



РОСАТОМ



Повышение производительной способности оборудования

2020 Москва



Содержание

Аннотация и область применения	3
Термины и определения	4
Введение	7
1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования	9
1.1 Изучение текущего состояния	9
1.2 Проведение наблюдения за работой оборудования и замеры времени	10
1.3 Расчет ПС единицы оборудования	12
1.4 Определение стратегии повышения выработки	14
2. Направления и мероприятия по повышению ПС	19
2.1 Типовые мероприятия повышения ПС оборудования	19
3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (производственной линии)	24
3.1 Общие сведения	24
3.2 Расчет ПС «узкого» места группы оборудования (производственной линии)	25
3.3 Разделение на зоны с помощью буферных запасов	27
Заключение	31
Приложение	32

Аннотация и область применения

- **Цель документа** – обеспечить методологическую поддержку сотрудникам Госкорпорации «Росатом» и организаций в контуре управления при картировании и оптимизации процессов.
- Методические рекомендации предназначены для применения в организациях, включенных в контур системного развития ПСР, пользователями являются руководители всех уровней управления (от линейных руководителей до ГД), а также координаторы ПСР в подразделениях и сотрудники ПО ПСР предприятий.
- Настоящие методические рекомендации разработаны взамен МР ПСР «Производительная способность линии».
- Применение данных методических рекомендаций персоналом любых других организаций не ограничивается. При обнаружении противоречий в используемой терминологии с отраслевой спецификой, следует пользоваться тем толкованием, которое верно с точки зрения конкретной отрасли. В случае обнаружения таких противоречий, необходимо проконсультироваться с экспертами из АО «ПСР», курирующих вашу организацию. Ответственность за правильное использование данных методических рекомендаций лежит на лице, их использующем.
- Ответственность за актуализацию методических рекомендаций несет АО «ПСР». В случае возникновения вопросов по данной методологии просим обращаться по адресу: psr@rosatom.ru
- Настоящие методические рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без ссылки на Госкорпорацию «Росатом» и АО «ПСР».

Термины и определения

- **Выработка** – объем продукции, выпускаемый оборудованием или производственной линией за определенный период времени (смена, сутки, месяц).
- **Расчетный объем выпуска** – запланированный объем выпуска в расчетное время работы оборудования.
- Фактический объем выпуска – объем фактически выпущенной продукции в расчетное время работы оборудования.
- **Время цикла (Тц)** определяется замерами фактического времени на изготовление 1 единицы.
- **Подготовительно-заключительное время (ПЗВ)** определяется путем определения времени, которое необходимо для подготовки оборудования к работе: проверка состояния и настройка оборудования, уборка рабочего места и др.
- **Время приема-передачи смены (пересменки)** – время, которое необходимо на прием и передачу смены (если характер работы носит непрерывный характер). Учитывается, если оборудование остановлено и/или не выдает необходимого количества продукции. При определении времени между сменами следует учитывать не только фактическое время приема-передачи смены, но и время, заложенное в ЛНА предприятия.
- **Перерывы** – период(ы) времени отдыха оператора в течение смены, установленный(е) ЛНА на предприятии и подразделении. Учитываются, если оборудование остановлено и/или не выдает необходимого количества продукции. При определении времени перерывов следует учитывать фактически суммарное время перерывов за смену и частоту и время регламентированных перерывов, установленных в ЛНА предприятия.

Термины и определения

- **Поломки** – неработоспособное состояние оборудования, при котором оно неспособно выполнить требуемую функцию из-за внутренней неисправности.
- **Простои** – временная приостановка работы оборудования по причинам технического и организационного характера.
- **Организационные простои** – простои, связанные с отсутствием и/или ожиданием информации, документов, распоряжений, решений, результатов контроля, необходимых материалов, полуфабрикатов, а также ожидания ремонтных служб, без которых начать работу на оборудовании (линии) не представляется возможным.
- **Технические простои** – простои, связанные с неработоспособностью оборудования из-за поломок или проведения планового ремонта (обслуживания).
- **Время ручной работы** – минимальное время на осуществление ручной работы на станке. (время на переход не включается, оператор работает без задержек). При наличии нескольких замеров выбрать минимальное время.
- **Время автоматической обработки** (в случае постановки и снятия детали вручную) – минимальное время от момента нажатия кнопки пуска до момента, когда станок завершит автоматическую обработку, остановится и придет в состояние, когда с него можно снимать деталь.
- **Машинное время цикла (МВЦ)** – минимальное время необходимое на производство 1 единицы изделия. Складывается из суммы времен ручной и автоматической работы.

Термины и определения

- **Периодическая работа** - минимальное время, которое уходит на работу, выполняемую с остановом оборудования – замена резца, проверка качества, обслуживание оборудования и т.д. При определении периодической работы необходимо также изучить ТД и РЭ в части требований к объему и методам контроля изделий, периодичности замены инструмента и оснастки, нормативов обслуживания оборудования. Периодическая работа не связана с циклом обработки.
- **Производительная способность (ПС)** единицы оборудования – это максимальный объем продукции которое способно произвести оборудование за определенный промежуток времени при идеальных условиях (отсутствие поломок, минимальное ПЗВ, минимальные времена ручных операций).
- **Доступное рабочее время (ДРВ)** – время на производство за вычетом времени на подготовительно-заключительные операции, пересменки, регламентированные перерывы.
- **Общая эффективность оборудования (ОЭО)** – отношение фактической выработки к запланированной в течение выбранного периода времени. Общая эффективность оборудования – комплексный показатель, который зависит от КЭГ и величины простоев по причине организации.
- **Коэффициент эксплуатационной готовности (КЭГ)** – отношение доступного времени работы оборудования к рабочему времени с учетом запланированных мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту. Отражает величину потерь производительности, связанных с поломками и внеплановыми (техническими) простоями, браком, полученным на оборудовании.

Введение

Одна из часто решаемых задач на производстве - это увеличение объемов выпуска продукции (сменного/суточного).

Это задача решается 2 подходами

Подходы для повышения производительности персонала подробно описаны в методических рекомендациях «Стандартизированная работа» и «Линия с гибкой численностью». В данной методике рассматриваются подходы по увеличению объема выпуска методом повышения производительной способности оборудования.

Увеличение выпуска

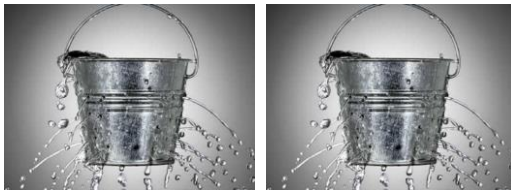
Экстенсивный подход

Не хватает производительности – закупим новое оборудование и увеличим штат

- Закупка дополнительного оборудования;
- Увеличение запасов в производстве;
- Привлечение дополнительного персонала;
- Введение дополнительных смен.



- Увеличение себестоимости
- Увеличение капитальных затрат
- Увеличение затрат на ФОТ



Эффективный подход

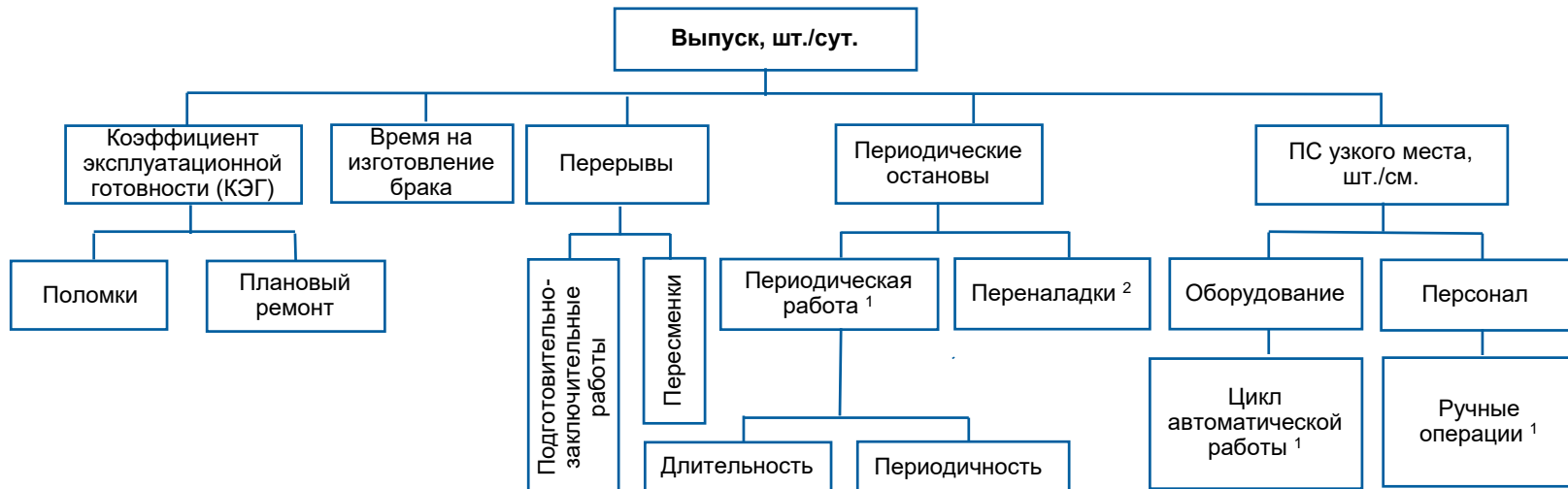
Повысить эффективность существующих ресурсов

- Работает ли оборудование на полную мощность;
- Отсутствуют ли простои оборудования
- Нет ли частых поломок оборудования



Введение

Ниже на схеме рассмотрены возможные факторы, влияющие на объем выпускаемой продукции единицей оборудования или производственной линией



Выбор направлений увеличения объема выпуска продукции зависит от причин, определенных по результатам изучения текущего состояния.

¹ - Подробное описание приведено в Методических рекомендациях «Стандартизированная работа»

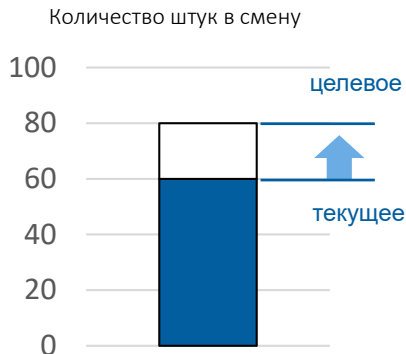
² - Подробное описание приведено в Методических рекомендациях «Производство малыми партиями»

1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

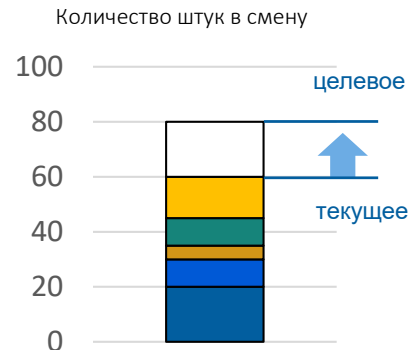
1.1 Изучение текущего состояния

1. В первую очередь необходимо зафиксировать фактический объем выпуска продукции (например за смену). В случае когда объем выпуска продукции нестабилен или существуют большие колебания объема выпуска проводится расчет среднего значения за фактический объем выпуска (например за месяц). Период выбирается в зависимости от типа производства, цикла изготовления, режима работы и т.д. Для большей достоверности берутся данные за как можно длительный период времени.
2. Определить целевое значение объема выпуска. Например, необходимое количество выпущенной продукции в месяц.
3. Исходя из сравнений фактического и целевого значений устанавливается значение увеличения объема выпуска.

Для единичного производства



Для много-номенклатурного производства



1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

1.2 Проведение наблюдения за работой оборудования и замеры времени

- Время цикла (Тц) на изготовление 1 единицы продукции;
- Подготовительно-заключительных работ (ПЗВ);
- приема-передачи смены и перерывов;
- Периодических работ;
- Поломок и простоев.

Время цикла (Тц) определяется замерами фактического времени на изготовление 1 единицы продукции несколькими способами:

- Фактическими замерами времени путем хронометража;
- Фактическими данными из журналов сменных заданий и производственного контроля
- Если присутствуют колебания времени цикла – необходимо разобраться с причинами колебаний.

Подготовительно-заключительное время (ПЗВ) определяется путем определения времени, которое необходимо для подготовки оборудования к работе: проверка состояния и настройка оборудования, уборка рабочего времени и др. Может определяться несколькими способами:

- Фактическими замерами путем хронометража в течение смены;
- Данными из нормативно-технической документации и других источников, определяющих регламент подготовительно-заключительных работ.

Время приема-передачи смены (пересменки) – время, которое необходимо на прием и передачу смены (если характер работы носит непрерывный характер). Учитывается, если оборудование остановлено и/или не выдает необходимого количества продукции. При определении времени между сменами следует учитывать не только фактическое время приема-передачи смены, но и время, заложенное в ЛНА предприятия.

1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

1.2 Проведение наблюдения за работой оборудования и замеры времени

Перерывы – период(ы) времени отдыха оператора в течение смены, установленный(е) ЛНА на предприятии и подразделении. Учитываются, если оборудование остановлено и/или не выдает необходимого количества продукции. При определении времени перерывов следует учитывать фактически суммарное время перерывов за смену и частоту и время регламентированных перерывов, установленных в ЛНА предприятия.

Периодическая работа - минимальное время, которое уходит на работу, выполняемую с остановом оборудования – замена резца, проверка качества, обслуживание оборудования и т.д.

При определении периодической работы необходимо также изучить ТД и РЭ в части требований к объему и методам контроля изделий, периодичности замены инструмента и оснастки, нормативов обслуживания оборудования. Периодическая работа **не** связана с циклом обработки.

Поломки – неработоспособное состояние оборудования, при котором оно неспособно выполнить требуемую функцию из-за внутренней неисправности.

Простои – временная приостановка работы оборудования по причинам технического и организационного характера.

Организационные простои – простои, связанные с отсутствием и/или ожиданием информации, документов, распоряжений, решений, результатов контроля, необходимых материалов, полуфабрикатов, а также ожидания ремонтных служб, без которых начать работу на оборудовании (линии) не представляется возможным.

Технические простои – простои, связанные с неработоспособностью оборудования из-за поломок или проведения планового ремонта (обслуживания).

1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

1.3 Расчет производительной способности (ПС) единицы оборудования

Производительная способность (ПС) единицы оборудования – это максимальный объем продукции который способно произвести оборудование за определенный промежуток времени при идеальных условиях (отсутствие поломок, минимальное ПЗВ, минимальные времена ручных операций).

Доступное рабочее время – время на производство за вычетом времени на подготовительно-заключительные операции, пересменки, регламентированные перерывы.

Время ручной работы - минимальное время на осуществление ручной работы на станке. (время на переход не включается, оператор работает без задержек, время не «перекрывается» временем автоматической обработки). При наличии нескольких замеров выбрать минимальное время.

Время автоматической обработки (в случае постановки и снятия детали вручную) - минимальное время от момента нажатия кнопки пуска до момента, когда станок завершит автоматическую обработку, остановится и придет в состояние, когда с него можно снимать деталь. *При определении автоматического времени необходимо также руководствоваться ТД и РЭ в части уточнения параметров режима работы и техническими параметрами оборудования (частота вращения, скорость перемещения исполнительных механизмов и т.д.)*

Машинное время цикла (МВЦ) – минимальное время необходимое на производство 1 единицы изделия. Складывается из суммы времен ручной и автоматической работы.

$$\text{Расчетная ПС единицы оборудования} = \frac{\text{Доступное рабочее время}}{\text{Время на изготовление 1 единицы продукции}} \quad (\text{шт./см.})$$

$$\text{Время на изготовление единицы продукции} = \underbrace{\text{время ручной работы} + \text{время автоматической работы}}_{\text{МВЦ (машинное время цикла)}} + \text{Периодическая работа (время работы/периодичность)}$$

1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

1.3 Расчет производительной способности (ПС) единицы оборудования

Машинное время цикла (МВЦ) – минимальное время необходимое на производство 1 единицы изделия. Складывается из суммы времен ручной и автоматической работы.

