

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

Всеобщий уход за
оборудованием

Петров А.В.
10.05.16

Содержание

- Введение (актуальность проблемы)
- Цели и выгоды ТРМ
- Производственная эффективность и влияние ТРМ
- Инструменты (документы) применяемые для ТРМ
- Методика организации (внедрения ТРМ)
- План мероприятий для производств ТБМ
- Вопросы

ВВЕДЕНИЕ

TPM – это специфическое мероприятие, вовлекающее в себя весь потенциал рабочей силы.

Оно направлено на систематическое и практическое удаление причин потерь производства, вызванных оборудованием.

Как результат, увеличивает надежность и работоспособность оборудования, а также делает вклад в улучшение «потока» и производительности.



ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К ТЕХОБСЛУЖИВАНИЮ

Схема 3

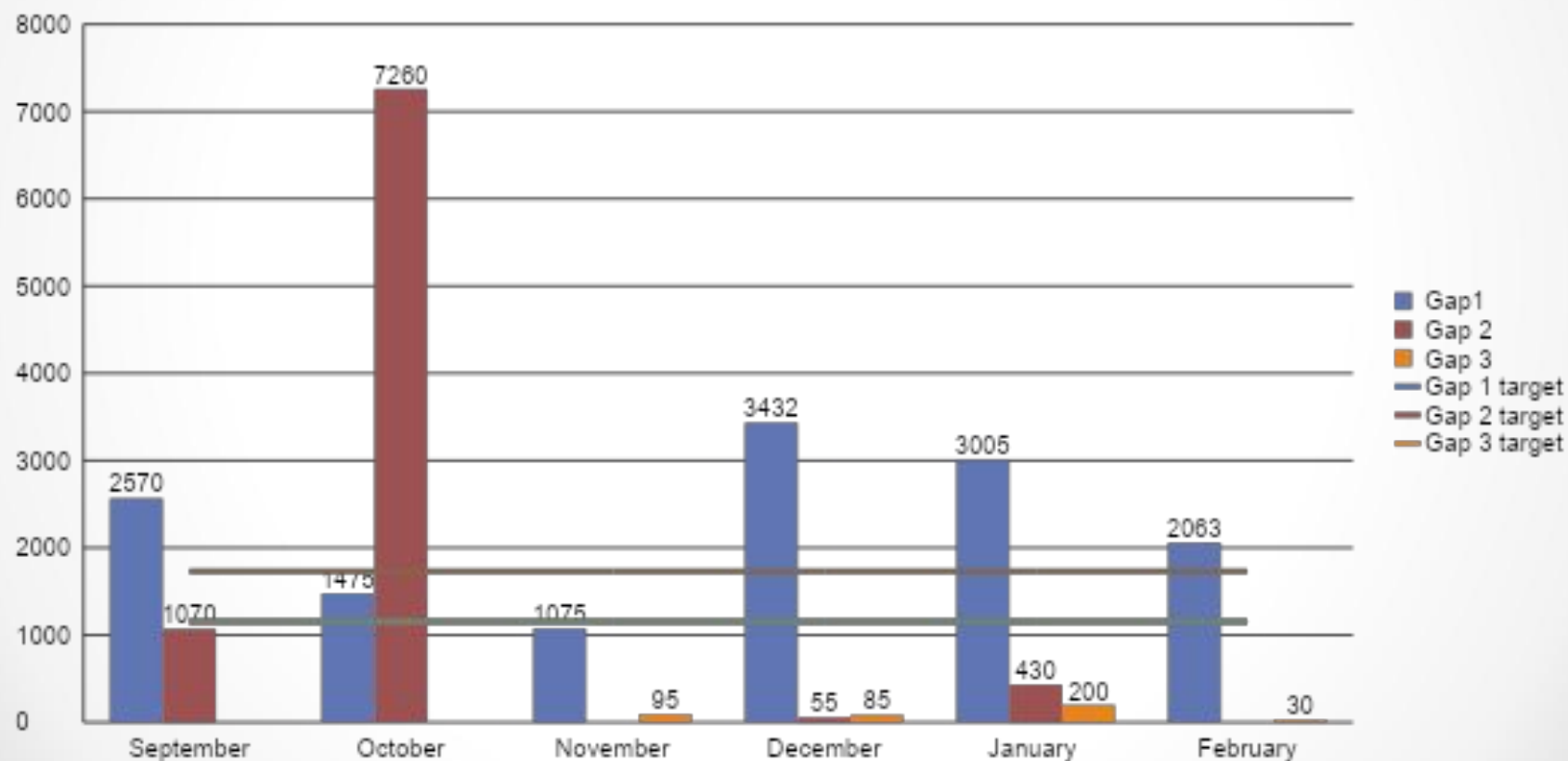
Подходы к техобслуживанию



Источник: McKinsey.

