. В этой методике надо отметить следую-щее:

- используются комплекты штампов;
- верхние и нижние половины штампов, подлежащие замене, имеют двойную комплектную конструкцию и интегрируются с помощью направляющих стоек;
- на те части штампов, которые подлежат замене, устанавливаются ручки;
- зазоры при установке составляют 0,1–0,2 мм;
- для предотвращения сползания используются постоянные магниты.

Как представляется, таких мер хватает для 40-тонных прессов. Хотя я и опустил подробные пояснения по переналадке, в табл. 19.2 представлены примеры внутренней наладки при таких заменах.

(Кийити Синго, Институт совершенствования менеджмента)

Таблица 19.2. Результаты применения метода без болтов на прессах

Название фирмы	Тоннаж	До усовершенство- вания, мин	После усовершен- ствования, мин	Процент сокращения
Фирма А	20	45	1	98
Фирма S	40	45	1	98
Фирма S	60	60	3	95
Фирма А	120	90	5	94

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Значение термина *наладка* гораздо шире, чем подготовка и последующая корректировка операции обработки; оно относится к операциям контроля, транспортировки и подготовки. Следовательно, этот подход, т.е. основные этапы, соответствующие методы и конкретные приемы совершенствования наладки, можно применять ко всем операциям.

Раньше считалось, что оптимальное решение при совершенствовании процессов наладки — приобрести требуемую квалификацию; вести производство большими партиями; управлять запасами, возникающими в процессе производства крупными партиями, стараясь рассчитать экономически обоснованный объем партии. Такая точка зрения приводила к уверенности, что переналадка обязательно занимает много времени. Руководители не замечали связи между производством в больших объемах и работой крупными партиями.

Многочисленные примеры применения системы SMED показали, что время переналадки можно значительно уменьшить, а это, в свою очередь, приведет к резкому сокращению запасов. Таким образом, мы перешли от производства «в расчете на заказ», т.е. способа работы, основанного на гадании, к производству «по подтвержденным заказам», т.е. к производству, реагирующему на фактические заказы.

Более того, сокращение времени наладки автоматически ведет нас к гибкой производственной системе, реагирующей на фактическое состояние спроса. Вероятно, не будет преувеличением сказать, что она дала толчок революции в методах производства. Производственную систему Toyota можно рассматривать как пионерный шаг в этом направлении.

Система SMED была впервые применена в эксперименте на 1000-тонном прессе в Toyota Motor Company, Ltd. осенью 1969 г. Тогда мне пришла мысль, что этот подход можно применить не только к работе на прессах, но и к другим операциям.

Осенью 1970 г. я собрал представителей десяти предприятий производственного подразделения фирмы M Electric's Television. На встрече я рассказал о концепции SMED и ожидаемых результатах ее применения.

Предполагая применить ее на установке формования пластмасс, я спросил у президента фирмы Dia Plastics г-на Цукамото, который был горячим

сторонником совершенствования, возможно ли проведение эксперимента. Я сказал ему, что приеду на фирму на следующий день и объясню конкретные методы улучшений.

Когда я приехал на следующий день, я был поражен, услышав следующее: «Переналадка за несколько минут уже осуществлена. Мы сделали за 8 мин 30 с то, что раньше делали за 1,5 ч». — «Но как же это получилось...?» — спросил я. — «Мы с г-ном Араки ехали вместе на работу с фирмы M Electric, и я сказал ему: «А почему бы нам не попробовать это сразу? Он попросил нескольких производственников задержаться после работы и начать работу по переналадке за несколько минут. Они работали с 18.00 до 3:30 утра. Когда они провели пробный прогон, эксперимент прекрасно удался, и они уложились за время менее девяти минут. Никогда бы не подумал, что переналадку можно произвести за время менее десяти минут — закончил президент Цукамото, — но, оказывается, это можно сделать».

Таким образом, систему SMED можно внедрить удивительно легко и с малыми затратами, если предпринять усилия. В данном случае общие затраты составили примерно 30 тыс. йен (\$124). В результате дальнейших улучшений время переналадки на данной установке формования пластмасс емкостью пять унций было сокращено через два с половиной года до 2 мин 15 с.

В июле 1976 г. я говорил о SMED на семинаре, организованном Японской ассоциацией менеджмента. Свое выступление я начал так:

«Когда я смотрю на список участников, то вижу, что представители одной и той же фирмы по два-три раза приходят сюда. Одними лишь разговорами SMED внедрить нельзя. Почему бы этим людям прямо сейчас не поехать обратно на предприятие и не попробовать сделать что-нибудь практически?»

Через десять минут я получил письмо от начальника производственного отдела фирмы Mitsubishi Heavy Industries г-на Хитокума:

«Я слышал Ваше выступление по теме SMED год назад. Собственно, люди с нашей фирмы уже бывали на Ваших лекциях, но на практике ничего внедрено не было, поэтому Ваше замечание о том, что разговорами делу не поможешь, попало в точку.

Начальник отдела промышленных технологий и начальник производственного отдела приехали со мной, и мы договорились что-то предпринять и провести эксперимент.