Периодическая работа – минимальное время, которое уходит на работу, выполняемую с остановом оборудования – замена резца, проверка качества, обслуживание оборудования и т.д. При определении периодической работы необходимо также изучить ТД и РЭ в части требований к объему и методам контроля изделий, периодичности замены инструмента и оснастки, нормативов обслуживания оборудования. Периодическая работа не связана с циклом обработки.

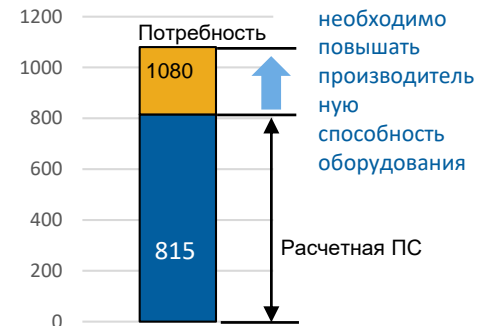
Пример расчета производительной способности единицы оборудования:

Входные данные: За 1 смену необходимо производить 1080 шт. продукции. Доступное рабочее время в смену составляет 450 мин. Время ручной работы на 1 деталь 3 сек., время автоматической работы 25 сек., время остановов в рамках периодической работы в пересчете на 1 единицу продукции 5,1 сек. (замена резца 0,6 сек, проверка качества 2,0 сек., остановка для обслуживания 2,5 сек.). Необходимо определить расчетную ПС оборудования и оценить возможность изготовления необходимого кол-ва продукции.

Решение:

Время на изг.
1 ед. продукции = $3+25+5,1=33,1$
сек.

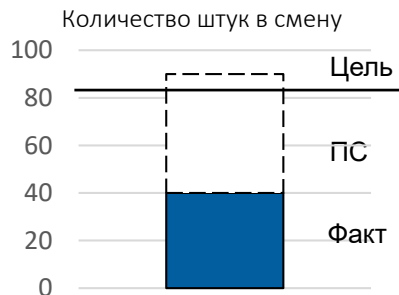
Расчетная ПС 450×60 сек.
1 ед. оборудования = $\frac{450 \times 60}{33,1 \text{ сек.}} = 815$ шт./см.



1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

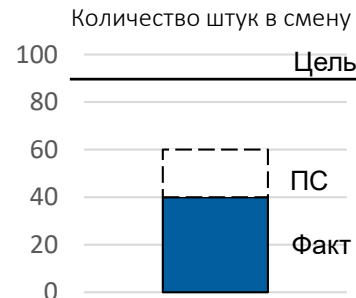
1.4 Определение стратегии повышения выработки

**ПС >
Целевого
выпуска**



В первом случае ПС хватает, чтобы обеспечить выполнение целевого выпуска, а фактической выработкой недостаточно. Достижение целевого объема реализуется за счет снижения организационных простоев, устранения поломок, снижения подготовительно-заключительного времени, периодических работ, переналадок.

**ПС <
Целевого
выпуска**



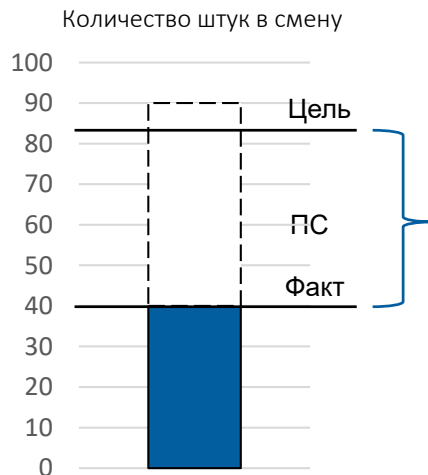
Во втором случае не хватает ПС оборудования, чтобы обеспечить выполнение целевого выпуска. Достижение целевого объема реализуется за счет снижения цикла автоматической работы станка, модернизации оборудования, ПО и т.д.

На этапе планирования стратегии повышения выработки в случае, когда необходимо увеличивать ПС, рекомендуется организовать параллельную работу 2 групп: технологической и организационной. Технологическая группа будет работать над уменьшением цикловых времен работы оборудования, организационная группа будет работать над уменьшением организационных простоев.

1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

1.4 Определение стратегии повышения выработки

При планировании мероприятий после изучения текущего состояния необходимо определить потери по каждому направлению в натуральных показателях. Для удобства и наглядности временно потери целесообразно перевести в потери в невыпущенной продукции.



После изучения текущего состояния необходимо понять, сколько мы теряем в производительности по каждому направлению, то есть чем обусловлена разница между фактической выработкой и расчетной ПС. **Например:**

- Поломками оборудования (20 шт./смену)
- Подготовительно-заключительные работы (15 шт./смену)
- Периодическая работа (15 шт./смена).

В зависимости от результатов изучения текущего состояния и найденного потенциала, по каждому направлению устанавливаются показатели для достижения целевого состояния. Например:

- Снижение поломок оборудования с 20 шт./см. до 5 шт./см.
- Подготовительно-заключительные работы с 15 шт./см. до 5 шт./см.
- Периодическая работа с 15 шт./см. до 0.

При планировании мероприятий по повышению ПС следует учесть, что оптимизация по направлениям начинается там, где есть максимальные потери и где можно быстро и эффективно ее осуществить. В случае явной нехватки производительности, необходимо организовать работы по снижению машинного времени цикла (МВЦ).

1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

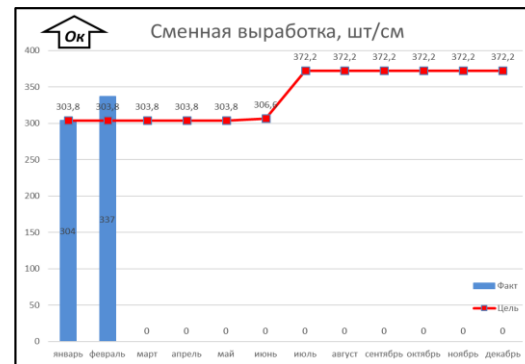
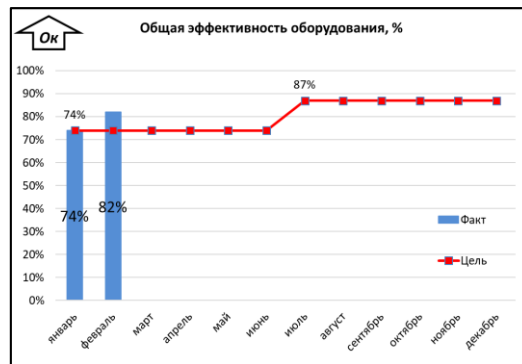
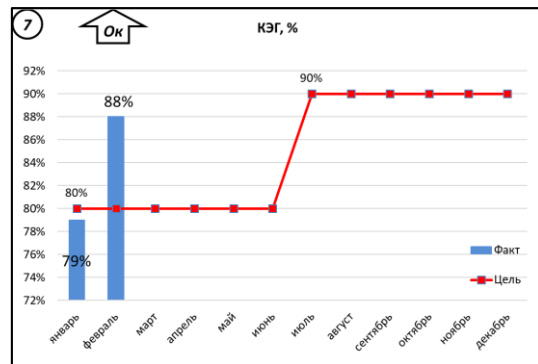
Производственный контроль

Мероприятия по увеличению объемов выпуска не реализуются за 1 день и в процессе реализации мероприятий важно отслеживать динамику изменений и эффекты от мероприятий.

Рекомендуется использовать следующие параметры для отслеживания:

- КЭГ;
- ОЭО;
- Сменный, часовой выпуск;
- Отслеживание разных смен.

Подробное описание процедуры организации и ведения производственного анализа приведено в Методических рекомендациях «Производственный контроль»



1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

Производственный контроль

Пример почасового ведения производственного контроля

Лист производственного анализа работы камеры №1 на участке изготовления ТВЭЛ
(дата, смена, оператор)

Период работы	Количество выданных твэлов в камеру №2, шт.		Что произошло, описание	Категории отклонений										Принятые решения		
	План	Факт		Организационные					Технические							
				Отсутствие матер.	Отсутствие должн. расписан.	Описание рев. службы	Описание оператора	Прочие	Блок 1	Блок 2	Блок 3	Блок 4	Проч.			
План		Факт		Подготовительные работы												
Старт	Конiec	Старт	Конiec													
7:45	9:00															
Изготовление твэлов																
09:00-10:00	6															
10:00-11:00	6															
11:00-12:00	6															
Обеденный перерыв																
План		Факт														
Старт	Конiec	Старт	Конiec													
12:00	13:20															
Изготовление твэлов																
13:20-14:20	6															
14:20-15:20	6															
15:20-16:20	6															
16:20-17:20	6															
17:20-18:20	6															
18:20-19:20	6															
19:20-19:45	2															
Итого:	56															

Мастер сменный _____ Ф.И.О _____ (подпись)

 Сварщик-оператор _____ Ф.И.О _____ (подпись)

Подробное описание процедуры организации и ведения производственного анализа приведено в Методических рекомендациях «Производственный контроль»

1. Увеличение объемов выпуска продукции на единице оборудования

Для количественной оценки эффективности работы оборудования применяются комплексные показатели (ОЭО и КЭГ), цель которых выявить проблемы, влияющие на эффективность работы оборудования в целом.

Общая эффективность оборудования (ОЭО) – отношение фактической выработки к запланированной в течение выбранного периода времени. Общая эффективность оборудования – комплексный показатель, который зависит от КЭГ и величины простоев по причине организации.

$$\text{ОЭО} = \frac{\text{Фактический объем выпуска (шт./см.)}}{\text{Расчетный объем выпуска (шт./см.)}} \times 100 (\%)$$

Коэффициент эксплуатационной готовности (КЭГ) - отношение доступного времени работы оборудования к рабочему времени с учетом запланированных мероприятий по техническому обслуживанию, ремонту и переналадок. Отражает величину потерь производительности, связанных с поломками и любыми простоями внеплановыми (техническими) простоями, браком, полученным на оборудовании.

$$\text{КЭГ} = \frac{\text{Доступное рабочее время работы оборудования}}{\text{Рабочее время с учетом ТОиР, переналадок, брака}} \times 100 (\%) \quad \text{КЭГ} = \frac{\text{Доступное рабочее время работы оборудования} - \text{Простои}}{\text{Доступное рабочее время}} \times 100 (\%)$$



Для количественной оценки эффективности оборудования важно:

1. Следить за временем любых простоев оборудования и отмечать причины простоев.
2. Для простоты и наглядности имеет смысл перевести потери времени в штуки, которые не произвели во время простоев.

2. Направления и мероприятия по повышению ПС

2.1 Типовые мероприятия повышения производительной способности оборудования

Нужно начинать с улучшений, которые можно реализовать сразу, не привлекая значительных ресурсов.

2.2.1 Сокращение времени ручной работы

Направление	Примеры типовых мероприятий	Способ закрепления и стабилизации результатов
Сокращение времени остановов оборудования	Сокращение количества касаний при снятии-установе детали на станок	Проведение стандартизированной работы (СР). По результатам проведения СР – разработка и введение в действие стандарта выполнения операции
	Проведение ручных операций во время автоматической обработки детали на станке	
	Сокращение количества шагов до кнопки пуска	
	Сокращение объема записей в операционных журналах	
	Сокращение или пересмотр контрольных операций	

2. Направления и мероприятия по повышению ПС

2.2.2 Сокращение времени автоматической работы

Направление	Примеры типовых мероприятий	Способ закрепления и стабилизации результатов
Сокращение времени действий, не являющихся непосредственно обработкой.	Сокращение холостого хода инструмента и приводных элементов	Внесение изменений в техпроцесс и контроль технологической дисциплины.
	Сокращение времени выдержки инструмента/исполнительных механизмов в крайних положениях	
	Сокращение количества шагов до кнопки пуска	
	Сокращение времени и расстояний перемещений обрабатываемого изделия	
	Сократить время ожидания между технологическими переходами во время автоматической работы	
	Автоматизация разжима детали, сокращение времени разжима детали, автоматическое открытие двери	

2. Направления и мероприятия по повышению ПС

2.2.2 Сокращение времени автоматической работы

Направление	Примеры типовых мероприятий	Способ закрепления и стабилизации результатов
Сокращение времени за счет усовершенствования станка, времени обработки	Изменение алгоритма обработки, запараллеливание технологических операций (переходов), перераспределение операций для выравнивания загрузки	1. Определение и работа по стандартному циклу работы оборудования (циклограмма). 2. Внесение изменений в техпроцесс и контроль технологической дисциплины.
	Устранение «лишней» работы. Сокращение количества переходов, повторной обработки.	
	Изменение допуска на обработку изделия, сокращение количества проходов при сварке многопроходных СС.	

2. Направления и мероприятия по повышению ПС

2.2.3 Сокращение времени подготовительно-заключительных работ, пересменок

Направление	Примеры типовых мероприятий	Способ закрепления и стабилизации результатов
Сокращение времени остановов оборудования во время пересменки.	«Перекрытие» смен сдающей и принимающей. Передача смены во время работы оборудования	Разработка и соблюдение стандарта выполнения ПЗО
Сокращение времени подготовительно-заключительных работ	Организация хранения оснастки и инструмента в непосредственной близости проведения обработки	
	Организация поставки деталей для обработки непосредственно к месту проведения обработки.	

2. Направления и мероприятия по повышению ПС

2.2.4 Сокращение времени периодических работ

Направление	Примеры типовых мероприятий	Способ закрепления и стабилизации результатов
Сокращение времени остановов на 1 цикл работы	Предварительная настройка положения и точности режущего инструмента	
	Сокращение времени на проверку качества, пересмотр выполнения операций по контролю качества после каждого цикла обработки	
Сокращение количества остановов в течение смены	Использование более стойкого инструмента, пересмотр техпроцесса, режимов, обеспечивающих повышение стойкости инструмента.	

3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (производственной линии)

3.1 Общие сведения

Производственная линия (группы оборудования) зачастую включает в себя оборудование и установки с разной ПС, КЭГ, ПЗВ, временами ручных операций.

В итоге, объем выпуска группы оборудования (производственной линии) будет определяться производительной способностью **самой «слабой»** единицы оборудования – «узкого места».



Подход к увеличению объемов выпуска группы оборудования (производственной линии) аналогичен подходу по повышению выпуска единицы оборудования, но необходимо обеспечить слаженную работу группы разного (по ПС) оборудования за счет грамотного распределения запасов.

Таким образом, увеличение объемов выпуска группы оборудования (производственной линии) можно разделить на 2 этапа:

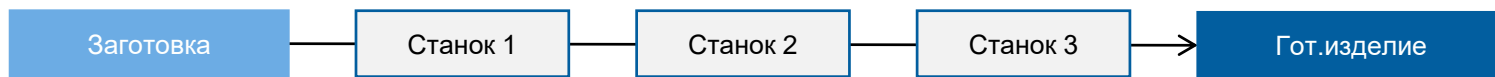
1 Этап: Подробное изучение каждой единицы оборудования (по аналогии с разделом 1 «Повышение объемов выпуска»).

