

ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ВАЛ ЧЕРВЯЧНЫЙ»

Павлова А.Н., Кузнецова О.В.

Павлова Александра Николаевна (ORCID 0000-0003-1952-5053)

АО «Производственное объединение «Севмаш» (АО «ПО «Севмаш»)),

г. Северодвинск, Архангельская область. 164500, Архангельское шоссе, д. 58.

E-mail: alexandrapavlova@yandex.ru

Кузнецова Ольга Валентиновна (ORCID 0000-0001-5590-6561)

АО «Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро «Онега» (АО «НИПТБ «Онега»)),

г. Северодвинск, Архангельская область. 164500, Архангельская область, г. Северодвинск, проезд Машиностроителей, д. 12.

E-mail: o.kuznetsova1968@gmail.com

Одна из приоритетных задач предприятий, курируемых Общероссийской судостроительной корпорацией – это своевременный выпуск высокотехнологичной наукоемкой продукции в соответствии с требованиями заказчика. На примере технологического процесса механической обработки изготовления детали «вал червячный» в машиностроительных цехах судостроительного предприятия визуализированы мероприятия, позволяющие повысить производительность на 50%. В статье описан алгоритм построения карты потока создания ценностей, включающий в себя: выбор детали, отображение маршрута её движения, сбор информации по её обработке, построения КПСЦ «как есть», анализ таблицы хронометража базового ТП, формирование оптимизированной КПСЦ и контроль результатов. Показан пример применения методологии бережливого производства (lean) по выявлению, анализу и устранению потерь, повышению производительности за счет сокращения затрат на излишние операции и переустановы.

Ключевые слова: бережливое производство, технологическая операция, технологический процесс, червячный вал, карта потока создания ценностей

VALUE STREAM MAPPING FOR MACHINING OF A WORM SHAFT

Pavlova A.N., Kuznetsova O.V.

Pavlova Alexandra Nikolaevna (ORCID 0000-0003-1952-5053)

JSC “Production Association “Sevmash” (JSC “PO “Sevmash”)),

Severodvinsk, Arkhangelsk region. 164500, Arkhangelsk highway, 58.

E-mail: alexandrapavlova@yandex.ru

Kuznetsova Olga Valentinovna (ORCID 0000-0001-5590-6561)

JSC Research Design and Technology Bureau Onega (JSC NIPTB Onega),

Severodvinsk, Arkhangelsk region. 164500, Arkhangelsk region,

Severodvinsk, passage of Mashinostroiteley, 12.

E-mail: o.kuznetsova1968@gmail.com

One of the priority tasks of the enterprises supervised by the All-Russian Shipbuilding Corporation is the timely release of high-tech high-tech products in accordance with customer requirements. Using the example of the technological process of mechanical processing of the manufacture of the "worm shaft" part in the machine-building workshops of the shipbuilding enterprise, measures are visualized to increase productivity by 50%. The article describes an algo-

rithm for constructing a value stream map, which includes: selecting a part, displaying its route, collecting information on its processing, building a value stream map "as is", analyzing the time-keeping table of the basic technological process, forming an optimized value stream map and monitoring the results. An example of the application of lean methodology to identify, analyze and eliminate losses, increase productivity by reducing the cost of unnecessary operations and re-installs is shown.

Key words: lean manufacturing, technological operation, technological process, worm shaft, value stream map

Современные машиностроительные производства, в том числе предприятия, курируемые Общероссийской судостроительной корпорацией, вынуждены уделять особое внимание изысканию внутренних резервов, в частности за счет внедрения концепции «бережливого производства» с применениями lean технологий. Эта парадигма производственной системы включает инструменты, обеспечивающие достижение стратегических целей предприятия за счет сокращения производственных потерь и оптимизации результативности использования всех видов ресурсов с целью получения максимальной прибыли.

Базис научных исследований в данной области был заложен в начале прошлого века. К основоположникам научной организации труда и управления предприятием относят Ф.У. Тейлора, исследовавшего коренные причины возникающих при производстве потерь, Г. Эмерсона, применившего данные разработки к машиностроительному

производству и Г. Форда [1], объединившего технологические операции в единый поток создания ценности. В нашей стране в 20-х годах двадцатого века вопросами научной организации труда занимался А.К. Гастев. Алексей Капитонович в 1921 году основал Центральный институт труда, ввел понятие организационной культуры, разработал концепцию научной организации труда. Об актуальности его идей говорит то, что с 2011 года в России проводится Кубок Гастева по научной организации труда.