Мы выбрали вариант улучшения шестипиндельного сверлильного станка. В начале года переналадка этого станка занимала три дня. Тогда мы прочитали Ваши работы и перераспределили операции внешней и внутренней наладки. Время сократилось с 24 до 8 часов. Но мы даже не рассматривали возможность переналадки за несколько минут.

Однако, услышав Ваше выступление в прошлый раз, я стал думать, что это возможно, поэтому после лекции я позвонил начальнику цеха и сказал

ему, что мы должны постараться сократить время наладки до девяти минут. Он мне яростно возражал: «Это абсурд, сейчас переналадка идет восемь часов. Нет способа сократить ее до девяти минут».

Именно такого ответа я ожидал. Я объяснил ему разницу между внутренней и внешней наладкой и пояснил, что, когда я говорю о девяти минутах, то имею в виду только внутреннюю наладку. Я попросил его еще раз внимательно разобрать, из чего состоит процесс переналадки, и провести четкое различие между операциями, которые можно осуществить в ходе внешней и внутренней наладки.

Начальник цеха пришел ко мне на следующий день и сказал: «Я со вчерашнего дня думаю об этом. Если мы говорим только о внутренней наладке, то, похоже, ее можно сократить». С помощью специалистов мы составили план работы. Когда через неделю намеченные изменения были внедрены, время было сокращено до 4 ч 10 мин. Я пригласил мастера участка и поблагодарил его за хорошую работу.

В одном из своих последних выступлений Вы отметили, что при выполнении параллельных операций с участием нескольких человек можно еще более сократить время внутренней переналадки, даже если общее число человеко-часов останется прежним. «Почему бы нам не попробовать параллельные операции?» — предложил я. — «Хорошо, — ответил он, — мастер мне поможет, и мы проведем еще несколько экспериментов». Они провели эксперимент через неделю и сумели сократить время до 1 ч 15 мин.

Потом я объяснил им, что при сокращении времени наладки наиболее эффективное решение — исключить регулировки. С помощью специалистов мы постарались значительно сократить количество регулировок при заблаговременной подготовке, унификации функций, внедрении промежуточных приспособлений и т. д. Через три недели время было сокращено до 12 мин, а при дальнейшем совершенствовании нам удалось еще почти наполовину сократить это время — до 6 мин 38 с.

В июле и августе мы начали кампанию «Внедрение SMED». Интересно, что рабочие между собой называли эту работу «движение к недостижимому». Так как SMED была внедрена на шестипиндельном сверлильном станке, в начале октября мы попросили мастера рассказать всем об этой сложной работе и достигнутом успехе на утренней оперативке. Мы собрали мастеров с других участков и провели для них несколько демонстрационных переналадок. В результате концепция SMED была распространена по всему заводу. Мы запустили общую программу сокращения времени переналадки и попросили от всех участников представить индивидуальные отчеты об их достижениях, целях и сроках.

Я пишу Вам это письмо, чтобы поделиться своей радостью по поводу достижения таких важных результатов.

Для меня была бы большая честь, если бы Вы смогли сами приехать к нам на завод и посмотреть, как у нас идут дела».

Только в декабре я смог посетить завод. Мне продемонстрировали переналадку, время которой составляло 2 мин 40 с.

В 1982 г. мне задал вопрос американец, который прочитал мою книгу *“Study of the Toyota Production System”*: «В Вашей книге говорится, что в одном случае время переналадки сократили с 24 час до 2 мин 40 с, но реально ли это осуществить? Мне представляется это невозможным, и прошу представить мне более подробное объяснение...»

В своем ответе я написал: «То, что переналадка шестишпиндельного сверлильного станка была проведена за 2 мин 40 с, это факт. Я лично проводил хронометраж с секундомером, тут нет ошибки». А затем я послал ему приведенный выше отчет.

Тем не менее заблуждений и предрассудков еще очень много. По одной из теорий получается, что если тщательно проводить профилактический ремонт и обслуживание, то быстрой переналадки удастся достичь быстро. Но SMED и профилактический ремонт — совершенно разные вещи, как концептуально, так и практически.

Другая ошибочная идея, выдвигаемая некоторыми специалистами, заключается в следующем:

«Фирме Toyota Motors понадобилось 30 лет, чтобы сократить время переналадки с трех часов до трех минут, и мы прикидываем, что за этот период у них было примерно 340 тыс. переналадок, что полностью соответствует расчетам по формулам роста инженерной квалификации».

Здесь всё не так. Если меня просят привести пример SMED, то часто просто не верят, когда я говорю, что переналадку, которая занимала час, удалось сократить до трех минут. Поэтому я прошу один час на подготовку, иду на их предприятие и на примере прессы с усилием 100 т или меньше провожу следующую демонстрацию.

