

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических занятий по дисциплине
«БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1.	
Изучение инструментов бережливого производства	5
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2.	
Внедрение масштабной программы системы «Бережливого производства»	16
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3.	
Изучение методики стандартизированной работы	21
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4.	
Изучение предварительного тестирования нового продукта 3D-прототипированием	37
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5.	
Применение реверс-инжиниринга на производстве	43
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6.	
Повышение ресурса пружин сжатия контактным заневоливанием	47
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7.	
Изучение установки для Финишного плазменного упрочнения	52
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8.	
Определение режимов Финишного плазменного упрочнения	68

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по дисциплине «Бережливое производство» содержат восемь занятий. Основное внимание уделено изучению инструментов бережливого производства таких как организация рабочего пространства, стандартизованная работа, определение самого “узкого” места в производственной цепочке, которое не позволяет производить больше или быстрее, постоянное улучшение, общая эффективность оборудования.

Выполнение практических занятий необходимо для освоения профессиональных компетенций и индикаторов:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-3 _{УК-1} Определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.	Проводить анализ производственного процесса на участке машиностроительного производства с выявлением задач оптимизации
УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	ИД-2 _{УК-11} Предупреждает возможные проявления экстремизма, терроризма, коррупционные риски в профессиональной деятельности; исключает вмешательство в свою профессиональную деятельность в случаях склонения к коррупционным правонарушениям.	Владеть системой бездефектного изготовления продукции, исключает вмешательство в свою профессиональную деятельность в случаях склонения к коррупционным правонарушениям
	ИД-3 _{УК-11} Взаимодействует в обществе на основе нетерпимого отношения к проявлениям экстремизма, терроризма коррупционно-	Владеть методикой разработки карты потока создания ценности на основе нетерпимого отношения к коррупции

	му поведению и противодействует им в профессиональной деятельности.	
ПК-3. Способен обеспечивать качество изделий средней сложности в механосборочном производстве	ИД-1 _{ПК-3} Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности	Владеть навыками применения инструментов бережливого производства для обеспечения качества изделий машиностроения.
ПК-7. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы	ИД-1 _{ПК-7} Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований	Владеть навыками анализа научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

Подробно рассмотрен порядок выполнения каждого занятия, для закрепления материала приводятся контрольные вопросы. Полученные студентами знания и навыки в дальнейшем позволят принимать более эффективные решения при использовании инструментов бережливого производства.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

ИЗУЧЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цель: Ознакомление с основными инструментами бережливого производства.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
краткое описание инструментов бережливого производства

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
определение комплексных показателей надежности оборудования.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
методикой определения комплексных показателей надежности.

Актуальность темы: Существует множество способов изучить концепцию бережливого производства, однако самым эффективным является изучение инструментов lean. Инструменты можно применять вместе, по отдельности, комбинировать их, фокусироваться на какое-то время и потом забывать о них. Все зависит от задач и проблем, которые необходимо решить.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инструменты бережливого производства представлены в таблице 1.1. Вместе эти инструменты отлично дополняют друг друга.

Таблица 1.1 – Инструменты бережливого производства

Название	Краткое описание	Польза от инструмента
5S	Организация рабочего пространства	Визуализация проблем, быстрое обнаружение от-

Название	Краткое описание	Польза от инструмента
		клонений и потенциальной опасности для здоровья, качества, производства.
Andon	Система информирования о проблеме. Сигнал подается при обнаружении проблемы. Система поощряет остановку производства, чтобы предотвратить массовое возникновение дефектов.	Немедленное внимание к месту, где обнаружена проблема. Быстрая эскалация в случае невозможности решить проблему. Дефект не распространяется.
Bottleneck analysis / Поиск бутылочного горлышка	Определение самого “узкого” места в производственной цепочке, которое не позволяет производить больше или быстрее. Улучшение в “бутылочном горлышке” влечет за собой улучшение производительности и “выход” производственной линии.	Вы укрепляете самое слабое звено в своей производственной цепи
Выстраивание потока (Continuous Flow)	Выстраивание производственных потоков без остановок и скопления буфера.	Устраняются многие виды потерь: излишние запасы, время, транспортировка.
Gemba (“место сражения”)	Этот подход напоминает нам о том, что все самое важное происходит не в офисах, а непосредственно на производственной площадке.	Вовлечение руководства, уменьшение времени реакции на проблемы, укрепление дисциплины, получение информации “из первых рук” без искажений.
Хеюнка (хейджунка, Heijunka)	Это инструмент выравнивания заказов в производстве. С помощью этого инструмента заказ клиента разбива-	Снижается время производства, каждый продукт (вариант) производится

Название	Краткое описание	Польза от инструмента
	ется на небольшие партии, выстраивается в особом порядке, позволяя снизить риски и производить разнообразную продукцию за короткие промежутки времени.	чаще, уменьшается потребность в запасе материалов. В случае остановок у вас есть полный набор продукции для поставок клиенту.
Hoshin Kanri (Хосин кан-ри), развертывание политики	Этот инструмент позволяет связать стратегические цели руководства компании, с тактическими задачами руководства, и более детальными действиями производственных групп.	Помогает организации достигать своих целей. Каждый сотрудник движется в направлении, которое задается руководством. Уменьшаются потери появляющиеся при недостаточной коммуникации между сотрудниками.
Джидока (Jidoka)	Метод частичной автоматизации оборудования. В отличие от полной (и очень дорогой) автоматизации, частичная позволяет автоматически найти проблему и остановить производство.	Один работник может наблюдать за работой нескольких машин (станков) - это уменьшение затрат, и своевременное обнаружение проблемы решает проблемы качества.
Точно в срок (Just in time, JIT)	Метод производства и поставок основанный на “вытягивании” именно того количества компонентов, готовых изделий, которые необходимы клиенту в данный момент. Применение JIT невозможно без работающих систем “Выстроенный поток”, Хеюнка, Канбан, Стандартизация, Время такта.	Сверэффективный способ снизить запасы материалов, готовых изделий, размеры занимаемых площадей. Этот метод также улучшает поток денежных средств (cash flow).
Постоянное	Совместные усилия всех сотрудни-	Общий синергический

Название	Краткое описание	Польза от инструмента
улучшение (Kaizen)	ков компании по достижению ежедневных побед, достижений, улучшений в производстве.	эффект, совместные усилия всех сотрудников помогают найти практически неограниченные возможности для уменьшения издержек, уменьшения потерь. Если в компании есть культура постоянных улучшений, то она становится практически вечным двигателем по уменьшению потерь.
Канбан (Вытягивающая система, Kanban)	Метод регуляции потоков материалов и готовой продукции, как внутри предприятия, так и вне его (с поставщиками и клиентами). Метод основан на системе сигналов, показывающих потребность компонентов или готовой продукции.	Уменьшение потерь, излишних складских запасов, перепроизводство. Замечено, что при работающей системе Kanban результаты складской инвентаризации гораздо лучше.
КРІ, Ключевые индикаторы	Система метрик специально разработанная для анализа критически важных направлений деятельности организации. КРІ это мощный драйвер для команды.	Лучшие индикаторы всегда связаны со стратегическими целями компании, помогают своевременно выявить риски и потери, работники оказывают на индикаторы прямое воздействие.
Muda (потери)	Все что не приносит ценности для клиента.	Уменьшение потерь - это цель всей системы бережливого производства. Нужно знать все виды потерь и уметь их выявлять на ранней стадии.

Название	Краткое описание	Польза от инструмента
Общая эффективность оборудования (Overall Equipment Effectiveness, OEE)	С помощью этого инструмента отслеживаются три категории потерь связанных с работой оборудования: готовность, производительность, качество.	Отвечает на вопрос на сколько эффективно вы используете свое оборудование? OEE является сбалансированным показателем, отражающим реальное положение дел, позволяющим улучшать производство и повышать прибыль предприятия.
PDCA (Планируй Делай Проверь Воздействуй)	Признанный метод внедрения изменений и улучшений. Мы много о нем писали и пишем и будем писать.	Методика PDCA прежде всего это системный подход к решению проблем, внедрению изменений и улучшений. И в сумасшедшем мире производства эта системность и размеренность очень ценна.
Рока-Йоке, пока-йоке (Защита от ошибки, защита от дурака)	Разработка методов предотвращения ошибок непосредственно в производственный процесс. Целью является достижение 0 дефектов.	Предотвращение ошибок это дешевле, чем инспекция, контроль, проверка.
Анализ коренных причин	Нужно убивать коренные причины, а не бороться с их последствиями. Существует множество методов обнаружения коренных причин - наиболее простой метод последовательно спрашивать почему пять раз (метод "5 почему?").	Избавляясь от коренных причин проблем, вы гарантировано предотвращаете возникновение этих проблем в будущем.
SMED, Быстрая пе-	Набор теоретических и практических методов, которые позволяют сокра-	Упрощает выпуск мелких партий, увеличивает по-

Название	Краткое описание	Польза от инструмента
переналадка (Single Minute Exchange of Die)	Сокращать время операций наладки и переналадки оборудования. В основе переналадок лежат две группы действий: внешние и внутренние. Внутренние выполняются после остановки оборудования, внешние можно проводить во время работы оборудования. Цель методики SMED - преобразовать внутренние операции во внешние.	Сокращение простоя оборудования.
6 причин потери производительности	Универсальные и наиболее частые причины потери производительности: Поломки (Breakdowns), настройки (Setup/Adjustments), мелкие остановки (Small Stops), уменьшение скорости (Reduced Speed), отказы на запуске (Startup Rejects), отказы в работе (Production Rejects).	Это готовые “мишени”, в которые вы можете “стрелять” на любом производстве в любой день. Последовательно решайте одну проблему за другой и уменьшайте время простоя.
Цели SMART	Это мнемоническая аббревиатура английских слов: Specific, Measurable, Attainable, Relevant, and Time-Specific. Любая цель должна быть SMART, а именно (далее по-русски) Конкретна, Измерима, Достижима, Актуальна (Релевантна), Ограничена по времени.	Эффективно поставленная цель уменьшает потери вызванные неправильной трактовкой задачи и плохой коммуникацией.
Стандартизированная работа	Документированная процедура (инструкция), в которой зафиксирован лучший опыт выполнения данной операции. Данный документ “живой”, постоянно обновляется и актуализируется. Если на предприятии несколько одинаковых машин, они должны использовать единый стан-	Уменьшение потерь за счет распространения лучшего опыта. Уменьшение рисков по качеству.

Название	Краткое описание	Польза от инструмента
	дартизированный метод работы.	
Время такта (Takt time)	Это интервал времени или периодичность, с которой потребитель запрашивает готовую продукцию. Или тот интервал времени или периодичность, с которой мы эту готовую продукцию отгружаем нашему клиенту / потребителю.	Отвечает на вопрос, с какой производительностью должна работать каждая производственная ячейка или каждый производственный участок, чтобы удовлетворить спрос клиента.
TPM, всеобщее предупредительное обслуживание оборудования	Важная идея TPM - вовлечение в процесс обслуживания оборудования всего персонала предприятия, а не только технических служб. Целью TPM является увеличение продолжительности срока службы оборудования.	Меньше поломок, меньше простоев, меньше ошибок и влияния на качество со стороны оборудования.
VSM Создание карты потока создания ценности (Value Stream Mapping)	Этот метод помогает увидеть ценные операции и те, которые не добавляют ценности.	Создавая карту, вы лучше поймете свой процесс и увидите свои потери. Это отличный метод планирования будущих изменений.
Visual Factory (Визуализация)	Метод простых и понятных индикаторов используемых на заводе для обмена информацией.	Позволяет любому понять текущую ситуацию на производстве (пример, зеленый - нет проблем, красный - есть проблемы)

Например, общая эффективность оборудования (Overall Equipment Effectiveness, OEE) может быть оценена комплексными показателями надежности.

Коэффициент готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не планируется. Вычисляется как отношение времени безотказной работы T_O к сумме времени безотказной работы T_O и времени восстановления объекта T_B

$$K_z = \frac{T_O}{T_O + T_B} = \frac{1}{1 + \omega(t) \times T_B}, \quad (1.1)$$

где $\omega(t)$ – средняя частота отказов.

Чем надежнее машина, тем больше K_z ; чем больше K_z , тем эффективнее техника. Распределение времени безотказной работы объекта и времени его восстановления можно представить с помощью рисунка 1.1.

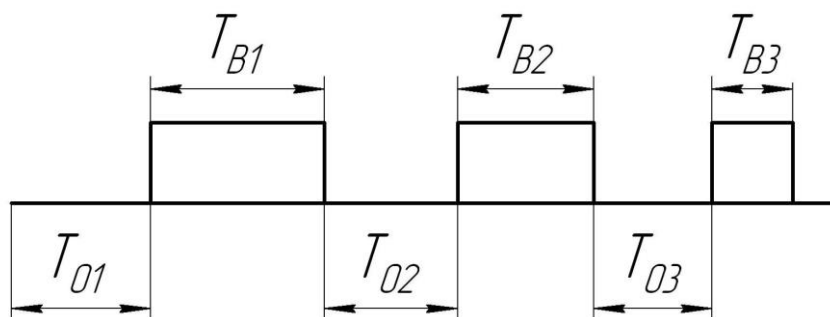


Рисунок 1.1 – Схема распределения времени безотказной работы и времени восстановления объекта

Коэффициент оперативной готовности – вероятность того, что объект будет работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, когда применение объекта по назначению не предусматривается

$$K_{oz} = K_z \times P(t_{oz}) \quad (1.2)$$

Коэффициент простоя – вероятность того, что объект окажется неработоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, когда применение объекта по назначению не предусматривается

$$K_{\Pi} = \frac{T_B}{T_O + T_B} = 1 - K_z. \quad (1.3)$$

Чем больший промежуток времени объект будет находиться в работоспособном состоянии, тем меньшее значение будет иметь K_{Π} и более эффективной будет эксплуатация машины.

Коэффициент технического использования – отношение математического ожидания времени пребывания объекта в работоспособном состоянии T_O за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий времени пребывания объекта в работоспособном состоянии T_O и времени простоев, обусловленных проведением ТО и профилактических мероприятий $T_{обсл}$ за этот же период эксплуатации

$$K_{ТИ} = \frac{T_O}{T_O + T_B + T_{проф}} = \frac{T_O}{T_O + T_{обсл}}. \quad (1.4)$$

Коэффициент профилактики – отношение времени восстановления к времени безотказной работы объекта

$$K_{ПРОФ} = \frac{T_B}{T_O} = \frac{1 - K_z}{K_z} = \frac{K_{\Pi}}{K_z}. \quad (1.5)$$

ПРИМЕР ОЦЕНКИ ОБЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Система контроля топлива в резервуарах автозаправочной станции работает в дежурном режиме. Время выполнения работы $t_{oz} = 150$ ч. Из статистических данных известно, что среднее время наработки до отказа T_o системы составляет 2000 ч; среднее время восстановления T_B системы контроля после отказа – 30 ч. Определить коэффициент оперативной готовности и коэффициент готовности рассматриваемой системы.

Находим коэффициент готовности по зависимости (1.1)

$$K_z = \frac{T_o}{T_o + T_B} = \frac{2000}{2000 + 30} = 0,985.$$

Определяем вероятность безотказной работы

$$P(t_{oz}) = e^{-\lambda t_{oz}} = e^{-\frac{1}{T_o} \times t_{oz}} = e^{-\frac{1}{2000} \times 150} = 0,928$$

где λ - интенсивность отказов системы.

Определяем коэффициент оперативной готовности

$$K_{oz} = K_z \times P(t_{oz}) = 0,914.$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие вы знаете инструменты бережливого производства?
2. Как оценить общую эффективность оборудования?
2. Как определить коэффициент оперативной готовности?
3. Что такое коэффициент технического использования?
5. Как определить коэффициент профилактики?

6. Определите комплексные показатели надежности по условию задачи. Система контроля топлива в резервуарах автозаправочной станции работает в дежурном режиме. Длительность выполнения работы $t_{ог.}$. Из статистических данных известны среднее время наработки системы контроля топлива до отказа T_O и среднее время восстановления T_B системы после отказа. Определить коэффициент оперативной готовности, коэффициент готовности, коэффициент простоя и коэффициент профилактики системы. Данные представлены в таблице 5.2.

7. Сделайте выводы и оформите отчет.

Таблица 1.2 – Исходные данные для определения комплексных показателей надежности

№ варианта	$t_{ог.}$, ч.	T_O , ч.	T_B , ч.	№ варианта	$t_{ог.}$, ч.	T_O , ч.	T_B , ч.
1	100	2000	30	6	250	2500	25
2	130	1800	50	7	210	2700	40
3	160	2100	35	8	270	2800	50
4	190	2200	45	9	300	3000	60
5	200	2300	55	10	120	1900	25

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бояршинов А.Л. Надежность и техническая диагностика автотранспортных средств: учебное пособие / А.Л. Бояршинов, В.А. Стуканов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 240 с.

2. Маринин С.Ю. Надежность технических систем и техногенный риск: учебно-методическое пособие / С.Ю. Маринин, С.А. Солод. – Краснодар, КубГТУ, 2011. – 85 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

ВНЕДРЕНИЕ МАСШТАБНОЙ ПРОГРАММЫ СИСТЕМЫ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Цель: научиться использовать систему бережливого производства на рабочем месте.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: принципы программы бережливого производства, цель системы бережливого производства.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: наведение порядка, чистоты и укрепление дисциплины на рабочем месте.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой повышения эффективности производства путем тщательного и последовательного исключения потерь.

Актуальность темы: Правильная организация производства значит больше, чем дешёвое сырьё, рабочая сила и огромные масштабы производства. Организовывая свои филиалы в Кении, Венесуэле, Пакистане и в той же Америке, Тойота доказала, что в конечном счёте, каждый может работать так же эффективно, как японцы, и дело здесь вовсе не в каких-то сугубо национальных особенностях японского подхода к производству. Операционное совершенство, служащее основным и, по сути, единственным стратегическим конкурентным преимуществом Тойоты не зависит от национального менталитета, но определяется лишь отношением к своему делу. Один из основателей системы, вице президент компании Тайити Оно наиболее емко выразил концепцию ПСТ словами: «Основная цель этой системы состоит в том, чтобы снизить издержки производства, выпуская широкую номенклатуру товаров небольшими партиями и повысить эффективность производства путем тщательного и последовательного исключения потерь».

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

«5С» — система вовлечения всего коллектива в регулярную деятельность по наведению порядка, чистоты и укреплению дисциплины на рабочем месте. Ее реализация помогает повысить производительность труда рабочих, снижает количество брака, а в конечном итоге экономит время и деньги компании.

5 принципов программы:

1. Сортировка, организация.

Оставить только то, что необходимо и в том количестве, сколько необходимо. Отделить нужные инструменты, предметы и документы от не нужных с тем, чтобы убрать последние с участка. (Удали ненужное. Если сомневаешься — выбрасывай.)

2. Порядок, упрощение.

Разложить и хранить все необходимые предметы в четко определенных местах для обеспечения легкого и удобного к ним доступа. Использовать систему обозначений, которая облегчит поиск предметов. Это, к примеру наклейки, ярлыки, указатели, таблички, каталоги и т. п. (Разложи все рационально. Свое место для каждой вещи и каждая вещь на своем месте).