2 Этап: Организация запасов, разделение линии на зоны

3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (автоматической линии)

3.2 Расчет ПС «узкого места» группы оборудования (автоматической линии)

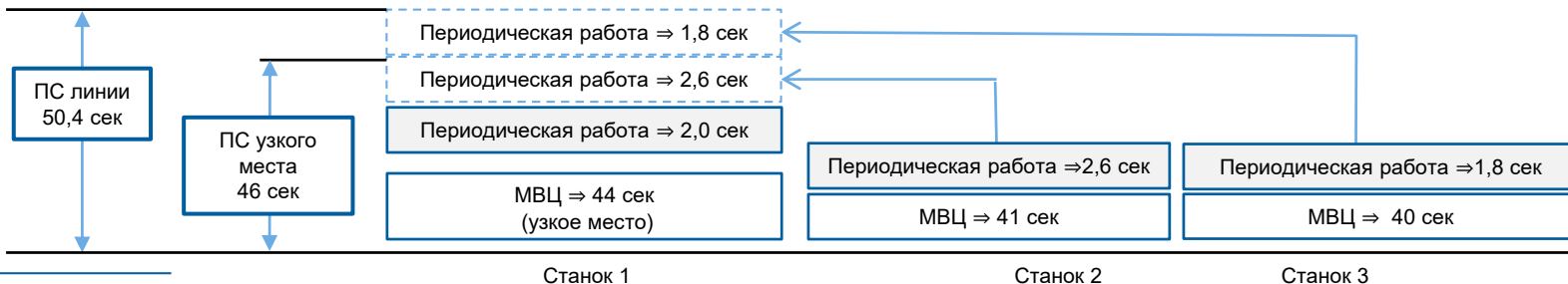
В случае, если на каждой операции нет буферного запаса используется следующий подход



Во время работы из-за остановов каждая единица оборудования может простаивать (переналадки, периодическая работа и т.д.). При определении ПС группы оборудования (линии) время этих остановов учитывается в расчете МВЦ «узкого места». **Для этого:**

1. Определить МВЦ «узкого места». «Узкое место» определяется исходя из наибольшего МВЦ станков (оборудования).
2. Определить время периодической работы (остановов) для каждой единицы оборудования.
3. Наложить время остановов каждой единицы оборудования на МВЦ «узкого места».

Производительная способность линии (сек/шт) = МВЦ узкого места + \sum (время остановов при периодической работе)

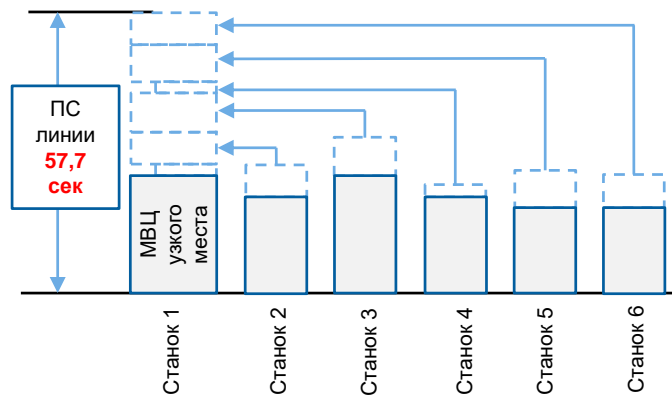


3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (автоматической линии)

Определение расчетной ПС на участке (автоматической линии), которая объединяет в себе много операций и единиц оборудования. Учет периодических операций.



Много времени на остановки внутри периодической работы, которые должны учитываться в МВЦ «узкого места». Их влияние на ПС крайне велико.

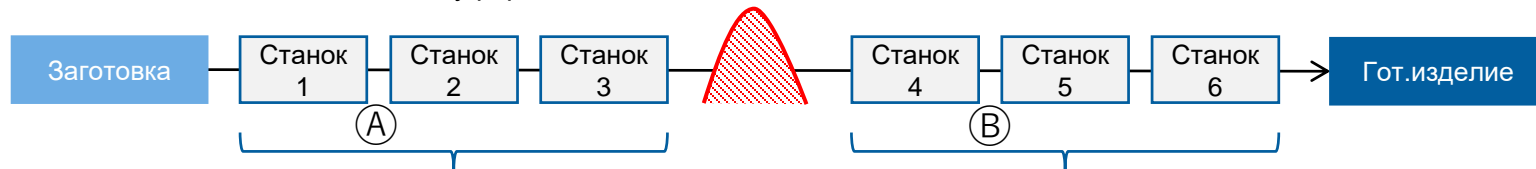


В этом случае целесообразно поделить линию на зоны с помощью буферных запасов и подходить с точки зрения производительной способности отдельных зон.

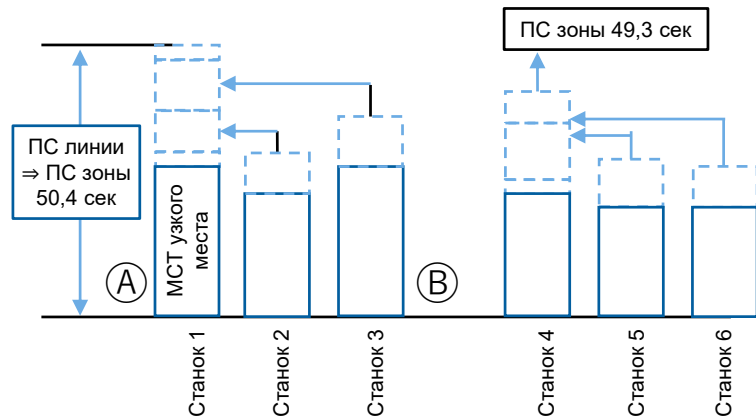
Операция	МСТ (сек)	Остановы в рамках периодической работы (сек/шт)	ПС линии (сек)
10	44	2.0	57.7
20	41	2.6	
30	43	1.8	
40	42	3.4	
50	41	1.7	
60	42	2.2	

3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (автоматической линии)

3.3 Разделение на зоны с помощью буферных запасов



Расчетная производительная способность по зонам (сек/шт) = МВЦ узкого места внутри зоны + \sum (время остановов в рамках периодической работы внутри зоны)



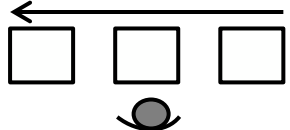
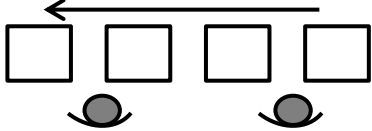

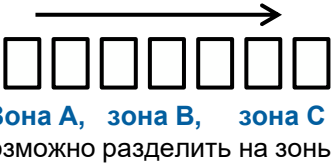
Зона	Операция	МСТ (сек)	Остановы в рамках периодической работы (сек/шт)	ПС зоны (сек)	ПС линии (сек)
A	10	44	2.0	50.4	57.7 ↓ 50.4 (▲7.3)
	20	41	2.6		
	30	43	1.8		
B	40	42	3.4	49.3	
	50	41	1.7		
	60	42	2.2		

В результате разделения на зоны и созданию буферного запаса между ними способствует повышению ПС

3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (производственной линии)

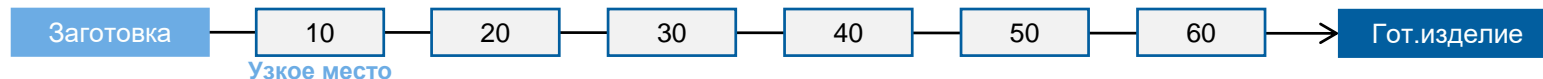
Линии, которые возможно и которые невозможно поделить на зоны

При делении линии на зоны время остановов в рамках регулярной работы, которое учитывается, снижается, ПС линии повышается, однако, бывают случаи, когда в разделении нет смысла

1	Линия с ручной работой. (1 рабочий)		Изделие движется вместе с 1 человеком, поэтому нет смысла делить линию на зоны.
2	Линия с ручной работой. (несколько рабочих)		Возможно разделить на зоны. (зона работы человека заканчивается там, где заканчивается одна зона линии)
3	Связанные автоматические линии.		 Зона А, зона В, зона С Возможно разделить на зоны.

3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (производственной линии)

Определение оптимального варианта разделения на зоны



Операция	МСТ (сек)	Остановы в рамках регулярной работы (сек/шт)	ПС зоны (сек)								
			Текущее состояние	Вариант1	Вариант2	Вариант3	Вариант4	Вариант5			
10	44	2.0	57.7	46	48.6	50.4	53.8	55.5			
20	41	2.6		54.7					52.1	49.3	45.9
30	43	1.8			49.3	45.9	44.2				
40	42	3.4									
50	41	1.7			44.2	44.2					
60	42	2.2		44.2			44.2				
ПС линии			57.7		54.7 ▲3.0	52.1 ▲5.7		50.4 ▲7.3	53.8 ▲3.9	55.5 ▲2.2	

⇒ делим между операцией 30 и 40

Существуют случаи, когда разделение между операциями 30 и 40 будет являться оптимальным, тогда как в других случаях возникнут проблемы с точки зрения планировки нужно будет разделить линию в соответствии с другим вариантом. Однако, в том случае, если не хватает ПС линии, необходимо решать эту проблему другими улучшениями.

3. Повышение объемов выпуска группы оборудования (производственной линии)

Определение оптимального объема буферного запаса

Когда прикидываем необходимый буферный запас, нужно исходить из того, что он должен компенсировать максимальное время остановок в рамках регулярной работы на 1 цикл работы на предыдущей и последующей зонах

Прикидка необходимого буферного запаса = $\frac{\text{максимальное время остановок в рамках регулярной работы на предыдущей и последующей буферу зонах}}{TТ}$

Если время такта = 51 сек

Операция	МСТ (сек)	Максимальное время остановок (сек/раз)	Кол-во в буферном запасе					
			Текущее состояние	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
10	44	180	Где бы мы не разделили линию, в любом случае можно будет компенсировать максимальное время остановок, которое составляет 200 сек/раз					
20	41	100						
30	43	150						
40	42	200						
50	41	120						
60	42	80						

Размер буфера = $200/51 = 3.9 = 4$ шт.



Минимум на 4 шт.

!!! ВАЖНЫЙ МОМЕНТ

- С помощью пересмотра разделения линии на зоны можно повысить ПС зоны, однако при этом возникают такие проблемы как удлинение ВПП, необходимость в денежных вложениях, затрудняется идентификация проблем и т.д., поэтому необходимо ограничиться минимумом пересмотра

Заключение

Повышение производительной способности одной или нескольких единиц оборудования

Не просто
увеличиваем
количество единиц
оборудования, а
придумываем идеи
для увеличения ПС
линии!



ВАЖНЫЕ МОМЕНТЫ

- **Безопасность работ:** когда ПС оборудования изучается и реализуются улучшения, необходимо обращать внимание на безопасность работы, так как стандарты безопасности во всех компаниях различаются.
- **Обеспечение качества:** когда проводятся мероприятия по улучшению работы станка, которые влияют на качество, необходимо сначала обеспечить ПС операции, после чего запустить поток работы. Также на первое время необходимо предусмотреть организационную структуру, которая будет осуществлять контроль.
- **Обслуживание оборудования:** необходимо изучить журнал обслуживания оборудования и в случае необходимости после усовершенствования станка пересмотреть содержание периодического обслуживания, самообслуживания оборудования.
- **Повышение ПС**
Необходимо параллельно вести работу по повышению выработки. В режиме реального времени выявлять с помощью доски производственного контроля отклонения, реальные способности к осуществлению переналадки и продолжать повышать уровень.



Приложения

2020 Москва





РОСАТОМ



Общие примеры

2020 Москва

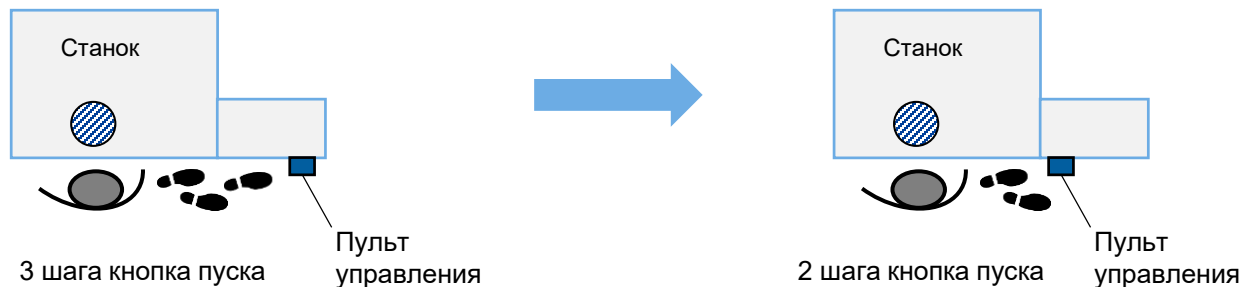


Пример улучшений

1. Улучшения ручной работы

- 1) Можно ли осуществлять пуск станка быстрее?
(Заранее необходимо все уточнить с точки зрения безопасности.)

Перенос кнопки пуска ближе к оператору



Есть возможность, что кнопка пуска находится на этом месте для предотвращения опасности для человека, поэтому необходимо провести уточнения с точки зрения безопасности.

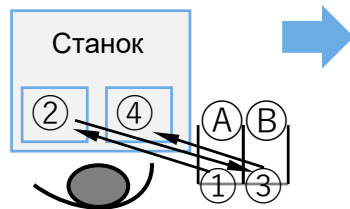
Пример улучшений

1. Улучшения ручной работы

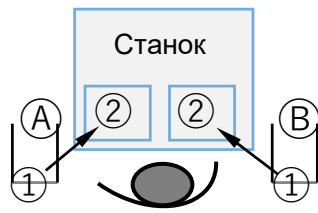
2) Можно ли ставить и снимать деталь со станка быстрее?

Работа обеими руками

До Улучшений:
правой рукой
устанавливаем А,
левой рукой В

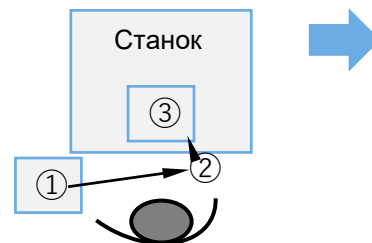


После Улучшений:
одновременно
устанавливаем А и В
обеими руками

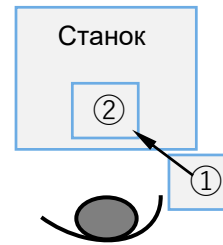


Устранение переключивания детали из руки в руку

До Улучшений:
достаем левой рукой,
переключаем в правую
и устанавливаем



После Улучшений:
достаем и
устанавливаем
правой рукой



Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

- 1) Можно ли осуществлять ручную работу, пока происходит автоматическая обработка?

Осуществление обдува обработанной детали воздухом вне оборудования

До улучшений: открытие дверей → обдув обработанной детали воздухом → снятие детали → установка заготовки → пуск

После улучшений: открытие дверей → снятие детали → установка заготовки → пуск → обдув обработанной детали воздухом (вне станка)



Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

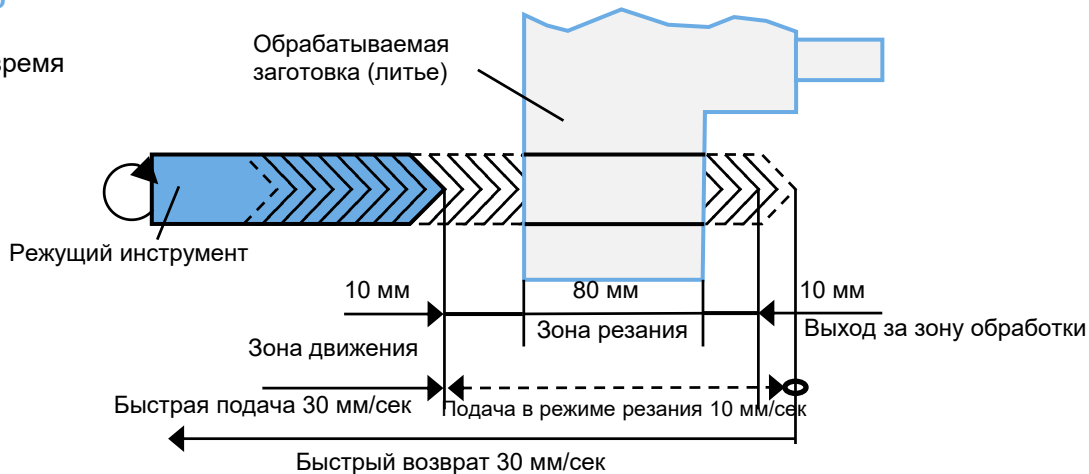
2) Можно ли сократить время подвода резца?

