



УДК 338.36:005:658.51

И. А. Андреев

Опыт внедрения бережливого производства в оборонной промышленности

Рассмотрен опыт ведения проектов по сокращению различных издержек при производстве продукции оборонного назначения в Акционерном обществе «ГОЗ Обуховский завод», основанных на принципах бережливого производства. Показаны методы и инструменты борьбы с потерями на каждом этапе производства. Продемонстрирован потенциальный и реальный экономический эффект от проектов и применения бережливого производства.

Ключевые слова: бережливое производство, создание ценности, эффективное производство, потери, проект, производственная система, производственный менеджмент, производительность труда, оптимизация, принцип 5С.

Введение

Акционерное общество «ГОЗ Обуховский завод» – одно из старейших промышленных предприятий Санкт-Петербурга, в мае 2017 г. отметившее 154-летие. За последние 10 лет предприятие было полностью перестроено: новые просторные, чистые здания и корпуса основного, вспомогательного и обслуживающего производства, обновленный станочный парк и современное оборудование (рис. 1).

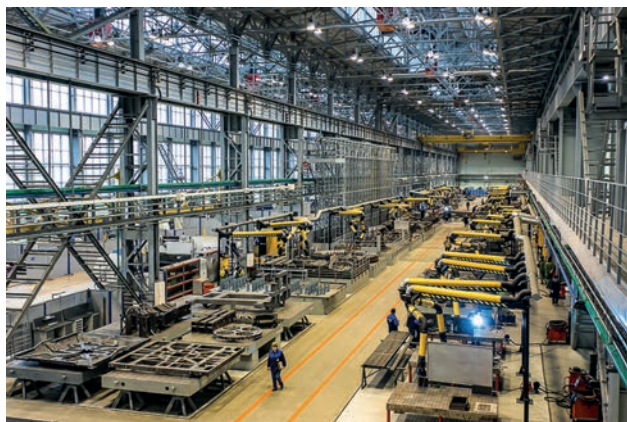


Рис. 1. Сварочный цех АО «ГОЗ Обуховский завод»

Были модернизированы основные средства производства, однако сознание работников довольно медленно адаптируется к переменам, поэтому новые возможности используются не в полном объеме, из-за чего снижается эффективность.

Решение задач поиска недостатков и организации более эффективной работы на проблемных участках производства заключается во внедрении технологий бережливого произ-

водства, которое предполагает поиск и устранение всех видов потерь [1, 2].

Выделим 8 видов потерь на производстве (табл. 1) [3].

Для решения текущих и предотвращения новых (см. табл. 1) потерь в 2015 г. был создан отдел внедрения технологий бережливого производства. За два года успешно решены несколько задач по повышению количества выпускаемых изделий без существенного увеличения издержек на их изготовление [2, 4–7].

На начальном этапе работники отдела изучали опыт отечественных и зарубежных консультантов, методические указания, справочную литературу и пр. В результате был найден свой более простой и конкретный путь решения поставленной задачи – проектная работа. В его основе технологии и инструменты бережливого производства реализуются в рамках конкретного проекта, выбранного исходя из наиболее важных текущих производственных задач и имеющего конкретную измеримую конечную цель. Обычно такими задачами являются конкретные изделия, изготовление которых необходимо оптимизировать.

В процессе выполнения проекта работники отдела совместно с рабочей группой детально разбираются в процессе создания изделия, вникают в организацию его производства с целью устранения возможных потерь. Изначально рабочие сопротивляются нововведениям, но, поработав по новой схеме, понимают, что это делается для улучшения их условий труда. В дальнейшем такие рабочие становятся инициаторами изменений в своем подразделении.