3. Чистота.

Поддерживать идеальную чистоту на рабочем месте. Чисто там, где не создают грязь и убирают ежедневно, поэтому если уделять внимание уборке каждый день, она станет легче. Не допускать и не создавать грязь на столах, оборудовании, полу, стенах. Определять и устранять источники загрязнения сразу. (Убирай сразу и исключай причину загрязнения.)

4. Наглядность, стандартизация.

Разработать инструкции и стандарты по поддержанию порядка, чистоты и сортировке. Наиболее важные правила должны находиться на видном месте рядом с рабочими местами. (Стандартизируй правила. Смотри и знай, что и как должно делаться.)

5. Ответственность, самодисциплина. Превратить следование установленным процедурам в привычку. Правила должны неуклонно выполняться и совершенствоваться. (Выполняй и улучшай правила.)

Несмотря на кажущуюся простоту, внедрение системы требует довольно значительных усилий, и в первую очередь от управленцев. И опыт показывает, что внедрение 5С начинать нужно именно с них.

Пример. В офисе в кабинетах на шкафах написано «гардероб». Персонал оставляет свои зонты под табличкой «место для зонтов». Такие предметные указатели есть повсюду — от кабинета топ-менеджеров до подсобных помещений вдали от офиса. Если в кабинете любого из менеджеров стоят два одинаковых шкафа для документов, на одном будет написано «шкаф №1», а на другом — «шкаф №2». В шкафах пронумерованной и подписанной будет уже каждая полка. В компании считают, что это не корпоративное помешательство, а приращивание правильных привычек персоналу при котором программируется производственное поведение людей: взял — поработал — положил на место. Если вы бухгалтер или юрист, то обязаны находить любой документ за 30 секунд. Более того, на рабочем месте вашего коллеги, который находится в отъезде, должны ориентироваться не хуже, чем на своем собственном. Необходимо понимать, где что лежит. То же касается и всего остального. Папок с документами, например. Если какой-то в данный момент нет, на ее месте будет стикер определенного цвета. По нему ясно, где и у кого сейчас эта папка. Производительность труда возрастает невероятно. В компании никто ничего не ищет. Та же картина и на производственных участках. Исходное состояние завода: лужи масла у станков, ржавчина, захламленность и грязь. Теперь все по другому. Вымытые окна на производстве, пропылесосенные полы. Повсюду на стендах в форме буквы «У» висят фотографии в разделе «Было/стало». Инструмент в цехах хранится «силуэтно»: он обведен краской по контуру, чтобы рабочий даже в состоянии крайней забывчивости мог положить его на свое место. Повсеместно ярлыки: «ножницы», «гаечные ключи», «отвертки». Даже в кладовой у

дворника, убирающего территорию, надписи: «грабли», «метла», «совковая лопата». В компании не видят проблемы в том, чтобы лишний раз подсказать рабочему верное решение.

Не нужно питать иллюзий в отношении легкости внедрения «5С», тем не менее, статистические данные указывают на то, что в нашей стране последнее время интерес к ней растет в геометрической прогрессии.

Основные требования к работникам:

1. Командная работа.
2. Интенсивный открытый обмен информацией.
3. Эффективное использование ресурсов и исключение потерь.
4. Непрерывное совершенствование.

В нашей стране еще несколько лет назад о «Бережливом производстве» знали единицы. Сегодня в своем стремлении к прибыльности и конкурентоспособности сотни отечественных предприятий с успехом участвуют в изменении своих производственных систем, переориентации их на принципы непрерывного роста и согласованности с требованиями рынка. Освоение даже отдельных элементов технологии «Бережливого производства» позволяет компаниям самых разных отраслей не только оптимизировать бизнес-процессы, экономя при этом до 10 % годового оборота, но и чутко реагировать и подстраиваться под потребности рынка.

Успех зависит не от конкретных методик, а от особенностей управленческой культуры компании: нацеленности на безупречное качество при разумных издержках, взаимном доверии между руководством и сотрудниками, непосредственном и видимом участии менеджеров в решении производственных проблем и развитии персонала.

Основные требования к менеджерам:

1. Долгосрочная ориентация на достижение безупречного качества при умеренных издержках и создании атмосферы взаимного уважения менеджеров и работников.

2. Менеджеры находят лучшее решение проблемы, когда лично изучают ее на месте. Тем самым они создают обучающуюся организацию.

3. Менеджеры должны быть учителями, наставниками, служить образцом для подражания, поощрять подчиненных всегда высоко ставить планку.

4. Менеджеры должны поощрять рядовых сотрудников к тому, чтобы они хорошо выполняли конкретные бизнес-задачи. Амбициозные цели детализируются и спускаются с верхних уровней организации на нижние, а необходимые для достижения этих целей поддержка и инициативы поступают снизу, от рядовых сотрудников.

5. Реализовывать дальнейшие усовершенствования проще благодаря стандартизации. В распоряжении менеджеров есть детализированные стандартизированные процедуры. Решения об усовершенствованиях они принимают на основе консенсуса: обсуждение ведется с помощью отчетов, составленных на листе А3, в которые заносятся все рационализаторские предложения.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.
2. Примените 5 принципов программы «5С» с целью повысить производительность труда при выполнении заданий в аудитории.
3. Какие Вы знаете требования к менеджерам в решении производственных проблем и развитии персонала.
4. Примените 5 принципов программы «5С» к организации труда в аудитории 11-114 (учебная лаборатория). Что бы Вы усовершенствовали? Какие у Вас замечания к организации труда в лаборатории?
5. Какова цель внедрения системы бережливого производства?
6. Сделайте выводы и оформите отчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вялов, А. В. Бережливое производство : учеб. пособие / А. В. Вялов. – Комсо-мольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. – 100 с. ISBN 978-5-7765-1036-6

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ СТАНДАРТИЗИРОВАННОЙ РАБОТЫ

Цель: изучить методику стандартизированной работы.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: определение терминов «стандартизация» и «стандарт», применяемых в бережливом производстве, назначение стандартов в бережливом производстве.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: совершенствовать выполнение стандартных производственных операций.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой стандартизированной работы.

Актуальность темы: Деятельность любого предприятия основана на применении разнообразных нормативных и технических документов, в которых устанавливаются требования к изделиям, выполнению работ по проектированию изделий, технологической подготовке производства, изготовлению продукции, обслуживанию технологического оборудования и др.

Разработка единых терминов и определений, требований к выполнению различных видов работ, обеспечению безопасности жизнедеятельности, требований к системам менеджмента качества и т. д. в Российской Федерации осуществляется в рамках системы стандартизации.

Стандартизация – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на до-

стижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ или услуг.

Стандарты основываются на обобщенных результатах науки, техники и практического опыта и направлены на достижение оптимальной пользы для общества.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Общей целью стандартизации является защита интересов потребителей и государства по вопросам качества продукции, процессов и услуг.

Непосредственным результатом стандартизации является прежде всего документ в области стандартизации.

Согласно ФЗ «О техническом регулировании», к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты РФ (ГОСТ Р);
- предварительные национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации общероссийские классификаторы технико-экономической информации и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил,

стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

- предварительные национальные стандарты.

Стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

В зависимости от назначения и содержания разрабатываются стандарты следующих видов:

- *основополагающие* – имеющие широкую область распространения или содержащие общие положения для определенной области;
- *на продукцию и услуги* – устанавливающие требования к продукции (услуге);
- *на работы (процессы)* – устанавливающие требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции;
- *на методы контроля* – устанавливающие методы, порядок проведения проверки качества продукции;
- *на термины и определения* – устанавливающие термины, к которым даны определения, содержащие необходимые и достаточные признаки понятия.

Стандарты образуют системы (комплексы), охватывающие определенные направления деятельности. В каждом направлении стандарты также можно выделить в группы.

В бережливом производстве понятия стандартизация и стандарт используются в следующем смысле:

- *стандартизация* – деятельность по установлению норм и требований к изготовлению изделий, а также процесс обсуждения стандартов, их выполнение и совершенствование;

- *стандарт* – правило или образец, формирующие четкое представление о чем-либо.

Классические стандарты в большинстве случаев являются многостраничными документами с информацией, излагаемой иногда на достаточно сложном техническом языке. Хранятся стандарты в специальных подразделениях, работают с ними в основном специалисты. Непосредственный исполнитель определенной работы со стандартами не работает. Такой же подход обычно применяется и для технологической документации: документы с описанием технологических процессов, оформленным на картах, хранятся в техбюро, и непосредственный исполнитель работы знакомится с ними периодически.

В бережливом производстве стандарты должны быть максимально понятны и расположены непосредственно рядом с рабочим местом.

На производстве стандарты применяются для того, чтобы:

- определить технические характеристики продукции и требования, предъявляемые к качеству изделий, что позволяет обеспечить производство качественной продукции;
- анализировать производственный процесс и улучшения производства, направленные на устранение потерь.

Стандарты должны быть точными и научными, то есть основываться на фактах и данных анализа, а не на догадках и предположениях. Стандарты должны выполняться всеми.

Есть три типа стандартов:

- 1) разработанные совместными усилиями рабочих и их руководителей стандарты, которые постоянно улучшаются;
- 2) разработанные на базе научных подходов и эмпирических данных стандарты, которые также меняются со временем, но менее регулярно;
- 3) основанные на технических данных стандарты, которые с течением времени остаются неизменными.

Стандарты в бережливом производстве имеют следующее назначение:

- *представляют наилучший, самый легкий и самый безопасный способ выполнения работы.* В стандартах отражается многолетний опыт и «ноу-хау» людей, выполняющих конкретную работу;

- *предлагают наилучший способ сохранения «ноу-хау» и накопленного опыта.* Если сотрудник, знающий наилучший метод выполнения работы, увольняется и не передает свои знания, то его «ноу-хау» также бесследно исчезает. Только путем стандартизации можно обеспечить внедрение и использование «ноу-хау» на предприятии независимо от приходов и уходов конкретных работников;

- *обеспечивают способ измерения показателей.* Оценить результаты работы можно при помощи установленных стандартов, а при их отсутствии любой вывод может быть спорным;

- *показывают отношения между причиной и результатом.* Отсутствие стандартов или несоблюдение требований неизбежно приводит к отклонениям, изменчивости и потерям;

- *создают основу как для текущего выполнения работ, так и для совершенствования.* Следование стандартам означает поддержание существующих методов работы, а модернизация стандартов означает совершенствование. Без стандартов не сможем узнать, внедрено усовершенствование или нет;

- *указывают цели и задачи обучения.* Стандарт – это документ, в котором простым и понятным способом представляется информация для выполнения работы. Приемы выполнения работы должны быть изучены и затем получены практические навыки;

- *обеспечивают основу для обучения.* После введения стандарта следует провести обучение работников, чтобы работа выполнялась в соответствии с требованиями стандарта;

- *создают основу для аудита или диагностики.* На рабочем месте стандарты часто указывают на важные контрольные точки работы операторов.

Стандарты помогают проверить, нормально выполняется работа на рабочем месте или нет. Основная цель мастеров – выяснять, поддерживаются ли стандарты в рабочем состоянии, происходит ли данный процесс вовремя, выполняются ли планы модернизации действующих стандартов;

- *помогают предотвратить повторение ошибок и минимизировать вариабельность.* Только тогда, когда выполнена стандартизация эффективного выполнения работы, можно ожидать, что одна и та же проблема не возникнет повторно. Контроль качества связан с управлением вариабельностью. Задача менеджмента состоит в том, чтобы выявить, определить, стандартизировать ключевые контрольные точки в каждом процессе и гарантировать, что управление ими будет происходить всегда.

Стандарт должен быть оформлен в виде документа. Документ, описывающий порядок выполнения той или иной операции в наглядной и общедоступной форме, называется *стандартной операционной процедурой* (SOP – Standardized operation procedure). Оформляется в виде стандартных операционных карт, состоящих из текста, графиков/рисунков и фотографий, облегчающих понимание процедуры. В идеальном случае работники сами должны создавать для себя SOP. Если это невозможно, то, по крайней мере, следует привлекать их к процессу разработки, хотя бы на этапе апробации. Таким образом будет гарантирована полная состоятельность документа.

Любой стандарт должен уместиться на одной странице, чтобы при необходимости свериться со стандартом операторы могли сразу увидеть нужные данные.

Сведения о технических и технологических данных должны содержать следующую информацию:

- ясные цели стандарта;
- точную управленческую информацию: контрольные величины и заданные значения;

- контрольные величины, указанные в двух параметрах: стандартные требования и недопустимые значения, т. е. нормальные и аномальные параметры выполнения операционной процедуры;

- простые в использовании таблицы данных; фотографии и чертежи, объясняющие сложные моменты выполнения операций и процессов.

Стандарты следует размещать непосредственно на рабочем месте. Они должны быть наглядны и хорошо видны. Сотрудники должны пройти обучение новым стандартам, чтобы легко ими пользоваться.

Параметры стандартов должны быть изложены так, чтобы в случае изменения каких-то характеристик продукции или процессов данные можно было бы легко изменить в соответствии с текущей ситуацией.

В руководствах по эксплуатации оборудования должны разъясняться проблемные ситуации и поведение в случае сбоев оборудования. Также в них должны быть изложены принципы обслуживания, устройства станка или прибора, правила эксплуатации, адреса изготовителя и сервисных мастерских.

В стандарты по эксплуатации оборудования в обязательном порядке необходимо включать следующую информацию:

- указание типа оборудования;
- схему (фотографию) оборудования;
- обозначение параметров, которые необходимо проверять;
- описание процедур по уходу за оборудованием;
- рекомендации, касающиеся разрешения проблемных ситуаций.

Очень важно сделать информацию о разрабатываемых (текущих) стандартах доступной всем, чтобы работники знали, что это за стандарты, для чего они нужны и как их придерживаться.

Стандарты, с которыми нужно регулярно сверяться, целесообразно разместить по всему цеху у рабочих мест.

В отличие от традиционных подходов в концепции «бережливое производство», стандарт – это наилучший способ выполнения какой-либо деятельно-

сти с использованием приёмов, наиболее эффективных с точки зрения сокращения потерь, удобства для исполнения и скорости работы. Эти приёмы предварительно проверены на практике, наглядно изложены в простой и понятной форме с использованием средств визуализации, доведены посредством обучения до всех работников, выполняющих данную деятельность. Зафиксированные стандарты и задокументированные процедуры выполнения стандартных операций отражают оптимальный способ выполнения той или иной работы.

Стандартизация – не оторванный от других метод, который применяется через заданные промежутки времени, органическая часть непрерывного процесса выявления проблем, создания эффективных методов и поиска путей применения этих методов. Стандартизация не навязывается людям извне, но осуществляется по их инициативе. Самый значительный вклад в стандартизацию вносят те, кто выполняет работу и знает ее во всех подробностях. Стандартизация предусматривает тщательное следование установленным стандартам.

Стандартизация должна применяться непрерывно, о ней следует помнить при разработке любого метода работы. Подобно прочим составляющим TPS, данная концепция чрезвычайно важна, но, чтобы применять стандартизацию надлежащим образом, её следует тщательно осмыслить. Стандартизация – не комплект документации, который требует подготовки тщательного контроля. Это средство обеспечения максимально эффективной и стабильной работы и основа устойчивости процесса.

Масааки Имаи считает, что без стандартизации нет Кайдзен. Стандартизация – это отправная точка для непрерывного совершенствования.

Стандартизация является инструментом совершенствования производства, так как позволяет отслеживать улучшения и стимулирует применение методов постоянного совершенствования. Систематическое улучшение операций происходит только при условии стандартизации, когда можно отследить, действительно ли производственная ситуация изменилась к лучшему. При стандарти-

зации операций и процессов важно обеспечить возможность быстрой диагностики ситуации при помощи средств визуального управления.

Постоянное усовершенствование стандартов является ключевым аспектом стандартизированной работы и позволяет достоверно оценить эффективность выполнения производственных процессов.

Этапы совершенствования стандартов:

- 1) Диагностика проблем.
- 2) Выбор наиболее важной проблемы.
- 3) Постановка цели.
- 4) Изучение причины возникновения проблемы.
- 5) Детальное описание текущей ситуации.
- 6) Разработка возможных решений.
- 7) Выбор и применение наилучшего решения.
- 8) Проверка правильности решения.
- 9) Утверждение нового стандарта.

Стандартизированная работа – это использование при осуществлении деятельности на предприятии набора определенных процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого работника.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса.

Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

Стандартизированная работа – это вовсе не жесткий рабочий стандарт, установленный раз и навсегда. Наоборот, стандартизированная работа позволяет выявить оптимальный уровень загрузки рабочих и оборудования, максимально соответствующий потребительскому спросу. Этот уровень определяется путем тщательных вычислений, что позволяет выполнять каждую операцию на каждом участке в соответствии со временем такта.

К внедрению стандартизированной работы следует приступать после организации ячеечного производства и ввода в действие вытягивающей системы.

Стандартизированная работа – своеобразное средство диагностики эффективности производства, которое позволяет выявить проблемы и способствует дальнейшим улучшениям.

Для того чтобы работники действительно постоянно совершенствовали свое мастерство, необходимы следующие условия:

- активная работа в команде и понимание всех процессов каждым оператором;
- признание заслуг работников, постоянно улучшающих производственную систему;
- право на ошибки (за допущенные ошибки не следует наказывать) поощрение новаторства;
- система отслеживания и внедрения удачных предложений, сделанных рабочими;
- сотрудничество с различными специалистами для оптимизации расположения оборудования и организации ячеечного производства;
- обучение всех рабочих методам постоянного совершенствования.

Стандартизированная работа позволяет создать гибкое и реагирующее на колебания потребительского спроса производство, при котором рабочие сами способны оценить, какие операции имеют приоритетное значение при изменении запросов потребителей.

Внедрение и соблюдение стандартизированных методов работы требуют постоянного внимания со стороны руководства предприятия. На предприятиях компании Toyota стандартизацию работ поддерживают путем назначения старшего для каждой группы из 6 – 7 сотрудников, он постоянно следит за работой, проверяя соответствие применяемых методов с требованиями стандартов.

Стандартизированная работа – инструмент анализа и осмысления потерь в ходе операции (процесса). Он представляет собой точное описание каждого

действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных элементов, минимальное количество запасов для выполнения работы.

Введение стандартизированных процессов и процедур – важнейшее условие устойчивой эффективности. Лишь при наличии стабильного процесса можно приступить к непрерывному творческому совершенствованию. Разработка стандартов начинается на ранней стадии внедрения бережливого производства и продолжается в ходе развития и совершенствования бережливых операций. Создание стандартизированных процессов опирается на определение, наглядность (визуальные показатели) и последовательное применение методов, дающих наилучший результат.

Процесс, который в Toyota называют «стандартизированной работой», так важен для производственной системы в целом, что ему посвящена треть внутреннего документа Toyota TPS Handbook. И это понятно, стандартизированная работа и прочие стандарты работы – основа непрерывного совершенствования.