В XXI веке все высокотехнологичные корпорации во всем мире применяют научный подход к организации производства. В настоящее время машиностроительными предприятиями взяты на вооружение идеи, показавшие ни с чем не сравнимый по увеличению результативности эффект в области управления и технологии – концепции «бережливого производства» (рис. 1).



Рис. 1. Виды потерь
Fig. 1. Types of losses

Принятие решения о применении тех или иных инструментов оптимизации производственного процесса должно быть обосновано. На первоначальном этапе необходимо провести анализ существующих процессов. В качестве инструмента такого анализа рекомендуется использовать построение карты потока создания ценности (Value Stream Map) [2]. Под потоком ценности будем понимать производственный процесс, то

есть всю деятельность (которая добавляет и не добавляет ценности изделию), реализуемую в данный момент, для того чтобы изделие прошло все основные стадии, необходимые для его изготовления. Ценность – полезные свойства продукта с точки зрения потребителя. Карта потока создания ценности (КПСЦ) – это графическое отображение процессов и этапов формирования ценности товара, продукта или услуги.

Алгоритм применения инструмента КПСЦ при типовой операции обработки детали включает в себя следующие этапы:

1. Выбор детали сборочной единицы или изделия для формирования потока.

2. Отображение маршрута движения выбранной детали.

3. Сбор информации о передвижении детали (наименование операций, продолжительность операций, количество задействованного персонала, выполняющих операцию, время обработки, количество одновременно обрабатываемых деталей и т.п.).

4. Построение КПСЦ «как есть».

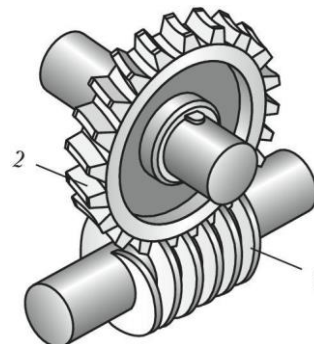
5. Анализ КПСЦ (что и как можно оптимизировать в определенных показателях продолжительности операций, количестве задействованного персонала, выполняющих операцию, времени обработки, количестве одновременно обрабатываемых деталей и т.п.).

6. Формирование оптимизированной КПСЦ.

7. Контроль результатов (фактические изменения в абсолютном и относительном выражении продолжительности операций, количестве задействованного персонала, выполняющих операцию, времени обработки, количестве одновременно обрабатываемых деталей и т.п.) и возвращение на 3 этап.

Внедрение инструментов оптимизации производственного процесса – процесс, требующий подробного анализа и оценки технологических и технических операций по обработке деталей, изготавливаемых в механических цехах машиностроительного предприятия изделий [3, 4].

Анализ объемов среднесерийного производства предприятия, являющегося объектом исследования в данной работе, позволил выделить из номенклатуры изделий, требующих трудоемкой токарно-фрезерной обработки в цехах «А» и «Б» детали типа «вал червячный» (рис. 2), ход операций ТП, которых определяется большим числом взаимодействующих технологических факторов [5].



1 – вал червячный; 2 – червячное колесо
Рис. 2. Червячная передача
Fig. 2. Worm-gear

Описываемый вал червячный является составляющим зубчато-винтовой кинематической пары привода на четверть оборота с червячной коробкой передач, предназначенной для ручного управления клапанами или заслонками на трубопроводах (рис. 3).

Рассмотрим порядок построения КПСЦ на примере изготовления типового изделия «вал червячный» по базовому технологическому процессу, представленному в таблице 1.