Подвод резца: время холостого хода режущего инструмента до и после резания, когда он не выполняет полезную обработку.

Сокращение расстояние холостого хода режущего инструмента

Время движения резца во время обработки 10 сек

Время сверления 8 сек → время подвода инструмента 2 сек



Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

- Точность заготовки: **литье ± 2 мм, облой $\pm 0,5$ мм**
- База обработки **$\pm 0,1$ мм**
- Точность позиционирования при переключении быстрой подачи/возврата **$\pm 0,002$ мм**
- Точность позиционирования заготовки **от $\pm 0,1$ мм**

Необходимая позиция для переключения подачи = **$2 + 0.002 + 0.1$ мм=2.102 мм**

Необходимый выход за зону обработки = **$2 + 0.002 + 0.1$ мм=2.102 мм**

Итого: если больше 4,3 мм – ОК

Изменение объема холостого хода резца на 20 мм → 4,3 мм

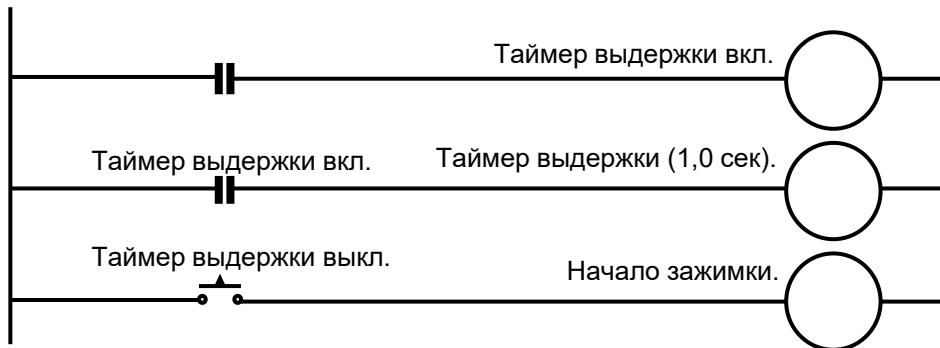
Время подвода резца 2 сек → 0,5 сек ▲ 1,5 сек

Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

- 3) Можно ли сократить время выдержки при останове?
(Необходимо удостовериться в качестве изделий при сокращении времени выдержки сразу после обработки)

Изменение настройки таймера



Проверяем, соответствует ли время выдержки? Необходимое ли?

Показатель настройки	Замеренное время от опускания стола до стабилизации					
	1 раз	2 раз	3 раз	4 раз	5 раз	Макс.
1.0	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4



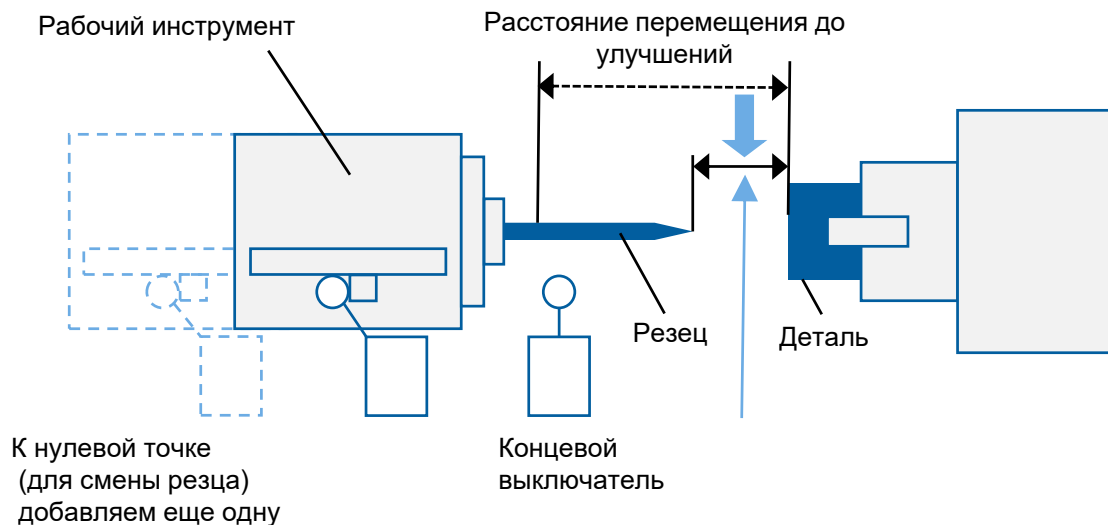
Время выдержки слишком длинное.
Изменяем на 0,5 сек

Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

4) Можно ли сократить расстояние движения?

Сокращение расстояния до обрабатываемой детали за счет добавления еще одной нулевой точки



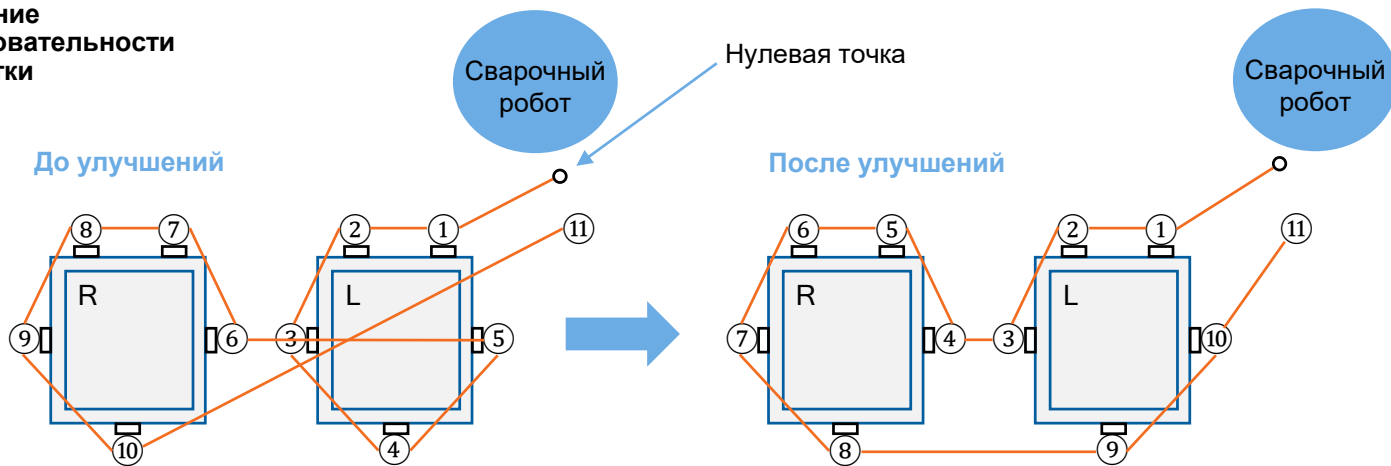
После улучшений:
перемещение, достаточное чтобы снять и поставить деталь

Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

Сокращение общего расстояния перемещений сварочной горелки
(пример работы связками «право-лево»)

Изменение
последовательности
обработки



Переход к движению, похожему на линию,
нарисованную кистью

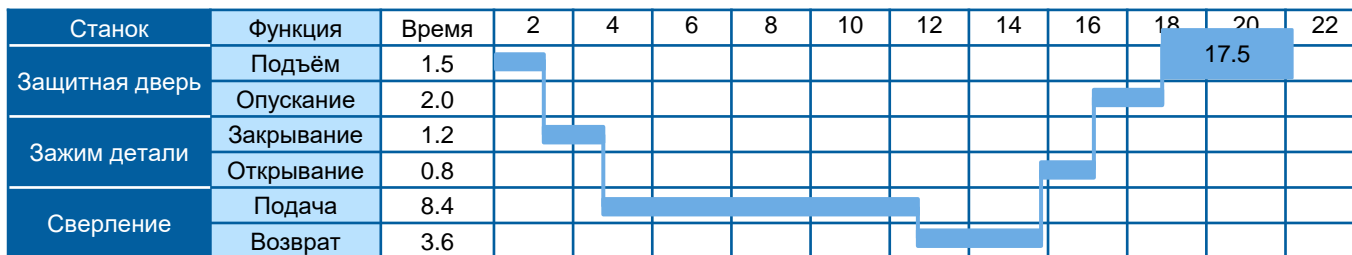
Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

5) Можно ли наложить движения друг на друга?

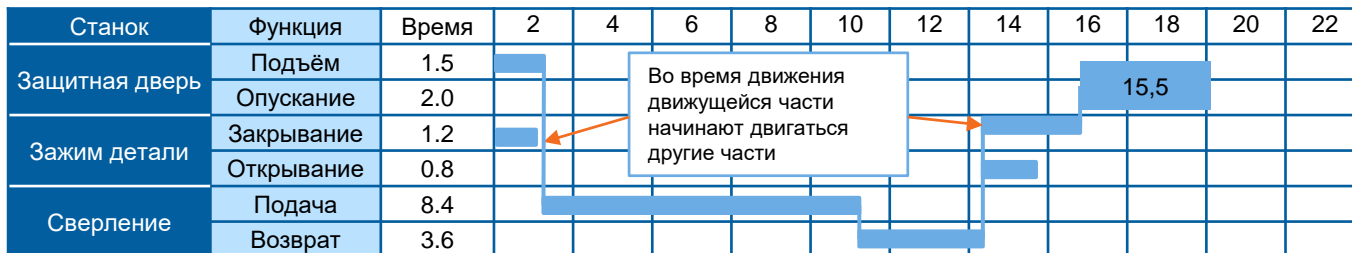
Изменение момента начала движений, выполняемых станком

До улучшений:



Последовательное движение

После улучшений:



Во время движения движущейся части начинают двигаться другие части

Параллельное движение

Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

6) Можно ли ускорить движения? (не являющиеся непосредственно обработкой)?

!!! Реализуется после улучшений расстояния движения и накладывания движений друг на друга.

Пункт	Содержание
Настройка электрических цепей, приборов, изменение настроек.	1) Гидравлика А: настройка контроля скорости В: изменение размера постоянной апертуры 2) Пневматика А:настройка контроля скорости 3) Электрика А: изменение настроек инвентора 4) Механика А: изменение коэффициента замедления (зубчатое колесо и т.д.) В: форма кулачков Изменение амортизатора: нужно учитывать вибрацию и скорость
Изменение переключения скоростей.	1) Момент переключения высокая \Leftrightarrow низкая скорость 2) Во время ускорения и замедления изменение установленного числа

Увеличение мощности гидравлического насоса, добавление аккумулятора, дополнительного мотора и других источников энергии влечет за собой необходимость в больших денежных вложениях, поэтому необходимо применять эти меры с осмотрительностью!

Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

7) Можно ли сократить какие-то из самих движений станка?

Изменение сопутствующих движений

Станок		Время	0	1	2	3
Защитная дверь	Подъём	2				
	Опускание	2	[Горизонтальная синяя полоса]			
Зажим детали	Закрывание	0.5			[Горизонтальная синяя полоса]	
	Открывание	0.5	[Горизонтальная синяя полоса]			
Запрессовывание	Подача	2	[Горизонтальная синяя полоса]			
	Возврат	1			[Горизонтальная синяя полоса]	

Защитная дверь ⇒ Световая завеса 0 сек (▲4 сек)

В том случае, если целью использования защитной двери является не допустить проникновение человека в опасную зону, то возможен переход на световую завесу.

В том случае, если дверь выполняет также функцию защиты от разбрызгивания СОЖ, тогда добавляется световая завеса и используется при работах, которые выполняются до использования СОЖ, за счет чего сокращается МСТ.

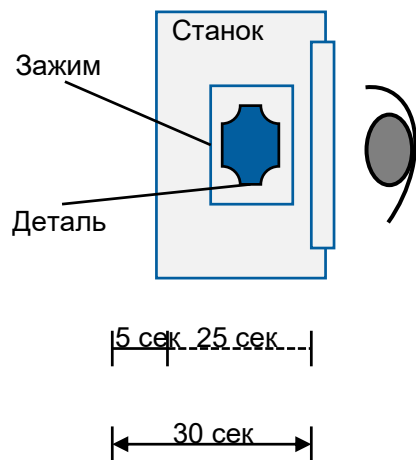
Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

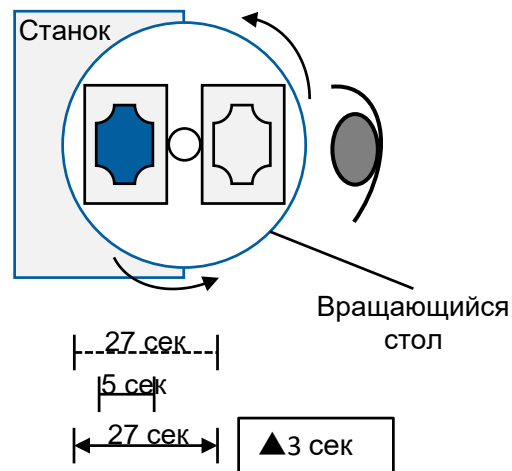
8) Отделение снятия и установки детали от остальной работы

Сокращение за счет добавления поворотного стола

До улучшений: Снятие → установка → обработка



После улучшений: 2 приспособления вращаются, снятие и установка деталей, пока другие обрабатываются



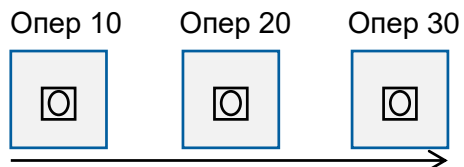
Пример улучшений

2. Улучшения автоматической обработки

9) Постепенная «выжимка»

Уход от работы по снятию и установке деталей

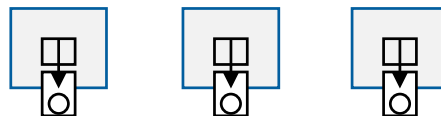
До улучшений



снятие детали →
установка детали →
пуск → передача

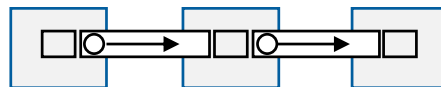
После улучшений

ШАГ 1 Механизм подачи деталей из станка + добавление потока приспособлений → уменьшение работы по снятию детали



установка детали →
пуск → передача

ШАГ 2 Добавление механизма передачи изделия на следующую операцию → уменьшение перехода человека с деталью на следующую операцию



установка детали →
пуск → переход

3. Повышение ПС линии

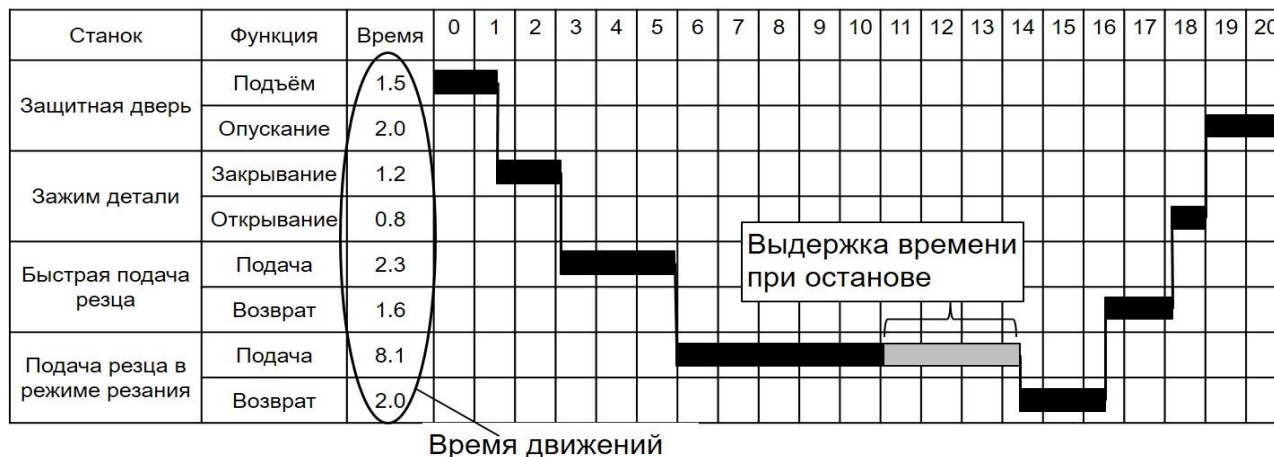
Составить график цикла оборудования, которое является узким местом, и выделить потерю.

