



Автономная некоммерческая организация
«Федеральный центр компетенций в сфере производительности труда»
(Федеральный Центр Компетенций)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор Федерального
Центра Компетенций

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП,
хранится в системе электронного документооборота
Федерального Центра Компетенций

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат fa99b109b8b0587487d9c3748304d07bb913b27f
Владелец **Соломон Николай Иосифович**
Действителен с 14.02.2024 по 14.05.2025

Н.И. Соломон
16.12.2024

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

МУ-53-2024

Быстрая переналадка (SMED)

Редакция № 3

© ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ, 2024

Москва
2024 г.

Предисловие

1. РАЗРАБОТАНЫ Автономной некоммерческой организацией «Федеральный центр компетенций в сфере производительности труда» (далее – ФЦК).
2. ВВЕДЕНЫ в действие Генеральным директором ФЦК 01.01.2025.
3. ВВЕДЕНЫ взамен методических указаний № МУ-03-2024 «Быстрая переналадка (SMED), редакция № 2», утвержденных Генеральным директором ФЦК 06.02.2024.
4. СРОК ДЕЙСТВИЯ – до замены новыми.
5. По вопросам, связанным с применением методических указаний «Быстрая переналадка (SMED)», редакция № 3», следует обращаться в Отдел отраслевых решений и методологии ФЦК dep-methodology@pptrf.ru.

Содержание

1. Введение	4
2. Термины, сокращения, определения.....	4
3. Нормативные ссылки.....	5
4. Общая информация	5
4.1. Влияние переналадки на эффективность оборудования.....	5
4.2. Концепция быстрой переналадки (SMED).....	5
4.3. Стратегия оптимизации переналадок	6
4.4. Показатели эффективности процесса.	7
5. Последовательность реализации SMED.....	7
5.1. Выбор объекта улучшения.....	8
5.2. Создание рабочей группы.	9
5.3. Фиксация текущего состояния процесса.....	10
5.4. Анализ текущего состояния процесса переналадки.....	11
5.5. Формирование целевого состояния процесса переналадки	13
5.6. Стандартизация переналадки.	17
6. Совершенствование переналадки.	18
Приложение № 1 Карта наблюдения переналадки.....	19
Приложение № 2 Стандарт переналадки (пример заполнения).....	20
Приложение № 3 Стандарт 5С тележки для переналадки (пример заполнения)	21
Приложение № 4 Сокращение внутренних операций.....	22
Приложение № 5 Сокращение настроек, регулировок	24
Приложение № 6 Сокращение внешних операций	26
Приложение № 7 Применение параллельных операций	27
Приложение № 8 Перечень мероприятий по усовершенствованию SMED	28

1. Введение

1.1. Методические указания «Быстрая переналадка» (далее – МУ) предназначены для применения в рамках программы повышения производительности труда (далее – Программа), реализуемой участниками федерального проекта «Производительность труда» (далее – федеральный проект).

1.2. МУ описывают этапы, которых следует придерживаться при внедрении быстрой переналадки.

1.3. Пользователями МУ являются предприятия-участники федерального проекта Автономная некоммерческая организация «Федеральный центр компетенций в сфере производительности труда» (далее – ФЦК), региональные центры компетенций (далее – РЦК), а также предприятия, реализующие проекты по улучшениям в рамках федерального проекта и региональных проектов «Производительность труда» (далее – региональный проект).

2. Термины, сокращения, определения

Быстрая переналадка (SMED) – (Single-Minute Exchange of Die) – технология по оптимизации процесса переналадки оборудования для перехода от производства одного вида изделий к другому за максимально короткое время.

Время переналадки – время простоя оборудования между завершением производства последнего изделия предыдущей партии до выхода из производства первого годного изделия следующей партии после переналадки.

Этапы переналадки:

- **внешние операции** – часть операций переналадки, которые осуществляются без остановки производственного процесса (подготовительные и заключительные операции), не входят во время переналадки;

- **внутренние операции** – часть операций переналадки, которые можно осуществить только при остановке производственного процесса, входят во время переналадки;

- **настройка** – работа для обеспечения точности обработки и выхода качественного изделия, исправления неполадки, осуществляемая с остановкой производственного процесса.

Время протекания процесса (ВПП) – Время прохождения продукта от момента поступления сырья до выхода готового изделия через все стадии обработки, включая ожидание при хранении в виде запасов, как между операциями, так и на складе готовой продукции.

Всеобщий уход за оборудованием (Total Productive Maintenance, TPM) – концепция управления производственным оборудованием, нацеленная на повышение эффективности его использования, непрерывное улучшение процессов технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта, работу по принципу «ноль дефектов», систематическое устранение всех источников потерь.

Доступность (Availability, A) – фактор эффективности оборудования, представляющий % операционного времени в планируемом производственном времени.

Карта потока создания ценности (КПСЦ) – графическая схема, изображающая взаимосвязи этапов материального и информационного потоков по преобразованию сырья в готовую продукцию или по оказанию услуг, удовлетворяющую требованиям конечного потребителя.

Качество (Quality, Q) – фактор эффективности оборудования, представляющий % продукции годного качества в общем объеме выпущенной продукции.

Незавершенное производство (НЗП) – продукция, не прошедшая все стадии обработки, предусмотренные технологическим процессом, а также изделия некомплектованные, не прошедшие испытания и техническую приемку.

Общая эффективность оборудования (Overall Equipment Effectiveness, OEE) – система анализа общей эффективности работы оборудования, предназначенная для контроля и повышения

эффективности производства и основанная на измерении и обработке конкретных производственных показателей.

Переналадка – все операции (например: замена пресс-форм, режущего инструмента, приспособлений, заготовки, тары, изменение режима обработки), которые необходимо провести для перехода с производства одного вида изделий на другой, при замене оснастки или при проведении типовых ремонтных работ.

Производительность (Performance, P) – фактор эффективности оборудования, представляющий % идеального времени цикла в фактическом времени цикла.

Производственный анализ (ПА) – мониторинг отклонений выпуска продуктов или услуг от целевых показателей. Проводится на ключевых этапах процесса с целью выявления коренных причин отклонений и их устранения.

«Узкое место» – производственный ресурс, ограничивающий производительность всего потока.

3. Нормативные ссылки

Ссылка	Наименование документа
[1]	МР «Анализ эффективности оборудования»
[2]	МУ «5С в производстве»
[3]	МУ «Стандартизированная работа»
[4]	МР «Развёртывание TPM»
[5]	МУ «Составление карт потоков по производству продукции»

4. Общая информация

4.1. Влияние переналадки на эффективность оборудования.

Оборудование составляет значимую часть основных фондов предприятия и его обслуживание и развитие требует значительных инвестиций, поэтому оно должно использоваться с максимальной эффективностью.

Одним из факторов, оказывающих значительное влияние на доступность оборудования, являются переналадки. В рамках традиционного подхода для повышения общей эффективности оборудования количество переналадок стараются минимизировать, увеличивая при этом размер обрабатываемых партий. При этом данный подход имеет значительные недостатки.

Потери из-за переналадок, настроек и регулировок оборудования относятся к потерям времени с момента окончания производства предыдущей партии до момента получения первого годного изделия следующей партии.

Переналадка состоит не только из операций по демонтажу / монтажу оснастки, но и из подготовительных работ. В процесс подготовки входят очистка станков, подгонка и проверка функционирования, кроме того, много времени уходит на поиск нужных инструментов и приспособлений, отвинчивание и завинчивание болтов и гаек и т. д.

Потери при замене режущего инструмента – это временные потери при плановой и внеплановой замене режущего инструмента, связанной с их износом и выходом из строя, а также потери в объеме производства (дефекты и переработка), возникающие перед и после замены инструмента.

4.2. Концепция быстрой переналадки (SMED).

«Быстрая переналадка» – один из многих методов «Бережливого производства», представляющий собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования.

Целью внедрения «Быстрой переналадки» является устранение или сокращение потерь, связанных с переналадками.

Задачи быстрой переналадки:

- сократить простои оборудования;
- сократить запасы незавершенного производства;

- снизить затраты на обслуживание оборудования;
- повысить работоспособность оборудования.

Внедрение «Быстрой переналадки» дает следующие преимущества:

- **гибкость**: предприятия могут быстро реагировать на изменяющиеся требования заказчиков;
- **сокращение сроков поставки**: производство малыми партиями сокращает сроки поставки;
- **улучшение качества**: сокращение запасов дает сокращение дефектов и повреждений при хранении и транспортировке. SMED сокращает также потери за счет уменьшения возможности ошибок при переналадке и исключения пробных партий при переходе на новое изделие;
- **повышение производительности**: сокращение времени переналадки позволяет снизить простой оборудования, что означает увлечение отдачи от него;
- **сокращение НЗП** – на сколько же, во сколько удалось ускорить переналадку: экономия средств, замороженных в НЗП;
- **не всегда требуются высококвалифицированные наладчики**: так как процесс наладки становится проще, ее может выполнять оператор или другой рабочий без большого опыта и квалификации.

Если процесс переналадки занимает мало времени, то переналадку можно проводить так часто, как это требуется клиенту, т. е. производить продукцию малыми партиями.