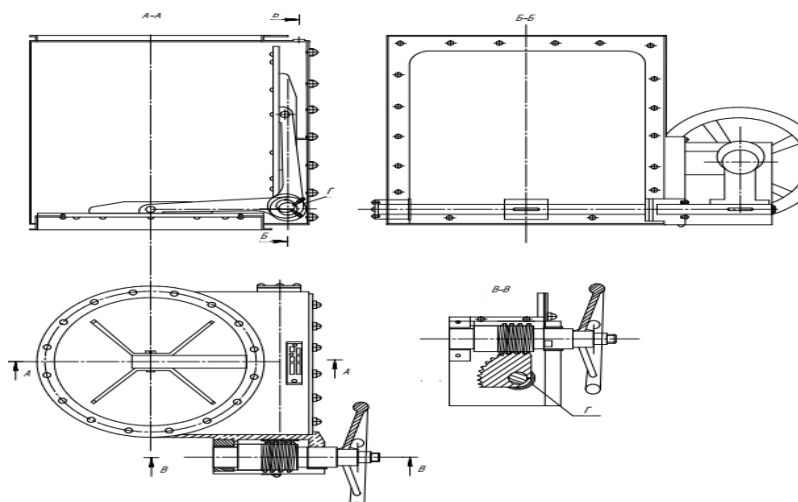


Рис. 3. Вентиляционная заслонка
Fig. 3. Vent flap

Маршрутная карта базового технологического процесса изготовления типового изделия «вал червячный»

Table 1. Route map of the basic technological process of manufacturing a typical product "worm shaft"

№ операции	Операция	Оборудование
005	Контрольная	Разметочная плита
010	Заготовительная	Круглопильный отрезной станок
020	Токарная	Токарно-винторезный станок 1М63НФ101
030	Токарная	Токарно-универсальный станок 16А20ФЗС15, класс с ЧПУ
035	Контрольная	Разметочная плита, Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01, угловые меры, радиусомеры, образцы шероховатости
040	Слесарная	Верстак
045	Контрольная	Разметочная плита, Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01, угловые меры, радиусомеры, образцы шероховатости
050	Разметка	Разметочная плита
055	Контрольная	Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01, угловые меры, радиусомеры, образцы шероховатости
060	Фрезерная	Консольно-фрезерный станок 6М12П
070	Слесарная	Верстак
075	Контрольная	Разметочная плита, Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01, образцы шероховатости
080	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок полуавтомат 3А151
085	Контрольная	Разметочная плита, Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01, угловые меры, радиусомеры, образцы шероховатости
090	Токарная	Токарно-винторезный универсальный станок 1К62
095	Контрольная	Разметочная плита, Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01, угловые меры, радиусомеры, образцы шероховатости, нормальное резьбовое кольцо и резьбовые калибры, контрольные профили по шаблону черновой и чистовой
100	Упаковывание	Стол
105	Маркирование	Маркировочный стол
110	Червячношлифовальная	Резьбошлифовальный станок 5822М
115	Контроль	Разметочная плита, Штангенциркуль ШЦЦ-I-0-150-0,01, угловые меры, радиусомеры, образцы шероховатости, контрольные профили по шаблону черновой и чистовой
120	Маркирование	Маркировочный стол
125	Упаковывание	Стол

Наносим на КПСЦ операции по изготовлению детали (токарные, фрезерная и круглошлифовальная и червячношлифовальная). В результате получаем представленную на рис. 4 КПСЦ изделия «вал червячный». $T_{шт i}$ – время выполнения i -й операции добавляющей ценность детали в минутах или часах;

$$T_{дц} = \sum T_{шт}$$

Время, добавляющее ценность составляет:

$$\begin{aligned} T_{дц} &= T_{020} + T_{030} + T_{060} + T_{080} + T_{090} + T_{110} \\ &= 12 + 24 + 82 + 21 + 18 + 4 \\ &= 2ч 41 мин \end{aligned}$$

Время, не добавляющее ценность:

$$T_{ндц} = T_{тр} + T_{ож} + T_{опер},$$

где $T_{ож}$ – время ожидания детали между операциями, $T_{ож} = 135$ мин;

$T_{тр}$ – время на транспортировку в другой цех, $T_{тр} = 8$ ч или 480 мин;

$T_{опер}$ – время на операции, не добавляющие ценности $T_{опер} = 54$ мин;

$T_{ндц} = 480 + 135 + 54 = 669$ мин = 11 ч 9 мин
Тогда общее время обработки детали с ожиданиями составит:

$$\begin{aligned} T_{пробщ} &= T_{ндц} + T_{дц} = 161 + 669 \text{ мин} = \\ &= 830 \text{ мин} = 13 \text{ ч } 50 \text{ мин} \end{aligned}$$