Потери на производстве

| Вид потерь [1] | Следствие потерь |
|---|--|
| Перепроизводство | Преждевременный расход сырья и материалов. Чрезмерное увеличение запасов. Расширение используемых площадей. Рост транспортных и административных издержек |
| Избыточные запасы | «Замороженные» деньги в запасах сырья и материалов |
| Брак | Увеличение времени изготовления. Рост стоимости изделия из-за дозакупки материалов и сырья |
| Лишние движения | Увеличение времени изготовления изделия вследствие избыточных рабочих операций при создании изделия |
| Излишняя обработка | Затраты на ресурс оборудования с более жесткими допусками. Увеличение времени изготовления из-за повышенного контроля со стороны отдела технического контроля. Расходы на более квалифицированный персонал |
| Простои: • запланированные (переналадка оборудования, плановый ремонт, проведение совещаний, регламентированные перерывы); • незапланированные (поломка оборудования, нехватка материалов, болезни и прогулы, простой оператора при автоматической работе станка) | Увеличение времени изготовления изделия |
| Транспортировка и перемещения | Увеличение времени изготовления изделия из-за ненужного или избыточного перемещения изделия между производственными помещениями |
| Неполное использование знаний и творческих способностей работников | Увеличение времени изготовления изделия по причине неправильного делегирования полномочий |

Создание и реализация проекта

Выделяют три подхода к созданию проектов. В инициативном порядке снизу, когда любой работник Общества – от уборщицы до начальника цеха – может подать предложение по улучшению чего-либо; координацией занимается отдел внедрения технологий бережливого производства. Инженер отдела совместно с экспертом по данному предложению рассматривают его и, приняв, составляют план мероприятий по его внедрению, заложив необходимые ресурсы. В директивном порядке – например, заместитель генерального директора по производству ставит задачу по сокращению издержек на определенном проблемном участке. И в инициативном порядке сверху – в этом случае работник отдела бережливого производства видит проблему

на производстве и самостоятельно поднимает вопрос о ее решении, стремясь избежать усугубления.

Изначально сотрудники отдела изучают весь процесс создания изделия, включая все его перемещения – от заготовки сырья до отгрузки заказчику. Для анализа процесса применяется карта потока создания ценности (КПСЦ) [7, 8]. Даже при доскональном знании технологии производства какого-либо изделия при картировании с помощью КПСЦ выявляются процессы, которые можно существенно оптимизировать как по времени, так и по технологии изготовления (рис. 2).

Далее исследуется уже реальный (а не технологический, по документации) процесс создания изделия в цехе, описывается каждый вид операции, перемещения и время простоя.

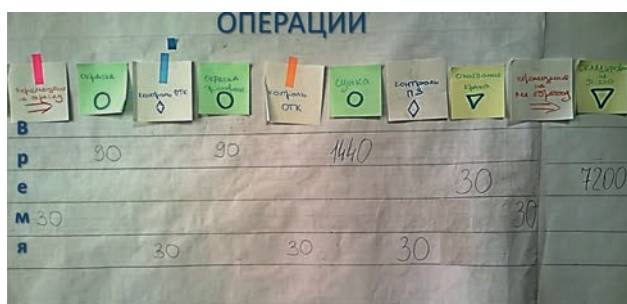


Рис. 2. Составление карты потока создания ценности (КПСЦ)

В результате получается КПСЦ, на которой видны все «узкие» места, т. е. участки, процесса. Оптимизировав их, можно значительно увеличить эффективность работы, например:

- нерационально используемое оборудование;
- длительные межоперационные пролеживания;
- долгие ожидания кранов и представителей служб;
- перевозки изделия из одного конца цеха в другой и обратно.

Все выявленные проблемы анализируются на *КПСЦ текущего состояния*, затем строится *КПСЦ идеального состояния*, свободная от потерь и издержек.

Идеальный процесс по многим причинам недостижим, но задача отдела – максимально к нему приблизиться. Для этого создается рабочая группа проекта из представителей цехов и служб предприятия для организации быстрой и гибкой системы решения разных вопросов. Руководителем обычно выступает начальник цеха, в котором ведется проект. Команда составляет план мероприятий, назначает сроки и ответственных за каждый пункт.

Ниже рассмотрим три проекта, реализованных на АО «ГОЗ Обуховский завод» в директивном порядке.

Проект «Качающаяся часть»

Изделие по проекту «Качающаяся часть» (рис. 3) является частью гидравлического механизма подъема.



Рис. 3. Общий вид изделия «Качающаяся часть»

Поставлена цель увеличить выпуск изделий с трех до семи в месяц без роста численности персонала.