- Прошу привезти два относительно простых штампа.
- Присоединяю пластину к тому, что ниже, чтобы уравнять высоту.
- Для центровки штампов устанавливаю линейку к дальней стороне станины, чтобы она работала в качестве базовой плоскости. Затем я выясняю размеры штампов и подготавливаю две пластины, чтобы компенсировать расстояние между осевой и плоскостью линейки. На левом и правом центрах, а также по центру штампа я делаю метки на станине маркером.
- Затем клейкой лентой я присоединяю пластину примерно 30x30 мм в месте крепления штампа болтами, т.е. унифицирую толщину в точках зажима двух половин штампа.
- Затем я прошу провести работу параллельно двух рабочих, одного слева, а другого справа.

Так я демонстрирую, что там, где наладка занимала час, ее можно сделать за три минуты.

Такие эксперименты подтверждают два правила: «пока не увидишь — не поверишь» и «доказательство лучше, чем спор». Если мы можем сократить операцию с одного часа до трех минут, то ясно, что вопрос не в инженерной квалификации.

В одной газете корреспондент по вопросам экономики написал следующее: «То, что в течение одного часа удалось сократить время переналадки с трех часов до трех минут, показывает, что выполнялось много бесполезных операций и как много людей бездельничают на работе».

Неважно, что корреспондент мало знает об условиях работы на заводе. Даже его полное непонимание SMED не расстроило меня. Меня разозлило его презрительное выражение «бездельничают на работе».

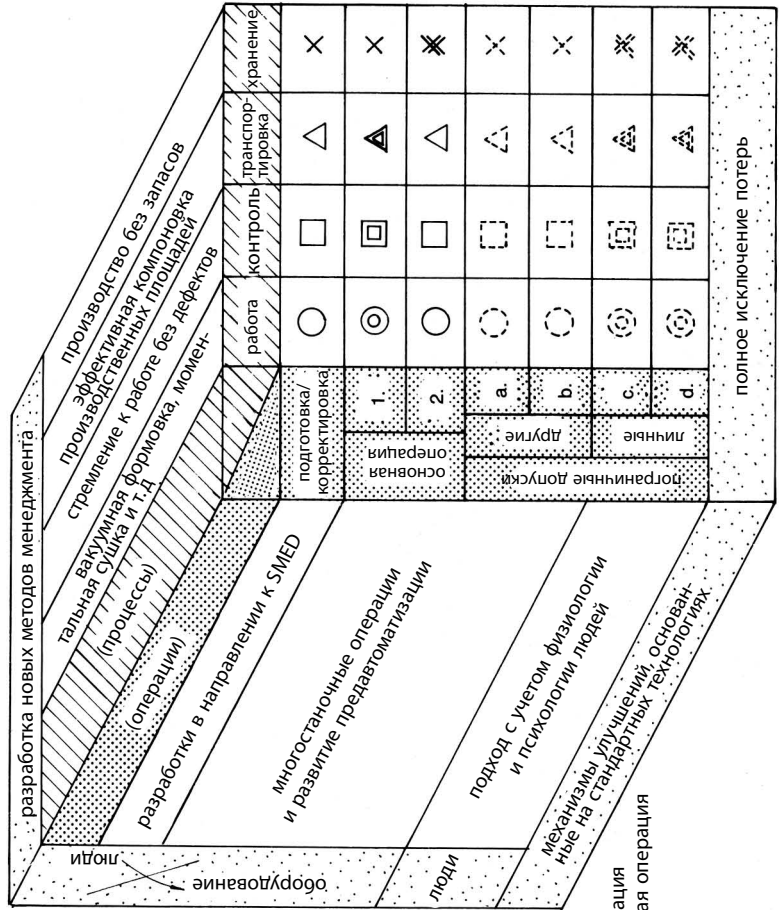
Хотя такие точки зрения и существуют, я хочу, чтобы систему SMED понимали правильно, как основанную на научной концепции, проверенных методах и конкретных приемах.

Как я уже отмечал, система SMED родилась, когда я пришел к понятиям внутренних и внешних операций наладки на фирме Тоюо Когую в 1950 г. Она приобрела практические очертания, когда руководство Toyota Motors попросило меня сократить время наладки до трех минут там, где оно уже было сокращено с четырех часов до полутора. Я думаю, что озарение переводить внутренние операции во внешние пришло ко мне в связи с тем большим напряжением, с которым я работал.

Может быть, концепция SMED и не родилась бы, если бы не было такой настоящей необходимости. В этом смысле я хочу выразить огромную благодарность г-ну Тайити Оно, консультанту фирмы Toyota Motors, который предоставил мне эту возможность. Я восхищен великодушием г-на Оно, который, говоря о SMED, всегда упоминает меня как ее создателя.

Хотя для читателя очень важно понять основополагающие принципы быстрой переналадки, без сомнения, ознакомление с конкретными примерами ее внедрения также будет очень полезным. Хочу высказать слова благодарности г-ну Кийити Синго, стороннику метода крепления без болтов, примененного на многих предприятиях, за его доброту и предоставление прекрасных примеров для данной книги.

Хочу также поблагодарить г-на Кадзуя Утияма из отдела публикаций Японской ассоциации менеджмента и г-жу Эйко Синода, которая непосредственно отвечала за данный проект.