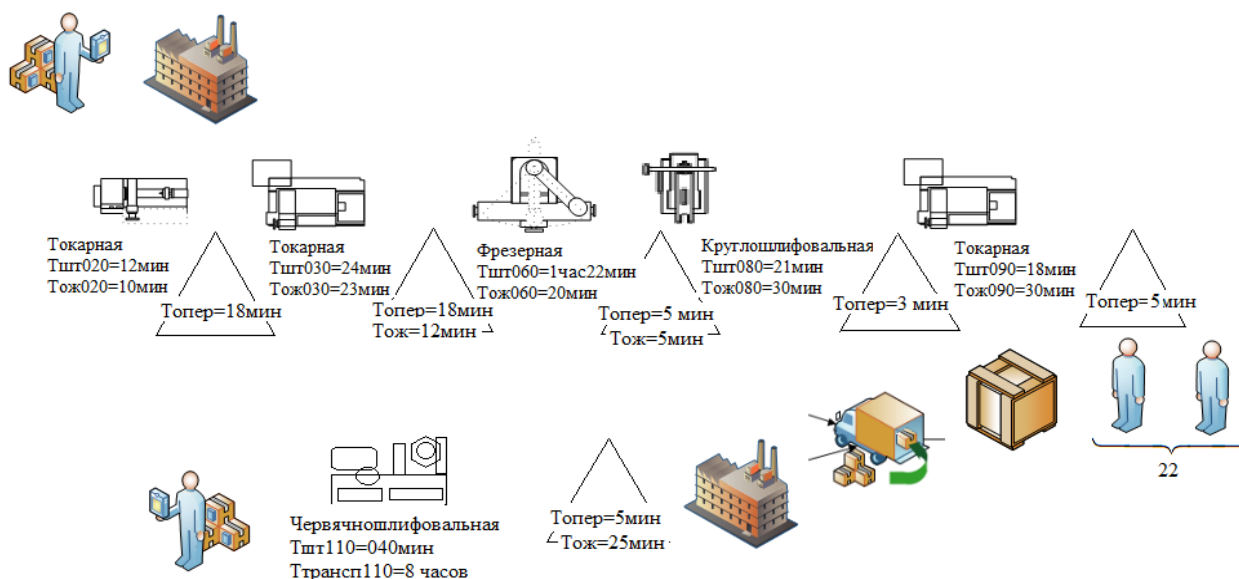


Рис. 4. КПСЦ обработки изделия «вал червячный» базового технологического процесса
Fig. 4. KPSTS processing products "worm shaft" of the basic technological process

Далее проводим фиксирование и хронометраж абсолютно всех операций, добавляющих и не добавляющих ценности выполняемому изделию, включая транспортные перемещения между операциями. Добавляем в КПСЦ условные обозначения складирования заготовок и готовых изделий, а также информационные потоки необходимых согласований между всеми участниками и цехами производственного процесса.

Форма хронометража КПСЦ может выглядеть так, как представлено в таблице 2.

Из данной форме хронометража КПСЦ операций, очевидно, что потери времени только при перемещении с одного станка на другой составляют 1 час 43 минуты. Большое время, не приносящее ценности, занимает контроль выполненных операций.

Время, затраченное на транспортировку из одного цеха в другой обосновано производственными мощностями цехов, перепланировка которых не может входить в задачу при проектировании типового технологического процесса, реализуемого на предприятии с номенклатурой в не одну тысячу изделий, поэтому его мы не считаем – потерянным, а относим ко времени не приносящим добавленной ценности.

По всем операциям ожидание составило 10 часов 15 минут. Оптимизация технологического процесса будет заключаться в объединении выполнения 020 и 030 токарных операций, а также 060 фрезерной, 080 круглошлифовальной и 090 токарной на одном станке с ЧПУ.

Оптимизация заключается в сокращении числа переустановов, в исключении слесарных и разметочных операций что обеспечивается автоматизацией производства и высоким уровнем квалификации работников. Хронометраж КПСЦ представлен в таблице 3.

Время, добавляющее ценность составляет:

$$T_{дц} = T_{010} + T_{020} = 2 \text{ ч } 15 \text{ мин} + 45 \text{ сек} = 2 \text{ ч } 15 \text{ мин } 45 \text{ сек}$$

Время, не добавляющее ценность:

$$T_{ндц} = T_{тр} + T_{ож} + T_{опер},$$

где $T_{ож}$ – время ожидания детали между операциями, $T_{ож} = 10 \text{ мин}$; $T_{тр}$ – время на транспортировку в другой цех, $T_{тр} = 8 \text{ ч}$;

$T_{опер}$ – время на операции, не добавляющие ценности $T_{опер} = 30 \text{ мин}$;

$$T_{ндц} = 10 \text{ мин} + 8 \text{ ч} + 30 \text{ мин} = 8 \text{ ч } 40 \text{ мин}$$

Тогда общее время обработки детали с ожиданиями составит: $T_{пр.общ} = T_{ндц} + T_{дц} = 8 \text{ ч } 40 \text{ мин} + 2 \text{ ч } 15 \text{ мин } 45 \text{ сек} = 10 \text{ ч } 55 \text{ мин}$.

