

УДК 331.101.6

РАЗРАБОТКА РАБОЧИХ ИНСТРУКЦИЙ ОПЕРАТОРОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

© 2020 Д.В. Антипов, А.С. Клентак

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 02.04.2020

В статье рассматриваются подходы к разработке рабочих инструкций по выполнению технологических операций, обеспечивающих требуемую производительность труда и снижающих риск появления несоответствий, приводится алгоритм разработки рабочих инструкций, этапами которого являются структурный анализ, функциональный анализ, анализ потенциальных несоответствий, влияющих на производительность труда.

Ключевые слова: организация производства, производительность труда, потенциальные отказы, влияющие на производительность труда, структурный анализ, функциональный анализ.

DOI: 10.37313/1990-5378-2020-22-2-11-15

Важной задачей организации производственных участков машиностроительных предприятий является обеспечение максимальной производительности труда операторов, выполняющих технологические операции. К организации производственного участка относятся действия, связанные с оснащением предметами и средствами труда, среди которых технологическая документация для выполнения операций.

Подходы к разработке технологической документации определяются, но не ограничиваются едиными стандартами технологической документации (ЕСТД). В последнее время в машиностроении наметилась тенденция разрабатывать подробные рабочие инструкции для операторов. Рабочая инструкция – это разновидность технологической документации, необходимая для предоставление оператору (рабочему), выполняющему технологическую операцию на конкретном рабочем месте, всей необходимой информации касательно выполнения элементов операции, ключевых моментов, действий, в случае возникновения несоответствий и т.д. Особенностью рабочей инструкции является то, что она разрабатывается для конкретной технологической операции, выполняемой на конкретном рабочем месте.

Подробное описание действий в рабочей инструкции связано с тем, чтобы оператор не задумывался над своими действиями и не снижал свою производительность труда, при этом не совершая ошибок.

Антипов Дмитрий Вячеславович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении. E-mail: con-expert@mail.ru

Клентак Анна Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры математических методов в экономике. E-mail: anna_klentak@mail.ru

Структура рабочей инструкции должна содержать всю важную информацию для оператора, при этом не перегружая лишней информацией. На рисунке 1 приведена структура рабочей инструкции

Таким образом, рабочая инструкция для операторов должна содержать:

1. Основные этапы (элементы) выполнения технологической операции.

2. Анализ основного этапа (конкретизация действий и движений, там, где это целесообразно).

3. Ключевые моменты выполнения технологической операции – требования, критерии, характеристики и параметры, на что необходимо обращать особое внимание при выполнении этапа технологической операции, например, усилия затяжки, время ожидания, угол поворота, частота, подача и т.д.

4. Объяснение ключевого момента, т.е. почему необходимо выполнять в соответствии с заданными требованиями.

5. Периодичность выполнение этапов работ.

6. Запрещающие действия, влияющие на безопасность работы оператора.

7. Действия в случае отклонений (нетипичные ситуации), определяющие порядок действий при появлении нештатных (нетипичных) ситуаций.

8. Визуализация (поясняющие схемы/ фотографии).

Ниже приведем краткую характеристику разделов рабочей инструкции.

Основными этапами в рабочей инструкции описываются трудовые приемы либо трудовые действия оператора по выполнению технологических операции. Трудовой прием – это логически завершенная часть технологической операции, состоящей из совокупности трудовых