Пока не выработаны стандарты для какой-либо операции, заниматься её совершенствованием невозможно. Если работник творчески совершенствует свою работу, но это не закрепляется стандартом, процесс пойдет лучше, лишь пока его выполняет именно этот человек. Результатами его усовершенствований не сможет воспользоваться никто другой. Если за усовершенствованием следует стандартизация, то возникает основа, позволяющая персоналу непрерывно совершенствовать процесс. Так закладывается фундамент обучающейся организации.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса. Целью такой работы является повышение эффективности за счет минимизации потерь в каждой операции.

В стандартизированной работе есть три основные составляющие:

- 1) стандартное время цикла и такта;

- 2) стандартная последовательность технологических операций;
- 3) стандартные запасы (незавершенное производство).

Время цикла – это время, необходимое для производства одного изделия. От времени производственного цикла зависит, будет ли на текущем этапе производства выпущена необходимая продукция в количестве, требуемом для выполнения последующего процесса.

Время такта – это показатель, который синхронизирует выпуск продукции с потребительским спросом и устанавливает темп производства, совпадающий с темпом потребителя. Время такта зависит от требований потребителей и диктует скорость движения потока и всех процессов, связанных с выпуском продукции. Время такта определяет общий темп производства, а это позволяет управлять персоналом так, чтобы исключить переработку и внедрить гибкую занятость.

Значение времени такта высчитывается делением доступного производственного времени на объем потребительского спроса.

Стандартизировать работу в соответствии со временем такта невозможно на отдельно взятом рабочем месте. Полноценное внедрение стандартизированной работы требует, чтобы действия всех работников были взаимосвязаны и соответствовали стандартам.

Стандартная последовательность технологических операций – это порядок выполнения переходов, из которых состоит операция или очередность выполнения операций. Стандартизировать операции возможно лишь тогда, когда составлен полный список действий, выполняемых рабочим. Следует оптимизировать последовательность движений, совершаемых исполнителями при выполнении операций обработки или сборки. Последовательность выполнения операций и последовательность выполнения движений во время операций – это две разные вещи. Разработка оптимальной последовательности движений требует продуманности каждого движения, вплоть до мельчайших элементов.

Стандартные запасы – это минимальный уровень запасов, необходимых для выполнения производственного цикла. Они обеспечивают непрерывность потока и отсутствие простоев. Для эффективного функционирования потока единичных изделий следует установить стандартный уровень буферных запасов. Стандартный запас у каждого станка должен быть не больше одного изделия (или партии деталей небольшого размера). От того, удастся ли рабочим поддерживать уровень буферного запаса в пределах установленной нормы, зависит выявление потерь, а также ритмичность и непрерывность производственного процесса. Контролировать размер буферного запаса должен бригадир, а для этого ему требуется регулярно обходить рабочие места и в случае необходимости сразу же предпринимать меры по улучшению ситуации. Буферный запас должен отслеживаться с помощью средств визуального управления. Одного взгляда на место хранения буферного запаса должно быть достаточно, чтобы понять, соблюдаются стандарты работы или нет.

Стандартизированная работа должна отражать результаты применения Кайдзен-действий. Даже при выполнении стандартных операций, которые были многократно улучшены, потери выявляются снова и снова. Производственная ситуация часто меняется, она может значительно отличаться от существовавшей ситуации на производстве в тот момент, когда создавались стандарты. Те, кто отвечает за разработку и совершенствование стандартов, должны учитывать, что в изменившихся условиях могут проявляться новые, не отмеченные ранее потери. Нужно помнить, что возможности для улучшений существуют всегда. Процедуры стандартизированной работы следует постоянно пересматривать и совершенствовать.

Внедрение стандартизированной работы выполняется обычно в четыре этапа:

Этап 1. *Составление таблицы анализа производительности операций.* В данной таблице отражается текущее состояние производительности каждой

операции, выполняемой в ячейке или на производственном участке. Измеряется производительность количеством обработанных деталей.

Этап 2. Сведение данных в сводной таблице стандартных операций.

Данные из таблицы производительности стандартных операций следует перенести в сводную таблицу, которая позволяет отслеживать зависимость между временем обработки на станке и временем операций, выполняемых вручную. Также в эту таблицу следует включить время, затрачиваемое на установку заготовки, съем деталей и их перемещения.

Этап 3. Разработка технологической схемы выполнения стандартных операций. В этом документе подробно представляется описание операций, контролируемые параметры, время изготовления и критические факторы (правильное/неправильное выполнение операций, безопасность, упрощение и др.).

Этап 4. Разработка карты стандартных операций. Карта стандартных операций – это схема производственного процесса в ячейке или на производственном участке с указанием того, как расположено оборудование. На этой карте указывают время цикла, последовательность операций, стандартный объем незавершенного производства и другую информацию. Чтобы обеспечить соблюдение стандартов, работник должен регулярно обращаться к этой карте.

Заполнять карту стандартных операций необходимо следующим образом:

- 1) указать расположение станков в ячейке или на производственной линии и пронумеровать в соответствии с последовательностью выполнения операций. Соединить эти цифры сплошной линией. Первую и последнюю стадию производственного цикла соединить прерывистой линией;
- 2) указать расположение пунктов контроля качества;
- 3) указать пункты проверки техники безопасности;
- 4) отметить объем текущего незавершенного производства;
- 5) указать время такта и общее время цикла (включая время, отводимое на контроль качества продукции и переналадку);
- 6) указать стандартный объем незавершенного производства (запасы).

7) указать количество операторов, присвоив каждому из них буквенное обозначение, в ячейке или на линии.

Сводную таблицу стандартных операций и карту стандартных операций можно объединить в один документ. Это обеспечивает наглядность позволяет легко разобраться в стандартах.

Так же можно оформить таблицу специфических факторов при выполнении стандартных операций. В этой таблице указываются факторы, влияющие на выполнение стандартных операций. Можно указать порядок действия в определенных ситуациях, например при выходе оборудования из строя или при возникновении других проблем.

Выполнение стандартных производственных операций можно усовершенствовать за счет следующих действий:

- 1) организовать непрерывный поток продукции;
- 2) перейти от однотипных операций к многостаночному обслуживанию и операциям различных видов;
- 3) усовершенствовать передвижения работников;
- 4) разработать правила выполнения операций;
- 5) усовершенствовать оборудование;
- 6) разделить машинные операции и труд операторов;
- 7) применить методы защиты от ошибок.

Стандартизация и стандартизированная работа дают следующие преимущества для предприятия:

- снижается нестабильность производства, потери и затраты;
- возрастает качество продукции и сокращается время производственных циклов;
- повышается уровень готовности предприятия пройти сертификацию по требованиям стандартов ISO серии 9000.

Для персонала также создается ряд преимуществ:

- легче выполняется освоение новых операций;

- упрощается переход к выполнению разнотипных операций в своей ячейке или на других производственных участках, линиях или рабочих зонах;
- легче разбираться в проблемных ситуациях и предлагать решения по улучшению своей работы.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», представленных в Федеральном законе «О техническом регулировании» 184-ФЗ от 27.12.2002.
2. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», применяемых в бережливом производстве.
3. Каково назначение стандартов в бережливом производстве?
4. Опишите связь стандартизации с Кайдзен.
5. Что называется операционной стандартной процедурой?
6. Назовите этапы совершенствования стандартов.
7. Дайте определение термина «стандартизированная работа».
8. Назовите основные показатели стандартизированной работы.
9. Назовите этапы внедрения стандартизированной работы.
10. Назовите примеры стандартизированной работы в системе самостоятельного обслуживания оборудования оператором.
11. Назовите порядок заполнения карты стандартных операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вялов, А. В. Бережливое производство : учеб. пособие / А. В. Вялов. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. – 100 с. ISBN 978-5-7765-1036-6

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

ИЗУЧЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ НОВОГО ПРОДУКТА 3D-ПРОТОТИПИРОВАНИЕМ

Цель: изготовить макет изделия на 3D принтере.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: виды прототипов, этапы создания прототипа, способы создания прототипа изделия.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: изготовить макет изделия на 3D принтере.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой применения 3D прототипирования в бережливом производстве.

Актуальность темы: Прежде чем запустить производство нового продукта большинство компаний-производителей стремится провести предварительное его тестирование. 3D прототипирование позволяет решить эту задачу быстро и с минимальными затратами.

Изготовление прототипов или мастер-модели – это процесс создания, так называемого технического образца продукции, который легко можно протестировать на целевой аудитории, оценить его функциональность, свойства и другие характеристики до запуска мелкосерийного или массового производства. Кроме того, при помощи прототипа изделия можно создать обратную форму для литья.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ВИДЫ ПРОТОТИПОВ

По сферам применения прототипы классифицируют следующим образом:

Презентационный прототип – макет города, комнаты или модель дома, применяемые в сфере архитектуры, дизайна интерьера и экстерьера.



Рисунок 4.1 – Презентационный прототип

Промышленный – мастер-модель корпуса, детали или запчасти, применяемые на промышленных и производственных предприятиях.

Товарный (продуктовый) прототип – модель товара или прототип упаковки продукта, используемые, как правило, на выставках или презентациях.

Транспортный – трехмерная модель автомобиля, самолета, автобуса, корабля, ракеты и др., необходимая в космической и транспортной промышленности.

Еще совсем недавно изготовление прототипов было очень сложным процессом, при котором модель изделия создавалась по чертежам и вручную.

Однако с появлением трехмерных технологий стало возможным быстро и качественно создать прототип изделия любой сложности. Быстрое прототипирование позволило сделать большой шаг вперед в области макетирования и разработки мастер-моделей.

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ПРОТОТИПА

3D прототипирование включает в себя последовательность этапов:

- построение 3D модели изделия;
- изготовление мастер-модели путем 3D-фрезеровки или печати на 3D -принтере;
- тестирование готовой мастер-модели;
- корректировка и доработка полученного прототипа до «идеального», в случае необходимости.

Чаще всего создание прототипа необходимо при подготовке к презентации или же перед процессом отливки серии изделий. В связи с этим к прототипу выдвигаются высокие требования и прежде всего к его точности.

Каким должен быть прототип? Качественный прототип должен быть:

- точным;
- наглядным;
- функциональным;
- оперативным.

Максимальную точность прототипу обеспечивает качественное и профессиональное 3D моделирование, осуществляемое в специальных программах для инженерной трехмерной графики. Для построения 3D-модели применяют все имеющиеся графики, чертежи, рисунки и эскизы, а также техническую документацию.

Прототип, используемый для тестирования продукта на целевой аудитории или же для изготовления обратной формы, чаще всего, одноразовый.

МЕТОДЫ 3D ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Выделяют два основных способа создания прототипа изделия:

- 3D фрезеровка;
- 3D печать.

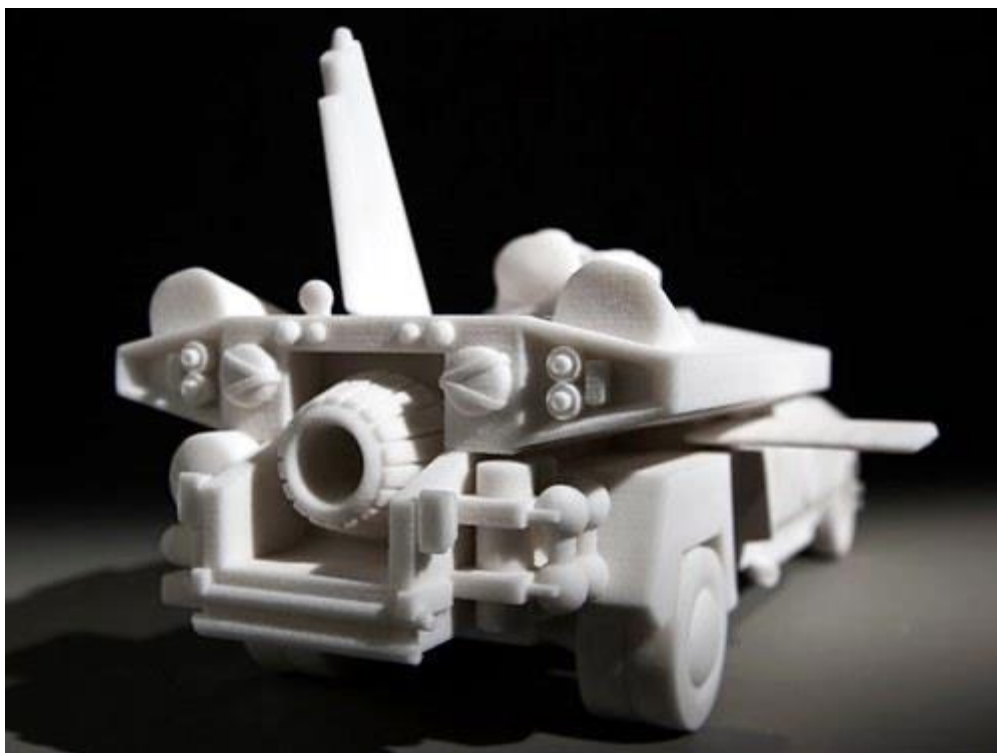


Рисунок 4.2 - Прототип изделия, изготовленный при помощи фрезерного станка с ЧПУ

3D фрезерование – это процесс изготовления прототипа изделия, при помощи фрезерного станка с ЧПУ. Данный способ имеет неограниченные возможности создания прототипа любой конфигурации и любого уровня сложности. Кроме того, есть возможность выбора нужного материала – дерево, пластик или металл. 3D -фрезеровка является самым точным способом прототипирования.

3D печать – создание прототипа на 3D-принтере методом послойного наращивания объекта – струйное моделирование, стереолитография, селективное лазерное спекание порошков.

Технология 3D печати выбирается, прежде всего, исходя из требований к материалу. Наиболее популярными материалами являются – ABS, PLA и ПБА-пластик, а также полимерный порошок. 3D печать широко применяется не только в области прототипирования, но также и в мелкосерийном или штучном производстве, благодаря разнообразию 3D -оборудования и расходных матери-

алов. Быстрое прототипирование – трудоемкий и ответственный процесс, который максимально качественного могут выполнить лишь профессионалы.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. В соответствии с чертежом (рис. 3.3), создать трехмерную модель изделия в виде эскиза.

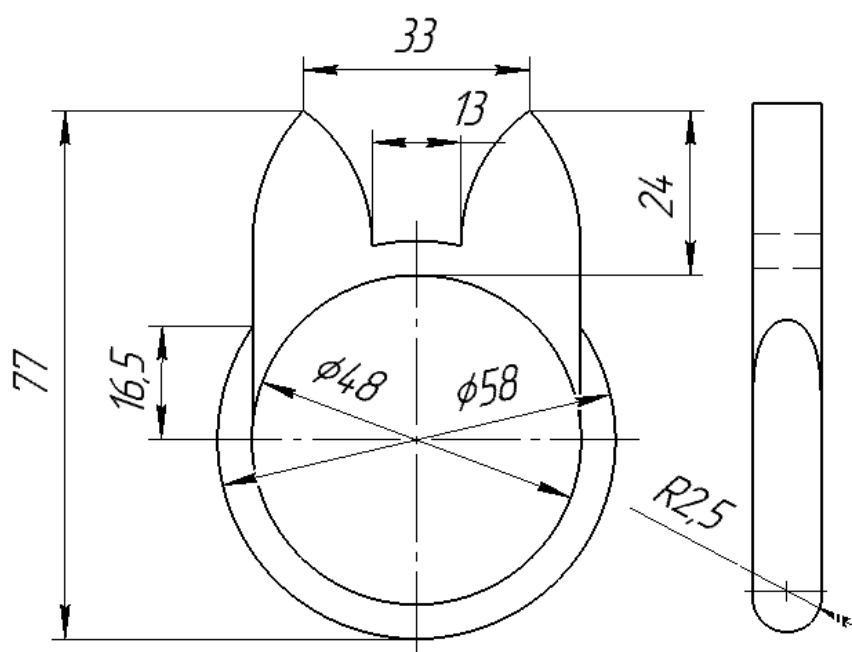


Рисунок 4.3 - Чертеж изделия

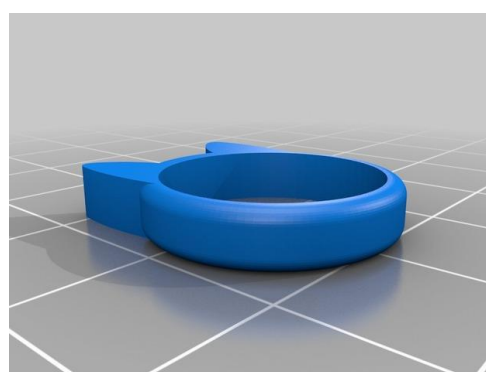


Рисунок 4.4 - Наглядное изображение изделия

2. В соответствии с чертежом, разработать 3Dмодель изделия (браслет - «Котенок») в одном из 3D редакторов, например:

- a. Blender;
- b. GoogleSketchUp;
- c. AutoCad;
- d. 3DS Max;
- e. Maya;
- f. SolidWorks;

3. Экспортировать (преобразовать) итоговый результат в формат для 3D-печати – stl. Перенести файл на флэш-накопителе в программу управления 3D-принтером.

4. Открыть stl файл изделия (браслет - «Котенок») в программе управления 3D-принтером. Выбрать настройки печати: экструдер (если их несколько), скорость печати, заполнение.

5. Напечатать модель.

Рекомендации по изготовлению процесса печати на 3D принтере:

a. При разработке любой 3D-модели в программе следует размещать деталь на ее наибольшем из плоских оснований, поскольку принтер наращивает модель снизу вверх.

b. Не допускается отсутствие целостности сетки модели, рваная топология. Модель, состоящая из нескольких объектов должна быть соединена в общую топологическую сетку, путем применение булеиновых операций или инструментов ретопологии, встроенных в программы 3D-моделирования.

c. Расположение частей модели не должно противоречить законам физики. 3Dпринтер не способен корректно распечатать абсолютно любую модель, и чем понятнее форма, тем ближе к задуманному будет результат печати.

d. Не допускается чрезмерная или недостаточная детализация модели. Следует учитывать, что при масштабировании модели часть деталей может быть утрачена ввиду технических возможностей принтера.

е. Не допускаются пустотелые модели. У всех элементов модели должна быть толщина, либо оно должны быть замкнуты. Модели должны быть твердыми.

ф. Не допускается наложение и взаимопроникновение полигонов друг в друга. В случае необходимости подобных решений следует использовать изменение структурной сетки (см. п. а))

г. Не допускается отсутствие касательных граней и поверхностей – расположенные слишком близко границы слипнутся ввиду технологических особенностей печати. Следует соблюдать дистанцию минимум 100 микрон (1 мкм = 0,001 мм = 0,0001 см)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебно-методическое пособие по дисциплине "3-D моделирование": Направление подготовки. 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств. Профиль - Технология машиностроения. Квалификация выпускника - бакалавр. - Ставрополь: СКФУ, 2016. - 335 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

ПРИМЕНЕНИЕ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель: Изучить методику реверс-инжиниринга на производстве.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
процесс реверс-инжиниринга,

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: 3D сканирование деталей.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы:
методикой применения реверс-инжиниринга в бережливом производстве.