Задачами проекта являлись: сокращение времени цикла изготовления изделия; устранение потерь времени на поиски и подбор деталей на складах; сокращение потерь на ожидание поставки отсутствующей комплектации; запуск системы логистики по обеспечению сборочных мест комплектацией в полном объеме; сокращение потерь времени на ожидание выполнения операций за пределами участка (сверление, дробеструйная обработка); оптимизация культуры производства с помощью системы 5С.

Направления реализации проекта по оптимизации операций для изделия «Качающаяся часть» приведены в табл. 2.

Результаты:

- выполнены плановые и целевые показатели проекта;
- достигнут показатель по объему производства до 7–8 шт. в мес., т. е. производительность увеличилась на 130–150 %.

Данный проект стал пилотным. Благодаря его колоссальному успеху и достигнутому экономическому эффекту удалось продемонстрировать работу отдела бережливого производства на практике, поскольку пока со-



Оптимизация операций при реализации проекта «Качающаяся часть»

| Потери | Причина | Решение | Эффект |
|-------------------------------|---|--|---|
| Избыточные запасы | Разные открытые склады, доступные для любого рабочего | Создан единый закрытый склад с пронумерованными стеллажами, полками и ячейками | Уменьшение складских площадей с 346 до 189 м ² |
| Транспортировка и перемещения | Размещение деталей на пяти складах | Все детали разложены по местам на четырех стеллажах, в цехе создана схема логистики | Сокращение времени сбора комплектации с 6–10 ч до 30 мин |
| | Рабочие собирают комплектацию сами | Комплектует специально обученный сотрудник на стандартизированных тележках с визуализацией (рис. 4). Для каждой детали установлены обозначенное методом теней место, номер, минимальный и максимальный запас | |
| Брак | Брак комплектующих изделий при изготовлении, сложность сборки изделия | Созданы системы учета, спроектированы новые приспособления. Сборка основных узлов проводится по принципу шип – паз | Снижение брака, времени простоев, транспортировок и перемещений за новыми деталями. Сокращение времени на операции с 223 до 189 ч. Минимизация вероятности ошибок |
| Простои | Отсутствие деталей на складе | Создана система учета и вытягивающая система | Снижение простоев с 1–2 мес. до 30–60 мин [5] |
| Транспортировка и перемещения | Беспорядочное расположение оборудования в цехе | Участок перепланирован (рис. 5), создан конвейер, организован последовательный поток создания ценности (рис. 6) | Сокращение расстояния транспортировки по цеху с 3,5 до 1,5 км |
| Лишние движения | Беспорядочное расположение бригады в цехе | Организована единая рабочая зона для бригады | Бригадир контролирует процесс, вся бригада оказывает оперативную помощь отстающим |
| Простои | Задержка поставки заготовок другими цехами | Установлена маркерная доска, создана система точно – вовремя | Сокращение времени отдачи поданных на механическую обработку деталей и сборочных единиц (ДСЕ) |
| Простои | Ожидание мостового крана из-за постоянной его загрузки ДСЕ на отправку | Рабочее пространство перенесено в зону действия более свободного крана | Сокращение времени простоя бригады в среднем с 50 до 8 ч/мес. |
| Простои | Очередь на дробеструйную обработку, неритмичность работы | Установлена маркерная доска, введены сменнo-суточные задания, назначен бригадир | Эффективное использование дробеструйных камер, постоянный поток, задержки устранены |
| Простои | Постоянные потери инструмента, поиск и проблемы с оборудованием из-за ненадлежащего использования | Рабочие места организованы по принципу 5С, созданы стандарты работы [9], рабочая зона визуализирована | Сокращение времени на поиск инструмента с нескольких часов до нескольких секунд. Эффективное использование и более долгая эксплуатация оборудования [6] |
| Перепроизводство | Склады заполнены неликвидом и заготовками на 2–10 лет вперед | Создан единый склад, проведены полный переучет и корректировка поставок комплектующих | Экономия времени и металла на производство избыточных деталей, экономия денежных средств на их заказ |