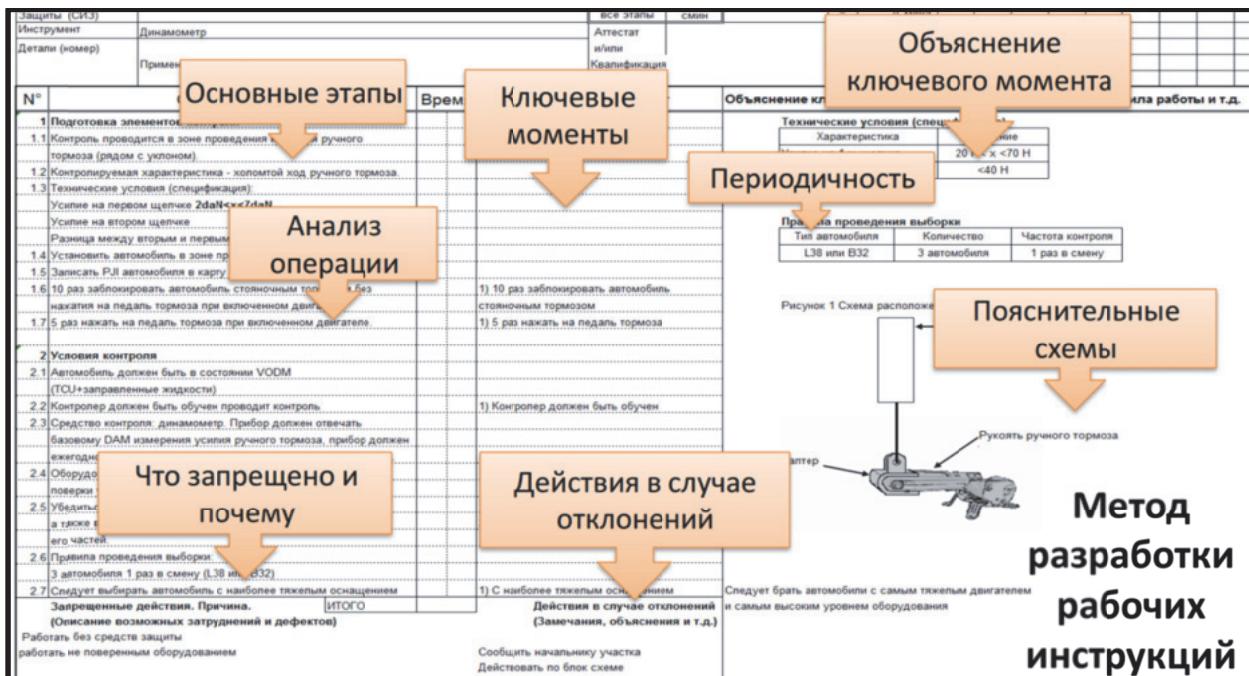


Рис. 1. Структура рабочей инструкции

действий при неизменных средствах и предметах труда, например, «установить заготовку в приспособлении». Трудовое действие – логически завершённая совокупность трудовых движений, выполняемых без перерыва 1 или несколькими органами человека при неизменных средствах и предметах труда, например, «взять деталь».

В некоторых случаях, для повышения производительности при выполнении технологических операций необходимо четко прописать последовательность действий и движений опе-

ратора. Данный анализ позволяет определить рациональную последовательность действий и движений оператора для исключения скрытых потерь: ожидание; излишне перемещение; излишняя транспортировка.

Пример анализа выполнения этапа технологической операции приведен в таблице 1.

Самой важной частью выполнения операции является ключевой момент. Его несоблюдение оператором может привести к потерям производительности, появлению дефекта, по-

Таблица 1. Анализ этапов выполнения технологической операции

№	Этап операции (трудовой прием; технологический переход)
1	Снятие/Установка заготовки в станок ЧПУ №1: поднять защитный кожух → повернуть рычаг зажима заготовки от себя → достать обработанную заготовку; положить на крышку суппорта → ориентированно установить заготовку (одной рукой); одновременно повернуть рычаг зажима заготовки на себя (другой рукой) → опустить защитный кожух → нажать кнопку "Пуск" → взять обработанную заготовку; перейти к станку ЧПУ №2 → положить заготовку на крышку суппорта
2	Обработка заготовки на станке ЧПУ №1 в автоматическом режиме
3	Снятие/Установка заготовки в станок ЧПУ №2: поднять защитный кожух → повернуть рычаг зажима заготовки от себя → достать обработанную заготовку; положить на крышку суппорта → ориентированно установить заготовку (одной рукой); одновременно повернуть рычаг зажима заготовки на себя (другой рукой) → опустить защитный кожух → нажать кнопку "Пуск" → взять две обработанные заготовки (ЧПУ №1 и ЧПУ №2); визуально осмотреть; перейти к расточному станку черновой обработки отверстия под палец → положить две заготовки на "столик" станка

вышению степени опасности и усложнению операции. Ключевой момент должен быть конкретным и простым для понимания. Также ключевой момент должен быть объяснен оператору. Объяснение ключевого момента помогает понять важность его для выполнения операции, поэтому он должен быть объяснен простой и доступной формулировкой.