Актуальность темы: Обратное проектирование – миссия конструкторского отдела. Его применяют, если необходимо отмасштабировать или изменить геометрию изделия, а конструкторская документация отсутствует. Объект сканируется, и на основе данных сканирования мы получаем CAD-модель, которую можно редактировать. То есть обратное проектирование – это, условно говоря, перевод материального объекта в цифровую форму. Но это не только заимствование, но также и возможность перенести сделанный вручную объект в чертежи.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Реверс-инжиниринг (обратный инжиниринг) - это процесс воспроизведения геометрических параметров объекта в цифровой форме. Исходником для реверса может быть как функциональный объект, разработанный ранее, так и вновь спроектированный прототип или макет изделия.

3D-сканирование как таковое подразумевает просто сбор информации, которую надо обработать. «Сырые» данные не дают нам никакого практического результата.

Возьмем автомобильную промышленность. Во-первых, корпуса автомобилей создаются дизайнерами. Во-вторых, очень важно, чтобы поток воздуха правильно распределялся вокруг машины – это влияет на экономию топлива. Естественно, есть цифровые модели, которые позволяют производить продув в виртуальной аэродинамической трубе и проверять корпус на обтекаемость. Но любая цифровая модель – это всегда допущение. Удешевление технологии сканирования позволяет крупным производителям, таким как BMW или Mercedes, использовать ее для разработки новых корпусов. Они воссоздают полноразмерный макет машины и продувают его в реальной трубе. После этого они могут провести какую-то мелкую дополнительную обработку, чтобы добиться оптимальной схемы потока воздуха. Потом корпус просто сканируется и переносится в CAD/CAM-систему. То есть из реального объекта

мы получаем виртуальный, который потом тиражируется. Это как раз наглядный пример того, что реверс-инжиниринг – не только копирование.

Чертежей у вас нет, но вы можете их получить с помощью 3D-сканера. Да, безусловно, методика производства вам не будет известна, ее придется разрабатывать. И это еще один ответ тем, кто говорит, что обратное проектирование – это просто копирование. На самом деле, это лишь подсказка, в каком направлении надо двигаться. Нормальному предприятию очень важно разработать технологию производства, а это стоит гораздо больших денег, чем создать чертеж.

Реверс-инжиниринг – это, естественно, не просто получение чертежей. И даже не столько получение чертежей, сколько изготовление по ним определенной детали и понимание того, что вы добились поставленной цели.

В качестве примера рассмотрим крыльчатку, которая является компонентом узла, используемого на нефтегазовых предприятиях. Допустим, этот узел иностранного производства (что встречается сплошь и рядом). Поскольку нефтегазовый сектор сейчас находится под санкциями, многие предприятия пытаются самостоятельно изготавливать запчасти для устройств, которые раньше поставлялись из-за рубежа.



Рисунок 5.1 - Процесс реверс-инжиниринга

Итак, у нас есть узел, он исправно работает, но у него сломалась крыльчатка. А новую закупить мы не можем. Если приобрести отечественную, значит, придется менять всю периферию вокруг. Соответственно, если есть такой же узел с исправной крыльчаткой, мы можем ее отсканировать и создать 3D-модель в CAD. Затем, в зависимости от желаемого метода производства, либо экспортируем модель в САМ-систему, чтобы обработать стандартным образом на станке с ЧПУ, либо передаем на аддитивную установку. Во втором случае, как видим, производственный цикл сокращается. К тому же, надо понимать, что экспорт в САМ-систему и создание САМ-модели происходят не в автоматическом режиме (хотя для этого существует специальное ПО). Это всё трудозатраты человека.

Таким образом, реверс-инжиниринг – это когда у нас есть нечто физическое, но нет цифрового, и мы объект из физического мира переносим в цифровой, где уже можем его дорабатывать, подготавливать к чему-либо, либо просто отправлять на производство.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Изучите теоретическую часть работы.
2. Методом реверс-инжиниринга получите чертежи выданной преподавателем детали.
3. Изготовьте деталь по полученным чертежам и сравните с исходным образцом.
4. Сделайте выводы и оформите отчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебно-методическое пособие по дисциплине "3-D моделирование": Направление подготовки. 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспече-

ние машиностроительных производств. Профиль - Технология машиностроения. Квалификация выпускника - бакалавр. Изучается в 5 семестре. - Ставрополь: СКФУ, 2016. - 335 с.

2. info@iqbtech.ru Семен Попадюк Интервью с Георгием Казакевичем, экспертом направления технической поддержки 3D-оборудования компании iQB Technologies.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ПРУЖИН СЖАТИЯ КОНТАКТНЫМ ЗАНЕВОЛИВАНИЕМ

Цель: изучить способ повышения ресурса пружин сжатия контактным заневоливанием.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: упрочнение пружин контактным заневоливанием, устройства для упрочнения пружин.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: участие в организации и управлении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методикой упрочнения пружин.

Актуальность темы. Пружины являются важнейшими деталями узлов, агрегатов и механизмов машин и эксплуатируются в условиях высоких температур, статических, динамических нагрузках, при циклическом нагружении. Надежность современной техники во многом определяется ресурсом пружинных механизмов. Поэтому изучение способов и устройств для повышения работоспособности пружин с целью изучения инновационных технологий в маши-

ностроительном производстве и укрепления самого слабого звена в производственной цепи (табл. 1.1) является актуальной задачей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Неблагоприятные условия при эксплуатации приводят к значительным остаточным деформациям пружин, к развитию скрытых дефектов металла пружин и их поломке. Например, при разрушении и осадке пружины гидрозамка (рис. 6.1) при эксплуатации «Подъёмника автомобильного трехколенного» возникает аварийная ситуация. Разрушение пружины клапана двигателей автомобилей семейства ВАЗ ведёт к аварийному выходу из строя всего двигателя с поломкой других деталей. Осадка пружин задней и передней подвесок автомобилей в результате соударения витков сопровождается преждевременным разрушением лонжеронов и кузова.



Рисунок 6.1 – Дефектные пружины гидрозамков подъёмника:

1, 2 – разрушенные пружины; 3 – осевшая пружина

Для упрочнения пружин сжатия рекомендуется применять контактное заневоливание, которое заключается в том, что после сжатия пружины до соприкосновения витков к пружине прикладывается дополнительная осевая нагрузка, приводящая к сжатию витков по линии контакта. Благодаря этому на

поверхности витков и в витках пружины возникают сложные остаточные напряжения, обуславливающие упрочнение и осевую осадку пружины.

Эффективность контактного заневоливания объясняется изменением механических свойств материала пружин. При этом повышаются показатели прочностных свойств, в то же время несколько снижаются показатели пластических свойств. Процесс упрочнения сопровождается структурными изменениями в деформированном слое с соответствующим повышением его твёрдости и прочности, образованием благоприятных остаточных напряжений сжатия и формированием качественно новой макро- и микрогеометрии поверхности.

Применение контактного заневоливания повышает ресурс пружин, работающих при динамических нагрузках и больших скоростях нагружения. Также рекомендовано использовать контактное заневоливание для: более жесткой отбраковки пружин; замены отбивки на копрах и стендах; замены испытаний пружин в изделиях испытаниями на прессах; уменьшения отклонений геометрических и силовых параметров пружин от номинальных значений.

Контактное заневоливание осуществляют плавным приложением нагрузки на тарированных гидравлических прессах или на разрывных машинах (рис. 6.2). Рекомендуется применять соответствующие устройства для контактного заневоливания.



Рисунок 6.2 – Машина разрывная Р-20

Наиболее приемлемой для ремонтных предприятий является конструкция (патент RU 2393042) на основе которой разработано и изготовлено простое в эксплуатации устройство для заневоливания внутренней пружины клапана двигателя автомобилей семейства ВАЗ (рис. 6.3).

Работает устройство следующим образом. Устройство устанавливают на стол пресса, а пуансон закрепляют к верхней подвижной плите пресса. Во втулку вставляют испытываемую пружину таким образом (рис. 6.4), чтобы торцы пружины контактировали с кольцевыми проточками торцов верхнего и нижнего вкладышей. Затем пуансон посредством движения пресса опускают, отчего пружина, сжимаясь, увеличивает свой наружный диаметр до тех пор, пока все её витки не придут в непрерывный контакт с внутренней поверхностью втулки. Благодаря контакту торцов пружины с кольцевыми проточками торцов вкладышей и контакту витков пружины с внутренней поверхностью втулки сжатая пружина займёт правильную геометрическую форму.

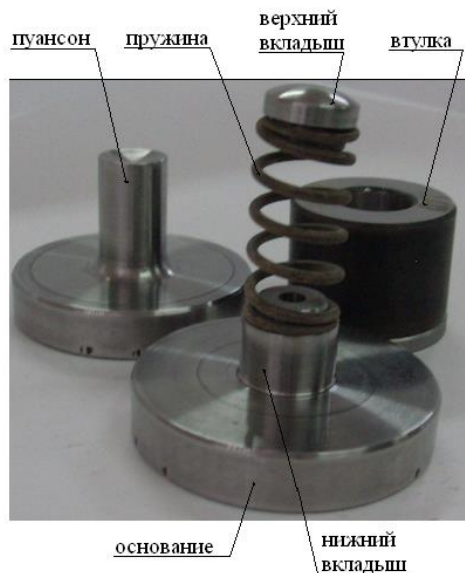


Рисунок 6.3 – Детали устройства для заневоливания внутренней пружины клапана двигателя автомобилей семейства ВАЗ



Рисунок 6.4 – Устройство для заневоливания внутренней пружины клапана двигателя автомобилей семейства ВАЗ в сборе

Благодаря наличию шаровой поверхности на пуансоне и верхнем вкладыше усилие прессы равномерно распределится по диаметру сжатой пружины. После требуемой выдержки под нагрузкой величиной $10...300F_3$ (F_3 – сила сжатия пружины до соприкосновения витков) пуансон поднимают, пружину вынимают из устройства.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. В чем сущность контактного заневоливания?
2. Какие Вы еще знаете способы повышения ресурса деталей машин?
3. Зарисуйте схему и опишите принцип работы устройства для контактного заневоливания пружин. Отметьте преимущества и недостатки устройства.
3. Сделайте выводы и оформите отчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Землянушнова, Н. Ю. Расчёт винтовых цилиндрических пружин сжатия при контактном заневоливании. Монография / Землянушнова Н. Ю. – Ставрополь: АГРУС, 2008. – 136 с.

2. Пат. RU 2393042 C1, 21F35/00 – Устройство для контактного заневоливания пружин / Тебенко Ю.М., Землянушнова Н.Ю., Землянушнов Н.А. № 2009119496/02; заявлено 22.05.2009; опубл. 27.06.2010. Бюл. № 18 – 4 с.

3. Пат. RU 2251036 C1, МПК F 16 F 1/04, В 21 F 35/00. Устройство для контактного заневоливания пружин / Землянушнова Н. Ю. – № 2003130451/11; заявлено 14.10.03; опубл. 27.04.05, Бюл. № 12. – 3 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

ИЗУЧЕНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ФИНИШНОГО ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ

Цель: Ознакомление с оборудованием для финишного плазменного упрочнения деталей (ФПУ).

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: сущность финишного плазменного упрочнения, оборудование для ФПУ.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: участие в организации и управлении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: знаниями современных методов повышения ресурса деталей машин и применения инструментов бережливого производства.

Актуальность темы: Плазменное нанесение и упрочнение покрытий относится к прогрессивным технологиям, которые позволяют многократно с высокой эффективностью повышать надежность деталей машин в целом и их долговечность, в частности. Основной целью данных технологий является обеспечение высокой износо- и коррозионностойкости поверхностей деталей при их

изготовлении и восстановлении. При этом к покрытиям предъявляются требования их высокой прочности, а также прочности их соединения с деталями. Покрытия должны обеспечивать высокую надежность деталей в условиях эксплуатационных нагрузок (динамических, знакопеременных, подверженных, абразивному, коррозионному, высокотемпературному или иному воздействию). Специалисту в области машиностроения необходимо знать современные методы и оборудование для повышения ресурса деталей машин.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Финишное плазменное упрочнение (ФПУ) – технология для многократного повышения ресурса деталей машин, работающих в условиях трения и износа.

ФПУ является заключительной операцией, которая проводится после механической, термической и абразивной обработки изделий. ФПУ не подлежат детали, имеющие на упрочняемых зонах следы окисления, прижоги, заусенцы, сколы, затупления, а также оксидные и органические покрытия.

Цель ФПУ – придание поверхностям деталей таких специальных свойств как: высокая износостойкость, антифрикционность, коррозионностойкость, жаростойкость, разгаростойкость, антисхватывание, стойкость против фреттинг - коррозии и др.

Сущность ФПУ состоит в нанесении износостойкого покрытия с одновременным процессом повторной плазменной закалки приповерхностного слоя (толщина слоя несколько микрон). Покрытие образуется в результате плазмохимических реакций реагентов, прошедших через дуговой плазматрон. Закалка осуществляется за счет локального воздействия высококонцентрированной плазменной струи.

Эффект от ФПУ достигается в результате изменения физико-механических свойств поверхностного слоя: увеличения микротвердости, уменьшения коэффициента трения, создания сжимающих напряжений, залечивания микродефек-

тов, образования на поверхности диэлектрического и коррозионностойкого пленочного покрытия с низким коэффициентом теплопроводности, химической инертностью и специфической топографией поверхности.

Оборудование для ФПУ состоит из переносного блока аппаратуры с жидкостным дозатором (рис. 7.1), малогабаритного плазмотрона с плазмохимическим генератором (рис. 7.2) и источника питания (рис. 7.3).



Рисунок 7.1 – Блок аппаратуры с жидкостным питателем



Рисунок 7.2 – Плазмотрон с
плазмохимическим генератором



Рисунок 7.3 – Источник тока

Оборудование для ФПУ может также содержать манипулятор (рис. 7.4) для вращения изделий, перемещения и позиционирования плазмотрона в процессе ФПУ, блоком автономного охлаждения, мобильной вытяжной системой и при-

бором контроля качества нанесения покрытия. Основной комплект оборудования для ФПУ представлен на рисунке 7.5.

Технологический процесс ФПУ осуществляется при атмосферном давлении в воздушной среде и включает операции предварительной очистки и непосредственно упрочнения обрабатываемой поверхности воздействием на неё плазменной струей при взаимном перемещении упрочняемой детали и плазмотрона.



Рисунок 7.4 – Манипулятор



Рисунок 7.5 – Основной комплект оборудования для ФПУ

Параметры процесса: относительная скорость перемещения – 1...10 мм/с, расстояние между плазмотроном и изделием – 10...15 мм, диаметр пятна

упрочнения – 12...15 мм, толщина покрытия – 0,5...3 мкм. Температура нагрева деталей при ФПУ не должна превышать 100...150°C.

Плазмообразующий газ при осуществлении процесса – аргон. Исходным материалом для прохождения плазмохимических реакций и образования покрытия является специальный жидкий двухкомпонентный препарат «Сетол». Его расход не превышает 0,5 г/ч (не более 0,5 литра в год при определённой интенсивности работы).

Требования безопасности при ФПУ аналогичны требованиям при сварочных источниках нагрева. Ограничений для широкого использования ФПУ нет.

Отличительные особенности ФПУ. По сравнению с аналогами – ионно-плазменным напылением, лазерным и электроискровым упрочнением, эпитамированием, нанесением кластерных покрытий – ФПУ имеет следующие преимущества:

высокая воспроизводимость и стабильность упрочнения за счёт двойного эффекта – от нанесения износостойкого покрытия и структурных изменений в тонком приповерхностном слое;

процесс упрочнения проводится на воздухе при температуре окружающей среды, не требует применения вакуумных или других камер и ванн, а также защитной среды;

вследствие нанесения тонкоплёночного покрытия (толщиной не более 3 микрон), укладываемого в допуски на размеры деталей, процесс упрочнения используется в качестве окончательной операции;

отсутствие изменений параметров шероховатости поверхности после процесса упрочнения;

минимальный нагрев в процессе обработки (не более 100...120 °C) не вызывает деформаций деталей, а также позволяет упрочнять инструментальные стали с низкой температурой отпуска;

возможность упрочнения локальных (по глубине и площади) объемов деталей в местах износа с сохранением исходных свойств материала в остальном объёме;

тонкоплёночное покрытие по микротвёрдости наиболее близко к алмазоподобным покрытиям;

образующиеся на поверхности упрочнения сжимающие остаточные напряжения при циклической нагрузке повышают усталостную прочность изделия;

высокая адгезионная прочность сцепления покрытия с основой обеспечивает максимальную сопротивляемость истиранию;

низкий коэффициент трения способствует подавлению процессов наростообразования при резании или налипания при штамповке и прессовании;

формирование специфического микрорельефа поверхности способствует эффективному его заполнению смазочно-охлаждающей жидкостью при эксплуатации инструмента и деталей машин;

образующееся на поверхности тонкоплёночное аморфное (стеклообразное) покрытие защищает изделие от воздействия высокой температуры;

простота операций по очистке и обезжириванию перед упрочнением;

возможность упрочнения поверхностей деталей любых габаритов в ручном или автоматическом режимах;

минимальное потребление и низкая стоимость расходных материалов;

низкая потребляемая мощность установки для упрочнения – менее 6 кВт;

небольшая площадь, занимаемая оборудованием – 1...2 м²;

транспортабельность и маневренность оборудования (масса блока аппаратуры менее 15 кг, источника питания – 100...200 кг);

экологическая чистота процесса в связи с отсутствием отходов при упрочнении.

К недостаткам ФПУ следует отнести сравнительно невысокую производительность, повышенные уровни шума и ультразвукового излучения.

Применение ФПУ на предприятиях повышает ресурс упрочненных изделий в 2...10 раз.

Конструкция установки УФПУ - 111

Основные параметры установки для ФПУ представлены в таблице 7.1.