Автор в полной мере осознает, что идеи, связанные с представленной здесь концептуальной структурой, а также многие методы возникли в процессе работы на многочисленных предприятиях и в ходе дискуссий. Поэтому автор выражает глубокую благодарность за внимание, оказанное ему теми, с кем он работал в области совершенствования промышленного производства.

- 1. = основная операция
- 2. = вспомогательная операция
- a. = операция
- b. = рабочее место
- c. = усталость
- d. = гигиена

Взаимосвязь между структурой производства и различными методами оптимизации

ОБ АВТОРЕ

КАРЬЕРА: 50 ЛЕТ В СФЕРЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Период первый: частное предприятие

- 1924** Во время учебы в технической средней школе Сага прочитал книгу Тосиро Икеды «Секрет исключения усилий, не приносящих выгоды» (The Secret of Eliminating Unprofitable Efforts), которая произвела на него глубокое впечатление. (Считается, что это перевод диссертации Тейлора.)
- 1930** Закончил технический колледж Яманаси; поступил на работу на железную дорогу Тайпей.
- 1931** Работая техником в цехе литья в Тайпей, наблюдал за действиями рабочих и пришел к мысли о необходимости улучшений. Читал отчеты об упрощении операций на предприятиях японских железных дорог и понял необходимость рационализации менеджмента предприятия.
Прочитал книгу Тейлора «Принципы научного менеджмента» (The Principles of Scientific Management), которая произвела на него большое впечатление. Принял решение посвятить жизнь изучению и претворению на практике принципов научного менеджмента.
Прочитал много книг, включая работы Ёити Уэно и учебники, публикуемые Японской промышленной ассоциацией.
- 1937** С 1 сентября посещал Первый перспективный курс для промышленных инженеров, спонсируемый Японской промышленной ассоциацией.
Тщательно изучил концепцию «подвижного ума» Кенъити Хорикоме.

- 1943 Переведен на Завод Аmano (г. Йокогама) по приказу Министерства вооружений. В качестве начальника производственного отдела применял принцип потока на производстве глубинных механизмов торпед «воздух-вода», производительность выросла на 100%.

Период второй:

Японская ассоциация промышленного менеджмента

- 1945 По приказу Министерства вооружений переведен на завод Ishii Precision Mfg (префектура Ниигата), изготовителя торпедных глубинных механизмов.
После окончания войны назначен на завод Yasui Kogyo (Kita Kyushu). В апреле 1946 г. переехал в Таканабе-то в префектуре Миядзаки. Будучи в Токио, посещает г-на Исаму Фукуда в Японской ассоциации менеджмента, где был представлен председателю совета директоров г-ну Морикава. Его попросили участвовать в исследовании на заводе фирмы Hitachi, Ltd. по производству автомобилей в г. Касадо. Впоследствии поступил на службу в Японскую ассоциацию менеджмента.
- 1946 Во время анализа одного из процессов на заводе Hitachi пришел к мысли, что «процессы» и «операции», которые раньше воспринимались как разрозненные понятия, образуют сеть «процессов и операций» — системное, синтетическое целое. Доложил об этом на технической конференции Японской ассоциации менеджмента. Изобрел метод классификации схожих операций путем подсчета числа невмешательств во время изучения компоновки на деревообрабатывающем заводе Hitachi, Ltd.
- 1948 Объяснил «действительную природу умения» в работе «Исследование производства банок на Ресо» (A Study of 'Peco' Can Operation.) на заводе фирмы Toyo Steel в Ситамацу.
В 1948–1954 гг. руководил курсами производственных технологий. На курсе по производственным технологиям на фирме Hitachi, Ltd. (завод Fujita) заинтересовался вопросами компоновки производственных площадей.
- 1950 Усовершенствовал и внедрил метод определения компоновки оборудования, основанный на коэффициенте легкости транспортировки на медеплавильном заводе Furukawa Electric в г. Никко.
Анализировал работу прессы на фирме Toyo Kogyo и пришел к мысли, что процесс переналадки состоит из «внутренних» и «внешних» операций. Это стало первой стадией создания системы SMED.
- 1954 Морита Масанобу из фирмы Toyota Motor участвовал в курсах по промышленным технологиям на фирме Toyoda Automatic Loom и добился поразительных результатов по возвращении на свою фир-

- му. Это дало начало серии курсов по промышленной технологии в 1955 г. К 1982 г. было проведено 87 сессий курсов, в которых приняли участие примерно 2000 слушателей.
- 1955** Наблюдал за различными операциями на оборудовании в ходе первого учебного курса по промышленным технологиям на фирме Toyota Motor Corp. и его заинтересовали вопросы разделения функций между человеком и машиной.
- 1956** С 1956 по 1958 гг. возглавлял трехгодичный проект исследования производства на верфи Mitsubishi Shipbuilding в г. Нагасаки. Изобрел новую систему сокращения срока сборки супертанкеров сначала с четырех месяцев до трех, а затем и до двух. Эта система распространилась среди японских судостроителей и способствовала развитию судостроения.
- 1957** Для повышения эффективности механической обработки деталей двигателя на строгальном станке на верфи Mitsubishi Shipbuilding в г. Хиросима сконструировал дополнительный стол, произвел заблаговременную наладку с его использованием и одновременную замену заготовки и стола. Тем самым темп работы увеличен в два раза, что стало предвестником рождения центральной концепции системы SMED — перевода внутренних операций во внешние.