Последовательность разработки рабочей инструкции может быть следующая:

1. Изучение процесса.
2. Анализ элементов операции.
3. Выделение периодической и циклической работы.
4. Хронометраж.
5. Построение карты сбалансированной работы.
6. Определение ключевых моментов.
7. Объяснение ключевого момента.

Сложностью, как ни странно, является определение того, что является ключевым моментом при выполнении технологической операции. На сегодняшний день отсутствуют правила, по которым разрабатываются рабочие инструкции и определяются ключевые моменты.

Нами предлагается алгоритм определения ключевых моментов на основе методики анализа видов и последствий потенциальных отказов процесса PFMEA. Данная методика предполагает анализ потенциальных отказов влияющих на появления несоответствий с продукцией, однако данную методику можно адаптировать для анализа отказов, влияющих на производительность труда на производственном участке.

Отказ в нашем случае рассматривается в нескольких вариантах:

- полное невыполнение функции элемента технологической операции;
- частичное невыполнение функции элемента;
- ухудшение выполнения функции;
- нестабильность при выполнении функции.

Чтобы определить перечень отказов необходимо провести структурный и функциональный

анализ и построить дерево структурного и дерева функционального анализа.

Структурный анализ упорядочивает элементы системы иерархически и устанавливает зависимость через структурные связи. Позволяет понять взаимосвязи между операциями и рабочими элементами процесса.

Рабочие элементы процесса в структурном анализе, это факторы, влияющие на производительность труда: оператор, выполняющий операцию; оборудование; оснастка; инструмент; применяемые материалы и комплектующие; вспомогательные материалы; производственная среда. Для каждой технологической операции определяется перечень факторов, влияющих на выполнение процесса и строится дерево структурного анализа (рисунок 2).

На рисунке 2 представлена часть технологического процесса, состоящего из трех технологических операций:

- 50 нагрев и формовка;
- 70 обрезка на водной резке;
- 90 установка дополнительных компонентов.

Для 50 операции «нагрев и формовка» определены факторы рабочего процесса, влияющие на производительность выполнения операции и появление несоответствий: оператор, оборудование, оснастка.

Следующим шагом является функциональный анализ. Функция – это предназначение элемента рабочего процесса для обеспечения производительности. Для каждого элемента процесса может быть несколько функций. Описание функции должно быть представлено в виде глагола («сделать это», «сделать с этим»), например, просверлить отверстие, нанести клей, вставить шпильку. Функция рабочего элемента процесса отражает вклад в операцию процесса для создания функций процесса/продукта. Это управляемые параметры процесса обеспечивающие получение характеристик технологической операции и продукции.

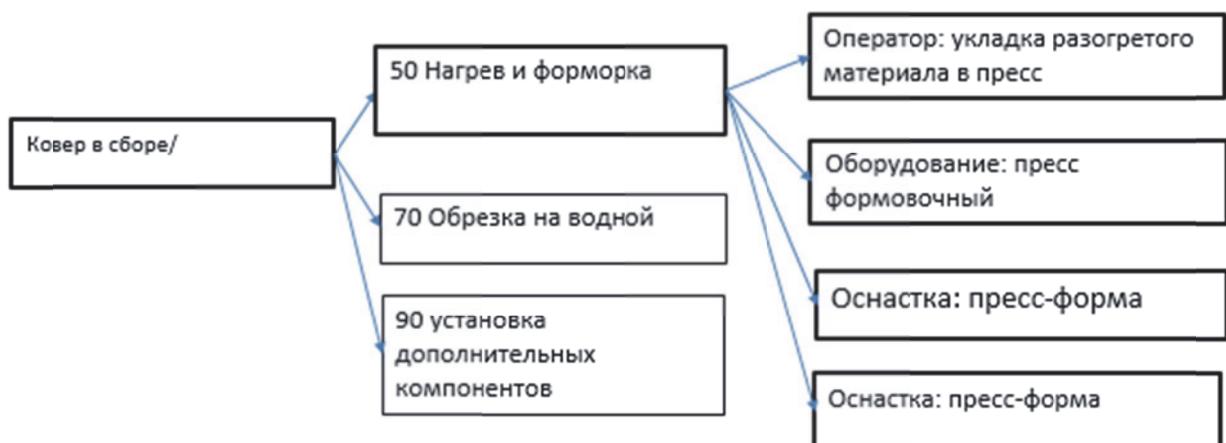


Рис. 2. Фрагмент дерева структурного анализа процесса изготовления ковра обивки багажного отсека автомобиля

На рисунке 3 приведен фрагмент дерева структурного анализа технологического процесса, в котором для элементов рабочего процесса определены их функции.