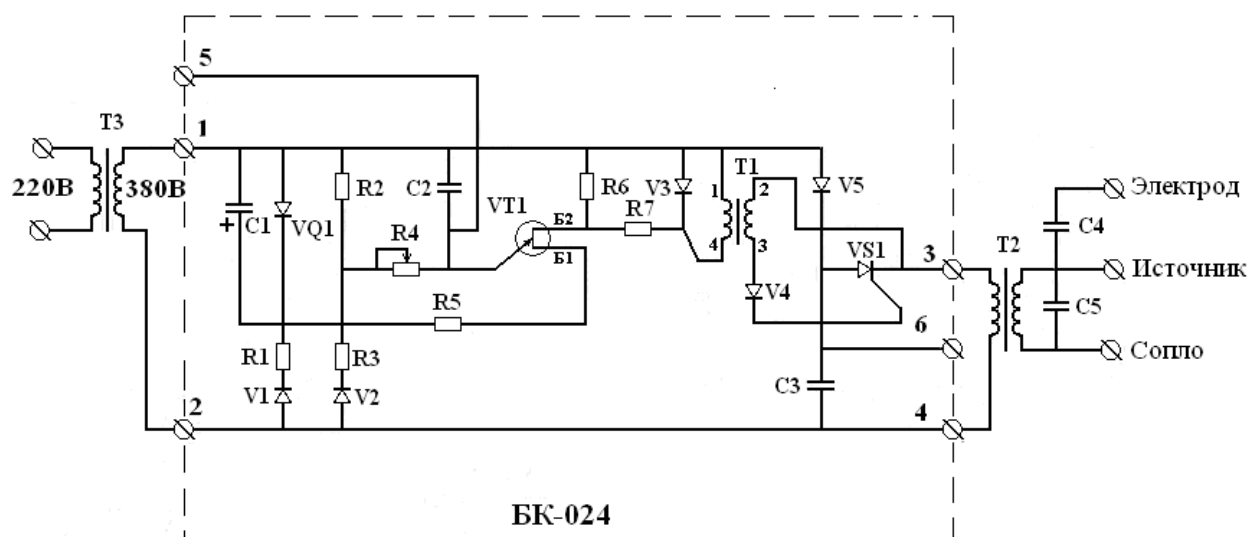
Блок аппаратуры (рис. 7.1) содержит: жидкостный питатель ПЖ-3-01; системы газораспределения и регулировки; блок поджига дуги, включающий повышающий трансформатор; блок формирования импульса (схема блока показана на рисунке 7.6) и импульсный трансформатор, а также коммуникации для связи с другими элементами установки.

На передней панели блока аппаратуры (рис. 7.7) располагается тумблер «Сеть» 18 и лампа контроля включения сетевого напряжения «Сеть» 1, лампа контроля «Наличие воды» 2, клапан «Подача реагентов» 5, кнопка «Пуск» 16, жидкостный питатель 7, газовые ротаметры № 1 и № 2 – плазмообразующего и транспортирующего газов 3 и 4 соответственно, ниппель «Защитный газ» 6, ниппели «Транспортирующий газ» 14 и «Плазмообразующий газ» 15, а также разъемы для подключения плазмотрона и плазмохимического генератора 10, 11, 12, 17.

Таблица 7.1 – Основные параметры установки ФПУ

№ п./п.	Параметр	Характеристика
1.	Род тока	постоянный
2.	Номинальный рабочий ток, А	100
3.	Номинальное рабочее напряжение, В	40
4.	Наибольшая потребляемая мощность, кВт	не более 5
5.	Ток дежурной дуги, А	до 20
6.	Плазмообразующий газ	аргон
7.	Расход аргона, л/мин	до 5

8.	Номинальное давление воды, МПа	0,25
9.	Расход воды, л/час	200...250
10.	Масса, кг:	
	плазматрона (без шлангов)	0,6
	плазмохимического генератора	0,6
	блока аппаратуры, не более	20
	источника тока, не более	120
	манипулятора, не более	80
	прибора контроля нанесения покрытия, не более	8



Обозначение	Наименование и тип	Кол-во
C1	Конденсатор К50-35 - 25В - 22 мкФ	1
C2	Конденсатор К10-7В - 50В - 0,22 мкФ	1
C3	Конденсатор К73-17-630В - 0,47 мкФ	3
C4	Конденсатор К73-17 - 250В - 1 мкФ	1
C5	Конденсатор КВИ-2- 10кВ-20 пФ	1
R1	Резистор МЛТ - 1 62 кОм	1
R2	Резистор МЛТ-0,5 10 кОм	1
R3	Резистор МЛТ - 1 150 кОм	1
R4	Резистор 3296W 10 кОм	1
R5	Резистор МЛТ-0,5 1 кОм	1
R6	Резистор МЛТ-0,5 510 Ом	1
R7	Резистор МЛТ-0,5 220 Ом	1
T1	Трансформатор МИТ - 4 В	1

T2	Трансформатор ТВЧ - 7 - 12	1
T3	Трансформатор ОСМІ-0,063 380/220 В	1
V1,V2,V3,V4	Диод 1N4007(КД105Б)	4
V5	Диод D112-10-7	1
VQ1	Стабилитрон КС522А	1
VS1	Тиристор Т122-25- 10	1
VT1	Транзистор КТ117Г	1

Рисунок 7.6 – Схема блока формирования импульса

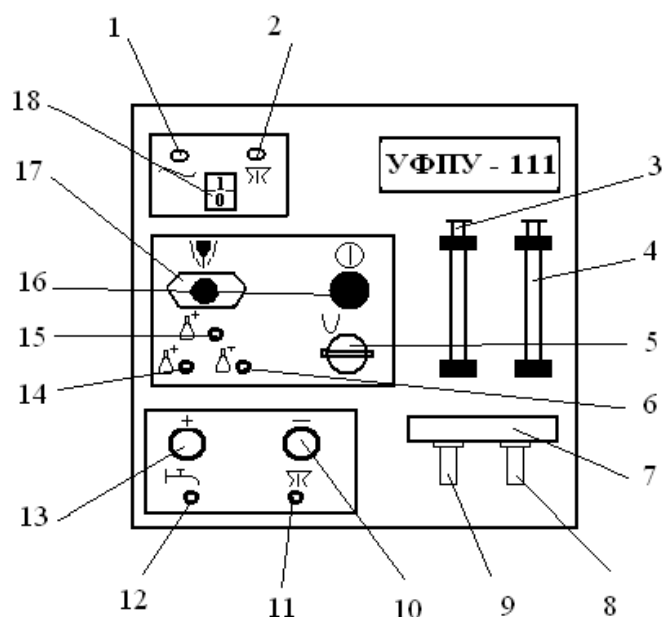


Рисунок 7.7 – Передняя панель блока аппаратуры БА-УФПУ-111:

1 – лампа «Сеть»; 2 – лампа «Наличие воды»; 3 - ротаметр № 1 «Плазмообразующий газ»; 4 – ротаметр № 2 «Транспортирующий газ»; 5 – клапан «Подача реагентов»; 6 – ниппель «Защитный газ»; 7 – жидкостной питатель; 8 – технологический препарат «Сетол 2»; 9 - технологический препарат «Сетол 1»; 10 – разъем «-» на плазмотрон; 11 – разъем «Слив воды с плазмотрона»; 12 – разъем «Подвод воды на плазмотрон»; 13 – разъем «+» на плазмотрон; 14 – ниппель «Транспортирующий газ»; 15 – ниппель «Плазмообразующий газ»; 16 – кнопка «Пуск»; 17 – разъем «Дежурная дуга»; 18 – тумблер «Сеть»

На рисунке 7.8 показана задняя панель блока аппаратуры БА-УФПУ-111, содержащая разъёмы «-» и «+» к источнику питания (1 и 2 соответственно), ниппели «Слив воды» 3 и «Подвод воды» 4, разъём подключения прибора контроля качества нанесения покрытия 5, ниппель подвода газа 6 и разъём питания 7.

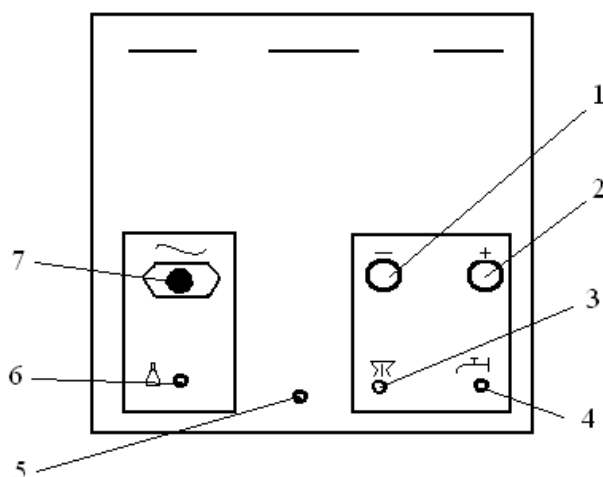


Рисунок 7.8 – Задняя панель блока аппаратуры БА-УФПУ-111:

1 – разъем «-» к источнику питания; 2 – разъем «+» к источнику питания; 3 – ниппель «Слив воды»; 4 – ниппель «Подвод воды»; 5 – разъем подключения прибора контроля нанесения покрытия; 6 – ниппель подвода газа; 7 – разъем питания 220 В, 50 Гц

Плазмотрон ПС-3-02 (рис. 7.9) содержит сопловую часть, включающую корпус 2 и электродную часть, включающую корпус 6, электрод и устройство закрепления электрода, которое состоит из цанги, вставленной в держатель и зажимной втулки 7. Корпусы сопловой и электродной частей соединены с помощью накидной гайки 5 и резьбовой изолирующей втулки 4. Плазмообразующее сопло 1 закреплено в корпусе 2 сопловой части на резьбе. Внутри сопловой части вставлена изолирующая втулка. Для правильной работы плазмотрона требуется предварительная настройка радиального и осевого положения конца вольфрамового электрода относительно наружного торца плазмообразующего

сопла 1. Осевое заглубление торца электрода относительно среза сопла 1 должно быть в пределах 2...2,5 мм.

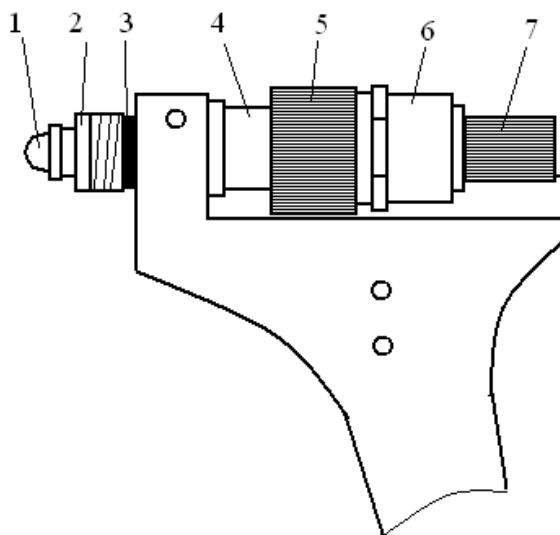


Рисунок 7.9 – Плазмотрон ПС-3-02: 1 – сопло; 2 – корпус сопла;
1 – кольцо резиновое; 4 – втулка резьбовая изолирующая;
2 5 – накидная гайка; 6 – корпус электрода; 7 – втулка зажимная

Перед зажиганием дежурной дуги в плазмотрон подается охлаждающая вода и плазмообразующий газ. Дежурная дуга между вольфрамовым электродом и соплом 1 возбуждается при помощи высоковольтного искрового разряда блока поджига дуги. Для надежной работы плазмотрона с плазмохимическим генератором ток дежурной дуги должен быть в пределах 10...20 А.

Плазмотрон с плазмохимическим генератором имеет последовательную систему охлаждения.

Плазмохимический генератор НПХ-5-01 (рис. 7.10), выполненный в виде насадки на плазмотрон, имеет корпус 9, закрепляемый с помощью накидной гайки 1 и изолирующей втулки 25 на плазмотроне ПС-3-02.

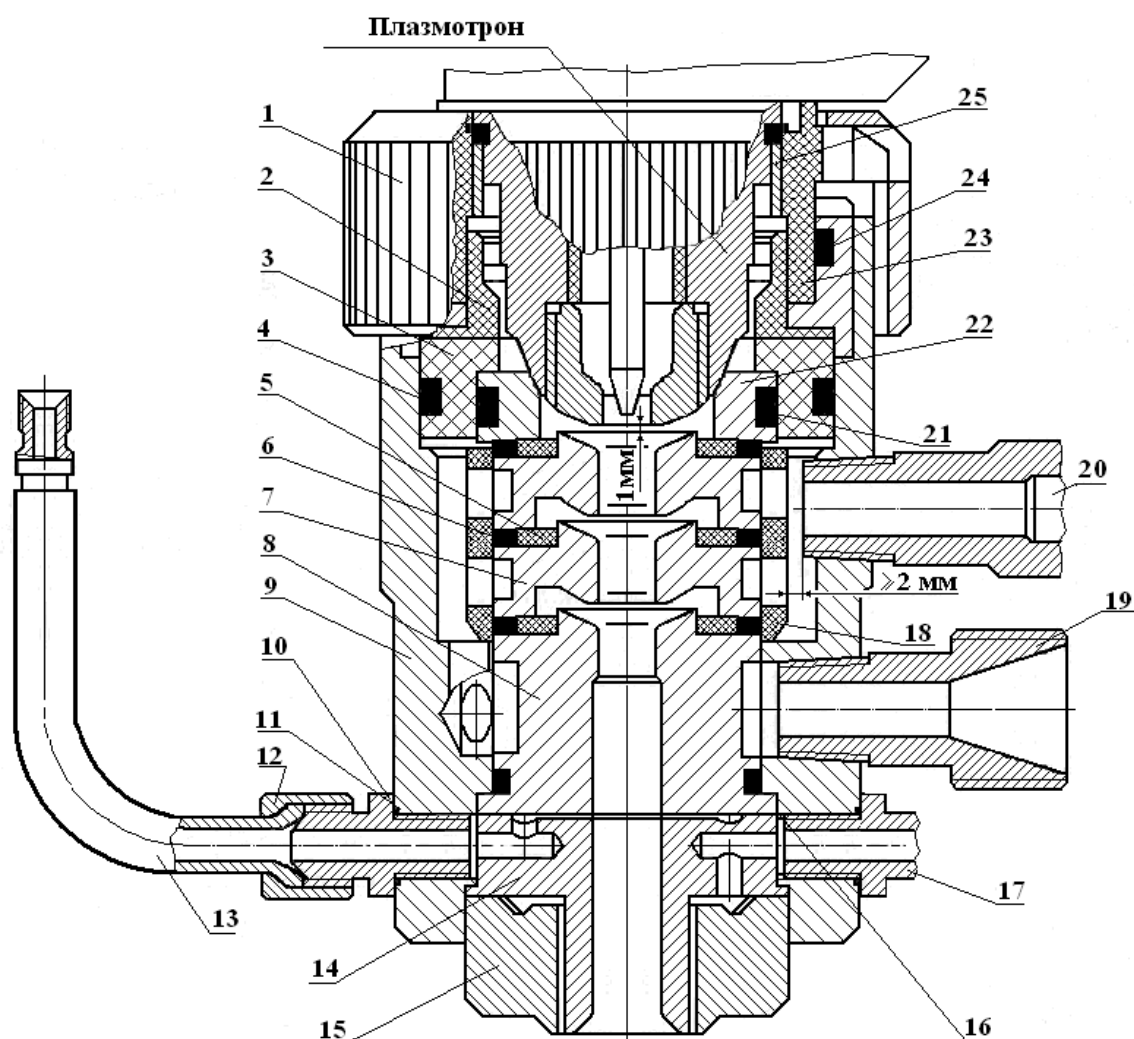


Рисунок 7.10 – Плазмохимический генератор НПХ-5-01:

1 – накидная гайка; 2, 3, 25 – втулки изолирующие; 4, 6, 11, 16, 21, 24 – резиновые кольца; 5 – опорная шайба; 7 – межэлектродная вставка; 8 – анод; 9 – корпус; 10, 19, 20 – ниппели; 12 – накидная гайка; 13 – трубка для ввода транспортирующего газа; 14 – втулка-формирователь; 15 – резьбовое кольцо; 17 – ниппель для ввода защитного газа; 18 – изолятор; 22 – кольцо; 23 – резьбовая втулка.

Расположенные в верхней части корпуса 9 изолирующая втулка 2 и медное опорное кольцо 22, изолированное от корпуса втулкой 3, предназначены для фиксации плазмохимического генератора относительно корпуса плазмотрона.

Межэлектродные вставки 7, расположенные в изоляторе 18, отделены друг от друга, а также от анода 8, находящегося под потенциалом корпуса 9, и кольца 22, находящегося под потенциалом плазмообразующего сопла плазмотрона, изолирующими опорными шайбами 5. Изолятор 18 ориентирован в корпусе 9 по фаске относительно отверстий для воды. Фиксация анода 8 и втулки-формирователя 14 в корпусе 9 осуществляется с помощью резьбового кольца 15, а вставок 7, кольца 22, изолирующих втулок 2 и 3 – с помощью резьбовой втулки 23. Резиновые кольца 4, 6, 16, 21 обеспечивают герметизацию канала водяного охлаждения. Для уплотнения охлаждающего канала во втулке 3 и для уплотнения газовой полости в резьбовой втулке 23 используется один типоразмер резинового кольца 24. Для подвода и отвода воды и тока служат ниппели 19 и 20, закрепленные в корпусе 9. Шланги присоединяются к ниппелям накидными гайками с резьбой М16×1,5. Подвод транспортирующего аргона с парами реагентов осуществляется через ниппель 10 и каналы во втулке 14. Неиспользуемые отверстия в корпусе 9 заглушаются резьбовыми пробками. Уплотнение ниппеля 10 и пробок осуществляется резиновыми кольцами 12. Подача защитного газа производится через ниппель 17, установленный под входным (нижним) водяным ниппелем, и далее через каналы во втулке 14 и резьбовом кольце 15. Ориентация втулки 14 осуществляется с помощью фиксирующего винта в корпусе 9, установленного под углом 45° к оси ниппеля подачи воды 19. Подача плазмообразующего аргона производится по каналам плазмотрона ПС-3-02.

Жидкостной питатель ПЖ-3-01 (рис. 7.11) имеет корпус, на котором закреплены емкости для двухкомпонентного технологического препарата «Сетол» («Сетол 1» и «Сетол 2»), в нём также имеются каналы для прохождения газов и паров реагентов. Емкости для технологических препаратов фиксируются накидными гайками (резьбовыми втулками) и герметизируются резиновыми кольцами. В нерабочем состоянии емкости питателя герметично закрыты специальными клапанами. Контакт жидких препаратов с воздухом должен быть

исключен, что обеспечивается с помощью обратных клапанов, а также с помощью запорного клапана «Подача реагентов» (рис. 16.7).

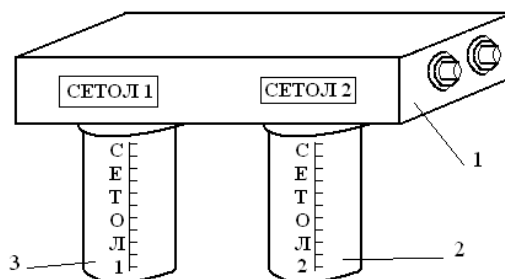


Рисунок 7.11 – Жидкостный питатель ПЖ-3-01: 1 – корпус;

2 – емкость для «Сетол 2»; 3 – емкость для «Сетол 1»

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ФПУ

С целью определения влияния описанного метода упрочнения на износостойкость деталей и инструментов ФПУ подверглись предварительно обезжиренные поверхности спиральных сверл диаметром 7 мм (рис. 7.12) в количестве по 5 шт. Материал сверл – быстрорежущая сталь Р6М5. При упрочнении рабочей поверхности сверл их державки закреплялись в шпинделе токарного станка JET BD-920 W (Германия).