Провести измерения движения по всем движущимся частям. Составить график цикла оборудования.

Что необходимо изучить:

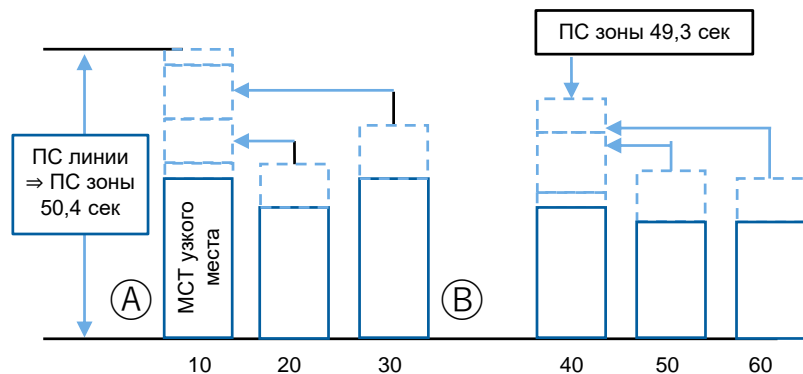
- последовательность движений; время движения (от начала до конца движения);
- выдержка времени при остановке.

Пример: график цикла



3. Повышение ПС линии

Изучение ПС линии (составление Таблицы расчетных ПС по зонам)



ПС линии = ПС линии А = 50,4 сек
 ПС линии при работе в урочное время (смена)
 = 450 мин * 60 сек / 50,4 = 535 шт.

Таблица ПС по зонам

Зона	Операция	МСТ (сек)	Остановы в рамках периодической работы (сек/шт)	ПС зоны (сек)	ПС линии (сек)
А	10	44	2.0	50.4	57.7 (▲7.3)
	20	41	2.6		
	30	43	1.8		
В	40	42	3.4	49.3	
	50	41	1.7		
	60	42	2.2		



РОСАТОМ



Примеры ПАО «МСЗ» (Линия твэл РБМК-1000)

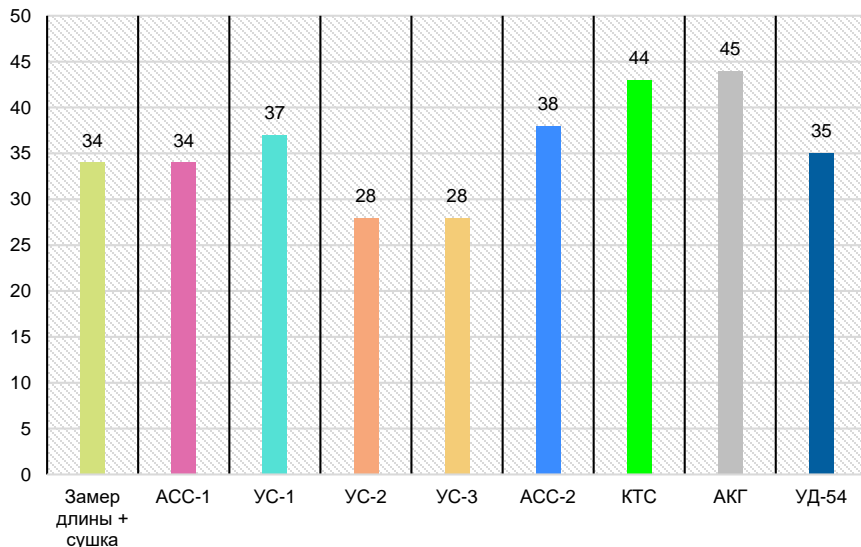
2020 Москва



3. Повышение ПС линии

Изучение текущего состояния. Определение основных показателей эффективности линии (на примере линии твэл РБМК ПАО «МСЗ»).

Тц основных единиц оборудования, сек



1. Произвести замеры времени:

- Тт ;
- Тц работы каждой установки линии с определением «узкого» места;
- Подготовительно-заключительных работ;
- Пересменок и перерывов;
- Периодических работ.

2. Определить значения доступного рабочего времени:

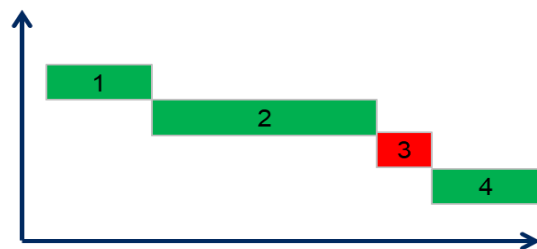
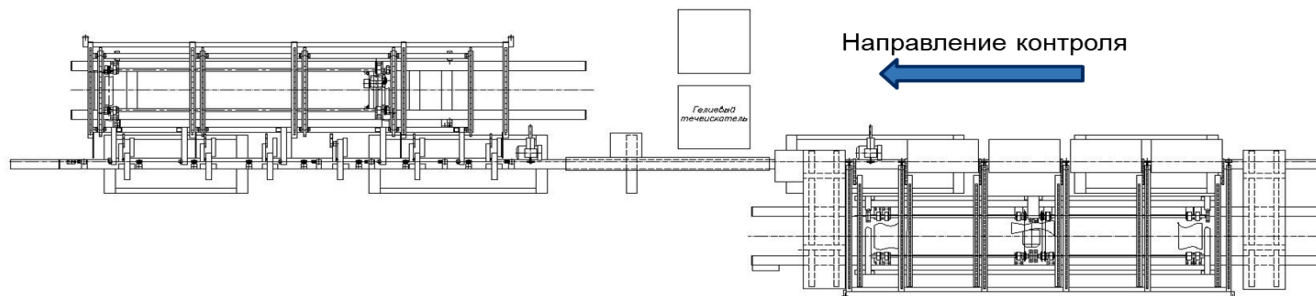
Фонд рабочего времени (ФРВ)= 7,2 ч =25920 сек.
2 перерыва по 10 мин = 20 мин = 1200 сек.
Оперативное совещание = 5 мин=300 сек.
Подготовительно-заключительное время = 17 мин =1020 сек.
Итого: Доступное время работы оборудования =
 $25920-1200-300-1020=23400$ сек=390 мин.

3. Определить необходимое время для производства 504 твэл (целевое значение):

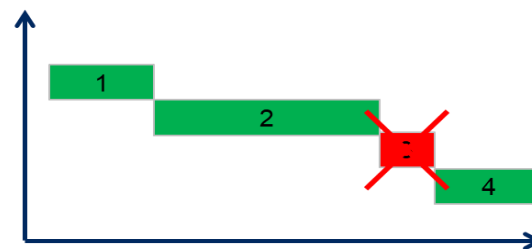
$Тц$ (узкого места) * 504шт=45 сек*504шт=22680сек=378 мин.

3. Повышение ПС линии

Сокращение ожиданий в работе оборудования на примере линии изготовления твэлов РБМК на ПАО «МСЗ»



Тц=45 секунд



Тц=43 секунды

где, 1-Т подачи изделия на контроль; 2-Т контроля изделия; 3-Т ожидания; 4-Т перемещения изделия



РОСАТОМ



Примеры ПАО «НЗХК» (Линия СТ-60 изготовления ТВЭЛОВ ВВЭР-1000)

2020 Москва

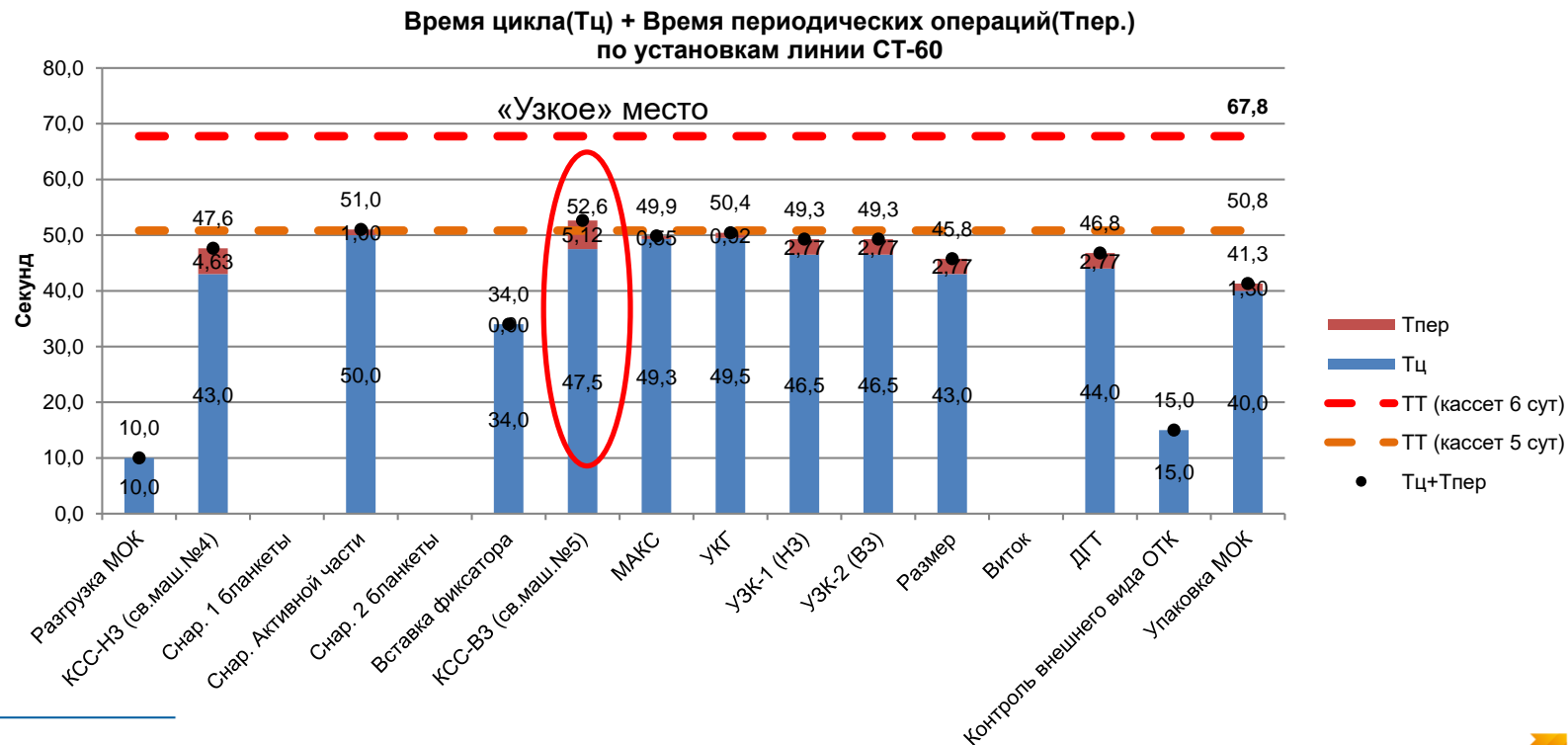
3. Повышение ПС линии

Изучение текущего состояния. Определение основных показателей эффективности линии (на примере линии твэл СТ-60 ПАО «НЗХК»).

Установка	Времена				Произв. мощн	Смена				ТТ (кассет 6 сут)
	Тц	Тручн	Тпер	Тц+Тпер		П/З	Тпер	Тсмены	ФРВ	
Разгрузка МОК	10,0	0,0		10,0	2160,0	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
КСС-НЗ (св.маш.№4)	43,0	0,0	4,63	47,6	453,5	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
Снар. 1 бланкеты	Не используется									
Снар. Активной части	50,0	0,0	1,00	51,0	423,5	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
Снар. 2 бланкеты	Не используется									
Вставка фиксатора	34,0	0,0	0,00	34,0	635,3	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
КСС-ВЗ (св.маш.№5)	47,5	0,0	5,12	52,6	410,5	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
МАКС	49,3	0,0	0,55	49,9	433,3	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
УКГ	49,5	0,0	0,92	50,4	428,4	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
УЗК-1 (НЗ)	46,5	0,0	2,77	49,3	438,4	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
УЗК-2 (ВЗ)	46,5	0,0	2,77	49,3	438,4	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
Размер	43,0	0,0	2,77	45,8	471,9	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
Виток	Не используется									
ДГТ	44,0	0,0	2,77	46,8	461,8	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
Контроль внешнего вида ОТК	15,0	0,0	0,00	15,0	1440,0	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
Упаковка МОК	40,0	0,0	1,30	41,3	523,0	0,0	0,0	21600,0	21600,0	67,8
КСС-ВЗ (св.маш.№5)	Мах Тц:			52,6	410,5					
Мощность линии:				72,1	299,6	0,0	0,0	21600,0	21600,0	

3. Повышение ПС линии

Изучение текущего состояния. Определение основных показателей эффективности линии (на примере линии твэл СТ-60 ПАО «НЗХК»).



3. Повышение ПС линии

Сокращение времени подготовки сварочной машины на примере линии изготовления твэлов СТ-60 на ПАО «НЗХК»

Было



37 минут

Стало



29 минут

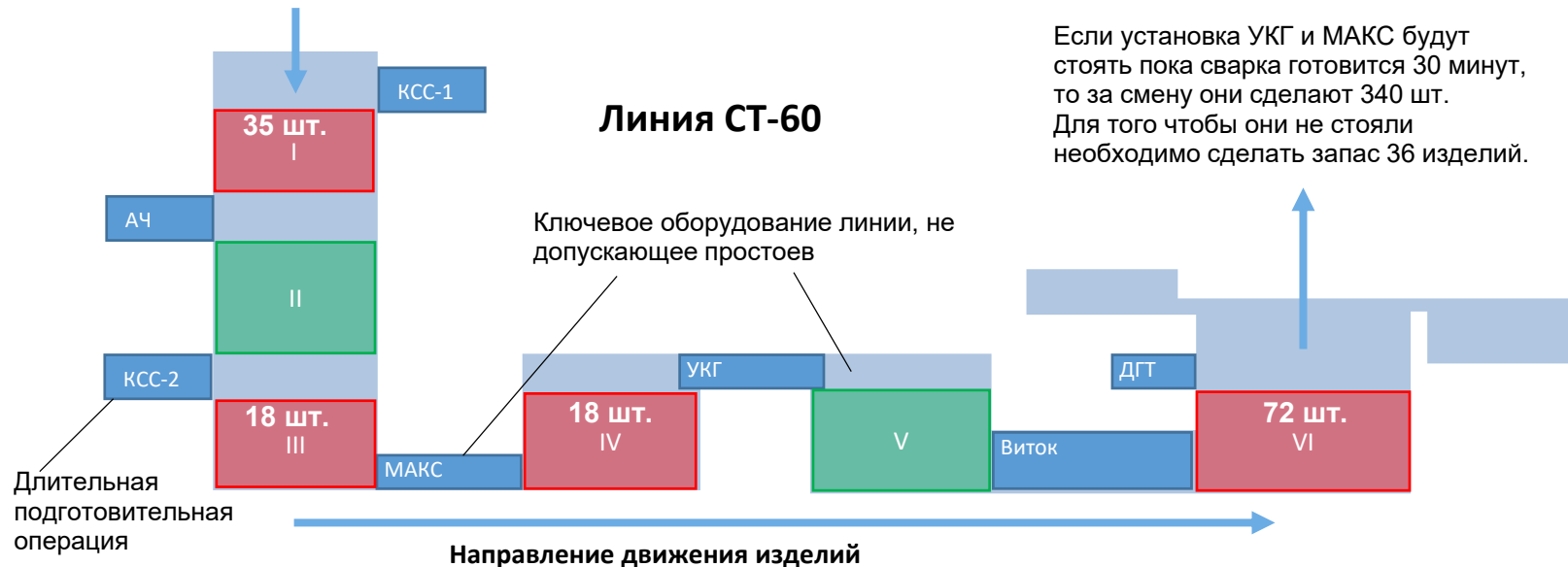
2. Устранили ожидания.