Статистика остановок

Breakdown rate per lines



Цели ТРМ

- **Определить причины простоев оборудования**
- **Определить действия для уменьшения времени простоя**
- **Отслеживать эффективность этих действий, вносить корректировки**
- **Улучшить производственный процесс**
- **Увеличить производительность оборудования**
- **Сократить финансовые потери на простои оборудования**
- **Повысить эффективность использования людей**

Потенциальные выгоды от внедрения ТРМ

1. Сокращение затрат на основные средства: за счет увеличения работоспособности и жизненного цикла оборудования, позволяет сократить инвестиции в покупку нового оборудования
2. Повышение производительности: за счет ТРМ появляется возможность сократить количество сверхурочных работ и производить больше товара в «узких местах». Кроме того, когда оборудование расположено последовательно в виде конвейерной линии, остановка/поломка оборудования на одном рабочем месте вызывает остановку всей линии и простой сотрудников. В результате, повышение работоспособности оборудования позволяет иногда оператору работать на нескольких рабочих местах. С другой стороны, увеличение срока работоспособности, позволит трансформировать «лечебное» техобслуживание на превентивное.

3. Повышение качества: незапланированные остановки часто приводят к браку, либо необходимости отремонтировать товар. Таким образом, повышая срок наработки оборудования, мы повышаем качество продукции (статистически)
 - Сокращение незавершенного производства: Зачастую, мы вынуждены увеличивать страховые запасы, для исключения последствий для Клиентов, остановок оборудования. Если срок наработки оборудования будет повышаться, мы сможем сокращать страховой запас
3. Вдохновение для сотрудников: Успешный процесс TPM подразумевает передачу ценных знаний и ответственности от технических экспертов к операторам, тем самым повышая их мотивацию и ставя перед ними новые цели.

**Что мы получаем от
правильного обслуживания
оборудования?**



Стабилизация
потока



Сокращение
потерь



1. Исключение риска недопоставки Клиенту
2. Равномерность потоков

1. Повышение производительности
2. Сокращение запасов
3. Повышение эффективности использования оборудования

Достижение высокого уровня надежности оборудования обеспечивает выравненные потоки и сокращение затрат

Сокращение потерь

1. Повышение производительности:

-операторы не простаивают во время поломок

-Отсутствие дополнительного найма операторов для увеличения времени производства

-Отсутствие сверх урочных работ и в выходные

2. Сокращение запасов для подстраховки от остановок производства из-за поломок оборудования

3. Улучшенная эффективность использования оборудования

Стабилизация потоков

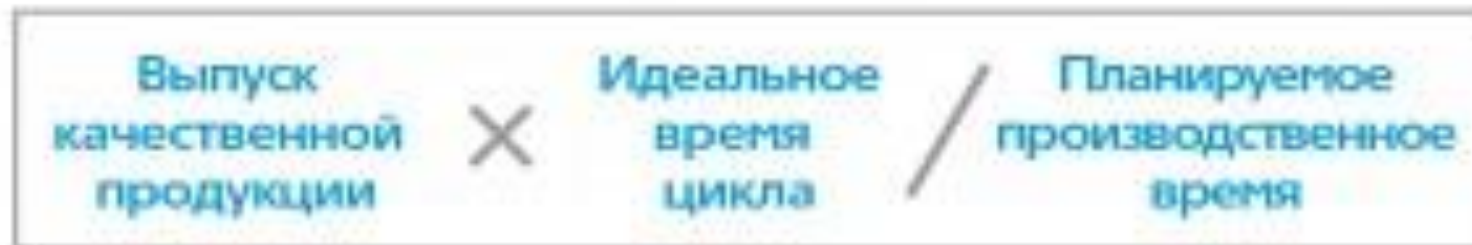
1. Исключение риска недопоставки для Клиента
2. Обеспечение равномерных потоков:
 - с Клиентом
 - внутри компании
 - с поставщиками

Производственная эффективность и потери

Измерение операционной эффективности производства

$$\text{ОЭП} = \frac{\text{Кол-во произведенных деталей} \times \text{Производственный цикл}}{\text{Общее рабочее время}} \times 100\%$$

Для измерения результата осуществляется сравнение нормативных данных с фактическими за день/смену



Расчет операционной эффективности производства



X

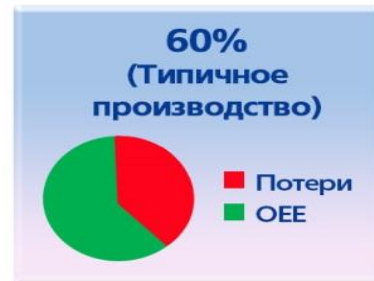
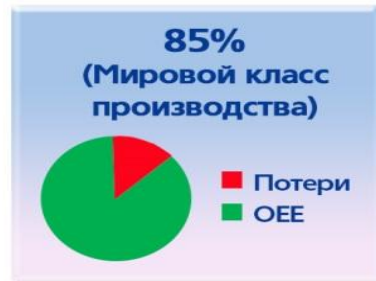