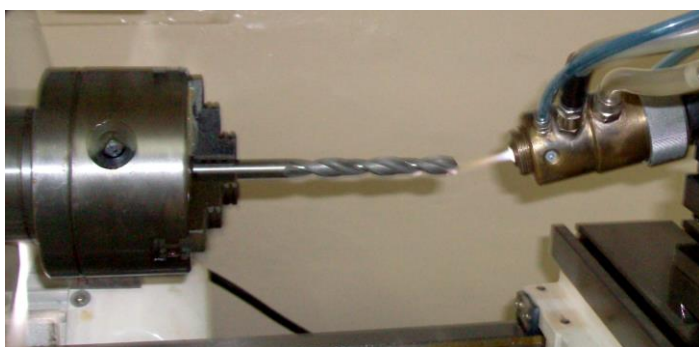


Рисунок 7.12 – Финишное плазменное упрочнение сверла

Режущие кромки сверл до проведения эксперимента показаны на рисунке 7.13.



Рисунок 7.13 – Режущие кромки сверл до просверливания отверстий

В пластинах из стали 45 толщиной по 15 мм без смазочно-охлаждающей жидкости при одинаковых режимах просверлены по 10 сквозных отверстий сверлами, упрочненными ФПУ и не упрочненными. В результате не упрочненные сверла потемнели, на их режущей кромке образовались заусенцы, возникла необходимость переточки (рис. 7.14), а упрочненные сверла оказались вполне работоспособны.



а)



б)

Рисунок 7.14 – Износ режущих кромок сверл: а) – не подвергнутого ФПУ; б) – подвергнутого ФПУ

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое ФПУ?
2. Поясните цель и сущность ФПУ?
3. Что входит в основной комплект оборудования для ФПУ?
4. Какие Вы знаете отличительные особенности ФПУ по сравнению с аналогичными методами упрочнения?
5. Какие Вы знаете недостатки ФПУ?
6. Чем определяется экономическая эффективность ФПУ?
7. Каковы основные параметры установки для ФПУ?
8. Из каких основных деталей состоит плазмотрон?
9. Из каких основных деталей состоит плазмохимический генератор?
10. Каков принцип работы установки для ФПУ?
11. Как изменяются свойства поверхности деталей при упрочнении ФПУ?
12. Сделайте выводы и оформите отчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трибологические основы повышения ресурса машин: лабораторный практикум / А.Т. Лебедев, Н.Ю. Змлянушнова, П.А. Лебедев и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 120 с.
2. Технологическая инструкция «Финишное плазменное упрочнение инструмента, технологической оснастки и других изделий». – Санкт-Петербург, ООО «НПФ «Плазмоцентр», 2007 – 35 с.
3. Технология финишно - плазменного упрочнения / Н.Ю. Землянушнова, А.Т. Лебедев, А.В. Захарин, Р.А. Магомедов – Ставрополь, 2008 – 64 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ФИНИШНОГО ПЛАЗМЕННОГО УПРОЧНЕНИЯ

Цель: научиться определять режимы процесса ФПУ.

Знания, приобретаемые студентами в результате освоения темы: рабочие параметры ФПУ, методы контроля качества процесса ФПУ.

Умения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: участие в организации и управлении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции.

Владения, приобретаемые студентами в результате освоения темы: методика определения режимов процесса ФПУ и применения инструментов бережливого производства.

Актуальность темы: Повышение конкурентоспособности отечественной продукции обуславливает систематическое переоборудование предприятий и автомастерских и усовершенствование используемых технологических процессов изготовления, а также ремонта деталей машин. ФПУ – перспективная технология, позволяющая повысить ресурс деталей от 2,5 раз и более. Поэтому современным специалистам в области машинностроения необходимо изучить технологию ФПУ, методы контроля качества процесса ФПУ и научиться определять режимы процесса.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Контроль качества процесса ФПУ

При выполнении технологического процесса ФПУ контролю подлежат:

- материалы, используемые для процесса;
- состояние упрочняемых кромок и поверхностей;

- подготовка поверхности под нанесение покрытия;
- режим технологического процесса;
- процесс нанесения покрытия;
- вид и свойства поверхностного слоя после нанесения покрытия.

Материалы, применяемые в технологическом процессе ФПУ, должны соответствовать техническим условиям на их изготовление. Следует проверить герметичность упаковки препаратов «Сетол».

Сжатый воздух, используемый для охлаждения обрабатываемых изделий, должен быть очищен от влаги и масла и соответствовать 7...9 классу загрязненности по ГОСТ 17433-80.

Обрабатываемые поверхности не должны иметь следов влаги, масла, грязи. Контроль следует производить визуально и с помощью белой бязи.

Состояние режущих кромок инструмента необходимо также контролировать визуально при освещенности не менее 300 лк и с использованием лупы семикратного увеличения.

Контроль режимов ФПУ. Расход газов необходимо осуществлять по показаниям ротаметров на блоке аппаратуры. При отклонении расхода на 10 % и более от номинального значения следует произвести его регулировку вентилем соответствующего ротаметра.

Контроль за величиной тока дуги при плазменной обработке необходимо вести по показаниям амперметра источника тока. При отклонении величины тока более чем на 10 % произвести его регулировку.

В процессе нанесения покрытия контролируются:

- нанесение покрытия по всей площади, подлежащей упрочнению;
- общее время нанесения покрытия и время в каждом цикле;
- температура изделия (среднемассовая или на отдельных участках);
- изменение толщины покрытия в процессе его нанесения.

Предельные размеры отверстий и пазов инструмента и технологической оснастки (рис. 8.1), для которых обеспечивается качественное нанесение покрытия на всей поверхности следующие:

D – не менее 4 мм (глухие отверстия, пазы);

D – не менее 1 мм (сквозные отверстия, пазы);

$H = D$, но не более 15 мм; R – не менее 3 мм.

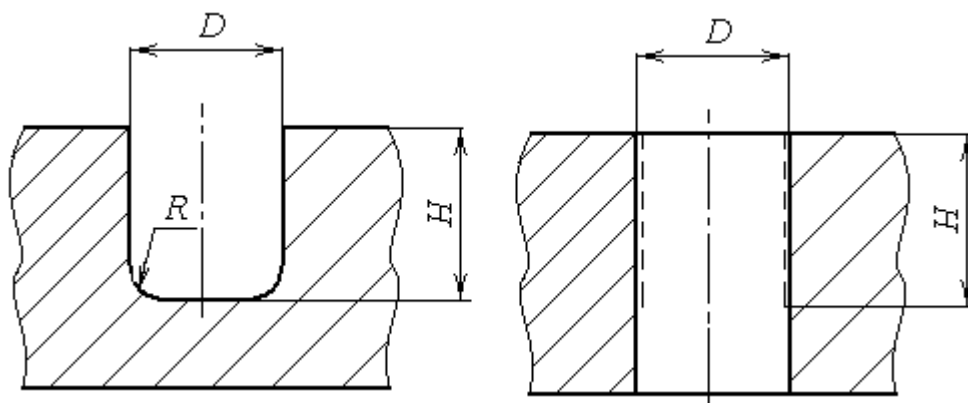


Рисунок 8.1 – Обозначение отверстий и пазов при ФПУ:

D – диаметр отверстия или ширина паза, мм; H – ширина полосы покрытия на стенках узких пазов или отверстий малых диаметров, мм; R – радиус скругления, мм.

Общее время нанесения покрытия проверяется с помощью секундомера или часов с секундной стрелкой (с помощью таймера, установленного на пульте управления манипулятором). Температура изделия или его отдельных участков контролируется с помощью контактной термопары перед нанесением покрытия, после окончания процесса ФПУ или между циклами обработки. Контроль изменения толщины покрытия осуществляется только при механизированном ведении процесса ФПУ с использованием прибора контроля качества нанесения покрытия.

Вид обработанной поверхности должен соответствовать радужной цветовой гамме (преимущественно – розово-зеленой) и не должен иметь белого налета, шелушений и отслоений. Контролировать следует визуально при освещении

щенности не менее 300 лк путем сравнения с эталоном качества покрытия и с использованием лупы семикратного увеличения.

Контроль микротвердости поверхности после ФПУ следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 9450-86. Для получения достоверных результатов нагрузка на индентор должна быть минимальной – не более 5×10^{-3} Н. Микротвердость поверхностного слоя с покрытием после ФПУ должна превышать исходную микротвердость не менее чем в 1,2 раза.

Физическая сущность процесса ФПУ состоит в том, что поверхность детали подвергается воздействию аргоновой плазменной струи, несущей в себе пары соединений кремния и углерода, что приводит к одновременному воздействию и осаждению на поверхность тонкопленочного аморфного покрытия оксикарбида кремния. С одной стороны, чем выше температура поверхности изделия (подложки) при упрочнении, тем более высокое качество (в первую очередь плотность) будет иметь покрытие. С другой стороны, чрезмерное термическое воздействие может вызвать либо появление хрупких фаз (охрупчивание), либо снижение твердости поверхностных слоев (отпуск инструмента). Поэтому, наиболее высоких положительных результатов при использовании технологии ФПУ можно достичь при оптимальном сочетании и строгом соблюдении технологических (в первую очередь, тепловых) и физико-химических (концентрации паров реагентов в плазме) факторов или параметров режима.

Цель определения режимов ФПУ состоит в расчете основных параметров нанесения тонкопленочного упрочняющего покрытия при ФПУ, а именно, общего времени нанесения и числа проходов плазмотрона для получения покрытия заданной толщины.

В процессе ФПУ значение тока, расхода плазмообразующего и транспортирующего газов, дистанции обработки устанавливаются и поддерживаются постоянными: ток – 100 А; расход плазмообразующего газа – 1,5...2,0 л/мин; расход транспортирующего газа – 0,9...1,2 л/мин; дистанция обработки – 10...20 мм. Точные значения расходов газов устанавливаются в соответствии с

рекомендациями инструкции. Значение дистанции обработки в заданном диапазоне незначительно влияет на качество нанесенного покрытия.

Предварительно на образец наносится «точка» (пятно), измеряется диаметр пятна жёлто-зелёного цвета d , мм, и время его нанесения t , с. Расчетное значение производительности процесса упрочнения P , мм²/с, определяется по формуле (8.1) и должно соответствовать производительности для группы изделий (табл. 8.1)

$$P = \frac{3,14 \times d^2}{4 \times t} . \quad (8.1)$$

Скорость перемещения плазмотрона относительно детали и производительность нанесения покрытия выбираются с учетом заданной его толщины на основании характеристик упрочняемых поверхностей и объектов упрочнения (табл. 8.1 и 8.2).

В таблице 8.3 представлены типовые модели, которые используются для определения режимов ФПУ, и соответствующие примеры объектов упрочнения.

Таблица 8.1 – Рекомендуемая толщина покрытия и производительность нанесения покрытия для различных изделий

Объекты упрочнения	Толщина покрытия, мкм	Производительность нанесения покрытия, мм²/с
Безззорные штампы, мелкогамерный и высокоточный режущий инструмент	0,2...0,5	11,0...4,4
Типовой режущий инструмент, рубные штампы	0,5...1,0	4,4...2,2
Формообразующая оснастка (литейные формы, прессформы)	1,0...2,0	3,4...1,7

Таблица 8.2 – Скорость перемещения плазмотрона относительно изделия в зависимости от характеристик упрочняемой поверхности

Характеристики упрочняемой поверхности	Скорость перемещения плазмотрона, мм/с
Поверхности массивных изделий (формообразующие поверхности форм, прессформ, штампов и т.п.)	3...10
Режущие кромки вырубных штампов и крупногабаритного режущего инструмента	10...30
Поверхности типового режущего инструмента	30...40

Максимальная скорость перемещения не должна превышать 150 мм/с, что обусловлено газодинамическими процессами взаимодействия поверхности и плазменной струи.

В таблице и дальнейших расчетах приняты условные обозначения:

F – толщина покрытия, мкм;

S – площадь поверхности, на которую требуется нанесение покрытия, мм²;

b_p – ширина полосы покрытия, принимаемая в расчетах 8 мм (в пределах этой ширины обеспечивается равномерность свойств покрытия по толщине и микротвердости), мм;

S_p – площадь поверхности, принимаемая в расчет при определении общего времени нанесения покрытия. Учитывая, что ширина полосы покрытия принимается 8 мм, S_p всегда больше или равна S , мм²;

l – длина полосы непрерывного перемещения плазмотрона (условная часть площади S_p , разбитой на полосы), на которую будет наноситься покрытие, определяемая удобством непрерывного перемещения плазмотрона, мм;

t – общее время нанесения покрытия на площадь S_p без учета времени промежуточного охлаждения, с;

v – скорость перемещения плазмотрона относительно обрабатываемой поверхности, мм/с;

P – производительность нанесения покрытия, принимаемая с учетом заданной его толщины, $\text{мм}^2/\text{с}$;

L_o – длина однократного прохода плазмотрона над площадью S_p , равная сумме длин полос непрерывного перемещения плазмотрона l , мм ;

t_1 – время однократного прохода плазмотрона над площадью S_p , равное L_o/v , с ;

n – число проходов плазмотрона для нанесения покрытия заданной толщины на площадь S_p ;

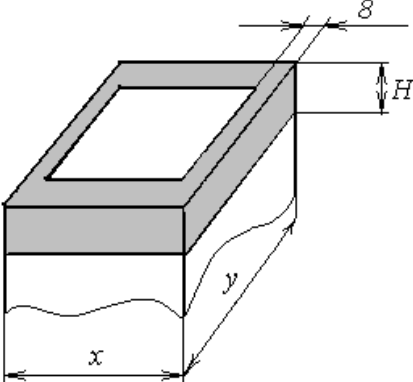
R – радиус кольца упрочнения, мм .

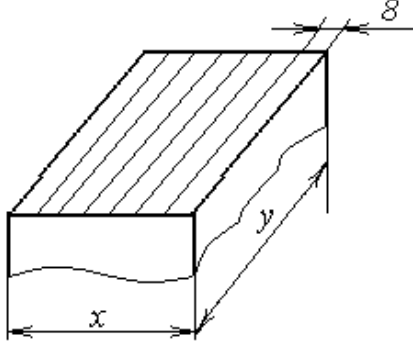
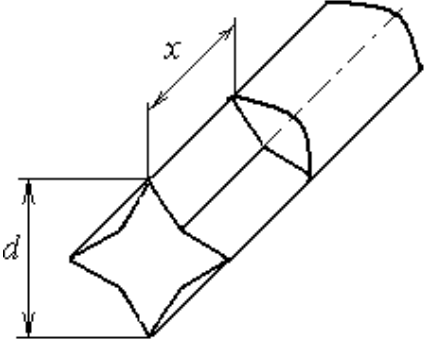
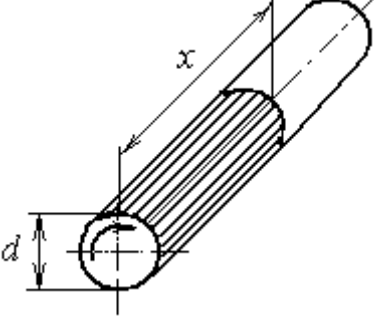
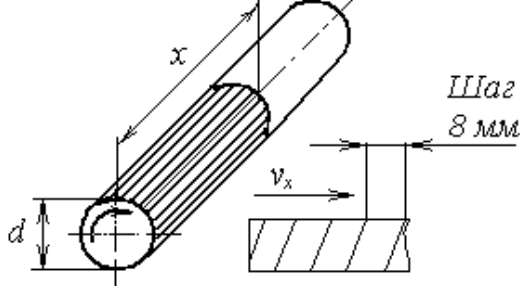
При расчетах необходимо придерживаться следующей последовательности.

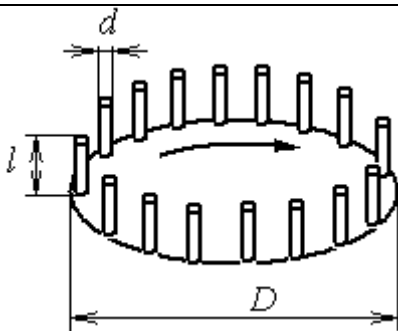
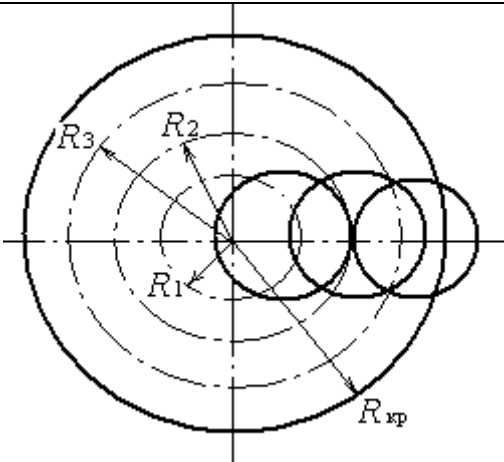
1. Определить общее время t , с , нанесения покрытия на площадь S_p

$$t = \frac{S_p}{P} . \quad (8.2)$$

Таблица 8.3 – Типовые модели - примеры объектов упрочнения

Номер модели	Типовые модели	Примеры объектов упрочнения
1		Штамп вырубной (упрочняется поверхность по периметру режущей кромки)

Номер модели	Типовые модели	Примеры объектов упрочнения
2		Штамп формообразующий, детали форм, прессформ (упрочняется формообразующая поверхность)
3		Фреза концевая, сверло, метчик, нож (упрочняются поверхности режущих кромок без вращения инструмента)
4		Развертка, метчик, многолезвийный инструмент (упрочняются цилиндрические поверхности режущих кромок при вращении инструмента и торцевая поверхность)
5		Детали типа «вал» (упрочняется цилиндрическая поверхность при перемещении плазмотрона по винтовой линии)

Номер модели	Типовые модели	Примеры объектов упрочнения
6		Мелкогабаритный инструмент – сверла, метчики и т.п. (упрочняются поверхности режущих кромок при установке инструмента в оснастку)
7		Формообразующие изделия с поверхностью в виде круга (при перемещении плазмотрона по радиусу упрочняется торцевая поверхность с максимальной равномерностью наносимого покрытия по толщине)

2. Определить число проходов плазмотрона для нанесения покрытия заданной толщины на площадь S_p

$$n = \frac{t}{t_1} = \frac{t \times v}{L_o} = \frac{t \times v \times 8}{S_p} . \quad (8.3)$$

Значения производительности нанесения покрытия P и скорости перемещения плазмотрона v выбираются из таблиц 8.1 и 8.2. Определение S_p основывается на геометрических размерах поверхности, на которую будет наноситься покрытие с учетом того, что ширина полосы покрытия равна 8 мм, а также на основании выбранной типовой модели объекта упрочнения (табл. 8.3).

Рекомендации по расчету площади поверхности, принимаемой в расчет при определении общего времени нанесения покрытия, с использованием типовых моделей

1. Штамп вырубной (модель № 1).

Упрочняются поверхности режущих кромок. Длина полосы непрерывного перемещения плазмотрона вдоль режущих кромок, мм,

$$l = 2x + 2y. \quad (8.4)$$

Если упрочняется пуансон и матрица для вырубки изделия сложной конфигурации, то l определяется как периметр кромок.

Площадь

$$S_p = 8 \times l + H \times l. \quad (8.5)$$

H принимается равной b_p , т.е. 8 мм (если в чертеже или задании не указано большее значение), или кратное b_p . В большинстве случаев

$$S_p = 16 \times l. \quad (8.6)$$

2. Штамп формообразующий, детали форм, пресс-форм (модель № 2).