Период третий:

Институт совершенствования менеджмента (Япония)

- 1959** Вышел из Японской ассоциации менеджмента и основал Институт совершенствования менеджмента.
- 1960** Ввел «систему последовательного контроля» с целью снижения уровня дефектов и внедрил эту систему на фирме Matsushita Electric в г. Мorigути.
- 1964** Фирма Matsushita Electric считала, что недопустим даже самый низкий уровень дефектов. Сделал вывод, что выборочный контроль недостаточен для обеспечения качества.
- 1965** Меры «по дуракоустойчивости», предпринятые на Toyota Motor Corp., стимулировали поиск способов полностью устранить дефекты за счет системного совмещения концепций последовательного контроля, независимого контроля и контроля у источника с методами «дуракоустойчивости».
- 1966** Работа в качестве бизнес-консультанта на различных фирмах на Тайване, включая Formosa Plastic Co., Matsushita Electric и China Grinding Wheel Co.
- 1969** Усовершенствовал процесс переналадки 1000-тонного прессы на основном заводе фирмы Toyota Motor Corp. и сократил время переналадки с четырех часов до полутора. После этого руководство попросило сократить время переналадки до трех минут. Пришел к

пониманию возможности перевода внутренних операций во внешние. Так родился системный метод перехода к SMED.

Отметил разницу между механизацией и автоматизацией, когда на фирме Saga Ironworks у директора завода г-на Яйя возник вопрос, почему автоматы не обходятся без оператора. Это наблюдение выросло в концепцию «предавтоматизации» (идентична принятой на Toyota «автоматизации с человеческим лицом»).

- 1970 Награжден Медалью Золотая Лента за вклад в оптимизацию судостроения и другие достижения.

Период четвертый:

Институт совершенствования менеджмента (распространение за рубеж)

- 1971 Посетил европейские машиностроительные предприятия.
- 1973 Посетил европейские и американские машиностроительные предприятия.
- 1974 Читал лекции по SMED в DaimlerBenz, в ассоциациях промышленности литья под давлением в Западной Германии и Швейцарии. В ходе этого визита наблюдал методы кокильного литья в вакууме на фирмах DaimlerBenz в Западной Германии и Buehler в Швейцарии.
- 1975 Развивал концепцию «ноль дефектов» на заводе стиральных машин фирмы Matsushita Electric в г. Сизуока. Работал над совершенствованием технологических процессов, основанных на фундаментальных подходах, включая высокоскоростное нанесение гальванического покрытия, моментальную сушку и исключение разметки.
- 1976 Консультировал и читал лекции в Европе и США, широко пропагандируя SMED.
- 1977 Рассматривал систему канбан фирмы Toyota как систему работы без запасов и разрабатывал методологию этой системы.
- 1978 Посетил американскую корпорацию Federal-Mogul с целью консультирования по вопросам внедрения SMED. Значительным успехом пользовался предлагаемый к продаже Японской ассоциацией менеджмента комплект аудиовизуальных слайдов по SMED и предавтоматизации.
- 1979 Большой успех имели продаваемые Японской ассоциацией менеджмента слайды по системе «ноль дефектов». Снова посетил фирму Federal-Mogul для продолжения консультаций по SMED. Опубликован сборник результатов внедрения идей г-на Синго.
- 1981 Посетил французские автомобилестроительные фирмы Peugeot и Citroën для проведения консультаций.

- Посетил Австралию для наблюдения за производством на фирмах Toyota (Австралия) и Borg-Warner.
- 1982** Посетил заводы Peugeot и Citroën во Франции, с удовлетворением отметил результаты применения SMED и работы без запасов.
- Читал лекции и консультировал на предприятиях фирмы Siemens в Германии.
- Читал лекции в Мюнхене на тему «Производственная система Toyota — исследование с точки зрения промышленной технологии»
- Читал лекции в университете Chalmers в Швеции.
- Читал лекции в Чикагском университете.

КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

Ниже приводится список компаний, где Сигео Синго проводил учебные курсы, читал лекции или консультировал по вопросам повышения производительности.