Норматив ОЭП = 85%

Усредненный норматив (цель) для ОЭП определяется следующим образом:

100% рабочего времени
– 10% на переналадку
– 5% на потери
= 85%

Для каждого производства рассчитывается свой индивидуальный норматив (исходя из специфики производства)



Чистое рабочее время 100%

Переналадка

10%

Потери

5%

Результат
производства

85%

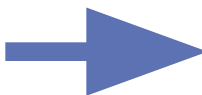
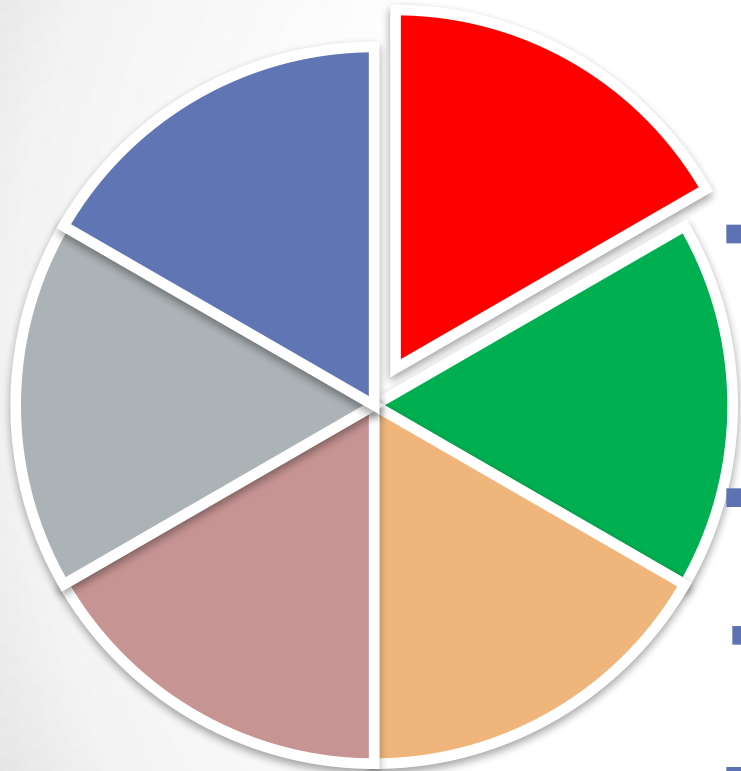
Смена
оснастки

Пробный
запуск

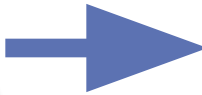
Брак

Всевозможные
Остановки

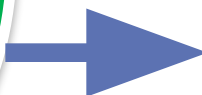
Причины производственной неэффективности



Организационные остановки
(отсутствие сырья, нехватка людей...)



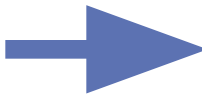
Плановые остановки
(тренировки, низкий план производства, экспериментальное производство, перерывы, плановое техобслуживание)



Замена оснастки



Поломки оборудования
(более 5 минут)



Брак



Микроостановки (все остальные причины)

ИЗМЕРЯЕМЫЕ

Область охвата ТРМ

ТРМ фокусируется на поломках оборудования и микроостановках

Тщательный учет временных потерь факторов неэффективности должен осуществляться на постоянной ежедневной/ежесменной основе и в дальнейшем анализироваться.

Форма контроля производства

ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА							ЗАВОД:	СМЕНА №:	ДАТА:		
Проезд по изделию	Запланированные остановки	Перезагрузка	Органич. проблемы	Неисправность оборудования	Примечания	Проезд по изделию	Запланированные остановки	Перезагрузка	Органич. проблемы	Неисправность оборудования	Примечания
					Собрание в начале смены 10 минут						Собрание в начале смены
					Собрание с директором завода						
					10 минут перерыв Смена оснастки с изд А на изд В						10 минут перерыв
					ОБЕД Поломка пневматики						ОБЕД
					Смена оснастки с изд В на изд С						
					10 минут перерыв						10 минут перерыв
					5S 10 минут						5S
Итого:	170	55	140	0	75	Итого:					440
№ изделия	Время цикла	Изделий О.К.		Полезное время работы							
Изд. А	5 мин	X	19	=	95		X	=			+
Изд. Б	10 мин	X	0	=	0		X	=			+
Изд. С	15 мин	X	5	=	75		X	=			+
			Итого		170		Итого				=
			оэп		39%		оэп				