Минусы большой партии:	Минусы переналадок:
- излишние запасы полуфабрикатов и готовой продукции; - тара, транспортировка (техника, люди) и складирование (площади, оборудование) избыточных запасов; - ухудшение оборачиваемости капитала; - ухудшение гибкости производства для обеспечения разнообразия ассортимента выпускаемой продукции.	- отвлечение (лишние трудозатраты) персонала на переналадку; - снижение производительности оборудования из-за остановок; - наладочный брак, дополнительный расход материалов.

Основные принципы снижения времени переналадки:

1. Устранение операций.
2. Объединение операций.
3. Уменьшение длительности.
4. Упрощение действий (механизация).

4.3. Стратегия оптимизации переналадок.

Для повышения эффективности производства оптимизацию переналадок необходимо проводить в виде циклического процесса, поэтапно снижая размер партии запуска и сокращая время переналадок.

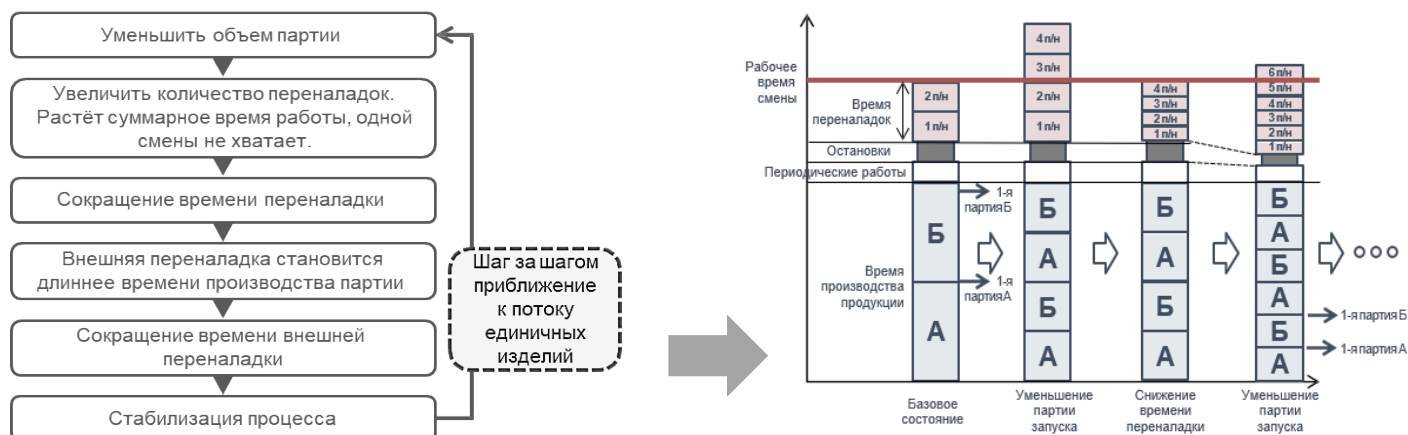


Рисунок 1. Стратегия повышения эффективности переналадок

Помимо сокращения времени самой переналадки нужно сокращать время производства продукции (ускорение машинного цикла), время периодических работ, время простоя

оборудования, снижать уровень брака. И высвободившееся время использовать для проведения переналадок.

Условия успешной реализации SMED – это применение методов сокращения времени переналадки и обучение участников процесса.

4.4. Показатели эффективности процесса.

Внедрение инструмента быстрой переналадки (SMED) влияет на показатель общей эффективности оборудования – OEE: при снижении времени переналадки, повышается «Доступность» (Availability, A) оборудования, а также «Качество» (Quality, Q) за счет снижения наладочного брака. Данные параметры являются составляющими при расчете показателя OEE.

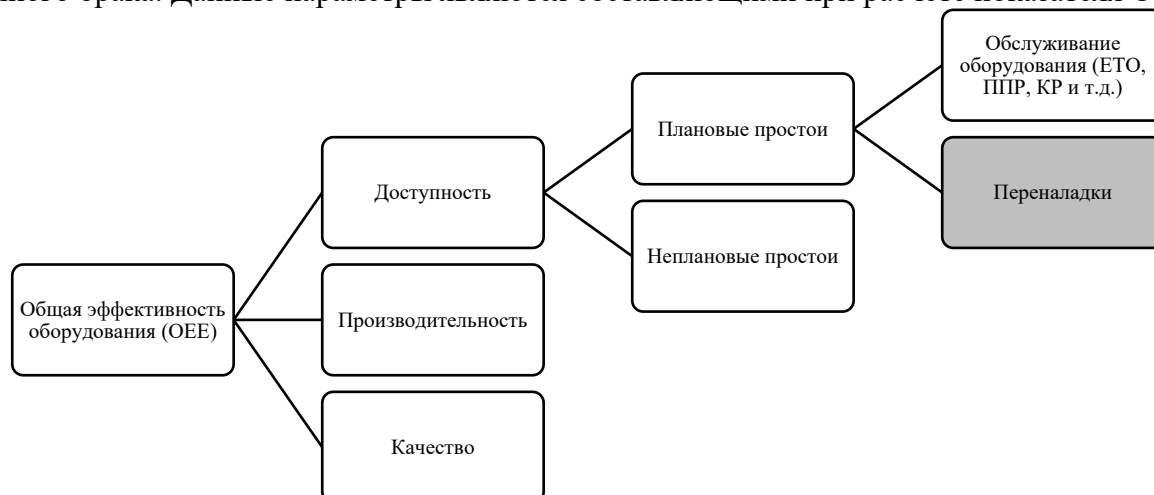


Рисунок 2. Влияние переналадок на доступность оборудования

Подробная методика расчета OEE представлена в МР «Анализ эффективности оборудования» [1].

В свою очередь, улучшение эффективности работы оборудования непосредственно влияет на ключевые показатели производственного потока такие, как:

- выработка;
- ВПП;
- НЗП.

Методика расчета показателей представлена в электронном курсе расчет показателей потока.

5. Последовательность реализации SMED

Для успешного внедрения на предприятии инструмента SMED следует придерживаться последовательности выполнения основных шагов, указанных в таблице № 3.

Таблица № 3. Последовательность реализации SMED

Подготовка	Выбор объекта улучшения
	Создание рабочей группы
Фиксация и анализ текущего состояния	Описание процесса переналадки (хронометраж)
	Распределение работ по внутренней и внешней переналадке
Формирование целевого состояния	Перенос работ из внутренней переналадки во внешнюю
	Сокращение времени внутренней переналадки
	Сокращение времени на настройку (в идеале до 0)
	Сокращение времени внешней переналадки
Стандартизация	Стандартизация переналадки
Непрерывное развитие	Совершенствование переналадки

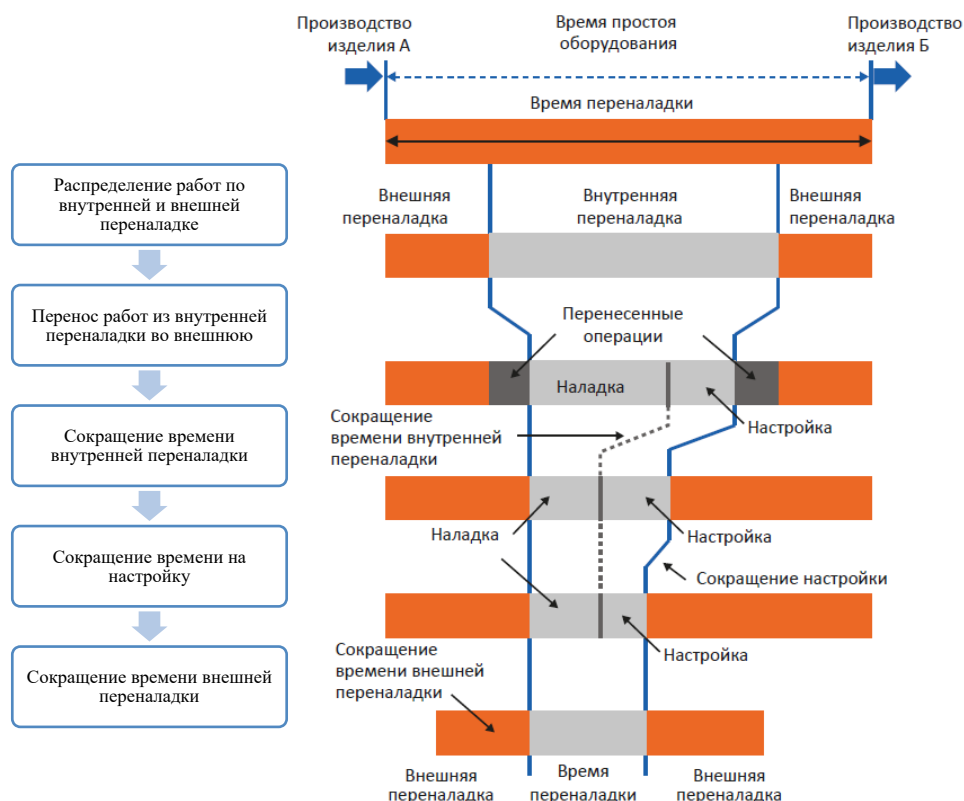


Рисунок 3. Схема изменения времени переналадки в процессе реализации этапов SMED

Сроки реализации SMED зависят от уровня сложности оборудования предприятия.