Отрасль	Названия компаний	
Япония		
Автомобилестроение, поставщики	Toyota Motor Car Co., Ltd. Toyota Auto Body Co., Ltd. Toyo Motor Car Co., Ltd. Honda Motor Co., Ltd. Mitsubishi Heavy Industries Co., Ltd. Daihatsu Motor Car Co., Ltd. Bridgestone Cycle Kogyo Co., Ltd.	Yamaha Motor Co., Ltd. Kanto Auto Works, Co., Ltd. Central Motor Car Co., Ltd. Arakawa Auto Body Co., Ltd. Koito Manufacturing Co., Ltd. (Car parts) Aishin Seiki Co., Ltd. (Parts of Motor Car, Diecast) Hosei Brake Co., Ltd.
Электротехника	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd. Sharp Electric Co., Ltd. Fuji Electric Co., Ltd. Nippon Columbia Co., Ltd. (Stereo Disk) Stanley Electric Co., Ltd. Matsushita Electric Works Co., Ltd. Matsushita Jutaku Setsubi Kiki Co., Ltd. (House equipment) Matsushita Denchi Kogyo Co., Ltd. (Lighting parts)	Hitachi Co., Ltd. Sony Electric Co., Ltd. Mitsubishi Electric Co., Ltd. Yasukawa Electric Mfg. Co., Ltd. Kyushu Matsushita Electric Co., Ltd. Asahi National Lighting Co., Ltd. Matsushita Denshi Buhin Co., Co., Ltd. (Electric parts) Sabsga Denki Co., Ltd. (Rectifier)
Точное машиностроение	Nippon Optical Co., Ltd. Sankyo Seiki Mfg. Co., Ltd. (Music Box)	Olympus Optical Co., Ltd.
Металлургия	Nippon Steel Co., Ltd. Toyo Steel Plate Co., Ltd. Mitsui Mining and Smelting Co., Ltd. Sumitomo Electric Industries, Ltc Toyo Can Industry Co., Ltd. Nippon Spring Co., Ltd. Togo Seisakusho Co., Ltd. (Spring)	Nisshin Steel Co., Ltd. The Furukawa Electric Co., Ltd. The Fujikura Cable Works, Ltd. Hokkai Can Industry Co., Ltd. Chuo Spring Co., Ltd.
Машиностроение	Amada Co., Ltd. (Metallic Press Machine) Iseki Agricultural Machinery Mfg. Co., Ltd. Kanzaki Kokyu Koki Co., Ltd. (Machine Tools) Nippon Seiko Co., Ltd. (Bearings) Taiho Industry Co., Ltd. (Bearings) Asian Industry Co., Ltd. (Carburetor)	Aida Engineering, Co., Ltd. (Metallic Press Machine) Toyota Automatic Loom Works, Ltd. Kubota Ltd. (Engine and (Farming Machinery) Daikin Kogyo Co., Ltd. (Coolers) Nach-Fujikoshi, Co., Ltd. (Bearings, Cutters, etc.)
Резинотехническая	Bridgestone Tire Co., Ltd. Nippon Rubber Co., Ltd.	Toyota Gosei Co., Ltd. Tsuki-Boshi Shoemaking Co., Ltd.

Отрасль	Названия компаний	
Стекольная	Asahi Glass Co., Ltd. Yamamura Glass Bottle Co., Ltd. Noritake China Co., Ltd.	Nippon Sheet Glass Co., Ltd. Onoda Cement Co., Ltd.
Судостроение	Taiyo Fishery Co., Ltd.	
Горнодобывающая	Mitsui Mining Co., Ltd. Dowa Mining Co., Ltd.	Nippon Mining Co., Ltd.
Пищевая	Morinaga & Co., Ltd. (Confectionery) Hayashikane Sangyo Co., Ltd.	Snow Brand Milk Products Co., Ltd.
Текстильная	Katakura Industries Co., Ltd. Kanebo Co., Ltd. Daiwa Spinning Co., Ltd. Teikoku Jinken Co., Ltd.	Gunze Co., Ltd. Fuji Spinning Co., Ltd. Daido Worsted Mills Co., Ltd. Asahi Chemical Industry Co., Ltd.
Целлюлозно-бумажная	Jujoy Paper Co., Ltd. Rengo Co., Ltd.	Oji Paper Co., Ltd.
Химическая	Showa Denko Co., Ltd. Tokuyama Soda Co., Ltd. Hitachi Chemical Co., Ltd. Shionogi Pharmaceutical Co., Ltd. Shiseido Cosmetics Co., Ltd.	Nippon Soda Co., Ltd. Ube Industries Co., Ltd. Nippon Kayaku Co., Ltd. Fujisawa Pharmaceutical Co., Ltd.
Другие	Nippon Gakki Co., Ltd. (Yamaha Piano) Saga Tekkosho Co., Ltd. Zojirushi Mahobin Co., Ltd. Iwao Jiki Kogyo Co., Ltd. Koga Kinzoku Kogyo Co., Ltd. (Metallic Press) Sanei Metallic Col., Ltd. (Metallic Press)	The Sailor Pen Co., Ltd. Nippon Baruka Kogyo Co., Ltd. Gihu Dai & Mold Engineering Co., Ltd. Dia Plastics Co., Ltd. Yasutaki Industrial Co., Ltd. (Metallic Press)
США	Federal-Mogul Corp. Omark Industries Storage Technology Corporation (Industrial products)	Livernois Automation Co., Ltd. Hewlett-Packard
ФРАНЦИЯ	Automobiles Peugeot	Automobiles Citroën
ВОСТОЧНАЯ ГЕРМАНИЯ	Daimler Benz Co., Ltd. Bayrisches Druckguss-Verk Thurner KG Co., Ltd.	Verband Deutscher Druckgiesereien Co., Ltd. Beguform-Werke
ШВЕЙЦАРИЯ	GebrBuhlerCo., Ltd. H-Weidmann Co., Ltd.	Bucher-guyer AC Co., Ltd.
ТАЙВАНЬ	Formosa Plastic Co., Ltd. Co., Ltd. For- mosa Chemicals and Fiber Co., Ltd. China Grinding Wheel Co., Ltd. Matsushita Electric (Taiwan) Co., Ltd. Chin Fong Machine Industrial Co., Ltd. (Metallic Press)	Nanya Plastic Fabrication Plywood and Lumber Co., Ltd. Sunrise Plywood Co., Ltd. Taiwan Fusungta Electric Co., Ltd. (Speakers) Super Metal Industry Co., Ltd.
НИДЕРЛАНДЫ	Philips	