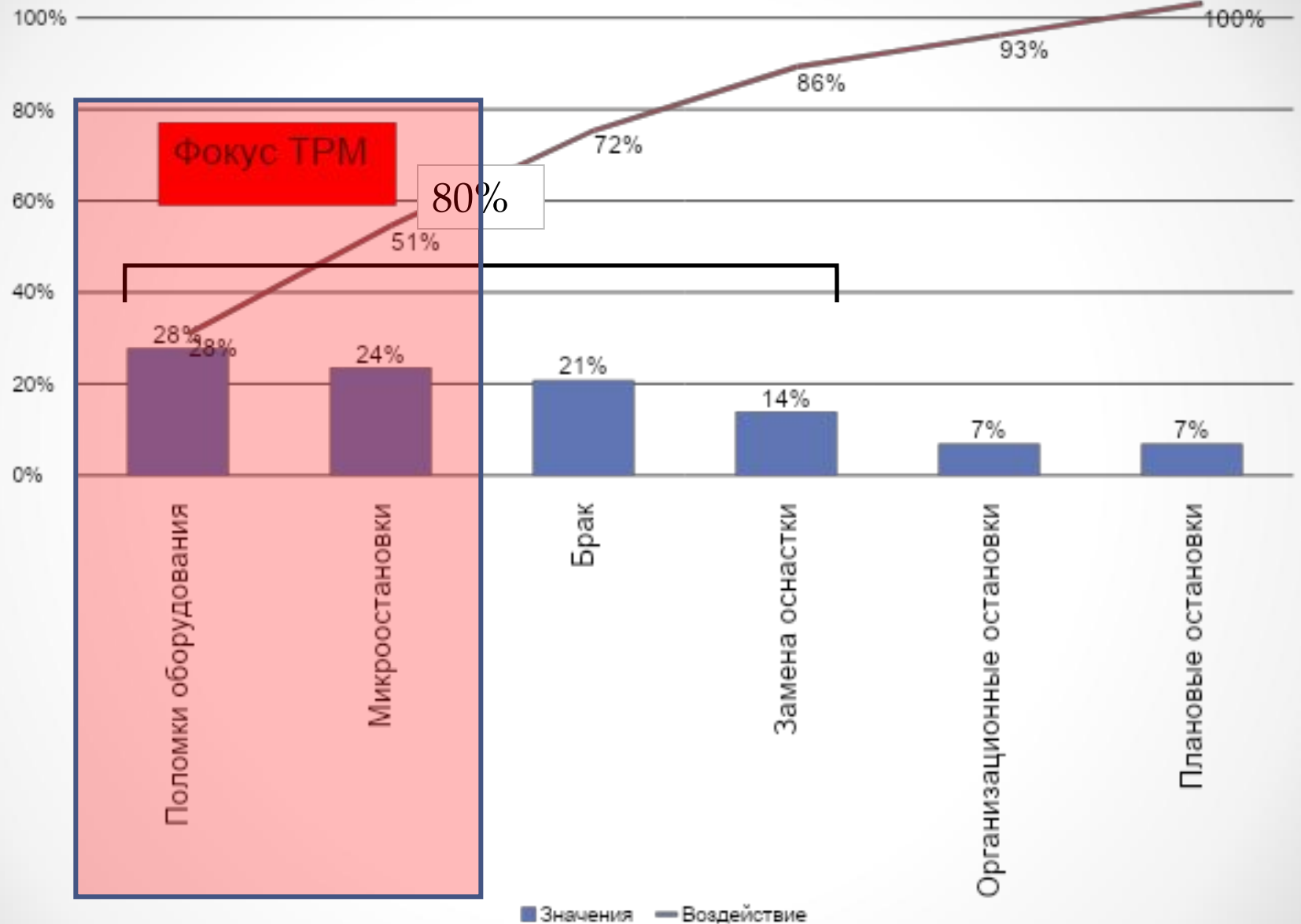
Страница 1

Анализ причин

ПОЛОМОК

- Через консолидацию листов контроля производства, можно собрать статистику по остановкам производства.
- В первую очередь, необходимо построить график Парето по причинам остановок
- Без соответствующих замеров, ТРМ не может быть эффективной.

Диаграмма Парето по причинам остановок производства



Контроль статистики для ТРМ

- Необходимо в текущем режиме (ежедневном) осуществлять контроль за показателями поломок и микроостановок производства
- Для этого используются следующие формы (см. ниже)