5.1 Выбор объекта улучшения.

Для выбора объекта улучшения необходимо провести анализ оборудования на предприятии для выявления критичных единиц («узких мест»). Необходимость внедрения SMED вытекает из результатов анализа текущей ситуации по потоку, т. е. картирования, проведенного хронометража или анализа эффективности оборудования (OEE).

Подробно процесс картирования описан в МУ «Составление карт потоков по производству продукции» [5]. Методика анализа эффективности оборудования представлена в МР «Анализ эффективности оборудования» [1].

Рекомендации по выбору объекта для применения SMED на предприятии:

1. Узкое место в процессе.
2. Трудоемкая переналадка, множество настроек и поднастроек оборудования.
3. Требуется участие узкоспециализированного сотрудника для проведения переналадки.
4. Множество наладочного брака.
5. Многономенклатурное производство, требующее большое количество переналадок.
6. Большое количество межоперационного НЗП, вызванное переналадками.
7. Переход с одного продукта на другой затрагивает большой объем узлов, механизмов и оборудования.
8. Риски по безопасности при проведении переналадки.

Примечание: также отдельные принципы SMED могут применяться при запуске оборудования в работу, проведении техобслуживания оборудования, в перерывах между сменами (при наличии).

Пример:

Текущее состояние КПСЦ

Поток: Производство комплектующих стойлового оборудования

Ответственный за поток

Дата разработки:

Дата реализации:

Составил:



1. Определение показателей потока									
Показатель	Ед. измерения	Перемещение краном	Лазерная резка	Транспортировка	Прессование формы	Транспортировка	Выпуска	Транспортировка	ИТОГО
НЗП	шт		240		240		240		720
Выпуск продукции в смену	шт	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
ВПП	секунды	550	4080	420	2640	120	1200	298	8758
Количество операторов	человек	1	1	1	1		1		4
Количество оборудования на 1 оператора	единиц	1	1	1	1		1		4
2. Определение времени цикла изготовления деталей (ТЦ)									
Показатель	Ед. измерения	Перемещение краном	Лазерная резка	Транспортировка	Прессование формы	Транспортировка	Выпуска	Транспортировка	
Количество изготавливаемой партии деталей	шт	240	240	240	240	240	240	240	
Время изготовления партии	секунды	550	4080	420	2640	120	1200	298	
ТЦ	секунды	2	17	2	11	0,5	5	1	
Выпуск продукции в смену	шт	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
Время выполнения сменного задания	секунды	2750	20400	2100	13200	600	6000	1490	
Время выполнения сменного задания 1 оператором	час	0,8	5,7	0,6	3,7	0,2	1,7	0,4	
3. Определение времени переналадки									
Показатель	Ед. измерения	Перемещение краном	Лазерная резка	Транспортировка	Прессование формы	Транспортировка	Выпуска	Транспортировка	
Время переналадки	секунды	0	780	0	4765	0	60	0	
Периодичность каждого пресса	в день	0	4	0	4	0	4	0	
Время переналадки в смену каждого пресса	час	0	0,9	0	5,3	0	0,1	0	

Рисунок 4. Определение узкого места в потоке производства изделий

Критерии данного узкого места:

- суммарно время выполнения сменного задания и время переналадок самое высокое в потоке;
- длительность переналадок превышает время выполнения сменного задания на 43 %.

5.2. Создание рабочей группы.

5.2.1. Определить состав рабочей группы из числа из сотрудников, заинтересованных в процессе оптимизации переналадки, обладающих необходимыми компетенциями и знаниями технологического процесса. Участники рабочей группы должны обладать полномочиями для принятия организационных решений по изменению процесса переналадки.

Примечание: Участники рабочей группы должны пройти обучение МУ «Стандартизированная работа» [3], иметь навыки проведения хронометражных наблюдений (электронный курс «Как проводить хронометраж»).

Рекомендуемый состав рабочей группы:

- специалист от производства – руководитель группы;
- операторы, работающие на оборудовании;
- специалист по бережливому производству – методический руководитель группы;
- специалист службы главного технолога (при наличии таковой);
- специалист службы главного механика и т. д.

5.2.2. Регламентировать деятельность рабочей группы:

– определить место и время проведения совещаний группы. Совещания должны проводиться на регулярной основе. Периодичность определяется индивидуально таким образом, чтобы участники рабочей группы успевали реализовать принятые решения. Оптимальная периодичность встреч – 1 раз в неделю;

– достигнутые в рамках встречи договоренности фиксируются, определяется срок и ответственный за исполнение;

– необходимо отслеживать эффективность реализованных мероприятий, вносить корректировки при необходимости;

– результаты деятельности рабочей группы должны регулярно представляться руководству предприятия. Оптимальная периодичность встреч – 1 раз в месяц.

5.2.3. Провести совещание рабочей группы, на котором обозначить:

- цель создания рабочей группы;
- регламент функционирования рабочей группы;
- принцип расчета целевых показателей и оцифровка целей, например среднее время переналадки;
- роли и ответственность участников рабочей группы.

5.3. Фиксация текущего состояния процесса.

Цель этапа – сбор первичной информации обо всех операциях по переналадке методом наблюдения за процессом, составление карты наблюдений процесса переналадки.

Данный этап предусматривает фиксацию всех работ по переналадке и времени их выполнения.

Рабочая группа выходит на производственную площадку и описывает текущее состояние, разбивая процесс на составляющие его элементы.

Далее проводится хронометраж / видеосъемка, параллельно фиксируются проблемы, влияющие на безопасность и время выполнения элементов. Подробная информация о том как проводить хронометраж указана в электронном курсе «Как проводить хронометраж».

В процессе наблюдения производится проверка соответствия порядка и содержания операций существующим стандартам переналадки и знание рабочими существующих стандартов переналадки.

Основные шаги:

1. Подготовить бланк карты наблюдения переналадки.
2. Распределить между участниками зоны охвата хронометража, включая вспомогательные операции.
3. Заполнить общую информацию о процессе: наименование участка / производственной линии, наименование оборудования, наименования изделий, с которых и на которые производится переналадка, дату и время хронометража, Ф.И.О. наблюдателя / ей.
4. Зафиксировать результаты наблюдений работ по переналадке (методом видеосъемки или хронометражных наблюдений):
 - действия, выполняемые операторами на оборудовании, и их продолжительность;
 - действия, выполняемые специализированным персоналом (ремонтниками, наладчиками и пр., привлекаемыми к процессу переналадки), и их продолжительность;
 - инструменты и материалы (наименование, количество), используемые для каждой операции при переналадке, при необходимости параметры технических условий переналадки (давление, температура и прочее);
 - в процессе хронометража зафиксировать все потери (ожидания запасных частей, людей инструмента, поломки, лишние перемещения и поиск материалов/инструмента и т.п.) и их продолжительность.
5. Заполнить карту переналадки, применяя следующие шаги:
 - расположить все действия по переналадке в хронологическом порядке;
 - нанести продолжительность всех действий на шкалу времени;
 - указать полное фактическое время переналадки и время фактического простоя оборудования.

Пример:

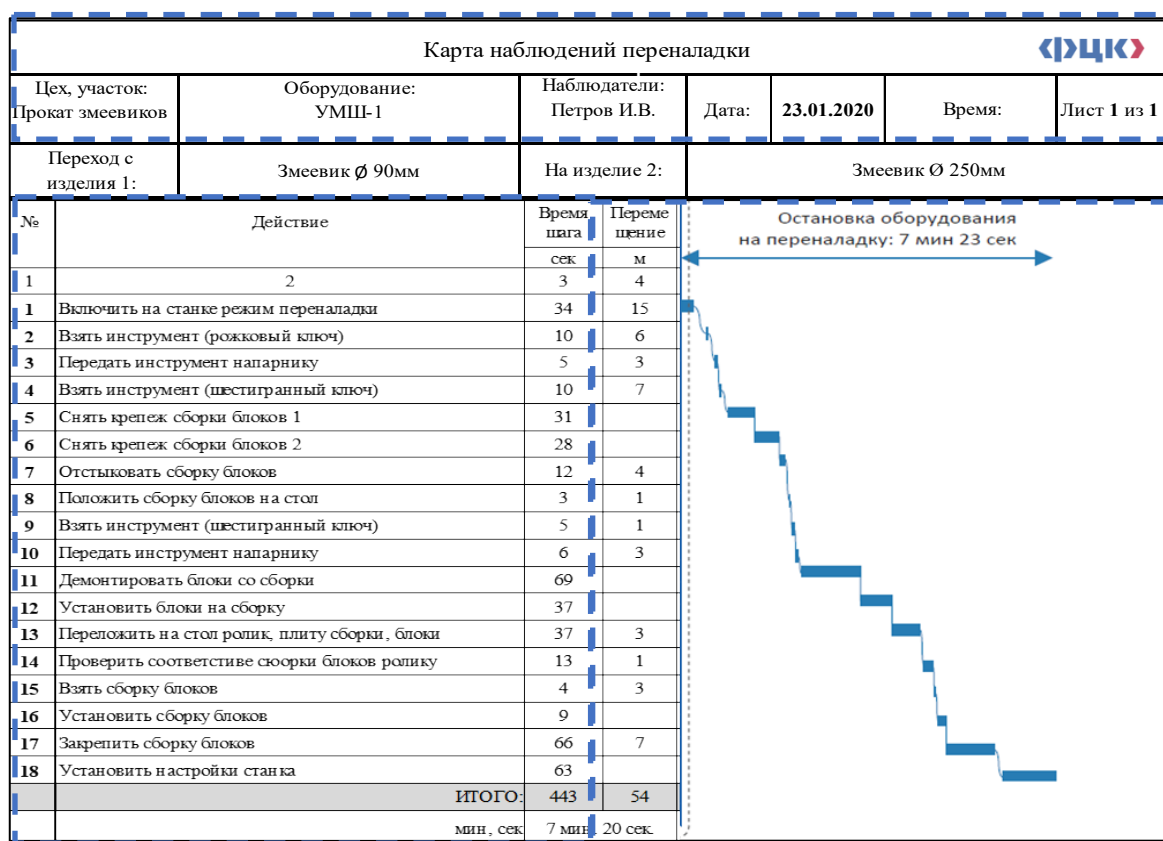


Рисунок № 6. Визуализация времени переналадки

Шаблон карты наблюдения переналадки представлен в приложении № 1.

5.4. Анализ текущего состояния процесса переналадки.

5.4.1. Распределение работ по внутренней и внешней переналадке.

Цель данного этапа – подготовка к выведению внутренней переналадки во внешнюю для сокращения времени простоя оборудования.

Для выполнения данного этапа необходимо проанализировать состав операций и определить операции, которые могут выполняться до остановки оборудования.

Основные шаги:

1. Выделить работы, которые можно вынести во внешнюю переналадку, т.е. работы, которые выполняются до остановки и после запуска оборудования **в текущих условиях**.

2. Выделить работы, которые необходимо зафиксировать как внутреннюю переналадку, т.е. работы, которые выполняются только при остановленном оборудовании, в том числе работы по обработке настроечной партии (пробная партия, предназначенная для проверки точности настроек оборудования в ходе переналадки).

3. Выделить работы / затраты времени, являющиеся явными потерями – ожидание запасных частей, людей, инструмента; поломки; лишние перемещения и поиски инструмента; лишняя транспортировка.

Пример:

Карта наблюдений переналадки									
Цех, участок: Прокат змеевиков		Оборудование: УМШ-1		Наблюдатели: Петров И.В.		Дата:	23.01.2020	Время:	Лист 1 из 1
Переход с изделия 1:		Змеевик Ø 90мм		На изделие 2:		Змеевик Ø 250мм			
№	Действие	Измерение		Вид работ					
		Время шага	Перемещение	Подгот-закл., вспом	Наладка	Регулировка, контроль	Перемещение	Поиск, ожидание	
		сек	м	Внешняя	Внутренняя	Настройка	Потери, сек		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	
1	Включить на станке режим переналадки	34	15		17		17		
2	Взять инструмент (рожковый ключ)	10	6		2		8		
3	Передать инструмент напарнику	5	3	2			3		
4	Взять инструмент (шестигранный ключ)	10	7	2			8		
5	Снять крепеж сборки блоков 1	31			31				
6	Снять крепеж сборки блоков 2	28			29				
7	Отстыковать сборку блоков	12	4		7		5		
8	Положить сборку блоков на стол	3	1		1		2		
9	Взять инструмент (шестигранный ключ)	5	1	3			2		
10	Передать инструмент напарнику	6	3	2			4		
11	Демонтировать блоки со сборки	69		69					
12	Установить блоки на сборку	37		37					
13	Переложить на стол ролик, плиту сборки, блоки	37	3		33		4		
14	Проверить соответствие сборки блоков ролику	13	1	11			2		
15	Взять сборку блоков	4	3		1		3		
16	Установить сборку блоков	9			9				
17	Закрепить сборку блоков	66	7		57		9		
18	Установить настройки станка	63				63			
ИТОГО:		443	54	126	187	63	67		
мин, сек		7 мин. 20 сек.		2,06"	3,07"	1,03"	1,07"		
%				28%	42%	14%	15%		
Внутренние операции Внешние операции Настройка									

Рисунок 7. Распределение работ на внутренние и внешние операции

Для первичного анализа потенциала сокращения переналадки, данные после распределения по категориям и выделения потерь можно представить в графическом виде.

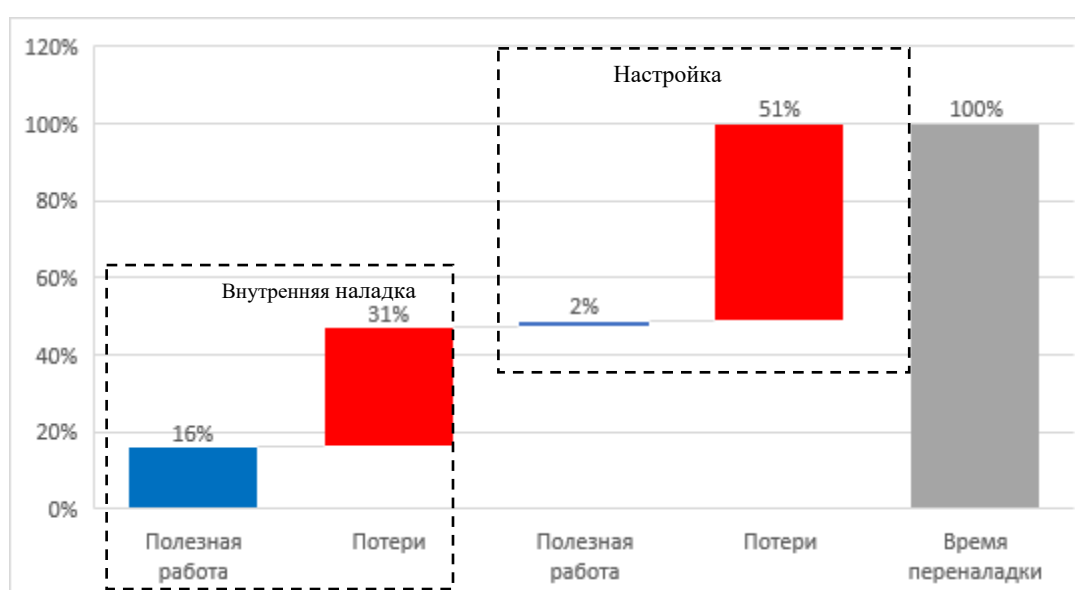


Рисунок 8. Анализ операций при переналадке

Анализ операций при переналадке показывает, что потери занимают значительную долю в общем времени переналадки – 82 %, и являются потенциалом для улучшений. Кроме этого, все подготовительные операции выполняются после остановки оборудования, что так же приводит к потере производительности.

5.5. Формирование целевого состояния процесса переналадки.

5.5.1. Перенос работ из внутренней переналадки во внешнюю.

Цель данного этапа – организовать мероприятия, которые позволят выполнять часть работ по переналадке параллельно с работающим оборудованием.

Основные шаги:

1. Выделить работы, которые можно вынести из внутренней во внешнюю переналадку **за счет реализации организационных или технических мероприятий**, такие как:

– подготовка необходимых условий эксплуатации заранее: разогрев форм для литья, пресс-форм, воды, красителей и т. п., откачка воздуха из пресс-формы для вакуумной формовки пластмасс и т.д.;

– использование промежуточных приспособлений, на которых предварительно центрируются, базируются и фиксируются детали оснастки, а затем производится замена всего комплекса приспособлений, например: столов, держателей инструмента, плит стандартного размера и т.п.;

– подготовка материалов, инструмента до остановки оборудования;

– уборка использованных штампов, оснастки, инструментов после окончания переналадки.

2. Провести тестирование эффективности выполненных мероприятий.

3. Зафиксировать работы, переведенные во внешние, в стандарте проведения переналадки.

Шаблон стандарта переналадки представлен в приложении № 2.

Примечание: для упорядочения данной работы необходимо составить полный список деталей и оснастки / инструмента, необходимых для всех видов переналадок.