- 1.1 ОТК подходит вначале смены (70 с)
- 1.2 Подготовительные операции ОТК выполняет во время включения сварочной машины (70 с)
- 1.3 ОТК не берёт в работу образцы 1ой машины, пока не проверит 2ую (200 с).

2. Сварщик передаёт образцы после резки последовательно
 - 2.1 Время шлифовки 1 образца и резки второго параллельно (104 с)
3. ОТК подготавливает сразу 2 места для шлифовки (крупный и мелкий наждак)
 - 3.1 Отсутствует время ожидания замены наждака (35 с)

3. Повышение ПС линии

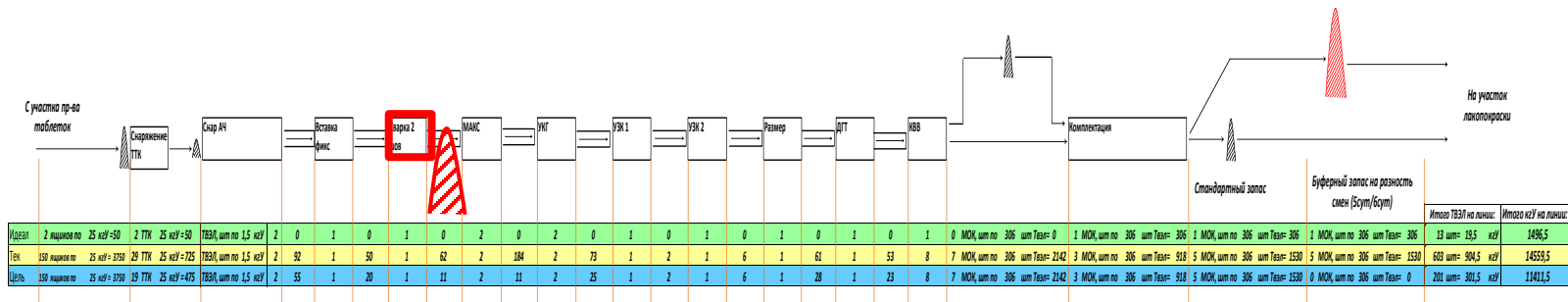
Разделение линии на зоны, определение запасов на примере линии СТ-60 ПАО «НЗХК»



При размещении рассчитанного буферного запаса в зонах I, III, IV и VI на начало смены обеспечивается эффективный старт работы. В зонах II и V на начало смены запасы должны отсутствовать, что исключает переполнение накопителей в начале смены.

Разделение на зоны и создание буферных запасов

Пример расчета буферного запаса на линии твэл СТ-60 ПАО «НЗХК»



Для равномерной работы линии на время проведения подготовительных операций, рассчитан буферный запас для размещения после установки КСС-ВЗ

T подготовки КСС-ВЗ 35 мин.



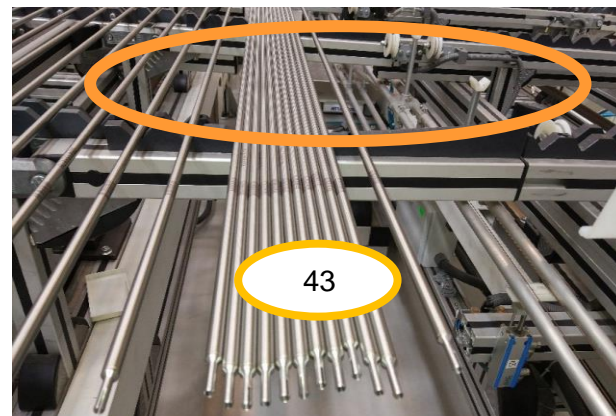
Tц УКГ = 49,5 сек



УКГ за 35 минут требуется 42,4 изделия



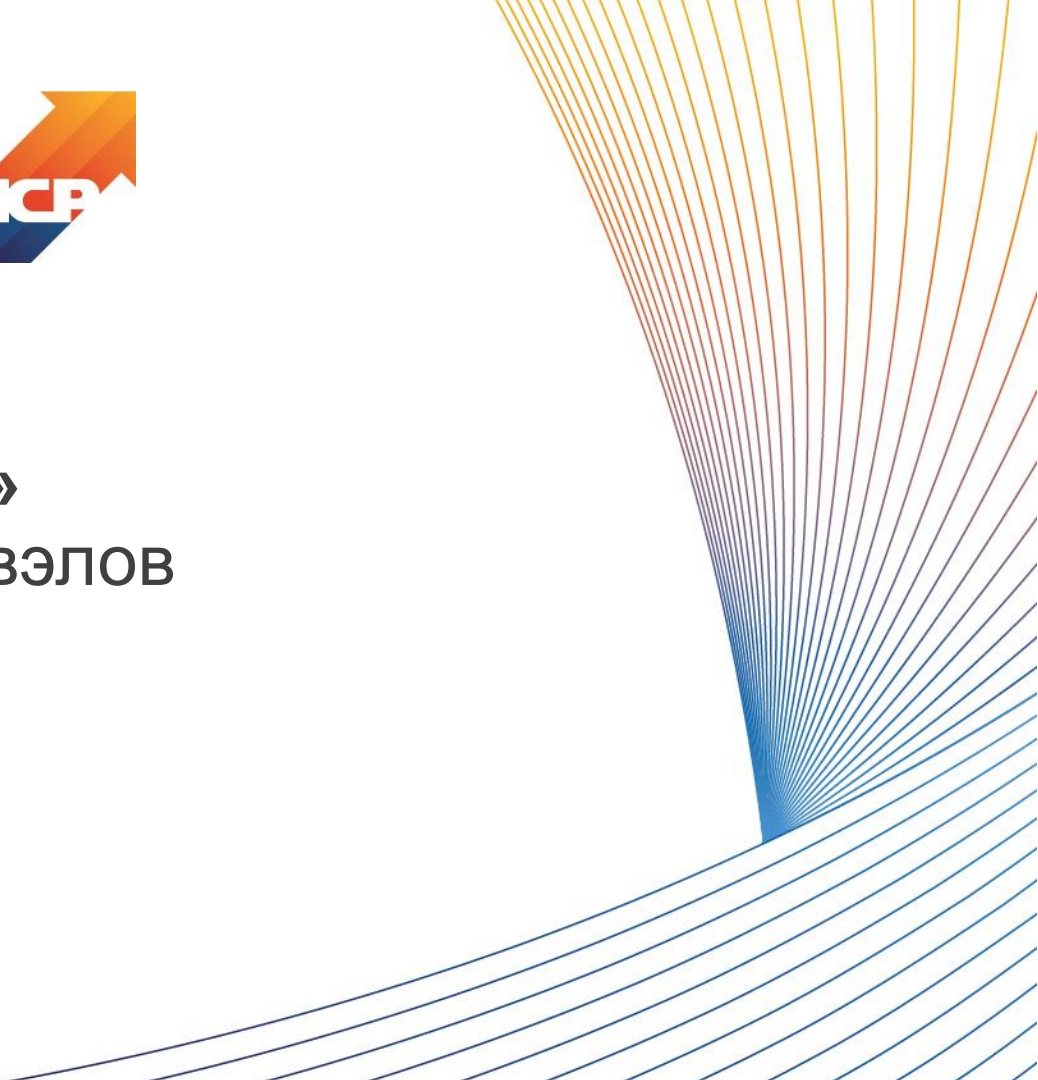
Буферный запас после КСС-ВЗ = 43 шт





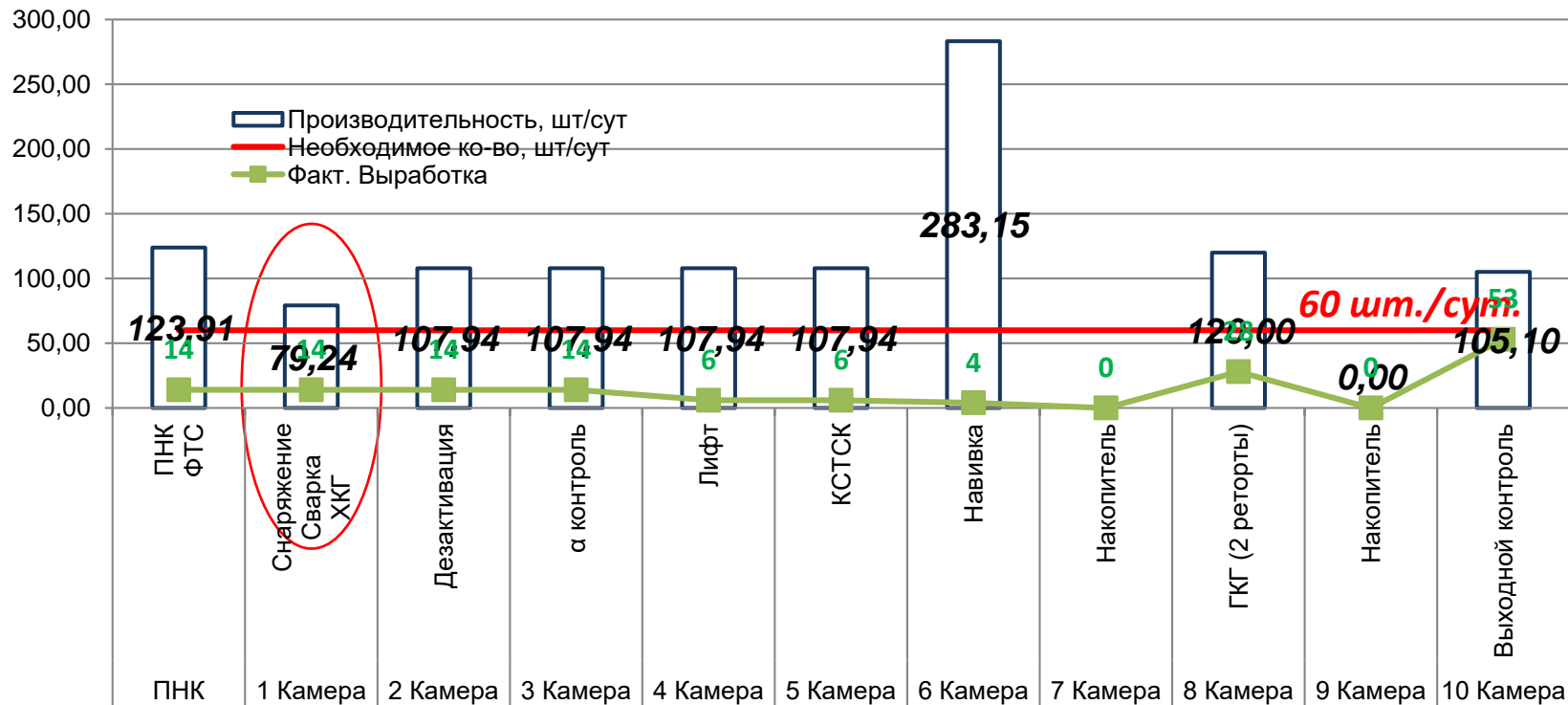
Примеры ФГУП «ГХК» (Линия изготовления ТВЭЛОВ с МОКС-топливом)

