

## **КОНЦЕПЦИЯ УСКОРЕНИЯ СИСТЕМЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

*Александр Владимирович Пацан*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант кафедры фотоники и приборостроения, тел. (923)182-22-96, e-mail: pacanev888@mail.ru

*Аэлита Владимировна Шабурова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор экономических наук, зав. кафедрой фотоники и приборостроения, директор Института оптики и технологий информационной безопасности, тел. (383)344-40-58 e-mail: aelita\_shaburova@mail.ru

В статье рассматриваются причины улучшения концепции бережливого производства на приборостроительном предприятии. Для наглядного представления состояния в организации представлено сравнение методов и инструментов бережливого производства с положением бережливого производства на АО «НПЗ» на данный момент. Представлен комплекс организационных мероприятий, состоящий из нескольких этапов по сортировке приспособлений, уборки оборудования, стандартизации и проведении улучшений, систематизации и непрерывного предложения улучшений и их внедрения. На примере двух деталей, изготавливаемых на приборостроительном заводе, представлен принцип технологических мероприятий по улучшению внедрения бережливого производства. Показан результат после технологических мероприятий в деталях за смену. Рассмотрен план улучшения всех предприятий приборостроительной отрасли, согласно разработанным организационным и технологическим мероприятиям для АО «НПЗ».

**Ключевые слова:** бережливое производство, мероприятия, концепция, технологический, организационный.

## **CONCEPT OF ACCELERATION OF THE SYSTEM OF ECONOMIC PRODUCTION AT THE INSTRUMENTAL ENTERPRISE**

*Alexandr V. Patsan*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10 Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (923)182-22-96, e-mail: pacanev888@mail.ru

*Aelita V. Shaburova*

Siberian State University of geosystems and technologies, 10 Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, D. Sc., Head of Department of Photonics and Device Engineering, Director, Institute of Optics and Information Security Technologies, phone: (383)344-40-58, e-mail: aelita\_shaburova@mail.ru

The article considers the reasons for improving the concept of lean production at an instrument-making enterprise. For a visual representation of the state of the organization, a comparison of methods and tools of lean production with the current situation of lean production at JSC "NIP" is presented. A set of organizational measures is presented, consisting of several stages for sorting equip-

ment, cleaning equipment, standardizing and performing improvements, systematization and continuous offer of improvements and their implementation. On the example of two parts manufactured at an instrument-making plant, the principle of technological measures to improve the implementation of lean production is presented. The result after technological measures is shown in detail per shift. A plan of improvement of all enterprises of the instrument-making industry is considered, according to the developed organizational and technical measures for JSC «NIP»

**Key words:** lean production, activities, concept, technological, organizational.

### *Введение*

Основная задача производства состоит в постоянном совершенствовании так называемого «потока создания ценности» для целевой аудитории. Основой «потока создания ценности» служит рациональное сочетание всех процессов. Благодаря этому продукция может выпускаться с минимальными трудовыми и экономическими затратами [1].

Для многих организаций важнейшим остается вопрос эффективности производственных процессов с позиции сложности и продолжительности производственного цикла. Чем он длиннее, тем больше задействовано в нем дополнительных производств, тем меньшей эффективностью отличается производство вообще. К тому же приходится прилагать массу усилий, чтобы координировать процесс и обеспечивать бесперебойную работу [2].

Именно для решения этой проблемы многие компании внедряют в свою деятельность систему бережливого производства, позволяющую оптимизировать производственный процесс, повышать качество производимого продукта и сокращать издержки, тем самым увеличивая прибыль организации [3].

Понятие «Lean Production» («бережливое производство») или «Lean» было введено в оборот американцем Джоном Крафчиком, одним из соавторов книги «Машина, которая изменила мир» [4].

Отцом-основателем бережливого производства считается Тайити Оно (1912-1990 гг), начавший работу в Toyota Motor Corporation в 1943 году, привнеся в компанию лучший мировой опыт [5]. В середине 1950-х годов он разработал и внедрил систему Toyota Production System (TPS), которая в западной интерпретации стала известна как Lean Production, Lean Manufacturing, или просто Lean [6].

Идеи бережливого производства впервые были сформулированы и внедрены ещё Генри Фордом. Но эти идеи носили характер разрозненных мероприятий и не затрагивали само мировоззрение работников. Было создано поточное, малозатратное производство и автомобиль марки Форд-Т не имел конкурентов в мире по цене, качеству и уровню удовлетворённости [7]. Но идеи Форда не получили широкого распространения, так как экономика страны развивалась динамично, рынок был закрыт для других государств, существовали возможности для экстенсивного развития. Сейчас крупнейшие компании мирового уровня, такие как Alcoa, Boeing и многие другие, успешно используют Lean [8].