Пример:

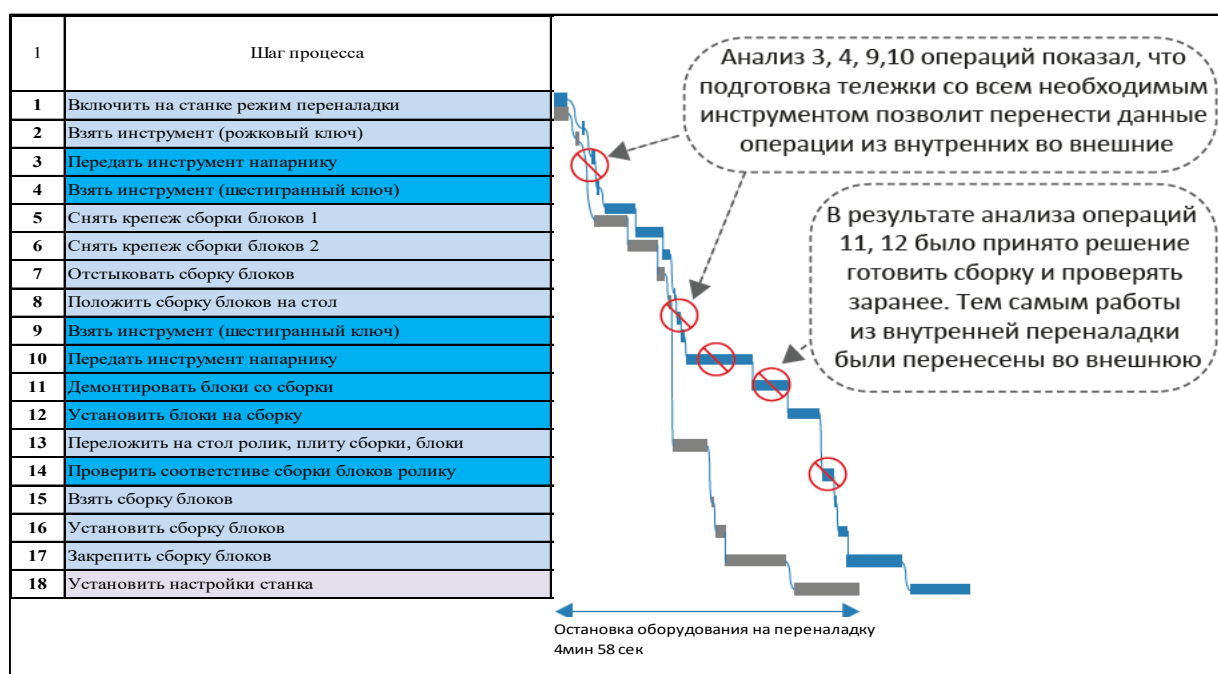


Рисунок 9. Перенос работ из внутренней переналадки во внешнюю

5.5.2. Сокращение времени внутренней переналадки.

Цель данного этапа – сократить время простоя оборудования за счет минимизации времени, необходимого на выполнение внутренней переналадки.

На данном этапе необходимо сократить продолжительность внутренней переналадки за счет выработки решений, позволяющих ликвидировать корректировки, настройки, выполнение упрощённых фиксаций, организация параллельного выполнения работ и т. п.

На этом шаге может потребоваться изменение конструкции оснастки и приспособлений, что повлечет необходимость привлечения значительных денежных средств.

Основные шаги:

1. Провести анализ работ, составляющих внутреннюю переналадку:

– при необходимости разбить сложные работы на элементарные (зажим, центровка, разметка, выброс, захват, удержание и т. п.);

– провести анализ возможности унификации элементарных работ и соответствующих им приспособлений, используемых в разных переналадках (позволяет минимизировать количество заменяемых деталей при переналадках, или отказаться от переналадки как таковой).

2. Рассмотреть возможность отказа от дополнительного инструмента (применить быстросъемные приспособления, зажимы и т. д.). Например, использовать одноповоротные фиксаторы, фиксаторы «одним движением», замковые фиксаторы, применять одни и те же зажимные устройства при различных наладках. Пример быстросъемных соединений представлен на рисунке 10.

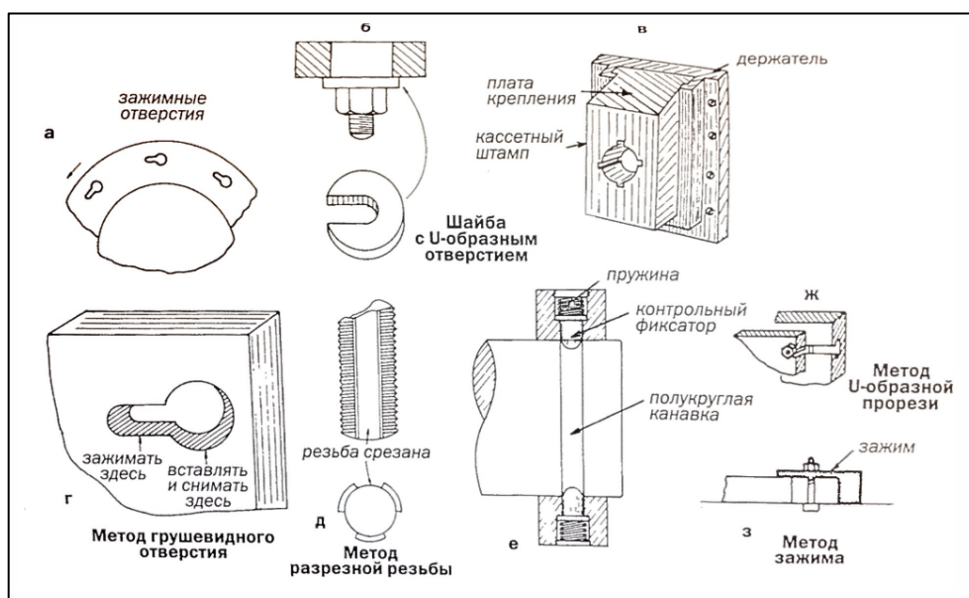


Рисунок 10. Примеры быстросъемных креплений

3. Оптимизировать движения и перемещения персонала во время переналадки.

4. Проанализировать возможность привлечения дополнительного персонала для переналадки, при этом необходимо минимизировать ожидания работниками друг друга.

5. Для станков с ЧПУ проанализировать и снизить время на автоматизированную смену инструмента.

Пример:

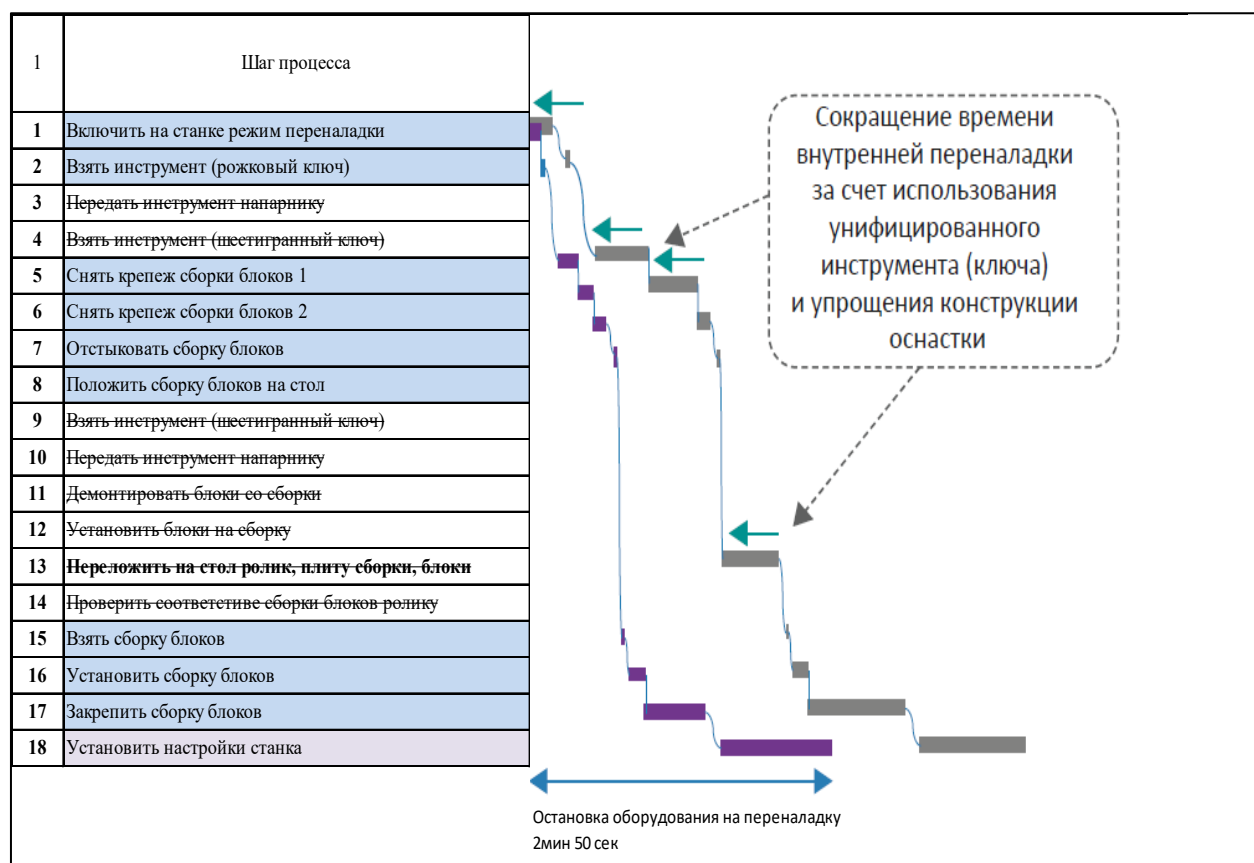


Рисунок 11. Сокращение внутренней переналадки

Одним из приемов снижения времени проведения внутренней переналадки может также являться организация рабочего места по системе 5С с целью минимизации операций, связанных с использованием инструмента, сменной оснастки, крепежей и т. п. Подробное описание организации системы 5С описано в МУ «5С в производстве» [2]. Пример организации рабочего места по 5С в рамках организации «Быстрой переналадки» представлен приложении № 3.