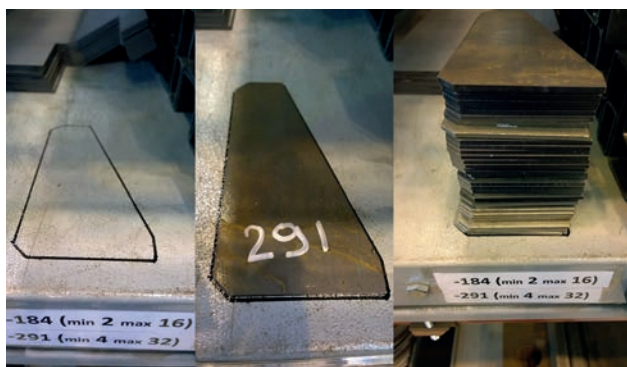


Рис. 4. Стандартизация и визуализация на складских стеллажах и тележках

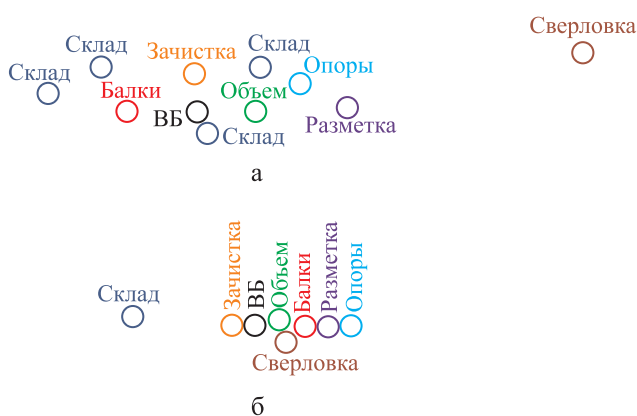


Рис. 5. Планировка общей рабочей зоны (а) и результат перепланировки (б)

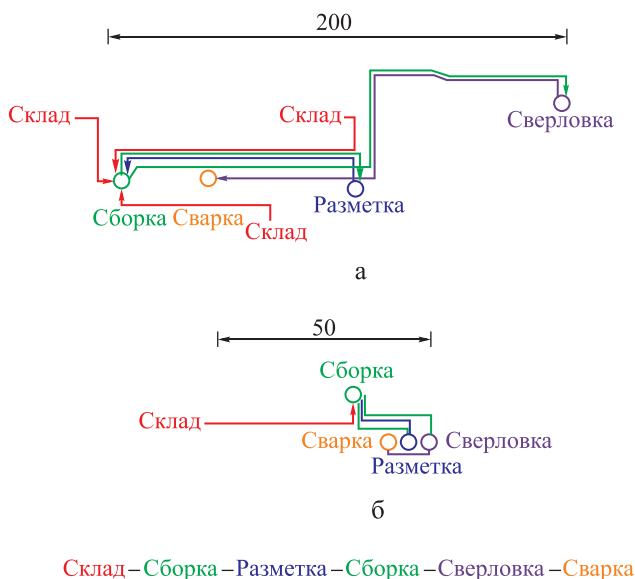


Рис. 6. Создание последовательного перемещения изделия по операциям (перемещение внутри цеха одного из узлов качающейся части)

трудник опирается только на теорию и опыт других людей и предприятий, – в него слабо верят! Самое главное – после окончания проекта остаются люди, поддерживающие проект,

не безразличные к улучшениям, которые стараются постоянно идти вперед, ведя за собой и подразделение, и завод. Отдел бережливого производства не бросает подразделение, где велся проект, а продолжает курировать данную локацию, стремясь к совершенству.

Проект «Крышка»

Такие изделия служат для гидроизоляции и защиты от внешних факторов. «Крышка» (рис. 7) – достаточно сложное в изготовлении изделие, требующее особых навыков сварщика для работы с используемым при изготовлении сплавом. По этой причине было необходимо сформировать квалифицированную бригаду и обучить ее методике работы по-новому.



Рис. 7. Вид изделия «Крышка»

Цель проекта – обеспечить увеличение объема выпуска с 8 до 16 шт. без роста численности задействованных работников.

Задачами проекта являлись: организация полностью автономной рабочей зоны, где бригада большую часть процесса может работать независимо; создание оптимальной логистической схемы работы; частичная автоматизация процесса сварки за счет применения роботизированного комплекса; повышение культуры производства.