Следующим этапом в построении карты потока создания ценности является формирование оптимизированной КПСЦ с учётом сокращения простоев, сокращения излишнего движения работников, оптимизации запасов и сокращения времени ожидания (рис. 5).

На 7 этапе построения КПСЦ (контроля результатов) получаем, что обрабатывающие операции остались самыми трудоемкими.

Таблица 2

Хронометраж КПСЦ операций базового ТП изготовления изделия «вал червячный»
Table 2. Timing of KPSTS operations of the basic TP for the manufacture of the product "worm shaft"

Участок: «А1»					Операция: токарная, фрезерная, круглошлифовальная							
Изделие: Вал червячный					Выполнил: инженер по нормированию труда 3 категории Иванов И.С.							
Дата: 21.04.2022												
Обработка	Подача матери- ала	Транспорти- ровка	Простои	Контроль каче- ства	Операция, действия	Количество ра- бочих человек	Время, час, мин.			Ожидание	Расстояние	Примечание
							Начало	Оконча- ние	Длитель- ность			
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	8:30:00	8:40:00	0:10:00	0:00:00	0	цех «А»
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Заготовительная	1	8:40:00	8:48:00	0:08:00	0:00:00	0	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Токарная	1	8:58:00	9:10:00	0:12:00	0:10:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Токарная	1	9:33:00	9:57:00	0:24:00	0:23:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	9:58:00	10:01:00	0:03:00	0:01:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Слесарная	1	10:01:00	10:08:00	0:07:00	0:00:00	0,5	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	10:08:00	10:11:00	0:03:00	0:00:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Разметка	1	10:21:00	10:23:00	0:02:00	0:10:00	0	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	10:24:00	10:27:00	0:03:00	0:01:00	0	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Фрезерная	1	10:47:00	12:09:00	1:22:00	0:20:00	2	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Слесарная	1	12:09:00	12:11:00	0:02:00	0:00:00	0,5	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	12:11:00	12:14:00	0:03:00	0:00:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Круглошлифовальная	1	12:44:00	13:05:00	0:21:00	0:30:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	13:10:00	13:13:00	0:03:00	0:05:00	0,5	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Токарная	1	13:23:00	13:41:00	0:18:00	0:10:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	13:41:00	13:44:00	0:03:00	0:00:00	0,5	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Упаковывание	1	13:44:00	13:45:00	0:01:00	0:00:00	0	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Маркирование	1	13:45:00	13:46:00	0:01:00	0:00:00	0	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Червячношлифоваль- ная	1	21:46:00	21:50:00	0:04:00	8:00:00	30 0	цех «Б»
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контроль	1	22:00:00	22:03:00	0:03:00	0:10:00	1	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Маркирование	1	22:18:00	22:19:00	0:01:00	0:15:00	0	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Упаковывание	1	22:19:00	22:20:00	0:01:00	0:00:00	0	
					ИТОГО	22			3:35:00	10:15:0 0	31 2	