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Книги Сигео Синго изданы тиражом более 40 тысяч экземпляров на многих языках. Для удобства все названия здесь приведены на английском языке, даже если они были изданы только на японском.

«Ten Strategies for Smashing Counterarguments,» *Sakken to Kyoryoku [Practice and Cooperation]*, 1938.

A General Introduction to Industrial Engineering. Japan Management Association, 1949.

Improving Production Control. Nihon Keizaisha, 1950.

Production Control Handbook (Process Control). Kawade Shobo, 1953.

Technology for Plant Improvement. Japan Management Association, 1955.

«Views and Thoughts on Plant Improvement», published serially in *Japan Management*, 1957. (Through the efforts of Mr. Gonta Tsunemasa, these essays were published together in a single volume by Nikkan Kogyo Shinbun.)

Plant Improvement Embodiments and Examples. Nikkan Kogyo Shinbunsha, 1957.

Don't Discard New Ideas. Hakuto Shobo, 1959.

Key Issues in Process Control Improvement. Nikkan Kogyo Shinbunsha, 1962.

Issues in Plant Improvement. Nikkan Kogyo Shinbun, 1964.

Techniques of Machine Layout Improvement. Nikkan Kogyo Shinbunsha, 1965.

Fundamental Approaches to Plant Improvement. Nikkan Kogyo Shinbunsha, 1976.

«The Toyota Production System — An Industrial Engineering Study,» published serially in *Factory Management* (Nikkan Kogyo Shinbunsha), 1979.

A Systematic Philosophy of Plant Improvement. Nikkan Kogyo Shinbunsha, 1980.

The Toyota Production System — An Industrial Engineering Study. Nikkan Kogyo Shinbunsha, 1980. (Editions in English, French and Swedish have also been produced.)

The Single-Minute Setup — A Fundamental Approach. Japan Management Association, 1983.

«180 Proposals for Plant Improvement (Sayings of Shigeo Shingo),» published serially in *Factory Management* (Nikkan Kogyo Shinbunsha), 1980-83.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Американская производственная система 200

Анализ Парето 155-156

Б

Безопасность 160, 176, 209, 273, 276, 281, 287, 297

В

Внеоперационные действия 35, 36, 37, 50

Время

наладки 42, 43, 46, 87, 130, 224, 231, 239, 264, 281

обработки 84, 133, 197

Внешняя наладка 48, 53, 211, 224, 235, 254, 257, 297, 318

Внутренняя наладка 48, 53, 235, 257, 263, 318

Высота штампов *см.* Унификация высоты штампов

Г

Гибкое производство 23, 138

Гибочный инструмент

гибочный штамп 266, 273, 276

З

Замена

бункеров 123

конечных выключателей 102, 241

наконечников на установке точечной сварки 268

патронов на токарном станке 183

резцов на токарном станке 70, 97, 141, 168, 170

смола 82, 123-124

формователей 290-291

экструзионных насадок 288-289

Запасы 39, 44, 46, 95, 127, 128, 135, 152, 223, 253, 281

Затраты на внедрение 105, 142, 144, 173, 176, 209, 307

Здоровье и безопасность *см.* Безопасность

И

Избыточные запасы *см.* Запасы

Изучение производственной системы Toyota *см.* Производственная система Toyota

Исключение

задержек из-за погрузчиков 209, 232

корректировок 102, 106, 110, 115, 156, 168, 248
наладки загрузочных паллет 217
поиска инструмента 176, 203, 298
простоев 132
регулировок 86, 89, 209, 214, 261, 290
смены штифтов 247

Использование контрольных таблиц 58

К

Канбан 167, 256, 257, 334 *см. также* Производственная система Toyota
Крепление методами механического смыкания 82-85
Кружки контроля качества 95, 155 *см. также* Производственная система Toyota