Площадь

$$S_p = x \times y, \quad (8.7)$$

при этом x всегда кратно 8.

3. Сверло или фреза с числом лезвий k ($k \geq 2$), нож ($k=1$) (модель № 3).

Использование данной модели для цилиндрического инструмента целесообразно при диаметре

$$d \geq \frac{8}{\sin(180/k)}, \text{ мм.} \quad (8.8)$$

Перемещение плазмотрона осуществляется вдоль режущей кромки лезвия. С учетом винтовой линии инструмента и нанесения покрытия на торцевую поверхность можно принять

$$l = 1,2 \times x + d / 2 ; \quad (8.9)$$

$$L_O = k \times l . \quad (8.10)$$

Для данного инструмента площадь

$$S_p = 8 \times L_O = 8 \times k \times l = 8 \times k \times (1,2 \times x + d / 2) . \quad (8.11)$$

При упрочнении плоских ножей

$$S_p = x \times y , \quad (8.12)$$

где y – ширина зоны упрочнения, кратная 8.

4. Развертка, многолезвийный инструмент с числом лезвий k (модель № 4).

Эта модель расчета применяется при механизированной обработке инструмента с диаметром

$$d \triangleleft \frac{8}{\sin(180/k)} ; \quad (8.13)$$

Площадь

$$S_p = \pi \times d \times l + \frac{\pi \times d^2}{4}, \quad (8.14)$$

где $l = x$; если $d \leq 8$, то $S_p = 2 \times d \times l$.

При обработке во вращателе скорость вращения не зависит от скорости перемещения плазматрона и составляет 30...90 об/мин.

Таблица 8.4 – Справочная

k	2	3	4	5	6	8	12	16
$\frac{8}{\sin(180/k)}$	8	9,2	11,3	13,6	16	20,9	30,9	41

5. Детали типа «вал» (модель № 5).

Площадь цилиндрической поверхности упрочняемого участка вала определяется как

$$S_p = \pi \times d \times l, \quad (8.15)$$

где $l = x$.

Процесс ФПУ осуществляется при вращении вала. При этом покрытие наносится при непрерывном перемещении плазматрона по спирали с шагом 8 мм, с осевой скоростью v_x , мм/с и временем одного оборота

$$t_{об} = \frac{8}{v_x}. \quad (8.16)$$

Тогда скорость вращения ω , об/мин,

$$\omega = 7,5 \times v_x. \quad (8.17)$$

6. Мелкоразмерный инструмент (модель № 6).

При диаметрах инструмента менее 6 мм целесообразна их групповая обработка, например, при расположении упрочняемых изделий в приспособлении по окружности диаметром D . В этом случае площадь

$$S_p = 2 \times \pi \times D \times l, \quad (8.18)$$

где l – выступающая из приспособления часть инструмента. При этом поворот инструмента может осуществляться вручную однократно на 180° или при постоянном вращении инструмента вокруг собственной оси.

7. Формообразующие поверхности в виде круга (модель № 7).

Для получения покрытия с максимальной равномерностью толщины на всей поверхности круга требуется знать шаг перемещений, количество шагов и время выдержки на каждом шаге. Для этой цели следует использовать программу ФПУ. S_p при этом значительно превышает S .

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ ФПУ

Для нанесения равномерного по толщине покрытия на всей длине полосы упрочнения, в том числе на краях, рекомендуется в процессе ФПУ выводить плазменную струю за пределы обрабатываемой полосы как минимум на 4 мм в каждую сторону. Это необходимо учитывать при расчете общего времени нанесения покрытия.

1. Упрочнение пуансона вырубного штампа (модель № 1).

Пусть длина периметра равна 200 мм, толщина покрытия $F = 0,3$ мкм, вырубная фигура имеет 4 угла. Тогда

$$l = 200 + 4 \times 8 = 232 \text{ мм.}$$

Принимаем $H = 8$ мм. Площадь

$$S_p = 8 \times 232 + 8 \times 232 = 3712 \text{ мм}^2.$$

Производительность нанесения покрытия по данным таблицы 2 для заданной толщины покрытия составляет $P = 5 \text{ мм}^2/\text{с}$, тогда общее время нанесения покрытия

$$t = \frac{3712}{5} = 742,4 \text{ с} = 12,4 \text{ мин.}$$

Принимаем скорость перемещения плазмотрона согласно таблице 3 $v = 4 \text{ мм/с}$, тогда время однократного прохода плазмотрона

$$t_1 = \frac{3712}{8 \times 4} = 116 \text{ с}$$

и число проходов плазмотрона составит

$$n = \frac{742,4}{116} = 6,4 \approx 6 \text{ проходов.}$$

2. Фреза четырехлезвийная (модель № 3 или № 4).

Диаметр фрезы $d = 14 \text{ мм}$, длина рабочей части $x = 30 \text{ мм}$, толщина покрытия $F = 0,3 \text{ мкм}$.

Возможны два варианта расчета режима упрочнения: с использованием модели 3 или 4.

Определим целесообразность использования модели 3: при числе лезвий $k = 4$

$$\frac{8}{\sin(180/k)} = 11,3 < d,$$

т.е. обработка этой фрезы по модели 3 должна дать некоторую экономию времени, а потому целесообразна при упрочнении небольшой партии инструмента.

Длину режущей кромки с учетом винтовой линии можно принять

$$l_{\text{л}} = 1,2 \times x,$$

длина режущей кромки на торце

$$l_{\text{т}} = \frac{14}{2} = 7 \text{ мм},$$

тогда общая длина составит

$$L_{\text{о}} = 4 \times (1,2 \times 30 + 8 + 8) = 208 \text{ мм}.$$

Площадь

$$S_{\text{р}} = 208 \times 8 = 1664 \text{ мм}^2.$$

Общее время нанесения покрытия

$$t = \frac{1664}{5} = 332,8 \text{ с} = 5,5 \text{ мин}.$$

Примем скорость перемещения $v = 10 \text{ мм/с}$, тогда

$$t_1 = \frac{208}{10} = 20,8 \text{ с}.$$

Число проходов плазмотрона составит

$$n = \frac{332,8}{20,8} = 16.$$

Целесообразно разделить их на 4 цикла по 4 прохода с промежуточным охлаждением.

Модель 4 предполагает закрепление нерабочей части фрезы в патроне вращателя или в приспособлении. Длина полосы непрерывного перемещения плазмотрона принимается

$$l = x + 8 = 38 \text{ мм.}$$

Площадь цилиндрической поверхности

$$S_{\text{ПЦ}} = \pi \times d \times 38 = 3,14 \times 14 \times 38 = 1671 \text{ мм}^2.$$

Общее время нанесения покрытия

$$t = 334,2 \text{ с} = 5,6 \text{ мин.}$$

При скорости перемещения плазмотрона $v = 10 \text{ мм/с}$ время однократного прохода плазмотрона

$$t_1 = \frac{38}{10} = 3,8 \text{ с.}$$

Число проходов

$$n = \frac{334,2}{3,8} = 88$$

обеспечивается механическим перемещением.

Площадь торца

$$S_{PT} = \frac{\pi \times d^2}{4} = 201 \text{ мм}^2$$

($d/2 < 8$, принимаем $d/2 = 8$), общее время нанесения покрытия на торец $t_T = 40$ с. Процесс необходимо вести с промежуточным охлаждением четырьмя циклами по 10 с или пятью циклами по 8 с. Таким образом, полное время обработки по модели 4, без учета времени промежуточного охлаждения, составит

$$t = 334,2 + 40 = 374,2 \text{ с} = 6,2 \text{ мин.}$$

3. Упрочнение рабочей поверхности штемпеля юбилейной медали (модель № 7).

Диаметр штемпеля $d = 32$ мм, толщина наносимого покрытия $F = 1$ мкм. Упрочнение производится в специальной оснастке. Применим программу ФПУ. В результате расчета получим: площадь $S_p = 1194,6 \text{ мм}^2$; диапазон допустимых скоростей вращения изделия $\omega = 6 \dots 53$ об/мин; общее время нанесения покрытия (без учета времени промежуточных охлаждений) $t = 821 \text{ с} = 13,7$ мин; число колец упрочнения 4; радиус R_k и время обработки каждого кольца;

$$R_1 = 5,6 \text{ мм}$$

$$t_1 = 71,4 \text{ с}$$

$$R_2 = 12,6 \text{ мм}$$

$$t_2 = 160,6 \text{ с}$$

$$R_3 = 19,6 \text{ мм}$$

$$t_3 = 249,9 \text{ с}$$

$$R_4 = 26,6 \text{ мм}$$

$$t_4 = 339,1 \text{ с}$$

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие требования предъявляются к материалам, используемым в технологическом процессе ФПУ?

2. Какие требования предъявляются к упрочняемым ФПУ поверхностям?
3. Как контролируются режимы ФПУ?
4. Какова цель расчёта режимов ФПУ?
7. Какие Вы знаете типовые модели, которые используются для определения режимов ФПУ?
8. Самостоятельно измените геометрические параметры упрочняемых деталей в изученных примерах и определите режимы ФПУ.
9. Сделайте выводы и оформите отчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трибологические основы повышения ресурса машин: лабораторный практикум / А.Т. Лебедев, Н.Ю. Змлянушнова, П.А. Лебедев и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014. – 120 с.
2. Технологическая инструкция «Финишное плазменное упрочнение инструмента, технологической оснастки и других изделий». – Санкт-Петербург, ООО «НПФ «Плазмоцентр», 2007 – 35 с.
3. Технология финишно - плазменного упрочнения / Н.Ю. Землянушнова, А.Т. Лебедев, А.В. Захарин, Р.А. Магомедов – Ставрополь, 2008 – 64 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общая характеристика самостоятельной работы бакалавра по дисциплине "Бережливое производство»	4
План-график выполнения самостоятельной работы	6
Методические рекомендации по изучению теоретического материала	8
Вопросы для собеседования	15
Задания для групповых творческих работ	18
Тесты	22
Литература	41

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, прежде всего в связи с подписанием Болонской конвенции и вступлением России в международное образовательное сообщество, возрастает роль компетентностного подхода в подготовке бакалавров, который предусматривает переход от так называемой «знаниевой» парадигмы к системно-деятельностной. Возрастает роль самостоятельной работы студентов, и в связи с этим, особую значимость в практике современного образования приобретают формы и методы работы, которые стимулируют самостоятельность и творчество студентов.

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Это неотъемлемая составляющая образовательного процесса в высшем учебном заведении. Самостоятельная работа – это активные формы и методы обучения, это единство учебно-воспитательной и научно-производственной работы, это сотрудничество студента с преподавателем.

Самостоятельная работа может быть как аудиторной, так и внеаудиторной и включает: подготовку к аудиторным занятиям и выполнение соответствующих заданий; выполнение самостоятельных заданий в лабораторных практикумах и практических заданиях; работу над отдельными темами учебных дисциплин; выполнение контрольных и курсовых работ, написание рефератов; прохождение практик и выполнение предусмотренных ими заданий; подготовку ко всем видам контрольных испытаний; подготовку к итоговой аттестации и выполнение выпускной квалификационной работы; участие в научной и научно-методической работе, в научных и научно-практических конференциях, семинарах.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА ПО ДИСЦИПЛИНЕ "БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО"

Целью преподавания курса является ознакомление студентов с основными принципами мировой инновационной производственной системы, с особой схемой управления развитых компаний, изучение общих принципов организации бережливого производства.

Задачи дисциплины:

- изучить виды потерь на производстве;
- сформировать представления о понятиях: ценность; поток создания ценности; вытягивание; картирование потока создания ценности, вовлечение в процессы улучшений, решения проблем.
- изучить инструменты бережливого производства на предприятиях.

Цель самостоятельного решения задач - обучение творчески думать, самостоятельно разбираться в различных вопросах применения инструментов бережливого производства. Самостоятельное решение задач значительно повышает учебную активность обучающихся, возбуждает их интерес к решению задач, стимулирует творческую инициативу. Таким образом, повышается эффективность занятия. Самостоятельное решение задач развивает мыслительную деятельность. Не имея возможности копировать решение задачи с доски, обучающийся вынужден сам разбираться в решении задачи, а потому и лучше готовиться к занятиям. Самостоятельное решение математических и теоретических задач часто сокращает время, необходимое для опроса обучающихся на занятиях, так как оценивать успехи учащихся в некоторых случаях можно и по итогам самостоятельного решения задач. Преподаватель получает возможность направлять индивидуальную работу студентов по решению задачи, предотвращать ошибки, указывать пути их исправления.

Цель самостоятельного изучения литературы: систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний; формирование уме-

ний использовать нормативную, научную, справочную документацию и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений;

Цель подготовки к собеседованию - освоить материал, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по дисциплине "Бережливое производство". В ходе собеседования преподаватель ориентирует студента на успешную сдачу экзамена.

Студент в ходе выполнения самостоятельной работы должен овладеть следующими компетенциями и индикаторами:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-3 _{УК-1} Определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.	Проводить анализ производственного процесса на участке машиностроительного производства с выявлением задач оптимизации
УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	ИД-2 _{УК-11} Предупреждает возможные проявления экстремизма, терроризма, коррупционные риски в профессиональной деятельности; исключает вмешательство в свою профессиональную деятельность в случаях склонения к коррупционным правонарушениям.	Владеть системой бездефектного изготовления продукции, исключает вмешательство в свою профессиональную деятельность в случаях склонения к коррупционным правонарушениям
	ИД-3 _{УК-11} Взаимодействует в обществе на основе нетерпимого отношения к проявлениям экстремизма, терроризма коррупционному поведению и противодействует им в профессиональной	Владеть методикой разработки карты потока создания ценности на основе нетерпимого отношения к коррупции

	деятельности.	
ПК-3. Способен обеспечивать качество изделий средней сложности в механосборочном производстве	ИД-1 _{ПК-3} Понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности	Владеть навыками применения инструментов бережливого производства для обеспечения качества изделий машиностроения.
ПК-7. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы	ИД-1 _{ПК-7} Обработывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований	Владеть навыками анализа научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Срок изучения материалов
1	Основные понятия и принципы бережливого производства	1 неделя
2	Разработка потока создания ценности	2 неделя
3	Система «Точно вовремя»	3 неделя
4	Система 5S и визуальное управление	4 неделя
5	Система всеобщего производительного обслуживания оборудования	5 неделя
6	Система быстрой переналадки	6 неделя
7	Система «Канбан»	7 неделя
8	Система бездефектного изготовления продукции	8 неделя

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к лекционным занятиям	1, 2	1, 2	2, 3	1, 2, 3
2	Подготовка к практическим занятиям	1, 2	1, 2	1, 3	1, 2, 3
3	Самостоятельное изучение литературы	1, 2	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Бурнашева, Э. П. Основы бережливого производства : учебное пособие для вузов / Э. П. Бурнашева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 76 с. — ISBN 978-5-507-50105-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/411329>
2. Шатько, Д. Б. Бережливое производство : учебное пособие / Д. Б. Шатько. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2023. — 155 с. — ISBN 978-5-00137-369-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/352586>

Дополнительная литература

1. Галанина, Т. В. Бережливое производство. Практическая часть : учебное пособие / Т. В. Галанина, М. И. Баумгартэн. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. — 63 с. — ISBN 978-5-00137-400-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/399647>
2. Основы бережливого производства : учебное пособие / О. Н. Грудина, Д. В. Запорожец, О. С. Звягинцева [и др.]. — Ставрополь : СтГАУ, 2022. — 128 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/323504>

Методическая литература

1. Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Бережливое производство» – рукопись.
2. Конспект лекций по дисциплине «Бережливое производство» – рукопись.
3. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Бережливое производство» – рукопись

Интернет-ресурсы

1. <http://www.edu.ru/> – Федеральный портал «Российское образование».
2. rsl.ru – Российская государственная библиотека.
3. <http://biblioclub.ru/> – Университетская библиотека online.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Такой перечень должен быть систематизированным.
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге.
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

• При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

• Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

• Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

• Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

• «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фанта-

зирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае молодой ученый будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от аспиранта целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств. В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
8 семестр					
ИД-ЗУК-1, ИД-2УК-11, ИД-3УК-11, ИД-1ПК-3, ИД-1ПК-7	Тема 1- 8	Собеседование	текущий	устный	вопросы для собеседования
ИД-ЗУК-1, ИД-2УК-11, ИД-3УК-11, ИД-1ПК-3, ИД-1ПК-7	Тема 1	Творческие задания	текущий	устный	групповые творческие задания
ИД-ЗУК-1, ИД-2УК-11, ИД-3УК-11, ИД-1ПК-3, ИД-1ПК-7	Тема 8	Творческие задания	текущий	устный	групповые творческие задания
ИД-ЗУК-1, ИД-2УК-11, ИД-3УК-11, ИД-1ПК-3, ИД-1ПК-7	Тема 1- 8	Тестирование	текущий	письменный	комплект тестовых заданий
ИД-ЗУК-1, ИД-2УК-11, ИД-3УК-11, ИД-1ПК-3, ИД-1ПК-7	Тема 1- 8	Собеседование	промежуточный, зачет	устный	Накопительная форма

Вопросы для собеседования

Тема 1. Основные понятия и принципы бережливого производства.

1. Дайте определение понятию «бережливое производство».
2. Чем вызвана необходимость применения концепции «бережливое производство»?
3. Назовите основные виды потерь.
4. Дайте определения и примеры муда первого и второго рода.
5. Поясните сущность видов потерь мура и мури.
6. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», представленных в Федеральном законе «О техническом регулировании» 184-ФЗ от 27.12.2002.
7. Дайте определение терминов «стандартизация» и «стандарт», применяемых в бережливом производстве.
8. Каково назначение стандартов в бережливом производстве?

Тема 2. Разработка потока создания ценности.

1. Дайте определение понятию «управление потоком создания ценности».
2. Назовите шаги разработки потока создания ценности.
3. Каково назначение карты потока создания ценности?
4. Каково назначение диаграммы «спагетти»?
5. Назовите преимущества U-образного размещения оборудования.

Тема 3. Система «Точно вовремя».

1. В чем заключается сущность толкающей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?
2. В чем сущность тянущей системы управления материальными потоками, ее достоинства и недостатки?
3. Объясните схему толкающей системы управления.
4. Объясните схему тянущей системы управления.

Тема 4. Система 5S и визуальное управление.

1. В чем заключается сущность и цели системы 5S?
2. Как осуществляется визуальное управление?
3. Назовите инструменты визуального управления.

Тема 5. Система всеобщего производительного обслуживания оборудования.

1. Дайте определение понятию «Система всеобщего производительного обслуживания оборудования» (TPM).
2. Назовите виды потерь в системе TPM.
3. Назовите направления развертывания системы TPM.
4. Объясните структуру коэффициента общей эффективности оборудования (ОЕЕ).
5. Назовите условия для внедрения системы TPM.
6. Назовите факторы повышения эффективности от внедрения системы TPM.
7. Какие работы выполняются на этапе отдельных улучшений производительности оборудования?
8. В чем заключается сущность системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами?
9. Какие мероприятия выполняются при реализации направления «Система планового обслуживания оборудования»?
10. Раскройте сущность методики пять вопросов «Почему?».