Направления реализации проекта по оптимизации операций для изделия «Крышка» приведены в табл. 3.

Результаты:

- плановые и целевые показатели проекта выполнены;
- достигнут показатель по объему производства – 16 шт. в мес.;
- суммарное расстояние передвижений изделий по цеху сокращено в 2 раза;



Оптимизация операций при реализации проекта «Крышка»

| Потери | Причина | Решение | Эффект |
|--|--|---|---|
| Простои | Неплановая подача заготовок и металла | Совместно с отделами планирования и закупок оптимизирован график поставки | Комплекующие подаются равномерно |
| Брак | Отсутствие у рабочих опыта работы со специальным сплавом | Для работы со специальным сплавом отобраны и обучены пять человек | Брак исключен полностью |
| Лишние движения | Нецелесообразное размещение рабочих мест людей, задействованных в изготовлении изделия | Создана единая бригада, рабочие места расположены рядом со сварочным комплексом | Бригадир контролирует процесс, вся бригада оказывает оперативную помощь отстающим |
| Простои | Ожидание мостового крана | Установка в зоне работы бригады консольно-поворотной локальной кран-балки, охватывающей все сборочные столы, сварочные кантователи и роботизированный комплекс | Время ожидания значительно сокращено |
| Простои | Несинхронная работа сварочного и механообрабатывающего цехов | Установка маркерной доски, создание стандартного графика обработки деталей | Подача ДСЕ на механическую обработку и возврат строго регламентированы сроками, задержки больше не возникают [5] |
| Транспортировка и перемещения | Удаленность склада | Организация закрытого склада рядом с рабочими местами | Уменьшение складских площадей с 30 до 6 м ² |
| Простои | Значительное время дробеструйной обработки, частые повторы операции | Создано приспособление для повышения качества дробеструйной установки | Сокращение времени дробеструйной обработки в 2 раза, повышение качества обработки (исключены повторы) |
| Лишние движения | Сложность сборки изделия | Создано несколько приспособлений для ускорения сборки, усовершенствована технология | Защита от ошибок сборщика, сокращение времени сборки, соответствие технологии реальным условиям работы |
| Лишние движения | Длительность операции сварки | Внедрена роботизированная линия сварки. У сварщиков появилось время для выполнения более сложных операций | Экономия рабочего времени специалиста высокой квалификации (около 12 ч на каждое изделие), более ровный сварочный шов, уменьшение деформации металла |
| Неполное использование знаний и творческих способностей работников | Постоянные ожидания стропелей и контролеров ОТК | Все члены бригады обучены на стропелей и управлению кран-балкой. Три человека прошли обучение и получили клейма ОТК для самоконтроля несложных сборок | У стропелей и контролеров ОТК появилось время для выполнения другой работы. Исключены временные потери бригады на ожидание |
| Простои | Частый поиск и нехватка необходимого инструмента и проблемы с оборудованием, освещением и вытяжкой вредных газов | Рабочие места организованы по принципу 5С, созданы стандарты работы, рабочая зона визуализирована, закуплены необходимые инструменты, оборудование, мебель. Установлено локальное яркое освещение и высокомошная вытяжная система | Более качественная сборка, лучшая видимость. Повышение экологичности. Значительное сокращение временных затрат на поиск инструмента, эффективное использование и более долгая эксплуатация оборудования [6] |



- скорость всех основных, вспомогательных и обслуживающих процессов сборки-сварки увеличилась в 2,5 раза;
- временные потери от ожиданий и простоев сокращены на 80 %.

Проект «Платформа»

Изделие «Платформа» [7] – базовый элемент, на который ставится качающаяся часть (рис. 8). Цель проекта – обеспечить увеличение выпуска с трех до семи изделий в месяц без изменения численности задействованных рабочих. Направления реализации проекта по оптимизации операций для изделия «Платформа» приведены в табл. 4.