М

Маккормик Сайрус 21

Метод

«в одно касание» 94, 99, 103, 140, 156, 157, 169, 192, 202, 218, 235, 236, 240-241, 245, 248, 261, 263, 266, 269, 289, 292, 307, 311
крепления без болтов 140, 245, 311-313, 314-315, 317, 318, 319, 323
воздушной подушки 105, 113, 210
грушевидного отверстия 78, 79, 204
использования энергии пресса 106
вилочных погрузчиков 104
корректировки высоты инструмента 106, 109
крепления пресс-форм 82, 119
непрерывного потока материалов 224, 228-229
опорных подушек 104
поворотных держателей инструмента 104
предварительного подогрева 124, 298, 304, 318
позиционирования штампов 244-245
прямой установки функциональных зажимов 77, 168, 264
резиновой подушки 104
рольганга 104, 209, 243, 321-322
сегментной резьбы 79-80
циркуляционный 104

Механическая обработка 48, 68, 98, 102, 158, 170, 202, 260, 333

Министерство внешней торговли и промышленности Японии 271

Многошпиндельный сверлильный станок 55, 84, 91, 100, 101, 203, 210, 327

Н

Незавершенное производство (НЗП) 100, 133, 165

Ноль дефектов 197, 330, 334

О

Объем партии 42, 45, 134, 253, 325

П

Перевод внутренних операций наладки во внешние *см.* Внешняя наладка, Внутренняя наладка

Переналадка

«в одно касание» *см.* Метод «в одно касание»

жесткие улучшения 255

мягкие улучшения 252

Переход от SMED к OTED 261

Послеоперационная корректировка как часть операции установки 34

Производственная система Toyota 49, 163, 164, 165, 167, 175, 200, 221, 242, 249, 328, 338

Промежуточные приспособления 72, 168, 307

Пять S 12, 17, 201, 243

С

Сварочные операции 147-148, 216, 218, 230, 240, 268

Система наименьшего общего кратного 94, 103, 107, 261

Снижение требований к квалификации персонала 46, 98, 131, 137, 325

Сокращение времени наладки 103, 167, 182, 243, 251, 266, 325 *см. также* Время наладки

Стандартизация 64, 271

инструментов 222, 245

пресс-форм 119, 155

см. также Унификация

Т

Тайити Оно 49, 165, 329 *см. также* Производственная система Toyota

Тейлор Фредерик 21

Точно вовремя 22, 25, 165, 201, 242

Транспортировка 104, 109, 113, 116, 118, 235, 238, 244

У

Уитни Эли 21

Универсальный токарный станок 186-187, 194

Уорн Джек 22

Унификация

высоты 66, 110, 113, 119, 180, 258, 313, 320

формы 222, 239

функций 65

штампов 65, 68, 263, 273

Уставки 65, 86, 89, 92, 103

Устранение корректировки осевых линий и базовых плоскостей 87, 89, 93
Устройство нанесения консистентной смазки 143, 179

Ф

Форд Генри 21
Формователи 290-291
Функциональные фиксаторы 96, 97, 186, 214, 248
Функциональный контроль 68, 196, 255, 333
Хавьер Каршер 136
Фултон Роберт 21

Ц

Центровка 52, 62, 65, 71, 93, 109, 112, 118, 198, 209, 300
Циркуляционный метод *см.* Метод

Ш

Штампы 119, 128, 214, 230, 244-245, 257, 275, 281, 319, 323

Э

Эдисон Томас 21

Bridgestone 135, 285, 336
Citroln 30, 127, 128, 131, 136
D Plastics 89, 129, 131
Federal Mogul 30, 79, 334, 337
Glory Industries K.K. 263, 265
Hitachi, Ltd 135, 332, 336, 337
H-Optics 91, 98
Iron Works 98
K Electric 116
K Industries 100, 128
Kubota, Ltd. 199, 336
Kyoei, Kogyo K.K. 271, 336, 337
M Electric 99, 115, 116-117, 128, 133, 326
M Electric's Television 325
M Heavy Industries 183
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd 141, 147, 155, 157, 333, 334, 336, 337
Mitsubishi Heavy Industries 29, 48, 55, 326, 333, 336
Nippon Kogaku K.K. 181-197, 336, 337
Nippondenso 22
O Industries 118

Omark Industries 22, 135, 337

Precision Instruments 93

S Electric 128

S Pen 124

T.H. Kogyo K.K 251, 262

Toyota 49, 51, 55, 95, 163, 211, 221, 251, 325, 329, 332, 333, 334, 335, 336

Tsuta Machine & Metals Co., Ltd. 295

Volkswagen 40, 69

Weidmann 337

Y Metals 131

Синго Сигео

**БЫСТРАЯ ПЕРЕНАЛАДКА:
революционная технология
оптимизации производства**

Технический редактор *Н. Лисицына*
Корректор *И. Голубева*
Компьютерная вестка *Е. Колесников*
Художник обложки *М. Соколова*

Подписано в печать 14.09.2006. Формат 70 × 100 ¹/₁₆.
Бумага офсетная № 1. Печать офсетная.
Объем 22 печ. л. Тираж 2000 экз. Заказ № .
Альпина Бизнес Букс
123060 Москва, а/я 28
Тел. (495) 105-77-16
www.alpina.ru
e-mail: info@alpina.ru