Бланки контроля остановок и поломок

Утренняя смена		1 июн	2 июн	3 июн	4 июн	5 июн	6 июн	7 июн	8 июн	9 июн	10 июн	11 июн	12 июн	13 июн	14 июн	15 июн	16 июн	17 июн	18 июн	19 июн	20 июн	21 июн	22 июн	23 июн	24 июн	25 июн	26 июн	27 июн	28 июн	29 июн	30 июн		
Плановые останковки	Утреннее собрание																																
	Плановые тренировки																																
	Тестовое производство																																
	Обед																																
	Перекуры																																
	Передача смены/ очистки																																
	Остановка линии																																
	Превентивное техобслуживание																																
	Плошка оборудования А																																
	Плошка оборудования В																																
Поломки/Остановки из-за ремонта	Плошка оборудования С																																
	Поломка оснастки																																
	Течь масла																																
	Течь воды																																
	Течь прочи технических																																
	Отсутствие электричества																																
	Отсутствие давления в																																
	Отсутствие запасных частей																																
	Замена оснастки																																
	Плановая переналадка																																
Внеплановые останковки	Изменение параметров																																
	Остановка операторов																																
	Незапланированная очистка оборудования																																
	Проблемы с качеством																																
	Отсутствие комплектующих на линии																																
	Проблемы с поставкой комплектующих на линию																																
	Проблемы с упаковкой																																
	Изменение параметров																																
	Остановка операторов																																
	Незапланированная очистка оборудования																																
Проблемы с качеством																																	
Отсутствие комплектующих на линии																																	
Проблемы с поставкой комплектующих на линию																																	
Проблемы с упаковкой																																	
Уровень техобслуживания	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%			
Общее время останков ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Общее время останков ПРОИЗВОДСТВО ВСЕГО	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ВРЕМЯ	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460			
Потери из-за поломки	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
Потери из-за плановых останков	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
Потери из-за внеплановых останков	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
Потери на переналадку	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
Потери из-за сменача	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
Инерционность	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%				