Сначала Lean на Западе и в Японии применяли в отраслях с дискретным производством, прежде всего в автомобилестроении. Затем концепция была адаптирована к условиям непрерывного производства, а потом в торговле, сфере услуг, коммунальном хозяйстве, здравоохранении, вооружённых силах и государственном секторе. Привлекательность Lean состоит в том, что система на 80 % состоит из организационных мер и только на 20 % составляют инвестиции в технологию [9].

### ***Методы и материалы***

На предприятии АО «НПЗ», занимающимся выпуском оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, с 2014 года также была внедрена система бережливого производства. Так как данная система охватывает весь производственный процесс, все структуры организации, всё материально-техническое обеспечение, то за несколько месяцев или даже лет переорганизовать предприятие под бережливое производство невозможно.

Несомненно, улучшения в период с 2014 по 2020 год на предприятии в части совершенствования бизнес процессов произошли.

В 2015 году был разработан план по ежегодному улучшению всех бизнес процессов согласно требованиям бережливого производства.

В результате опросов, анкетирования сотрудников АО «НПЗ» и анализа состояния на производстве стало понятным, что добиться реализации этого плана на практике довольно сложно, так как выработанного организацией комплекса мероприятий и мер недостаточно для полноценного перехода к системе бережливого производства. В итоге некоторые методы просто не работают, к примеру, при закупке новых станков с ЧПУ технологические процессы по изготовлению деталей изделий остаются такими же, как и раньше, поэтому полноценно использовать новое оборудование не представляется возможным [10].

### ***Результаты***

В таблице представлен результат внедрения бережливого производства на обследуемом предприятии.

Как видно из сравнительной таблицы, концепция бережливого производства на АО «НПЗ» не в полной мере.

Для ускорения внедренного бережливого производства на АО «НПЗ» нами была разработана концепция для ускорения внедренного бережливого производства. Суть концепции заключается в снижении временного промежутка, необходимого для полноценной работоспособности всех методов и инструментов бережливого производства на предприятии.

Концепция ускорения бережливого производства состоит из организационных и технологических мероприятий.

**Сравнение методов и инструментов бережливого производства с состоянием бережливого производства на АО «НПЗ» на данный момент**

Методы и инструменты бережливого производства	Меры и цели, принятые на заводе	Состояние бережливого производства в настоящий момент
Картирование потока создания ценности	-	Отсутствует информация, изображающая материальные и информационные потоки
Вытягивающее точечное производство	Объемы продукции на каждом производственном этапе исходят из потребностей последующих этапов	На складе присутствуют не проданные изделия.
Канбан	Оптимизирована цепочка планирования производственных активностей	Присутствуют лишние производственные процессы в изготовлении деталей
Кайдзен	Цель: стимулировать сотрудников предлагать улучшения и реализовывать их в оперативном режиме	Никакого материального стимулирования сотрудникам, предлагающим улучшения для производства, не производится
Система 5С	Поставлены цели достижения: 1. сэйри (сортировка) 2. сэйтон (соблюдение порядка) 3. сэйсо (содержание в чистоте) 4. сэйкэцу (стандартизация, или поддержание порядка) 5. сицукэ (совершенствование, формирование привычки)	1. Разделение вещей происходит не всегда. 2. Организация инструментов на рабочем месте не систематизирована. 3. Соблюдается. 4. Стандартизация присутствует, но не в полном объеме. 5. Мастера цеха иногда не соблюдают написанного технологического процесса и поступают, как считают нужным.
Система SMED	Цель: ежегодно обеспечить рост производительности труда, не менее 10 %.	Несвоевременные закупки необходимых мерительных устройств иногда приводят к браку продукции.
Всеобщий уход за оборудованием	Производить ежемесячное технологическое обслуживание оборудования для преждевременного выявления неисправностей.	В механосборочном комплексе находится всего два механика по оборудованию
Система JIT (Just-In-Time — точно вовремя)	Данный пункт никак не представлен в целях и мерах АО «НПЗ»	Материалы с предыдущих операций доставляют не к началу выполнения операции
Визуализация	Данный пункт никак не представлен в целях и мерах АО «НПЗ»	Приспособления и инструменты на рабочем месте лежат хаотично без систематизации.
U-образные ячейки	Данный пункт никак не представлен в целях и мерах АО «НПЗ»	В результате очень обширного перечня изготовления деталей данный метод не применим для АО «НПЗ»

Как видно из сравнительной таблицы, концепция бережливого производства на АО «НПЗ» не в полной мере.

Для ускорения внедренного бережливого производства на АО «НПЗ» нами была разработана концепция для ускорения внедренного бережливого производства. Суть концепции заключается в снижении временного промежутка, необходимого для полноценной работоспособности всех методов и инструментов бережливого производства на предприятии.

Концепция ускорения бережливого производства состоит из организационных и технологических мероприятий.

Организационные мероприятия разделены на несколько этапов:

Этап № 1 – сортировка. Состоит из начального распределения предметов по местам поэтапно.