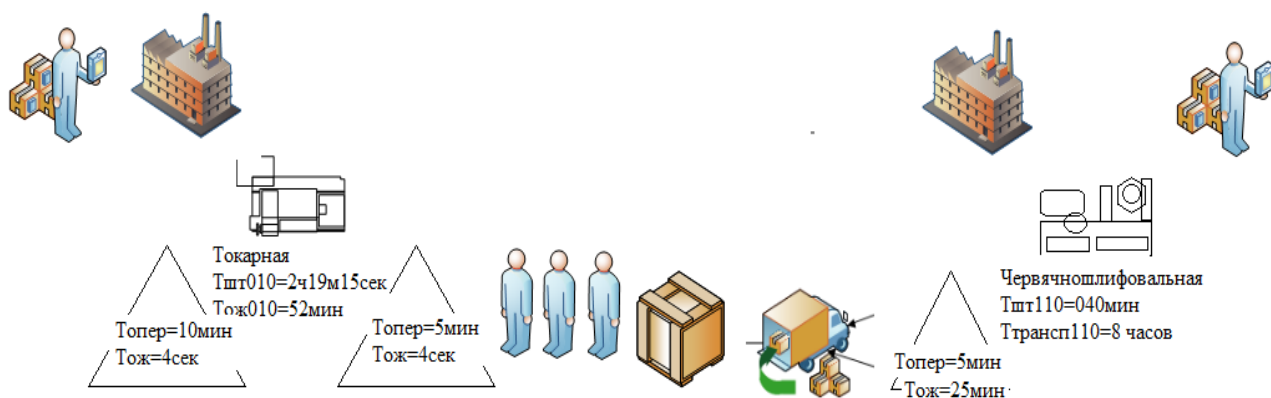


Рис. 5. КПСЦ обработки изделия «вал червячный» оптимизированного технологического процесса
 Fig. 5. KPSTS processing products "worm shaft" of an optimized technological process

Они занимают 88 % всего времени изготовления детали поскольку из базового процесса были исключены слесарные и круглошлифовальная операции. Оптимизация ТП определяется исходя из критерия производительности ТП, который обратно пропорционален времени, затрачиваемому на механическую обработку детали [6]. Производительность по основному времени определяется по формуле:

$$Q = \frac{1}{T_{шт}}$$

$T_{шт}$ – штучное время, определяемое как продолжительность выполнения технологической операции, не учитывающее время на подготовку исполнителя (рабочего) к выполнению данной операции. Основное время обработки зависит от числа операций (n), числа переустановов (p) и числа проходов в технологическом процессе (k).

$$\left. \begin{array}{l} n \rightarrow \min \\ p \rightarrow \min \\ k \rightarrow \min \end{array} \right\} \text{целевая функция}$$

При $Q \rightarrow \max$.

По результатам разработанной КПСЦ, используемой в качестве инструмента визуализации ТП отметим, что количество операций в нем сократилось, а общее время обработки детали $T_{ПР_ОБЩ}$ снизилось практически на 3 часа. Число операций (n) сократилось на 4, число переустановов (p) сократилось на 4, а время, не добавляющее ценность $T_{НДЦ}$ сократилось на 3,5 часа.

Снижение потерь времени на 20 часов при изготовлении партии из 200 штук деталей можно считать удовлетворительным.

Производительность Q по основному времени стремится к максимуму. Не принимая во внимание затраты времени на ожидание транспортировки (8 часов), $T_{шт}$ можно улучшить на 50%.

В соответствии с алгоритмом применения инструмента «бережливого производства» – построением карты потока создания ценностей, возвращение на 3 этап, в нашем случае, включает сбор информации о передвижении детали между механическими цехами «А» и «Б». Поскольку наибольшие затраты времени приходятся на ожидание и транспортировку, отделу распределения работ необходимо, по мнению авторов, применять другие инструменты «бережливого производства», например, выравнивание потоков производства.

В заключение отметим, что применение различных инструментов lean-технологий, нацеленное на сокращение потерь в производственной системе, позволяют повышать эффективность производства [6]. Картирование потока создания ценности – это ключевой инструмент данной концепции. Его применение позволяет:

- понять и упорядочить процессы изготовления деталей в механических цехах машиностроительного предприятия;

- изучить альтернативы улучшения процесса и влияние предложенных изменений до реализации. Таким образом, разработка КПСЦ обеспечивает возможность анализировать и оптимизировать технологические процессы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

Инженерно-технические науки – машиностроение и технологии

Таблица 3

Хронометраж КПСЦ операций оптимизированного ТП изготовления изделия «вал червячный»
Table 3. Timing of KPSTS operations of optimized technological process of manufacturing the product "worm shaft"