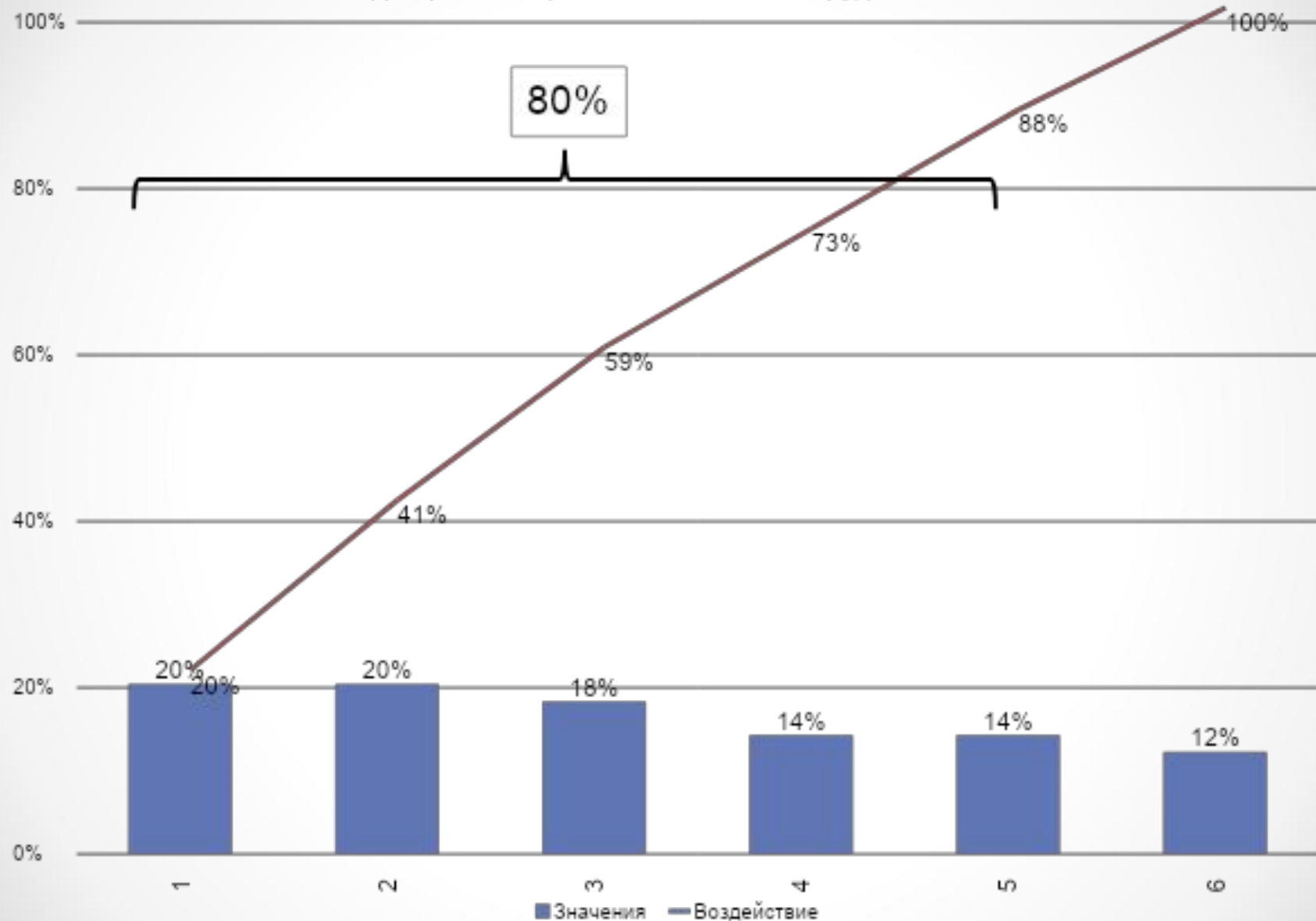


Утренняя смена		1 июн	2 июн
Плановые останковки	Утреннее собрание		
	Плановые тренировки		
	Тестовое производство		
	Обед		
	Перекуры		
Поломки/Остановки из-за ремонта	Передача смены/ очистки		
	Остановка линии		
	Превентивное техобслуживание		
	Пломка оборудования А		
	Пломка оборудования В		
Перенал адка	Пломка оборудования С		
	Поломка оснастки		
	Течь масла		
	Течь воды		
	Течь прочи технических		
Внеплановые останковки	Отсутствие электричества		
	Отсутствие давления в		
	Отсутствие запасных частей		
	Замена оснастки		
	Плановая переналадка		
	Изменение параметров		
	Остановка операторов		
	Незапланированная очистка оборудования		
	Проблемы с качеством		
	Отсутствие комплектующих на линии		
Проблемы с поставкой комплектующих на линию			
Проблемы с упаковкой			
Общее время останков ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ	0	0	
Общее время останков ПРОИЗВОДСТВО ВСЕГО	0	0	
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ВРЕМЯ	460	460	
Уровень техобслуживания	100.00%	100.00%	

Анализ поломок оборудования

- В случае, если осуществить анализ поломок затруднительно, необходимо собрать команду по решению этой проблемы
- Необходимо собрать статистику минимум за 3 месяца по поломкам и оформить отчет в виде графика Парето по поломкам (указывая каждый вид поломки отдельно и его долю)

Диаграмма Парето по поломкам оборудования



- Выявление причин каждой из выбранных поломок необходимо осуществлять с помощью методов 5Почему, Ишикава, Мозговой штурм и далее решать каждую выявленную причину в рамках цикла PDCA (т.к. на каждую поломку может влиять ряд причин)
- Важно составить план мероприятий по искоренению причин поломки и отслеживать как менялась статистика поломок после внедрения каждой контрмеры

Визуальные индикаторы состояния (для отслеживания поломок)

ВМП (время между поломками) (MTBF) – среднее время, в течение которого оборудование работало без поломок или отказов (остановки по причине отсутствия производства не учитываются)

Фактическое производственное время

ВМП = -----

Количество остановок из-за
оборудования

СВР (среднее время ремонта) (MTTR) – индикатор ремонтпригодности оборудования (насколько сложные были операции по ремонту)

Общее время простоя оборудования

СВР = -----

Кол-во остановок оборудования по причине отказа (без учета микроостановок)