Примеры сокращения внутренних операций представлены в приложении № 4.

5.5.3. Сокращение времени на настройку.

Цель данного этапа – сократить время простоя оборудования за счет минимизации (в идеале – до нуля) времени, необходимого на настройку точности оборудования после завершения внутренней переналадки.

Необходимость в настройках возникает из-за недостаточной точности установки оснастки, настройки технологических режимов параметров работы оборудования (скорости резания, смыкания формы и т. п.). Как правило, операции по настройке повторяются несколько раз до тех пор, пока не будет получено годное изделие, что приводит к появлению «наладочного брака» и увеличению времени переналадки.

Нужно организовать установку сразу с требуемой точностью за счёт использования простых механизмов: калибровок, шаблонов, стопоров, направляющих.

Основные шаги:

1. Провести анализ всех действий, связанных с настройкой оборудования после завершения внутренней переналадки.

2. Рассмотреть возможность минимизации настройки (в идеале – полного отказа от регулировок):

- калибровка приспособлений и мест их установки (градуировка);
- использование циферблатных мерительных инструментов;
- применение шаблонов;
- стандартизация положения приспособления или детали.

Пример:

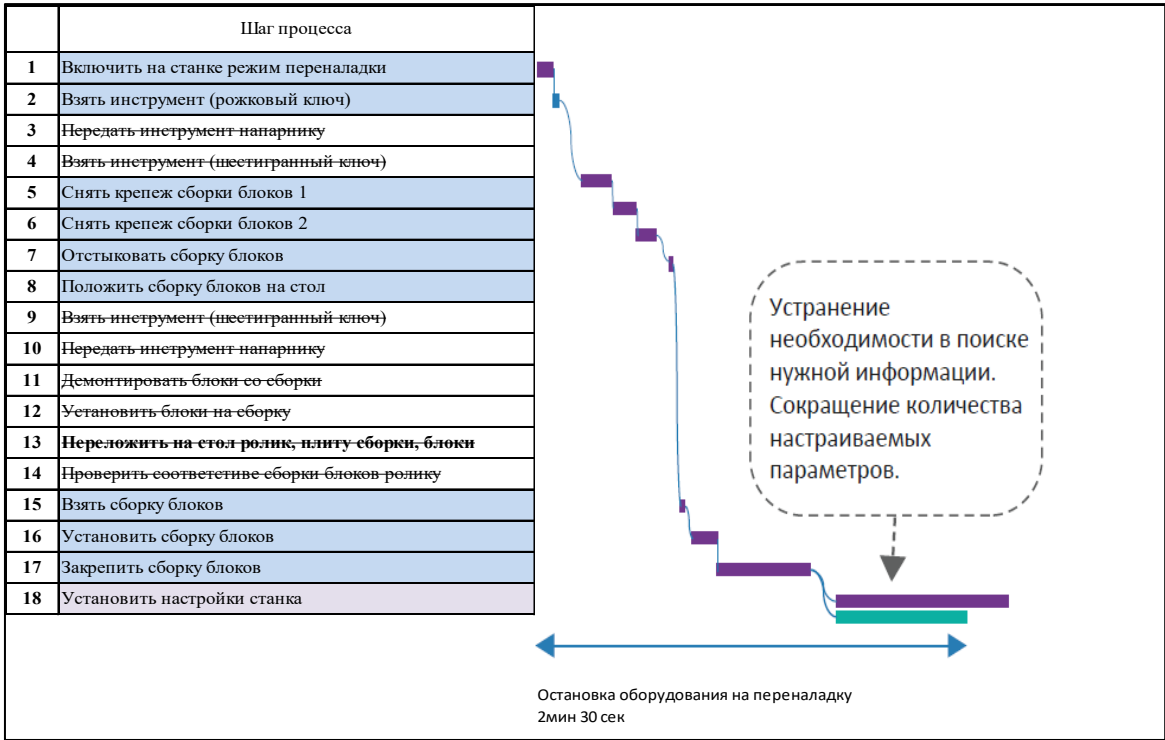


Рисунок 12. Сокращение времени настройки

Регулировка уровня опускания пресса происходит при помощи регулировочной черты, нанесенной на станину станка и угольника.