2020 Москва



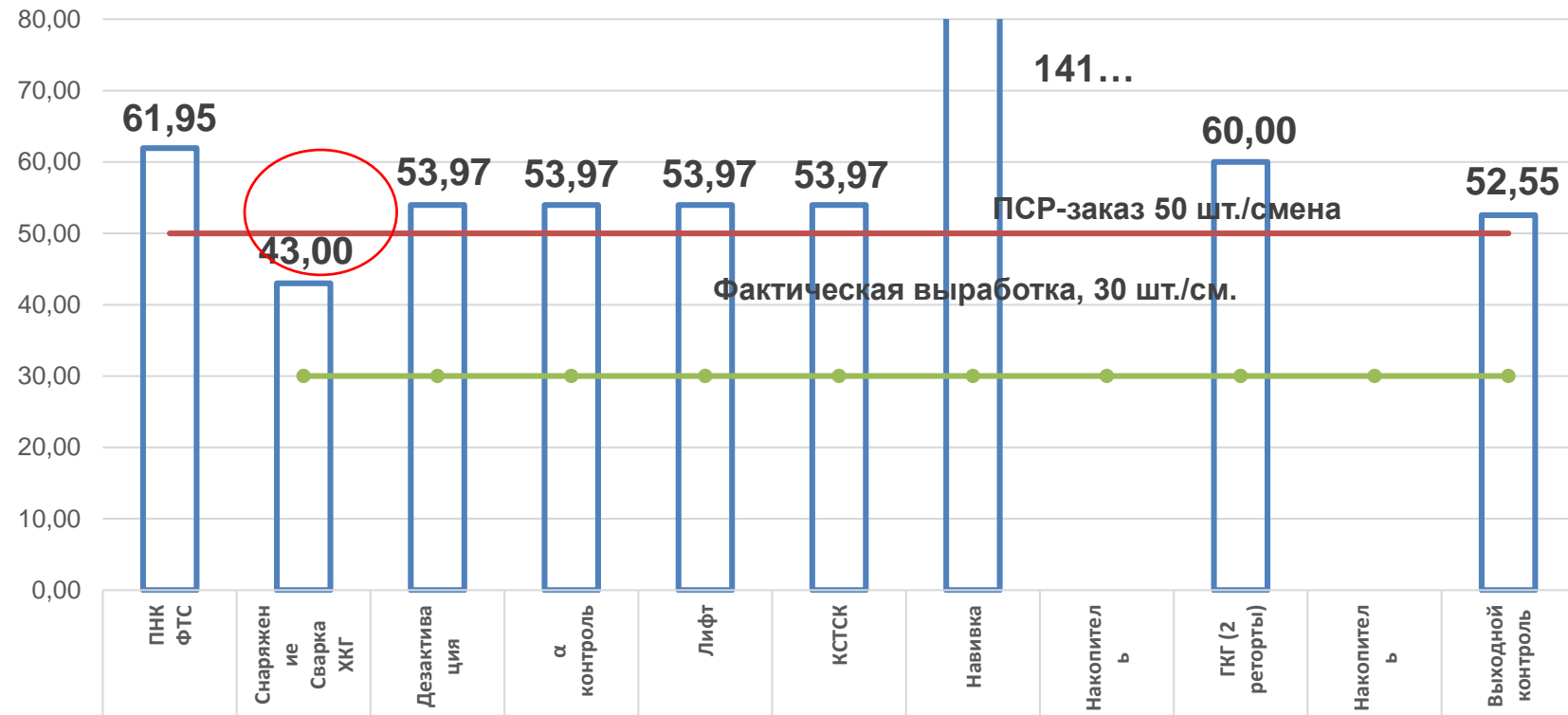
Производительная способность линии

Пример построения диаграммы производительности, определения «узкого» места



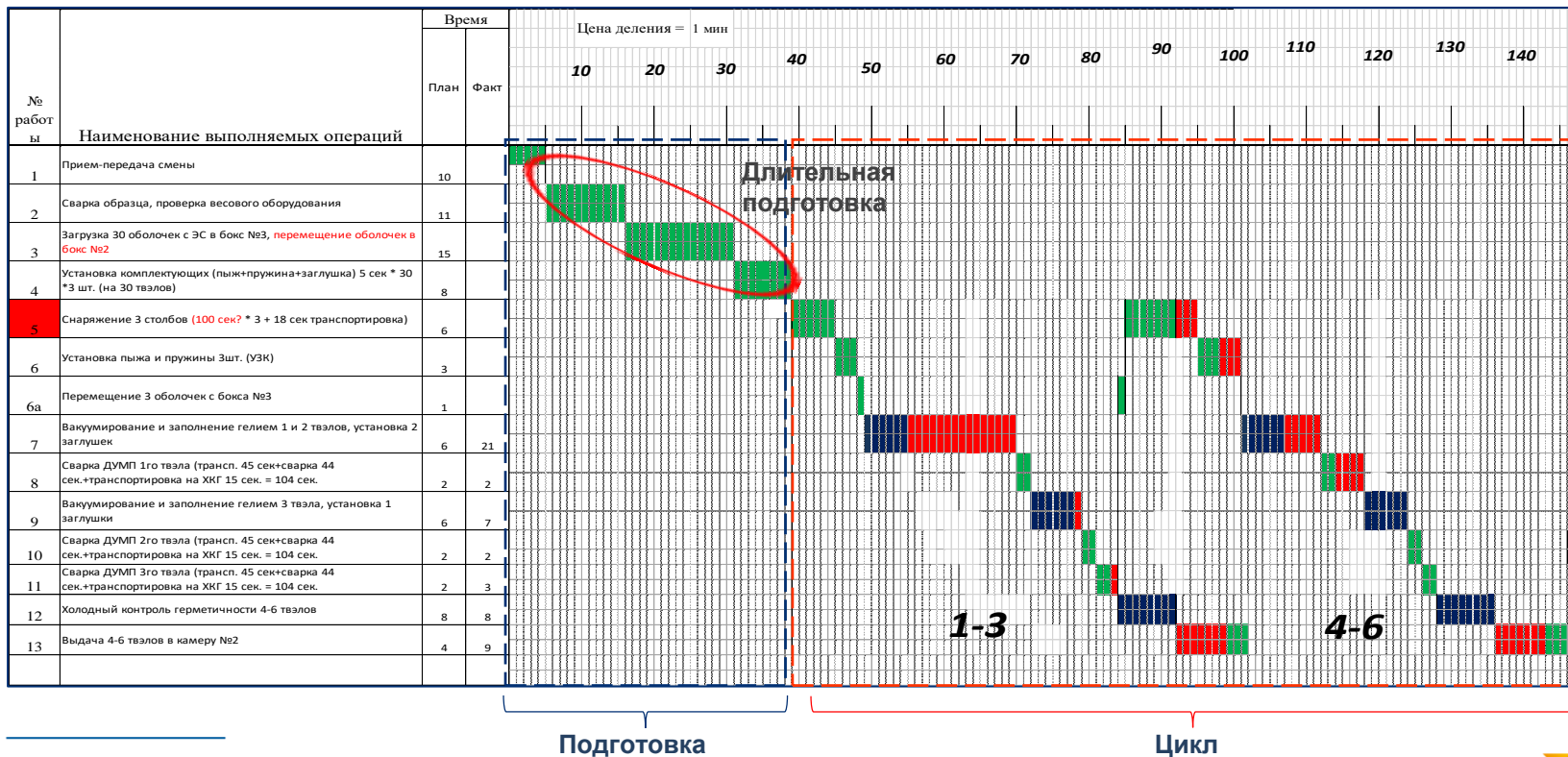
Производительная способность линии

Пример построения диаграммы производительности, определения «узкого» места



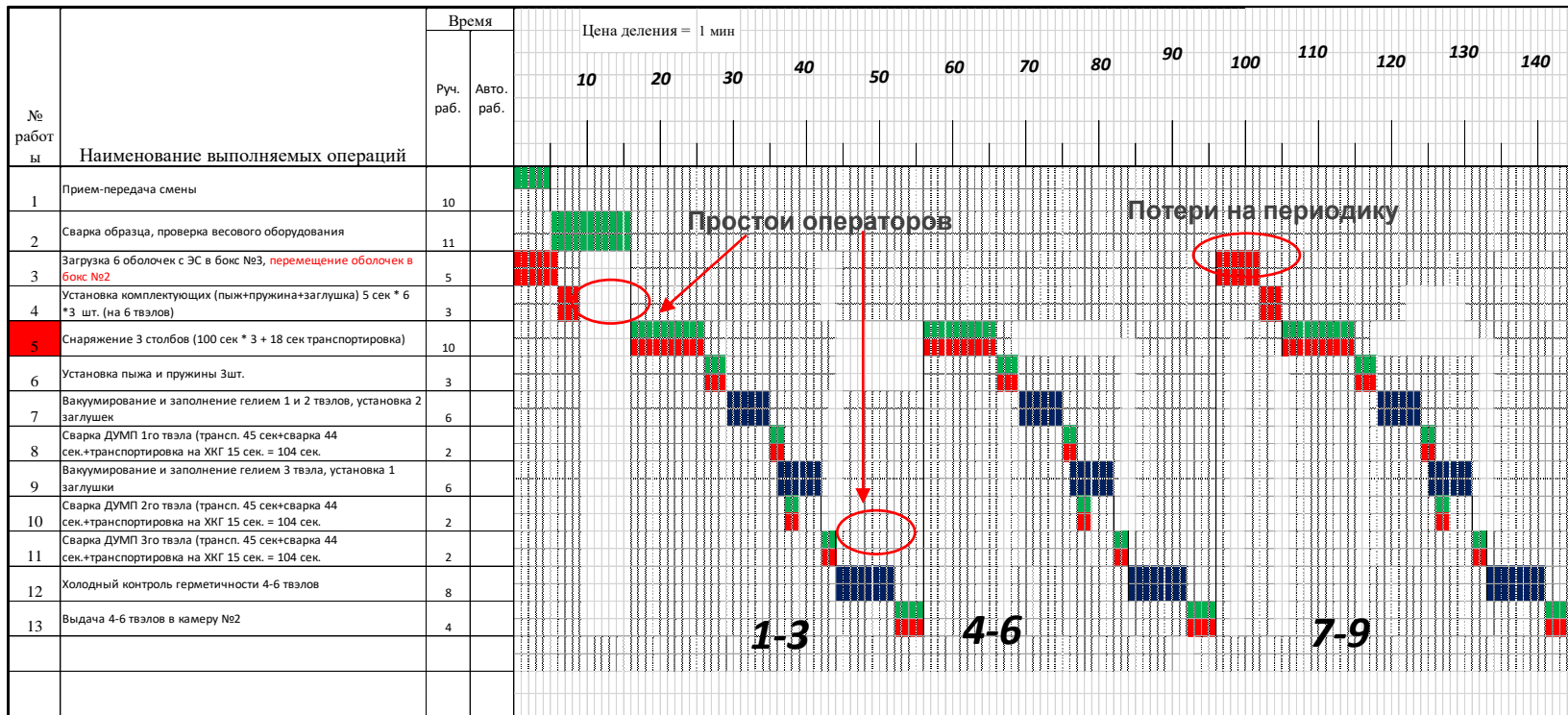
Производительная способность линии

Пример построения и анализа циклограмм по результатам наблюдений за работой оборудования и оператора



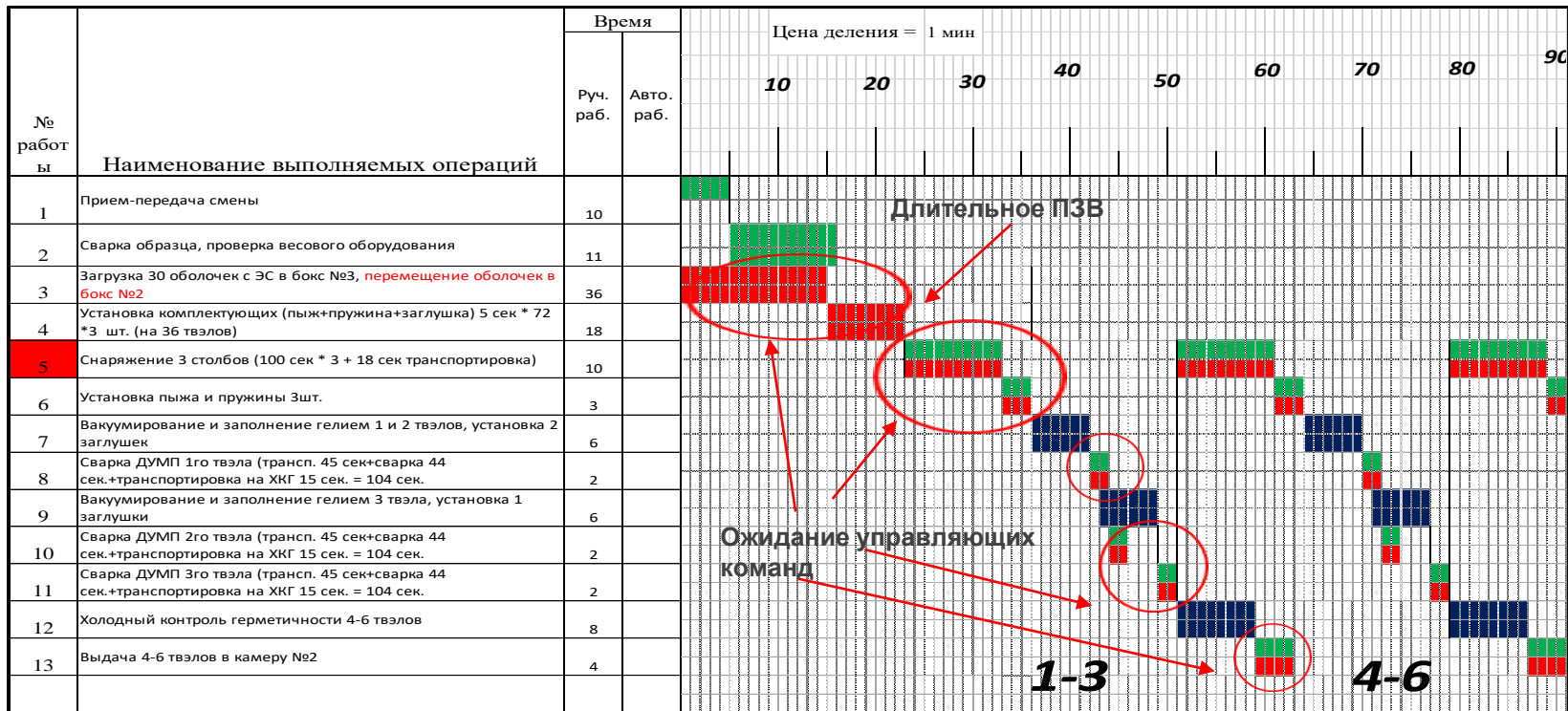
Производительная способность линии

Пример построения и анализа циклограмм по результатам наблюдений за работой оборудования и оператора



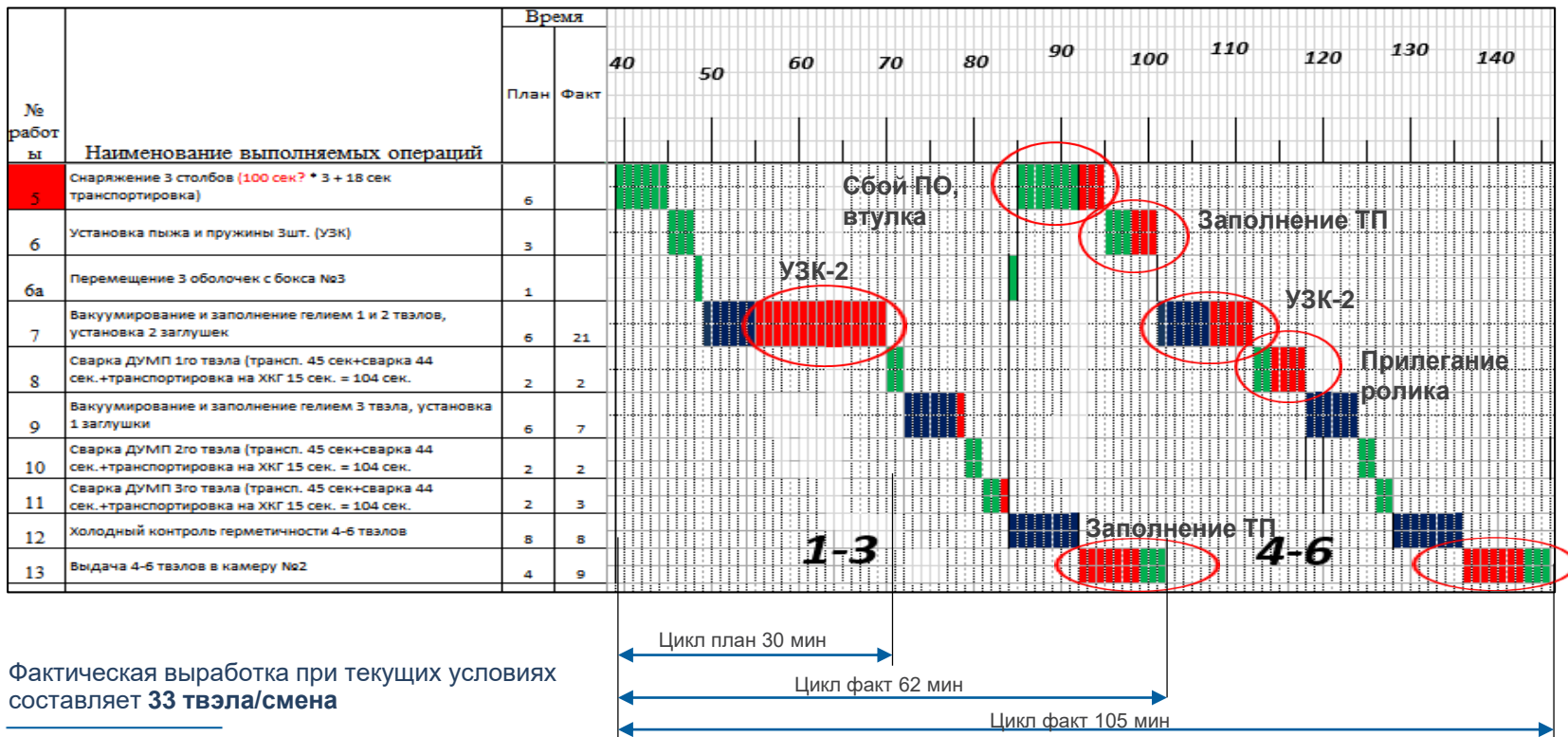
Производительная способность линии

Пример построения и анализа циклограмм по результатам наблюдений за работой оборудования и оператора



Производительная способность линии

Пример построения и анализа циклограмм по результатам наблюдений за работой оборудования и оператора



Производительная способность линии

Пример ранжирования перечня проблем и оценки потерь в штуках невыпущенной продукции по каждой проблеме

1. Примеры проблем, влияющие на длительность работы оборудования

1. Пересменки. Рабочая смена длится с 7:45 до 19:45, по факту оператор заканчивает работу в 19:20, смену передает «на ногах» другому оператору. Простой 25 мин. **Потери: 3 твэла.**
2. Длительное время подготовительно-заключительных работ. Последовательное выполнение операций, ожидание распоряжений и материалов. **Потери: 3 твэла.**
3. Простои в обеденный перерыв (при работе 1 оператора) Простой 80 минут. **Потери: 6 твэлов.**
4. Простои из-за длительного ожидания ремонтных служб завода из-за поломок оборудования. **Потери: 3-9 твэлов**