Обработка	Подача магепластиала	Транспортировка	Простои	Контроль качества	Операция, действия	Количество рабочих, человек	Время, час, мин.			Ожидание	Расстояние	Примечание
							Начало	Окончание	Длительность			
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольно-заготовительная	1	8:30:00	8:48:04	0:18:00	0:00:04	8:30:00	цех «А»
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Подрезка торца в размер	1	8:48:04	8:48:52	0:00:45	0:00:03	8:48:04	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Точение контура начерно		8:48:52	8:55:25	0:06:30	0:00:03	8:48:52	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Точение контура начисто		8:55:25	8:56:13	0:00:45	0:00:03	8:55:25	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Подрезка торца в размер		8:56:13	8:57:01	0:00:45	0:00:03	8:56:13	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Точение контура начерно		8:57:01	9:52:27	0:55:23	0:00:03	8:57:01	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Фрезерование		9:52:27	9:56:45	0:04:15	0:00:03	9:52:27	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Точение канавки		9:56:45	10:11:48	0:15:00	0:00:03	9:56:45	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Нарезание резьбы		10:11:48	10:13:06	0:01:15	0:00:03	10:11:48	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Точение профиля червяка		10:13:06	10:35:59	0:22:50	0:00:03	10:13:06	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Точение контура начерно		10:35:59	11:03:32	0:27:30	0:00:03	10:35:59	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контрольная	1	11:03:32	11:08:36	0:05:00	0:00:04	11:03:32	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Маркирование	1	11:08:36	11:24:36	0:01:00	0:15:00	11:08:36	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Упаковывание	1	11:24:36	11:25:36	0:01:00	0:00:00	11:24:36	цех «Б»
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Червячношлифовальная	1	11:25:36	19:26:21	0:00:45	8:00:00	11:25:36	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Контроль	1	19:26:21	19:39:21	0:03:00	0:10:00	19:26:21	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Маркирование	1	19:39:21	19:55:21	0:01:00	0:15:00	19:39:21	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Упаковывание	1	19:55:21	19:56:21	0:01:00	0:00:00	19:55:21	
<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ИТОГО	9			2:45:43	8:40:38		

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. Черемухина Ю.Ю. Исторический аспект развития бережливого производства. *Наука и бизнес: пути развития*. М.: ТМБпринт. 2020. № 2(104). С. 77–80.
 2. Русских П.А., Капулин Д.В., Дрозд О.В., Смоглюк С.Ю. Разработка автоматизированной системы динамической картирования потока создания ценности. *Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии*. 2022. Т. 20. № 1. С. 67–80.
 3. Бурухина Т.Ф., Невмятуллина Х.А., Фаина С.В. Критерии качества технологических процессов гальванотехники с позиции бережливого производства. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2016. № 1 (45). С. 96–100.
 4. Харитонов Д.В., Блинов А.Н., Анашкин Д.А. Повышение производительности участка механической обработки керамических изделий. *Современные наукоемкие технологии*. 2022. № 1. С. 114–120.
 5. Павлова А.Н., Кузнецова О.В. Проектирование группового технологического процесса механической обработки деталей на основе применения инструментов математического моделирования. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. №1 (61) 2019. С 98–108.
 6. Павлова А.Н., Кузнецова О.В. Математическое моделирование и оптимизация технологических процессов. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2021. № 1 (65). С. 78–87. DOI:10.6060/snt.20216501.0009
1. **Cheremukhina Yu.Yu.** The historical aspect of the development of lean production. *Science and business: ways of development*. M.: TMBprint. 2020. N 2(104). P. 77-80.
 2. **Russian P.A., Kapulin D.V., Drozd O.V., Smoglyuk S.Yu.** Development of an automated system for dynamic mapping of the value creation flow. *Bulletin of Novosibirsk State University. Series: Information Technology*. 2022. Vol. 20. N 1. P. 67-80.
 3. **Burukhina T.F., Nevmyatullina H.A., Fadina S.V.** Criteria for the quality of technological processes of electroplating from the perspective of lean production. *Modern high-tech technologies. Regional application*. 2016. N 1 (45). P. 96-100.
 4. **Kharitonov D.V., Blinov A.N., Anashkin D.A.** Improving the productivity of the site of mechanical processing of ceramic products. *Modern high-tech technologies*. 2022. N 1. P. 114-120.
 5. **Pavlova A.N., Kuznetsova O.V.** Designing a group technological process of machining parts based on the use of mathematical modeling tools. *Modern high-tech technologies. Regional application*. N 1 (61) 2019. P. 98-108.
 6. **Pavlova A.N., Kuznetsova O.V.** Mathematical modeling and optimization of technological processes. *Modern high-tech technologies. Regional application*. 2021. N 1 (65). P. 78-87. DOI:10.6060/snt.20216501.0009