Образец графика по обоим показателям

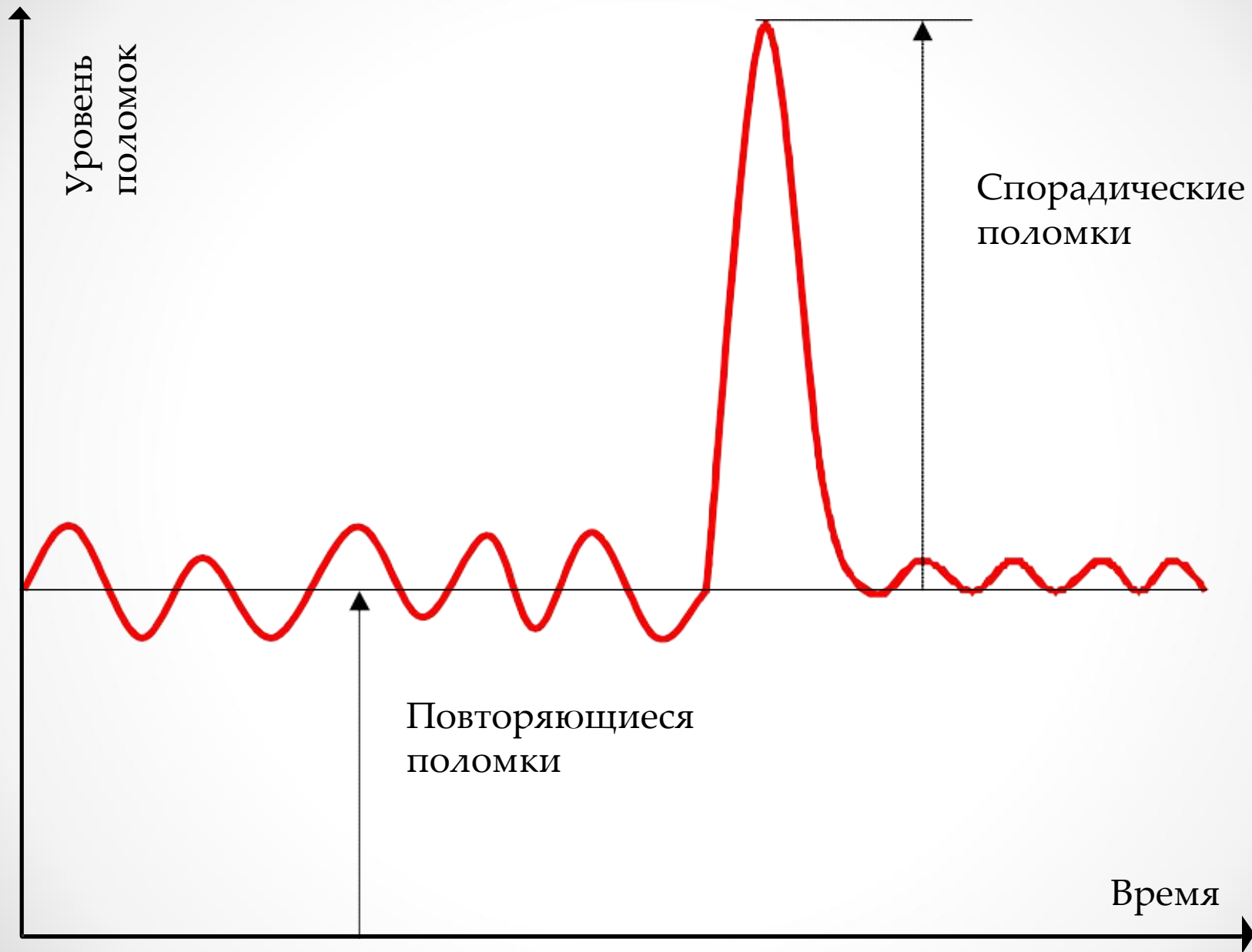


Неделя	27	28	29	30	31
Рабочее время	2898	7980	7980	7740	6480
Время остановок >5мин	400	960	880	1350	1410
Кол-во поломок >5мин	13	13	27	30	31
Микроостановки <5 мин	14	10	29	31	33
ВМП	223	614	296	258	209
СВР	31	74	33	45	45

Спорадические (сложновываемые)

ПОЛОМКИ

- Зачастую причиной остановок оборудования могут быть спорадические ошибки/поломки. Они не являются часто повторяющимися. Поэтому определить контрмеры для них представляется сложным.
- Борьбаться с ними можно лишь одним способом – выполняя контрмеры по повторяющимся поломкам и исключая причины их повторения. Тем самым останутся причины поломок, связанные лишь со спорадическими поломками



Целью внедрения ТРМ является устранение хронических потерь

- Выход из строя оборудования
- Высокое время переналадки и юстировки
- Холостой ход и мелкие неисправности
- Снижение быстродействия (скорости) в работе оборудования
- Дефектные детали
- Потери при вводе в действие оборудования.

Микроостановки

- Микроостановки зачастую выявить практически очень сложно и предотвратить в том числе. Причины этого:
 - A) Они не регистрируются в листе контроля производства
 - B) Техобслуживание меньше вовлечено в их устранение
 - C) Проще перезапустить оборудование заново, вместо анализа причин остановки
 - D) Зачастую они недооцениваются сотрудниками производства, которые мало мотивированы на устранение простоев

- Поэтому иной подход необходим – вся команда ТРМ на каждом этапе совместно наблюдает и выявляет причины микроостановок
- После сбора статистики, необходимо сообщить о результатах операторам
- Следующим шагом необходимо обучить операторов выявлять микроостановки. Этот этап является критичным для продвижения ТРМ на предприятии.

Бланк учета микроостановок

Бланк учета микроостановок		Дата:
	* поставить "/" каждый раз	Заполнил
Рабочее место:	Оператор сверлильного станка	
Оборудование:	сверлильный станок	
Причины микроостановок	Подсчет в течение дня	Всего за день
Упало сверло		
Нет сверла нужного размера		
Упала заготовка		
Снятие стружки со сверла		
Уборка стружки с верстака		

Анализ микроостановок

- На основании данных из бланка учета микроостановок, необходимо путем наблюдения осуществить замеры затрат времени на каждый их тип.
- В результате, должен получиться график Парето по значимости/доле каждой из микроостановок
- Кроме того, необходимо осуществить анализ влияния этих микроостановок на эффективность использования оборудования (ОЕЕ)
- Следующий шаг – составление плана мероприятий по сокращению микроостановок и его реализация

Этапы организации процесса ТРМ

- Перед началом процесса ТРМ необходимо серьезно продвинуться во внедрении инструмента 5S
- Дело в том, что без стандартизации и визуализации процессов, будет крайне сложно выявлять проблемы и решать их. Каждый раз вы будете испытывать сложности
- Определять направления для ТРМ необходимо с использованием инструмента Решения проблем (А3, форма PDCA и т.д.)