Рис. 8. Вид цеха поточной сборки изделия «Платформа»

Таблица 4

Оптимизация операций при реализации проекта «Платформа»

| Потери | Причина | Решение | Эффект |
|--------------------|--|--|---|
| Перепроизводство | Заготовительно-раскройный участок вырезал избыточные детали (пять штук), происходило переполнение площадей | Создан единый склад для простоты учета и выдачи, пересчитаны и рассортированы все детали | Ликвидированы избыточное хранение и переполненность складов, настроена вытягивающая система, отлажена четкая стандартизированная связь между планирующим и заготовительными участками |
| Избыточные запасы | Цеха непланово поставляли ДСЕ на участок, избыток и недостатки комплектации | На едином складе специально обученный сотрудник следит за достаточным количеством ДСЕ | Комплектация рабочим поступает прямо к рабочему месту на специализированной тележке, на которой ДСЕ разложено в последовательности сборки |
| Брак | Отсутствие постоянного состава бригады | Организована бригада из 13 человек, ранее задействованных в изготовлении изделия | Люди стали стабильно выполнять одни и те же функции и операции, научились работать единой командой. Брак ликвидирован |
| Лишние движения | Нецелесообразное размещение в цехе рабочих мест сотрудников, задействованных в изготовлении изделия. Нечеткое планирование | Создание единой бригады по сборке платформы и перенос их рабочих мест в единую зону. Определение зоны и ответственности | Все работники бригады, находясь в одной зоне, выполняют только свою задачу. Повышение эффективности работы |
| Излишняя обработка | Для некоторых операций сварки требовалась излишняя обработка из-за несоответствия технологических процессов реальности | Корректировка технологических процессов, улучшение качества технологической документации | Сокращение времени на сборку и сварку, документация соответствует реальности. Отсутствие проблем со сдачей ОТК и представительству заказчика |
| Простои | Отсутствие деталей на складе, отсутствие системы учета | Установление критических (min и max) уровней количества деталей и доклад в отделы планирования и закупки для немедленного реагирования | 100%-ная ликвидация простоев из-за нехватки комплектации. Организация вытягивающей системы [5]. Создание планомерного учета и запуска в работу ДСЕ в цехах-поставщиках |



| Потери | Причина | Решение | Эффект |
|--|--|---|---|
| Транспортировка и перемещения | Некорректное размещение мест складирования и подборок | Создание закрытого единого склада под изделие 5П185СМ2. Перенос мест подборок ближе к основной сборке | Экономия около 40 % рабочего времени. Выполнение рабочими только непосредственных обязанностей |
| Неполное использование знаний и творческих способностей работников | «Замыленный глаз», нежелание перемен у рабочих. Незнание рабочими основ бережливого производства | Обучение рабочих основам бережливого производства на примерах | Рабочие стали помогать в решении проблем и замечать некоторые из них, указывая начальству на проблемы, подавать рациональные предложения и получать за них вознаграждение |
| Потери | Для операции сверловки некоторые сборки отправлялись на соседний пролет, что приводило к ожиданию и простоям | Радиально-сверлильный станок расположен рядом с местом изготовления подборок | Сокращено время ожидания крана и телеги |
| Потери | Некоторые крупные подборки после сварки проходят механическую обработку в соседнем цехе, что задерживает основную сборку изделия, так как их ждут в сварочном цехе | Сделан полумесячный задел. Заведена доска учета. При передаче сборки из сварочного цеха в механический мастер записывает на доске дату и не более чем через 10 дней механический цех возвращает обработанную сборку | Налажена логистика между цехами. Простота контроля наличия сборок мастерами и руководством цехов |
| Потери | Сложность разметки и сборки при изготовлении изделия «Платформа» | Создано два специальных приспособления и семь шаблонов для простоты сборки, введены операции разметки на лазере при вырезке | Упрощение работы сборщика и сварщика, улучшение качества, сокращение времени сборки |
| Потери | Перед дробеструйной операцией все обработанные резьбовые отверстия (около 100 шт.) приходилось закрывать болтами вручную | Закуплены резиновые конусные чопики, простые и удобные в применении | Сокращение времени на подготовку к дробеструйной обработке с 1,5 ч до 15 мин, не приходится заново дорабатывать отверстия из-за поломки болтов |
| Потери | Усталость и нежелание работать из-за плохих условий | Организованы рабочие места с хорошим локальным освещением и вытяжкой, защитными экранами и специальными держателями для сварочных аппаратов, закуплен необходимый инструмент и созданы приспособления для ускорения времени выполнения операций, доска «Было – стало» для мотивации рабочих | Условия труда улучшились, снизилась усталость сотрудников, качество работы повысилось |



Результаты:

- достигнуты плановые и целевые показатели проекта «Платформа»;
- в июне 2016 г. достигнут показатель по объему производства – семь платформ в месяц.