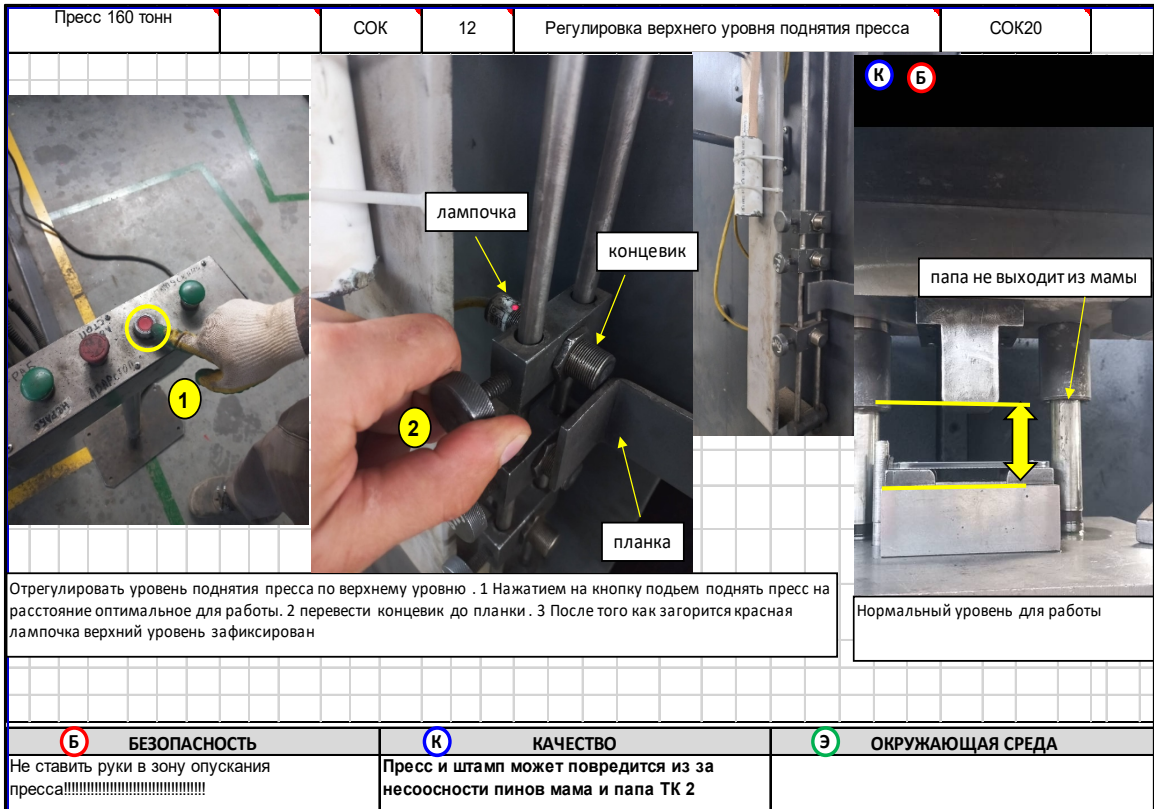


Рисунок 13. Пример регулировки верхнего уровня поднятия пресса

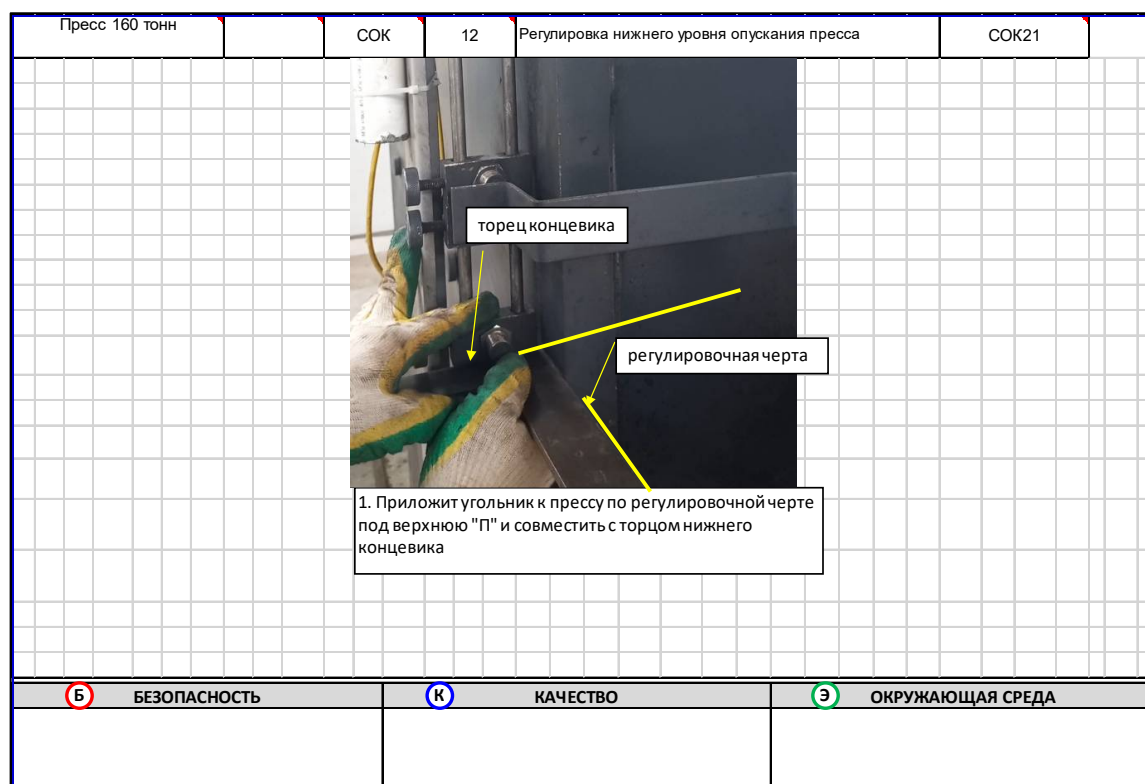


Рисунок 14. Пример регулировки нижнего уровня опускания пресса

Реализация мероприятий позволила производить настройку пресса за одну итерацию, без необходимости пробных включений и дополнительной настройки, снизив время остановки оборудования на 50 % от первоначального значения, до 562 сек.

Другие примеры сокращения регулировок и настроек представлены в приложении № 5.

5.5.4. Сокращение времени внешней переналадки.

Цель этапа – сокращение трудозатрат на операции по переналадке, которые проводятся параллельно с работой оборудования.

Основные шаги:

1. Провести анализ работ, выведенных во внешнюю переналадку, выполняемых до остановки оборудования или после его запуска.

2. Рассмотреть возможность сокращения времени и трудоемкости внешних переналадок, за счет следующих мероприятий:

- организовать хранение необходимых материалов (инструмент, приспособления, сменная оснастка) для переналадки в непосредственной близости от оборудования;

- разместить оснастку согласно частоте её использования, использовать цветовую маркировку для группировки по типам оборудования (описание как наносить цветовую маркировку представлено в МУ «5С в производстве» [2]), изменить способы и маршруты транспортировки оснастки от места хранения до оборудования;

- упростить операции внешней переналадки аналогично внутренней.

Примеры улучшений внешней переналадки приведены в приложении № 6.

5.6. Стандартизация переналадки.

Цель этапа – фиксация достигнутого состояния процесса.

Стандартизация переналадки предполагает закрепление разработанных решений по ускорению переналадки и установления их как единственного правильного варианта выполнения данной работы.

Стандартизация проводится после реализации всего комплекса мероприятий по организации целевого процесса и проведения повторного хронометража.

Основные шаги:

1. Сформировать последовательность операций переналадки.
2. Согласовать с исполнителями и заинтересованными службами.
3. Сформировать стандарт.
4. Заполнить шапку стандарта переналадки.
5. Заполнить таблицу, указав:
 - действие работника;
 - подробное описание действия;
 - исполнителя, выполняющего действие;
 - инструмент (оснастку, оборудование), при помощи которых производится действие;
 - время, за которое необходимо выполнить действие;
 - ключевые моменты, связанные с выполнением действия;
 - разместить фото (или схему), иллюстрирующее правильное выполнение действия.
6. Согласовать решения с работниками, осуществляющими переналадку.
7. Согласовать стандарт со специалистами, ответственными за организацию процесса переналадки.
8. Разместить стандарт переналадки на рабочем месте.

6. Совершенствование переналадки

Цель этапа – стабилизация времени переналадки, достижение целевых параметров производства (минимизация простоев на переналадку и / или минимизация партии запуска).

Процесс совершенствования процесса переналадки является непрерывным. Отклонения от стандарта при выполнении переналадки фиксируются в рамках ведения производственного анализа, рабочей группой проводится разбор причин отклонений и разрабатываются мероприятия. Также фиксируются все возникающие предложения по улучшению переналадки.

Пример:

Утверждаю: Директор по производству "___"_____.2023 Мероприятия по итогам проведения SMED на прессе 160 т					
N п/п	Мероприятия	Ответственный	Срок	Статус	Примечание
1	Подготовить предложение и разработать техническое задание на установку ловителей для фиксации штампа на столе	Иванов И.И.	20.03.2023	В работе	
2	Подготовить таблицу высот и предложение по их визуальному обозначению на прессе	Иванов И.И.	30.03.2023	В работе	
3	Подготовить предложение по напольному покрытию рабочей зоны для предотвращения скольжения	Петров А.А.	20.03.2023	Выполнено	
4	Нанести разметку помплектующих и оснастки на участке	Сидоров Н.Н.	25.03.2023	В работе	
5	Восстановить защитное ограждение пресса	Сидоров Н.Н.	30.03.2023	В работе	
6	Списать и вывезти на место хранения неиспользуемые штампы	Сидоров Н.Н.	30.03.2023	В работе	
7	Произвести покраску напольного покрытия места хранения штампов	Сидоров Н.Н.	30.03.2023	В работе	
8	Составить карту размещения штампов (разграничить зоны хранения штампов по принадлежности к прессам)	Петров А.А.	10.04.2023	В работе	
9	Нанести разметку и обозначить место хранения каждого штампа согласно карте размещения	Петров А.А.	10.04.2023	В планировании	
10	Доработать кассеты под заготовки с учетом удобной подачи заготовок	Иванов И.И.	15.04.2023	В планировании	
11	Обозначить места хранения крепежа в стеллажах и в столе пресса	Сидоров Н.Н.	15.04.2023	В планировании	

Рисунок 15. Пример перечня мероприятий по совершенствованию быстрой переналадки

Приложение № 1

Карта наблюдения переналадки

Карта наблюдений переналадки

Цех, участок:	Оборудование:	Наблюдатели: (ФИО)	Дата:		Время:	Лист _ из _
Переход с изделия 1:	Артикул/наименование	На изделие 2:	Артикул/наименование			

№	Действие	Измерение		Вид работ				
		Время шага	Перемещение	Подгот- закл., вспом.	Наладка	Регулировка, контроль	Перемещение	Поиск, ожидание
		сек	м	Внешняя	Внутренняя	Настройка	Потери	
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
	ИТОГО:							
	мин, сек							

Приложение № 2
Стандарт переналадки (пример
заполнения)

Стандарт переналадки пресса 160 тн						УТВЕРЖДАЮ Начальник цеха:	
Цех		2					
Участок							
Операция:		Регулировка пресса для изготовления верхней "П"					
№ документа							
Исполнители		Разработал	Согласовано	Согласовано	Средства индивидуальной защиты		
I	Оператор	Должность	Мастер	Механик	Нач. ОТК		
II		ФИО					
III		Подпись					
№	Действие	Описание действия	Исполнитель	Инструмент	Время	Ключевые моменты	Иллюстрация
1	Получение сменного задания подвоз тары с заготовкой и пустой тары к прессу	Получить сменное задание от старшего мастера или мастера на выполнение операций и необходимого количества изделий	I		120	Поставить тару с заготовкой и пустую тару под готовые изделия в зоны указанные стрелками	
2	Подвоз тележки для переналадки	Подвезти тележку для переналадки к прессу	I		18		
3	Доставка оснастки из шкафа	1. Взять необходимый штамп из ячейки и положить на тележку. Штамп для детали "передвижная П" №31. Если оснастка тяжелая использовать штабелер. 2. Подвезти оснастку на тележке к прессу	I		90	Внимание при выемки оснастки быть осторожным не подставлять ноги в зону возможного падения!	
4	Перевод тумблера в режим наладка	Перевести тумблер в положение Наладка поворотом рукоятки в право	I		3		
5	Включение двигателя	Нажать на кнопку запуск двигателя. После запуска загорится зеленая лампа сигнализирующая о запуске двигателя	I		3		
6	Поднятие концевиков выключения	Поднять концевик выключения №1 на расстояние которое позволит свободно выполнить установку верхнего и нижнего штампа	I		22	Обеспечить расстояние от станины до прессовой головки для свободной переналадки (рис. справа)	
7	Подъем пресса	Поднять прессовую головку на высоту переналадки согласно СОКЗ	I		8		
8	Установка штампа на пресс	Переместить нижнюю и верхнюю часть штампа на пресс. Если оснастка тяжелая то привезти ее при помощи штабелера	I		15		
9	Установка буфера на штамп	1. Закрутить буфер в нижнюю часть штампа от руки 2. Притянуть буфер с помощью ключа №27	I		36		
10	Установка нижней части в сборе с буфером на пресс	Установить нижнюю часть пресса в сборе с буфером в станину пресса	I		13		
11	Установка нижней части в сборе с буфером на пресс	Смазать направляющие папа смазкой "солидол" смазка находится в ящике для переналадки	I		10		



Приложение № 2
Стандарт перенала

Приложение № 3
Стандарт 5С тележки для
переналадки (пример заполнения)

5С: СТАНДАРТ РАБОЧЕГО МЕСТА										
Цех/участок: Штамповка			N	1	2	3	4	5	6	7
	Дата изменения									
Рабочее место/процесс: Тележка для переналадки	Согласовано:	Нач. цеха /смены	Петров И.							
		Мастер	1	Шильов А.						
			2	Фролов В.						
			3							
		Вспомогательные подразделения								

Стандартная планировка рабочего участка (эскиз/фото)



1. Тележка для переналадки
2. Инструмент для переналадки.
3. Тара с гайками.
4. Тара со шпильками.
5. Пластины.
6. Шайбы.
7. Ступеньки.