План работ ТРМ

- В результате анализа контрмер и их эффективности, формируется план мероприятий по превентивному обслуживанию оборудования.
- Распределяются роли, кто из сотрудников будет выполнять какую часть превентивного обслуживания (формируется команда на каждом производстве)

Как добиться устойчивых улучшений

- Операторы должны быть информированы, тренированы и обучены процессу TPM
- Необходимо объяснять глобальную цель и их роль в этом командном процессе
- Именно они осуществляют контрольные замеры отказов оборудования. Именно им придется осуществлять техобслуживание оборудования на базовом уровне.

Уровни техобслуживания оборудования

УРОВЕНЬ 1. Простые действия с безопасными и легкодоступными деталями оборудования при помощи механизмов, расположенных на оборудовании. Здесь не требуется какого-либо откручивания и разборки деталей, а просто следования стандартным инструкциям (основной контроль, очистка, заливка жидкостей и т.д.)

УРОВЕНЬ 2. Действия, требующие не более чем простое откручивание и работу с инструментами и деталями, расположенными на рабочем месте. Это может выполняться обученными сотрудниками, обладающими навыками, которые просто следуют стандартной инструкции (контроль внешнего состояния, простая и быстрая замена деталей)

УРОВЕНЬ 3. Комплексное вмешательство в оборудование с использованием специфических инструментов и деталей, требующее простых операций разборки узлов оборудования. Эти операции должны выполняться квалифицированным техническим персоналом, который должен следовать четким процедурам.

УРОВЕНЬ 4. Комплексное вмешательство, включая совместную разборку. Обычно проводится экспертами и ремонт осуществляется в мастерской

УРОВЕНЬ 5. Основной ремонт, выполняемый производителем оборудования

Т
Р
М

План техобслуживания

1. План ППР должен быть сформирован согласно требованиям производителя оборудования и разрабатываться в непосредственной близости от оборудования (чтобы визуально было видно как осуществляться будет процесс ППР).
2. Производственные смены должны быть организованы как автономные бизнес-структуры. Технические специалисты должны быть в каждой смене

3. Усиление и упрощение техобслуживания через умное ТРМ:

- Оценить какие задания по техобслуживанию осуществляются наиболее часто и найдите пути упростить их
- Сделайте рабочую инструкцию по техобслуживанию (простую с визуальными схемами, картинками)
- Примените 5С к инструменту
- Выделите визуально рабочий диапазон корректной работы оборудования, чтобы любой человек со стороны легко мог определить правильно ли работает оборудование (правильные ли настройки применяются)
- Переместите все счетчики, сигнальные лампы, манометры, фильтры за предел рабочей зоны оборудования. Замените непрозрачные шланги на прозрачные

Рабочая команда по ТРМ

В ядро команды ТРМ должны входить следующие сотрудники:

- Начальники смен;
- Операторы и бригадиры;
- Инженеры по техобслуживанию;
- Мастера по техобслуживанию;
- Лидер проекта.

Данные для поддержания процесса

ТРМ в рабочем состоянии

- Динамика изменения основных индикаторов по оборудованию (Производственная эффективность и потери)
- История основных поломок и аномалий
- Улучшения внедренные и предложенные
- План технического обслуживания (чек-лист, периодичность, продолжительность и т.п.)
- Управление запасными частями

ВАЖНО! Все эти данные должны присутствовать и оформлены согласно единому стандарту.

Цикл внедрения ТРМ



План мероприятий для внедрения ТРМ в ТБМ

- 1) Сформировать команды на каждом производстве
- 2) Провести повторное детальное обучение команд
- 3) Уточнить ситуацию с анализом эффективности производства (организовать при необходимости)
- 4) Организовать доски ТРМ и начать заполнение статистики поломок (собрать имеющиеся данные)
- 5) Анализ поломок и формирование списка превентивных мероприятий по каждому оборудованию. Разделение работ на зоны ответственности операторов и техобслуживания
- 6) Внедрение и контроль выполнения процесса
- 7) Подведение итогов/результатов ТРМ - контрмеры

Формирование системы обслуживания оборудования

Цель:

Создание системы плановых ремонтов, обеспечивающих ноль отказов в межремонтные циклы

План формирования системы обслуживания

1. Создание системы планирования ремонтов с точностью +/- 10 мин в совокупности с переходом к ремонту по состоянию.
2. Стандартизация ремонтных работ.
3. Разработка технологии ремонта оборудования (не путать с инструкциями по ремонту).
4. Система оперативного устранения внеплановых простоев оборудования.
5. Разработка системы учёта фактических и косвенных затрат на ремонт каждого инвентарного номера, в т.ч. стоимость ожидания ремонта, упущенная выгода, санкции за неисполнение договорных обязательств.
6. Создание системы оперативного снабжения запасными частями.
7. Расчёт ОЕЕ для всего парка основного технологического оборудования и анализ работы оборудования (???)
8. Формирование системы мотивации персонала на повышение эффективности работы оборудования и т.д.