Заключение

Общая экономия и сокращение издержек по трем вышеприведенным проектам приведены в табл. 5.

Таблица 5

Сокращение издержек по проектам

| Сокращение расходов | «Качающаяся часть» | «Крышка» | «Платформа» |
|---|--------------------|---------------|------------------|
| Издержки на изделие, тыс. руб. | 278 | 56 | 301 |
| Время изготовления с учетом потерь, ч | с 689 до 455 | с 117 до 58,5 | с 981,7 до 280,5 |
| Непроизводительные потери на каждое изделие, чел.-ч | 134 | 58,5 | 701,2 |
| Суммарные издержки, млн руб. в год | 22,24 | 10,75 | 25,3 |

Отметим также важное изменение в устоявшемся пессимистическом мнении работников об инновационных технологиях бережливого производства. Когда на практике показано сокращение издержек технологических процессов, виден эффект.

Отдел бережливого производства АО «ГОЗ Обуховский завод» продолжает оптимизировать процессы производства и достигать поставленных целей, повышая эффективность работы предприятия в целом. Идеал любого производства – это сухая, свободная от потерь и издержек выпускаемая продукция.

Только так можно получить максимальную прибыль, продать изделие по более низкой цене, чем предлагают конкуренты, изготовив его в кратчайшие сроки и с наилучшим качеством для потребителя. Именно за улучшение этих показателей должны бороться все службы предприятия.

Список литературы

1. Вейдер М. Инструменты бережливого производства II. Карманное руководство по практике применения Lean: 10-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2015. 125 с.
2. Андреев И. Подробнее о бережливом производстве // Обуховский вестник. 30 ноября 2016. № 11 (8795). С. 4.
3. Джонс Д., Вумек Д. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Паблишер, 2014. 472 с.
4. Андреев И. Урок № 1. Картирование потока создания ценности (КПСЦ) // Обуховский вестник. 31 декабря 2016. № 12 (8796). С. 5.
5. Андреев И. Урок № 4. Вытягивающая система «Канбан» // Обуховский вестник. 30 апреля 2017. № 4 (8800). С. 5.
6. Андреев И. Урок № 5. Всеобщее обслуживание оборудования // Обуховский вестник. 31 мая 2017. № 5 (8801). С. 5.
7. Андреев И. Проект «Платформа» // Обуховский вестник. 31 марта 2017. № 3 (8799). С. 1, 3.
8. Ротер М., Шук Д. Учитесь видеть бизнес-процессы. Построение карт потоков создания ценности. М.: Альпина Паблишер, 2015. 144 с.
9. Гастев А. К. Как надо работать. Практическое введение в науку организации труда: 3-е изд. / под общей ред. Н. М. Бахраха, Ю. А. Гастева, А. Г. Лосева, Е. А. Петрова. М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2011. 480 с.

Поступила 20.09.17

Андреев Илья Андреевич – начальник отдела технологий внедрения бережливого производства АО «ГОЗ Обуховский завод», г. Санкт-Петербург.

Область научных интересов: организация производства, бережливое производство, технологическая и конструкторская подготовка производства.



The experience of lean manufacturing in defense industry

The paper describes the experience of undertaking projects to reduce various costs when manufacturing defense products in the Joint Stock Company “GOZ Obukhov Plant”, based on the principles of lean manufacturing. The study introduces the methods and tools for solving the problems with losses at each stage of production and demonstrates the potential and real economic impact of the projects and lean manufacturing.

Keywords: lean manufacturing, value creation, efficient production, losses, project, production system, production management, labor productivity, optimization, 5S principle.

Andreev Ilya Andreevich – the Head of the Department for lean manufacturing technologies at Joint Stock Company “GOZ Obukhov Plant”, Saint Petersburg.

Science research interests: production organization, lean manufacturing, technological and designing preproduction.