Этап № 2 – рациональное расположение (организация и порядок на рабочем месте). На данном этапе происходит разложение всех предметов по местам их назначения согласно эргономическим требованиям, составление планировки рабочей зоны и маршрута движения детали и рабочего в процессе работы.

Этап № 3 – уборка:

а) чистка оборудования. Производится чистка всех сопутствующих приспособлений оснастки и деталей станков;

б) чистка рабочего места. Производится очистка рабочего места от мусора, стружки и лишних предметов;

в) выявление источников загрязнения. Во избежание частой очистки рабочего места и оборудования необходимо выявить и по возможности устранить источники загрязнения;

г) прочие работы. На данном этапе нужно покрасить оборудование, оснастку и пол в хорошо различимые цвета, а также проверить укомплектованность рабочего места необходимыми средствами уборки и контроля.

Этап № 4 – стандартизация и проведение улучшений. Разработать стандарты распределения приспособлений, оснастки и цвета их выделения на рабочем месте и также стандарты для работы и обслуживания станка. Производится выявление дополнительных проблем на рабочем месте.

Этап № 5 – систематизация. На данном этапе происходит непрерывная разработка и внедрение улучшений для рабочего места, условий труда или производительности работ.

К технологическим мероприятиям относится улучшение технологических процессов изготовления деталей с целью уменьшения времени изготовления и сокращения себестоимости изготовленной продукции.

Для улучшения технологических процессов взяты детали изделий ИМЦЛ 100×50, А (инструментальный микроскоп) и ПО 3-9×24-1 (оптический прицел).

Металлические детали, входящие в изделия ИМЦЛ 100×50, А и ПО 3-9×24-1, после прохождения предварительной термической обработки поступают в цех № 6 для их изготовления.

Расчетное время на изготовление металлической детали из изделия ИМЦЛ 100×50, А составляет 24,2 минуты.

Расчетное время на изготовление детали из изделия ПО 3-9×24-1 составляет 18,1 минуты.

Маршрут изготовления детали из изделия ИМЦЛ 100×50 состоит из: трех токарно-револьверных операций, занимающих в сумме 7,9 минут, двух вертикально – фрезерных, занимающих в сумме 5,8 минут, пяти сверлильных, занимающих в сумме 10,5 минут.

При переносе изготовления деталей с универсальных станков на многооперационный станок «MiniMill» время уменьшится на 7,46 минуты, а общее изготовление детали составит 19,43 минуты. Изначальное время изготовления 24,2 минуты, при этом производительность повысилась на 20 %, а значит, за смену рабочие смогут изготовить на 20 % деталей больше.

В изделии ПО 3-9×24-1 выбрана деталь «Сектор», изготавливаемая в шестом цехе. Маршрут изготовления детали состоит из следующих операций: токарная с ЧПУ, две вертикально – фрезерных, токарно – револьверная, две горизонтально – фрезерных и резбонарезная.

Изготовление детали «Сектор» многооперационном станке «MiniMill» сократит время обработки до 6,73 минуты.

Если сравнить с первоначальным временем изготовления (18,1 минуты), производительность повысится на 21 %, а значит за смену рабочие смогут изготовить на 21 % деталей больше.

После реализации концепции ускорения бережливого производства на предприятии АО «НПЗ» и подтверждения на практике покажет успешности данных мероприятий, можно будет применять механизм ускорения на высокотехнологичных предприятиях отрасли, так как все они в своей основе имеют общие принципы организации и выпуска продукции.

### *Заключение*

В итоге, внедрение полноценного бережливого производства на предприятии обеспечит: сокращение операционного и производственного циклов, оптимальное использование пространства на производстве, сокращение незавершенного производства, уменьшение числа дефектной продукции, увеличение производительности труда и объемов производства, увеличение общей производительности.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Джеймс Вумек, Дэниел Джонс. Бережливое производство : как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. - М. : Альпина Паблишер, 2020. - 472 с.
2. Масааки Имаи. Гемба Кайдзен. Путь к снижению затрат и повышению качества. - М. : Альпина, 2012. - 424 с.
3. Уильям Детмер. Системный подход к непрерывному совершенствованию. - М. : Альпина Паблишер, 2017. 443 с.
4. Масааки Имаи. Путь к снижению затрат и повышению качества. - М. : Альпина Паблишер, 2020. - 345 с.
5. Майкл Вейдер. Инструменты бережливого производства. - М. : Альпина Паблишер, 2019. - 151 с.
6. Майкл Ротер, Джон Шук. Учитесь видеть бизнес-процессы. М.: Альпина Паблишер, 2020. 136 с.
7. Джефффри Лайкер. 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. - М. : Издательская группа «Точка», 2019. - 400 с.

8. Сигео Синго. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. - М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2006. - 312 с.

9. Дэниел Т. Д., Джеймс П. В. Продажа товаров и услуг по методу бережливого производства. - М. : Альпина, 2014. - 264 с.

© А. В. Пацан, А. В. Шабурова, 2020