Рис. 3. Фрагмент дерева функционального анализа процесса изготовления ковра обивки багажного отсека автомобиля



Рис. 4. Фрагмент дерева отказов, построенное для процесса изготовления ковра обивки багажного отсека автомобиля

К функциям технологической операции определяются отказы, связанные с невыполнением, либо некорректным выполнением функции, связанной как с изготовлением продукции,

Таблица 2. Описание ключевых моментов для выполнения технологической операции

Отказ/ причина отказа	Описание ключевого момента
Прожоги на лицевой стороне отформованного полуфабриката	<ul style="list-style-type: none"> - Температурные режимы, установленные для данного типа материала в диапазоне градусов - Время формовки не должно превышать более ...мин. - После изъятия отформованного полуфабриката из формы провести визуальный осмотр лицевой поверхности на наличие прожогов. Не допускаются прожоги либо повреждения лицевой поверхности полуфабриката.

в соответствии с установленными требованиями, так и с обеспечением выполнения операции в соответствии с запланированной трудоемкостью.

Не выполнение функций рабочих элементов, является причинами, влияющими на появление отказов на уровне технологической операции, своего рода отказами 2-го порядка (причинами появления отказов).

На рисунке 4 приведен фрагмент построения дерева отказов для технологической операции.

Отказы технологической операции и причины отказов рабочих элементов операции являются основой для разработки ключевых моментов в рабочей инструкции. Действия связанные с недопущением появления отказов и причин отказов (отказов 2-го порядка) являются ключевыми моментами выполнения технологической операции.

Примеры описания ключевых моментов приведены в таблице 2.

Таким образом, описанный в данной статье подход к разработке рабочих инструкций и описанию самой важной части – ключевых моментов на основе анализа отказов, позволяет разработать документы, которые будут учитывать специфику выполняемой операции. Данный

подход позволяет обеспечить требуемый уровень производительности труда и снизить риски появления дополнительной трудоёмкости на доработку и устранение несоответствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочков Ю.С., Газизулина А.Ю., Смирнова О.А. Совершенствование процедуры анализа видов и последствий потенциальных несоответствий // Российский экономический интернет-журнал. 2019. № 3. С. 40.
2. Клочков Ю.С., Ильина Е. Разработка системы мониторинга комплектующих изделий // В сборнике: Life cycle engineering and management ICDQM-2019. DQM Research Center – Prijedor. 2019. С. 53-63.
3. Руденко А.А., Антипов Д.В., Антипова О.И. Условия обеспечения сбалансированности взаимодействия процессов производственной системы // В сборнике: Стратегическое планирование развития городов и регионов Сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции. Тольяттинский государственный университет. 2015. С. 128-136.
4. Щипанов В.В., Антипов Д.В., Антипова О.И. К вопросу о повышении устойчивости функционирования производственной системы предприятия // В сборнике: Современные финансово-экономические инструменты развития экономики регионов сборник статей XIV международной научно-практической конференции. Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна». 2016. С. 360-362.

DEVELOPMENT OF OPERATOR WORK INSTRUCTIONS TO ENSURE THE PRODUCTIVITY OF PRODUCTION PROCESSES

© 2020 D. V. Antipov, A. S. Klentak

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

The article discusses approaches to the development of work instructions for performing technological operations that provide the required labor productivity and reduce the risk of inconsistencies, provides an algorithm for the development of work instructions, the stages of which are structural analysis, functional analysis, analysis of potential inconsistencies affecting labor productivity.

Keywords: organization of production, labor productivity, potential failures affecting labor productivity, structural analysis, functional analysis.

DOI: 10.37313/1990-5378-2020-22-2-11-15

Dmitry Antipov, Doctor of Technics, Professor.

E-mail: con-expert@mail.ru

Anna Klentak, Candidate of Technics, Associate Professor.

E-mail: anna_klentak@mail.ru