Описание стандартной планировки

1. Тележка стоит в обозначенном месте после переналадки.
2. Ключи в тележки расположены согласно стандарту.
3. Гайки лежат в обозначенной таре, есть запас.
4. Шпильки лежат в обозначенной таре, есть запас.
5. Пластины лежат в обозначенном месте, есть запас.
6. Шайбы лежат в обозначенном месте, есть запас.
7. Ступеньки лежат в обозначенном месте, есть запас.

Ежедневная деятельность о поддержанию стандартной планировки:

Место/№пп	Действие	Периодичность	Кто	Контроль
0. Рабочее место	Проверить наличие тележки и расположение всех необходимых предметов согласно стандарту.	в начале смены	Оператор/ наладчик	Мастер
1. Тележка для переналадки	После проведения переналадки и в конце смены вернуть тележку на стандартное место согласно фото 1.	после окончания переналадки и в конце смены	Оператор/ наладчик	Мастер
2. Инструмент для переналадки	Проверить наличие и исправность всех ключей согласно фото 2	в начале и в конце смены	Оператор/ наладчик	Мастер
3. Комплектующие для переналадки	Проверить наличие, целостность и количество согласно фото 3-7. При необходимости пополнить запас.	в начале и в конце смены	Оператор/ наладчик	Мастер

Примечание: при выявлении отклонений сообщить мастеру или бригадиру

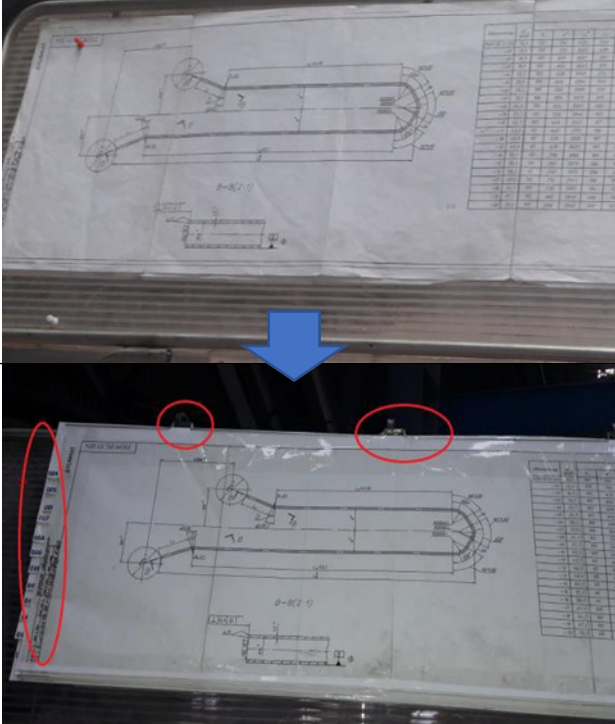
Приложение № 4
Сокращение внутренних операций

Проблема	Решение	Пример реализации
1. При проведении замены штамповой оснастки наладчику сначала приходилось при помощи крана снимать штамп и отвозить его на склад, а затем зацеплять новый штамп и устанавливать его на пресс.	1. Изготовлена болстерная плита с роликовыми планками, позволяющими проводить одновременно съём и установку штампа.	
	2. Пресс оснащен пневмоцилиндрами для подъема роликовых дорожек.	
	3. Внедрены с обеих сторон прессы позиционные тележки с роликовыми направляющими, позволяющие проводить одновременно съём и установку штампов.	
	4. Одновременный съём и установку штампа производится за счет скрепления их между собой специальной сцепкой.	

Проблема	Решение	Пример реализации
2. Длительное время на замывку лотка от старой краски при переходе на другой цвет на станке флексопечати.	Использование пленки поверх лотка. При переходе на другой цвет заменяется пленка, покрывающая лоток (снижение времени на операцию с 19 минут до 3 минут, – 84 %).	

Приложение № 5
Сокращение настроек,
регулировок

Проблема	Решение	Пример реализации
Штамп может встать на стол пресса, как угодно, и требуется ручная регулировка положения.	1. В штампы внесено изменение в виде «ласточкиного хвоста», а в столе пресса сделано отверстие под съемную шпильку – это позволило сократить время на фиксацию штампа.	
	2. В болстерной плите прорезали паз, по которому проходят шпильки, установленные с обеих сторон штампа, поэтому при установке штампа на плиту он не может сдвинуться с маршрута, установленного направляющим пазом. Когда штамп доходит до нужной позиции, передняя направляющая шпилька опускается в сделанное для неё углубление и штамп останавливается. После опускаются роликовые планки и штамп садится на дополнительные (пирамидальные) фиксаторы, тем самым занимая установленную ему позицию. Время центровки штампа 0 сек.	

Проблема	Решение	Пример реализации
Длительный поиск чертежей. Чертежи закреплены пачкой, либо расположены хаотично на столе. Наладчик долго перебирает чертежи в поисках нужного.	Чертежи размещены на откидных кольцах с выступающими закладками.	

Приложение № 6
Сокращение внешних операций

Было



Режущий инструмент удалён от р / м и хранится в стеллаже.



Наладчик получает мерительный инструмент в кладовой.



Наладочный инструмент хранится в ящике навалом.



Стало



Изготовлена подставка для режущего инструмента; размещена возле р / м.



Изготовлена подставка для мерительного инструмента, размещена возле р / м. Инструмент разложен и визуализирован.



Изготовлена тележка для инструмента. Инструмент разложен по размерам.

Приложение № 7

Применение параллельных операций

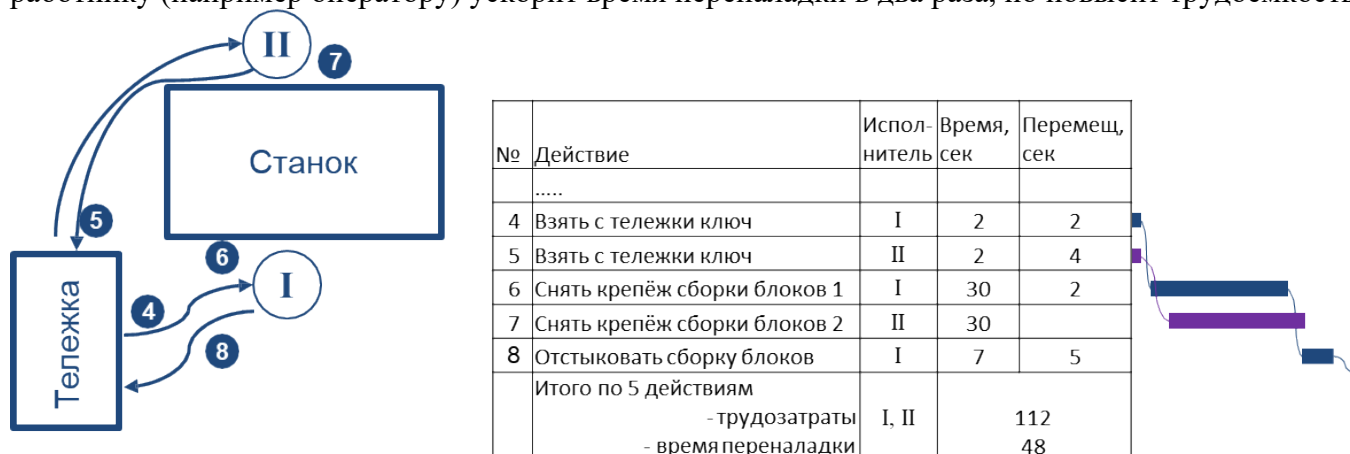
В случае, если сокращение времени переналадки критичнее некоторого увеличения трудозатрат, существенный эффект даёт применение параллельных операций.

Выполнение операции 1 оператором:



Выполнение операции 2 операторами:

Передача операции по снятию крепежа с тыльной стороны станка от наладчика другому работнику (например оператору) ускорит время переналадки в два раза, но повысит трудоёмкость



В большинстве случаев, ускорение переналадки даёт больший эффект для гибкости производства и снижения запасов, чем прирост трудозатрат на параллельные операции.

Приложение №8
Перечень мероприятий
по усовершенствованию SMED



Приложение № 8
Перечень меропри