2. Примеры проблем, влияющие на цикл работы оборудования

1. Ручное заполнение журналов и технологических паспортов. Удлинение цикла работы оборудования. **Потери: +20% к циклу.**
2. Поломки оборудования и сбои ПО. **Потери: 3-9 твэлов.**
3. Разные подходы к работе на оборудовании у операторов, разная квалификация операторов. **Потери: 6-9 твэлов**



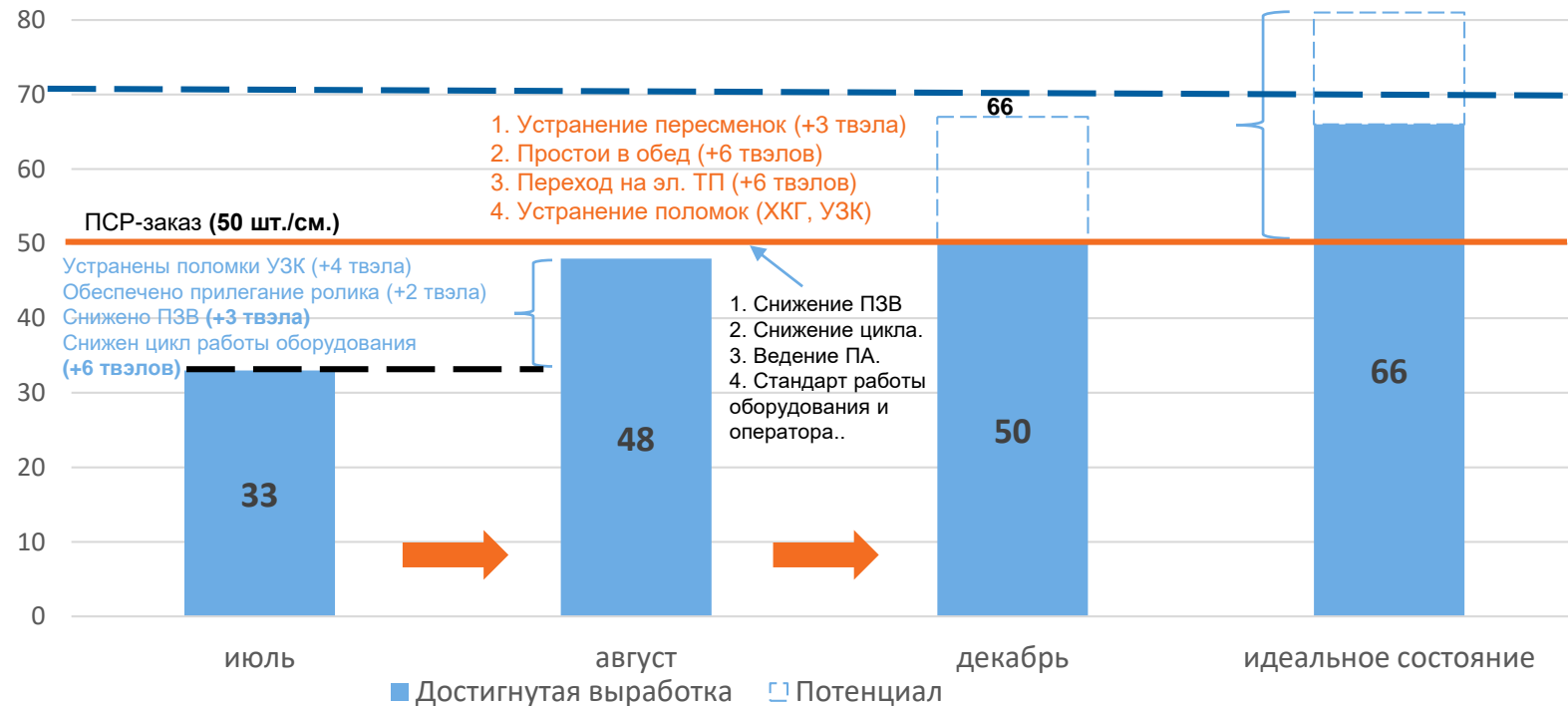
ВАЖНЫЙ МОМЕНТ

- При планировании мероприятий по повышению ПС следует учесть, что оптимизация по направлениям начинается там, где есть максимальные потери и где можно быстро и эффективно ее осуществить.

Производительная способность линии

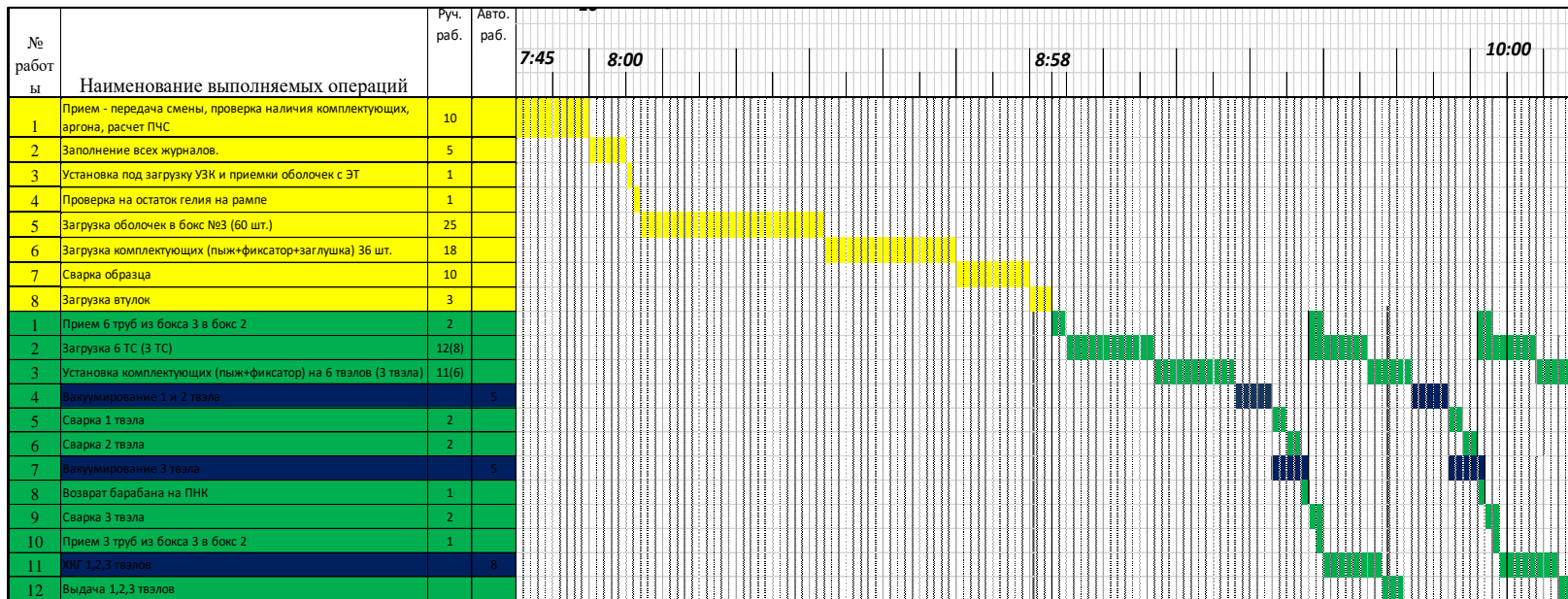
Пример разработки стратегии достижения целевого состояния

Проектная производительность камеры снаряжения (70 шт./см.)



Производительная способность линии

Пример построения циклограмм работы оборудования и оператора (целевое состояние)



Кол-во операторов: **1 чел.**

Обеденный перерыв: **80 мин**

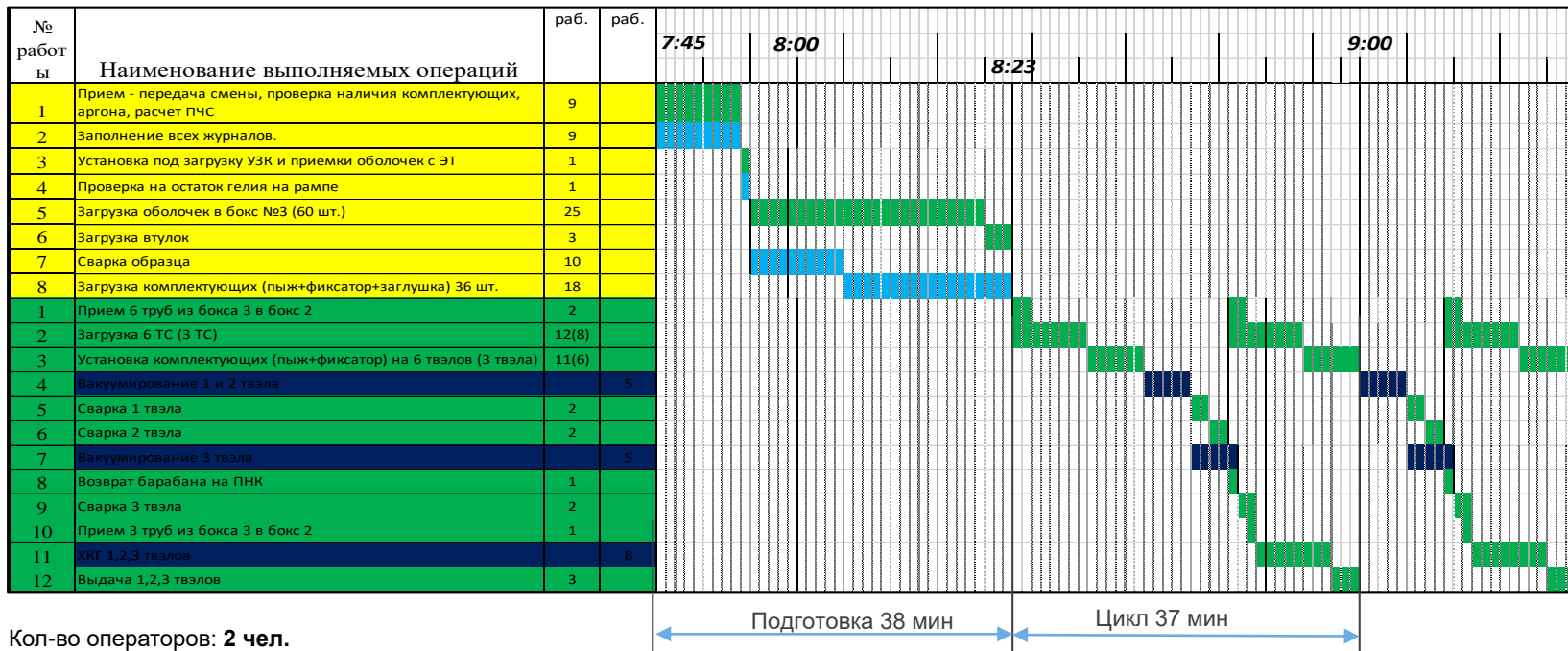
Целевая производительность: **63 твэл в смену**

Подготовка 73 мин

Цикл 37 мин

Производительная способность линии

Пример построения циклограмм работы оборудования и оператора (целевое состояние)



Кол-во операторов: **2 чел.**

Обеденный перерыв: **по очереди**

Целевая производительность: **81 твэл в смену**

Производительная способность линии

Пример стандарта работы операторов на оборудовании

№	Содержание работ	Период работы	Обратить внимание	Время					
1	Прием - передача смены Проверка наличия комплектующих и оболочек на 72 твэл (по факту 30-40) Расчет ПЧС. Проверка на наличие или замена баллона с аргонном.	07.45-07.55 (19.45-19.55)	Оператор 1	10					
	Заполнение всех журналов								Оператор 2
2	Проверка на остаток гелия на рампе, загрузка оболочек с экр. столбом 6 шт.	Выполняется параллельно		45					
	Выгрузка оболочек с экр. столбом 6 шт., загрузка таблеток в эти 6 оболочек. После отправить барабан на ПНК для загрузки таблеток.								Оператор 2
	Сварка образца, проверка весового оборудования, загрузка технологических втулок (в идеале 36 штук по факту 20), продолжить загрузку оболочек с экр. столбом 54 штук (если столько есть по факту 30-40),								Оператор 1
	Отбор(поиск) паспортов, контроль оборудования, поставить УЗК на загрузку заполнение 6 ти паспортов.								Оператор 2
	Загрузка УЗК (на 36 твэлов, второй загрузки не избежать так как УЗК-3 рассчитан на 36 твэлов)								Оператор 1
		07.55-08.40 (19.55-20.40) (время с учетом герметизации УЗК для подготовки загрузки)	Оператор 2						
3	Установка комплектующих в 6 труб, которые до этого принял. Продолжение заполнение паспортов	08.45-08.50 (20.45-20.50)	Оператор 1 Оператор 2	5					
4	Вакуумирование и заполнение гелием 1 и 2 твэлов, установка заглушек.	08.50-08.55 (20.50-20.55)	Оператор 1	5					
5	Сварка ДУМП 1го твэла +прием 2го твэла Отправка на вакуумирование 3го твэла Забрать с ПНК барабан	09.00-09.05 (21.00-21.05)	Оператор 2 Оператор 1	5					
	+сварка ДУМП 2го твэла							Оператор 2	
6	Сварка ДУМП 3го твэла +прием 3 труб с экр. столбом	09.05-09.07 (21.05-21.07)	Оператор 1	3					
7	Загрузка таблеток 3 труб +отправка на ХКГ и контроль.	09.10-09.16 (21.10-21.16)	Оператор 1 Оператор 2	6					
	Заполнение паспартов.								
8	Установка комплектующих +отправка барабана на ПНК +выдача во 2 камеру 1 и 2 твэлов +отправка 1 и 2 твэлов на герметизацию и заполнению гелия.	09.16-09.20 (21.16-21.20)	Один из операторов другой может сходить на перекур	4					
9	Сварка ДУМП 1го твэла +прием 2го твэла Отправка на вакуумирование 3го твэла Забрать с ПНК барабан	09.20-09.25 (21.20-21.25)	Один из операторов другой может сходить на перекур	5					
	+сварка ДУМП 2го твэла Выдать 3 твэл во вторую камеру после ХКГ и далее по кругу начиная с 6 го пункта								
	В 12.30 (00.30) если оборудование нормально работает и в день не мешают заваривается 24-30 твэлов, то один оператор идет на обед, другой доделает твэлы и начинает загрузку на 36 твэлов.	С 9.00 (21.00) до 9.30 (21.30) сварено 6 твэлов соответственно примерно в 9.50 (21.50) будет заварено 9 твэлов							
	В конце смены операторы не могут загружать комплекты для следующей смены так как УЗК грузиться на 36 твэлов а последний заваривается в 19.20 (8.30).								

Производительная способность линии

Пример формы листа производственного контроля работы оборудования и операторов

Период работы	Количество выданных твэлов в камеру №2, шт.		Что произошло, описание	Категории отклонений											Принятые решения
	План	Факт		Организационные					Технические						
				Отсутствие матер.	Отсутствие документов, распоряжений.	Ожидание ремонтных служб	Ожидание оператора	Прочее	Бокс 1	Бокс 2	Бокс 3	Бокс 4	Проч.		
Подготовительные работы															
План		Факт													
Старт	Конец	Старт	Конец												
7:45	9:00														
Изготовление твэлов															
09:00-10:00	6														
10:00-11:00	6														
11:00-12:00	6														
Обеденный перерыв															
План		Факт													
Старт	Конец	Старт	Конец												
12:00	13:20														
Изготовление твэлов															
13:20-14:20	6														
14:20-15:20	6														
15:20-16:20	6														
16:20-17:20	6														
17:20-18:20	6														
18:20-19:20	6														
19:20-19:45	2														
Итого:	56														



РОСАТОМ



Спасибо!