Тема 6. Система быстрой переналадки.

1. Дайте определение понятию «система быстрой переналадки (SMED)».
2. Кто разработал теоретические основы и применил на практике систему быстрой переналадки оборудования?
3. Дайте определения понятий «внешние» и «внутренние» операции по переналадке оборудования.
4. Назовите преимущества использования системы SMED.

Тема 7. Система «Канбан».

1. Дайте определение понятия системы «Канбан».
2. Назовите функции карточек Канбан.

3. Назовите правила реализации системы «Канбан».
4. Назовите виды карточек, применяемых в системе «Канбан».
5. Какая информация указывается в карточках?
6. Каково назначение карточки заказа?
7. Каково назначение сигнальных карточек?
8. Каково назначение треугольных карточек?

Тема 8. Система бездефектного изготовления продукции.

1. Назовите инструменты метода «Дзидока».
2. В чем заключается сущность системы «Пока-ёкэ»?
3. Опишите типы устройств «Пока-ёкэ» по принципу обнаружения
4. ошибок.
5. Опишите типы устройств «Пока-ёкэ» с точки зрения их установки относительно деталей.

1 Критерии оценивания компетенций

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения. Взаимодействует в обществе на основе нетерпимого отношения к коррупции. Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований. Возможны 2...3 ошибки в ответе. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} освоены на повышенном или на базовом уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не понимает причины брака при производстве изделий машиностроения средней сложности. Не определяет и не оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, не выбирает оптимальный вариант её решения. Не взаимодействует в обществе на основе нетерпимого отношения к коррупции. Не обрабатывает и не анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований. Серьезные ошибки в содержании ответа. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: диалог преподавателя со студентом и ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед собеседованием по теме студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} компетенции и индикаторы. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу и выполнить практические работы по темам дисциплины.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- правильность и четкость ответов;

- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе.

Оценочный лист

УК, ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-3 _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-3 _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Задания для групповых творческих работ для проведения практического занятия по теме «Изучение инструментов бережливого производства»

Групповые творческие задания:

1. Перечислите инструменты бережливого производства.
2. Определите коэффициент оперативной готовности.
3. Определите коэффициент технического использования.
4. Определите коэффициент простоя.
5. Определите коэффициент профилактики системы.
6. Сделайте выводы и оформите отчет.
7. К каким инструментам бережливого производства относятся определенный коэффициенты. Поясните.

Таблица 1 – Исходные данные для определения комплексных показателей надежности

№ варианта	t_{oz} , ч.	T_O , ч.	T_B , ч.	№ варианта	t_{oz} , ч.	T_O , ч.	T_B , ч.
1	100	2000	30	6	250	2500	25
2	130	1800	50	7	210	2700	40
3	160	2100	35	8	270	2800	50
4	190	2200	45	9	300	3000	60
5	200	2300	55	10	120	1900	25

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме, студент понимает основные понятия и принципы бережливого производства, основные инструменты бережливого производства, систему бездефектного изготовления продукции, этапы системы 5S. Поставленную задачу студент решает сам, демонстрирует знание ос-

новой и дополнительной литературы. Доклад при защите работы выстроен четко, изложение выразительное, компактное, логичное. Студент при защите правильно отвечает на все вопросы. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе допущены несущественные ошибки, студент хорошо понимает основные понятия и принципы бережливого производства, основные инструменты бережливого производства, систему бездефектного изготовления продукции, этапы системы 5S. Поставленную задачу студент решает сам, демонстрирует знание основной литературы. Допускается 1 – 2 ошибки при защите работы. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе допущены существенные ошибки, студент слабо понимает основные понятия и принципы бережливого производства, основные инструменты бережливого производства, систему бездефектного изготовления продукции, этапы системы 5S. Поставленную задачу студент решает, используя подсказки преподавателя, демонстрирует неполное знание основной литературы. Студент допускает серьезные ошибки при защите работы. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не понимает основные понятия и принципы бережливого производства, основные инструменты бережливого производства. Не знает систему бездефектного изготовления продукции, этапы системы 5S. Серьезные ошибки в содержании ответа при защите работы. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для выполнения задания по дисциплине необходимо использовать практикум по дисциплине "Бережливое производство" для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль подготовки – Технология машиностроения).

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;
- умение использовать методическую и техническую литературу;
- аккуратность оформления.

При защите работы оцениваются:

- четкость и выразительность изложения доклада;
- умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы;
- правильность ответов на вопросы;
- связь проекта с производственным опытом;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

УК, ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-3 _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	последовательность и рациональность выполнения	
	точность расчетов	
	умение использовать методическую и техническую литературу	
	аккуратность оформления	

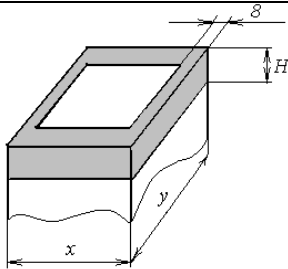
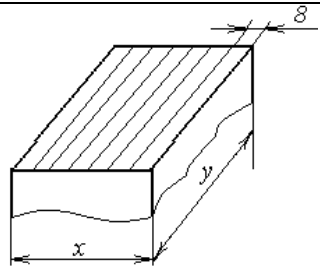
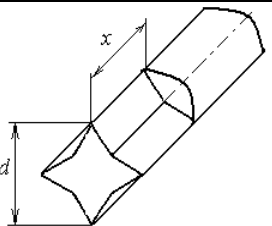
УК, ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
	четкость и выразительность изложения доклада	
	умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы	
	правильность ответов на вопросы	
	связь проекта с производственным опытом	
	инициативность в поиске информации	

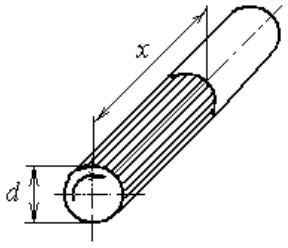
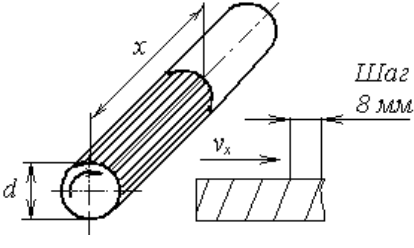
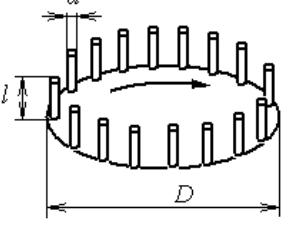
Задания для групповых творческих работ для проведения практического занятия по теме «Определение режимов Финишного плазменного упрочнения»

Групповые творческие задания:

1. Назовите требования предъявляющиеся к материалам, используемым в технологическом процессе ФПУ.
2. Назовите требования предъявляющиеся к упрочняемым ФПУ поверхностям.
3. Зарисуйте типовые модели, которые используются для определения режимов ФПУ.
4. Измените геометрические параметры упрочняемых деталей в изученных примерах и определите режимы ФПУ (1-3 модель).
5. Измените геометрические параметры упрочняемых деталей в изученных примерах и определите режимы ФПУ (4-6 модель).
6. Сделайте выводы и оформите отчет.

Таблица 1 – Типовые модели - примеры объектов упрочнения

Номер модели	Типовые модели	Примеры объектов упрочнения
1		Штамп вырубной (упрочняется поверхность по периметру режущей кромки)
2		Штамп формообразующий, детали форм, прессформ (упрочняется формообразующая поверхность)
3		Фреза концевая, сверло, метчик, нож (упрочняются поверхности режущих кромок без вращения инструмента)

Номер модели	Типовые модели	Примеры объектов упрочнения
4		Развертка, метчик, многолезвийный инструмент (упрочняются цилиндрические поверхности режущих кромок при вращении инструмента и торцевая поверхность)
5		Детали типа «вал» (упрочняется цилиндрическая поверхность при перемещении плазмотрона по винтовой линии)
6		Мелкоразмерный инструмент – сверла, метчики и т.п. (упрочняются поверхности режущих кромок при установке инструмента в оснастку)

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если работа выполнена в полном объеме, студент углубленно понимает систему бездефектного изготовления продукции. Свободно владеет навыками обеспечения качества изделий средней сложности в механосборочном производстве. Уверенно умеет проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы. Поставленную задачу студент решает сам, демонстрирует знание основной и дополнительной литературы. Доклад при защите работы выстроен четко, изложение выразительное, компактное, логичное. Студент при защите правильно отвечает на все вопросы. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе допущены несущественные ошибки, студент с неточностями понимает систему бездефектного изготовления продукции. Хорошо владеет навыками обеспечения качества изделий средней сложности в механосборочном производстве. Под руководством преподавателя умеет проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы. Поставленную задачу студент решает сам, демонстрирует знание основной литературы. Допускается 1 – 2 ошибки при защите работы. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе допущены существенные ошибки, студент с существенными ошибками понимает систему бездефектного изготовления продукции. Хорошо владеет навыками обеспечения качества изделий средней сложности в механосборочном производстве. С грубыми ошибками умеет проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы. Поставленную задачу студент решает, используя подсказки преподавателя, демонстрирует неполное знание основной литературы. Студент допускает серьезные ошибки при защите работы. Компетенции и индикаторы ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он слабо понимает систему бездефектного изготовления продукции. Не владеет навыками обеспечения качества изделий средней сложности в механосборочном производстве. Не умеет проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы. Серьезные ошибки в содержании ответа при защите работы. Компетенции и индикаторы ИД-3_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции и индикаторы ИД-3_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7}.

Для выполнения задания по дисциплине необходимо использовать практикум по дисциплине "бережливое производство" для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль подготовки – Технология машиностроения).

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;
- умение использовать методическую и техническую литературу;
- аккуратность оформления.

При защите работы оцениваются:

- четкость и выразительность изложения доклада;
- умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы;
- правильность ответов на вопросы;
- связь проекта с производственным опытом;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

УК, ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-3 _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-3 _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	последовательность и рациональность выполнения	
	точность расчетов	
	умение использовать методическую и техническую литературу	
	аккуратность оформления	
	четкость и выразительность изложения доклада	
	умение применять теоретические знания основной и дополнительной литературы	
	правильность ответов на вопросы	
	связь проекта с производственным опытом	
	инициативность в поиске информации	

Тесты

Паспорт фонда тестовых заданий

№ п/ п	Проверяемые темы дисциплины	Проверяемые компетенции	Тип теста*			
			зф ¹	оф ²	ус ³	пп ⁴
1	Основные понятия и принципы бережливого производства	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	12	2	-	-
2	Разработка потока создания ценности	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	6	1	-	-
3	Система «Точно вовремя»	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	14	1	1	-
4	Система 5S и визуальное управление	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	6	2	-	-
5	Система всеобщего производственного обслуживания оборудования	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	12	-	1	1
6	Система быстрой переналадки	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	4	-	1	-
7	Система «Канбан»	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	10	1	-	-
8	Система бездефектного изготовления продукции	ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-З _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	14	-	-	-
	Всего		78	7	3	1

* отметить тип теста «+»

¹ задания закрытой формы (с выбором одного или нескольких правильных ответов из предложенного набора вариантов);

² задания открытой формы (ответ формулируется самостоятельно);

³ задания на установление соответствия (с установлением правильного соответствия между элементами двух представленных множеств);

⁴ задания на установление правильной последовательности (с указанием правильного порядка перечисленного набора элементов).

Тема 1. Основные понятия и принципы бережливого производства

Тема 1. Основные понятия и принципы бережливого производства

I:

S: В русской версии термин Lean перевели как

- : малые предприятия
- +: бережливое производство
- : корпорации
- : массовое производство

I:

S: Главное в Лин культуре – опора на фактор, коллективная работа.

- : природный
- : экологический
- : экономический
- +: человеческий

I:

S: "Lean", является идеологией, которая предполагает расходование ресурсов для любых целей, кроме как для создания стоимости для конечного покупателя недопустимым.

- : природной
- : экологической
- : экономической
- +: производственной

I:

S: Бережливое производство является общей философией управления процессом, полученной в основном из ... Production System (TPS).

- +: Toyota
- : Ford
- : Reno
- : AutoCAD

I:

S: Кайдзен - это опыт многих ... компаний, и в первую очередь Toyota.

- : российских
- : африканских
- : европейских
- +: японских

I:

S: 3 принципа KAIZEN: Процессы и результаты; Общие системы;

- +: Нет обвинения

- : Искать виновного
- : Свободное время
- : Нет времени

I:

S: конкурентоспособность предприятия за счет выпуска продукции (оказания услуг) в количестве необходимом заказчику, с высоким качеством, минимальными затратами ресурсов и низкой себестоимостью.

- : малое производство
- : массовое производство
- +: бережливое производство
- : дешевое производство

I:

S: Цели ### производства достигаются за счет снижения или устранения потерь в процессе производства изделий.

- +: бережливого

I:

S: Потери из-за ... – производство изделий, которые не пользуются спросом; производство продукции в большем объеме раньше или быстрее, чем это требуется на следующем этапе процесса.

- +: перепроизводства
- : недовыполнения
- : брака
- : планирования

I:

S: Различают ... первого рода – виды действий, от которых нельзя отказаться немедленно и ... второго рода – виды действий, которые можно устранить немедленно.

- +: потери
- : производство
- : брак
- : технология

I:

S: ... людей угрожает их безопасности и вызывает проблемы с качеством продукции. ... оборудования ведет к сбоям и поломкам.

- : Необученность
- +: Перегрузка
- : Неопытность
- : Необязательность

I:

S: Система организации рабочего места (система ###) – система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины на рабочем месте;

+ : 5S

I:

S: Организация производственного потока – метод работы, при котором станок или процесс обрабатывает не больше одного изделия одновременно.

+ : единичного

- : мелкосерийного

- : серийного

I:

S: Стратегия ... требует непрерывного принятия мер по совершенствованию с участием всех сотрудников данной организации – в равной степени и менеджеров, и рабочих.

+ : кайдзен

+ : совершенствования

- : оплата труда

- : управление

Тема 2. Разработка потока создания ценности

I:

S: Планирование и преобразование процессов с целью минимизации использования имеющихся ресурсов, таких, как материальные ресурсы, время и трудозатраты это

+ : управление потоком создания ценности

- : создание технологии изготовления

- : организация ремонта

- : техническое обслуживание

I:

S: ... потока создания ценности – это описание процесса с использованием системы стандартных обозначений VSM.

+ : картирование

- : определение

- : унификация

- : уменьшение

I:

S: Для описания производственных процессов используется наглядное схематическое представление, получившее название ### потока создания ценности.

- + : карты
- + : карта

I:

S: В производстве выделяют следующие виды потоков:

- + : материальный, информационный, людей или процессов
- : нематериальный, транспортный, людей или процессов
- : информационный, процессов

I:

S: служат первичным документальным свидетельством, отражающим результаты наблюдения за выполнением той или иной производственной операции.

- : технологические карты
- + : контрольные листки
- : чертежи деталей
- : операционные эскизы

I:

S:— документ с графическим отображением траектории, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности на заводе, работающем по технологии массового производства.

- : Кривая Гаусса
- : Операционная карта
- : Эскизная карта
- + : Диаграмма «спагетти»

I:

S:— работа, при которой один оператор может обслуживать несколько станков разного типа.

- : ремонтное производство
- + : многостаночное обслуживание
- : работа на универсальной станке
- : единичное производство

Тема 3. Система «точно вовремя»

I:

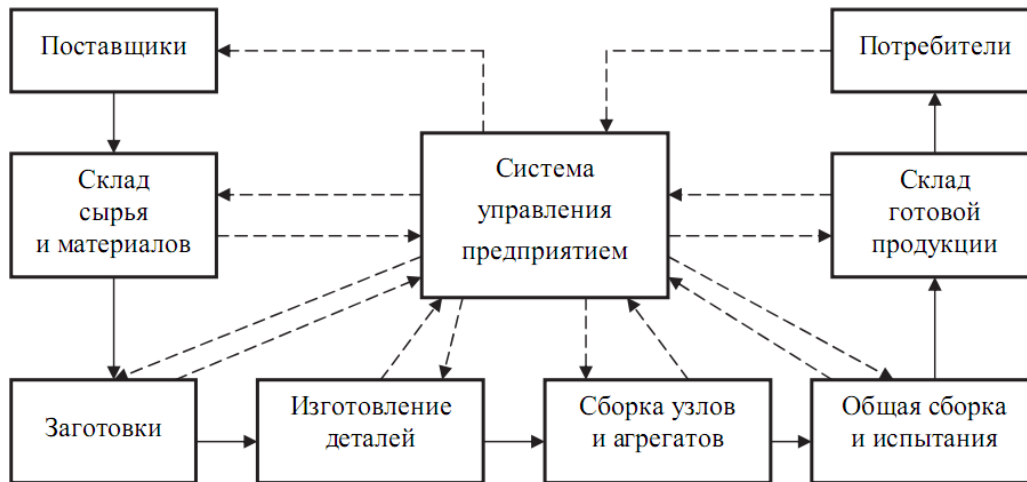
S: - предметы труда подаются с предыдущей технологической операции на последующую операцию в соответствии с заранее сформированным жестким производственным графиком.

- + : выталкивающая система управления
- : заталкивающая система управления
- : вытягивающая система управления
- : складская система управления

I:

S: На рисунке представлена схема

- : вытягивающей системы управления
- +: выталкивающей системы управления
- : заталкивающей системы управления
- : машиностроительной системы управления



I:

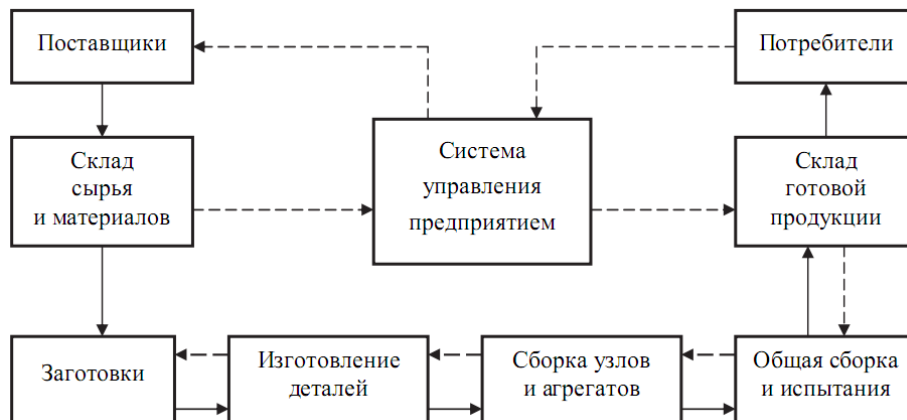
S:..... – предметы труда подаются с предыдущей стадии производственного процесса на последующую только тогда, когда в них возникает потребность.

- : Реальная система управления
- +: Вытягивающая система управления
- : Массовая система управления
- : Выталкивающая система управления

I:

S: На рисунке представлена схема

- : связи с поставщиками
- +: вытягивающей системы управления
- : выталкивающей системы управления
- : машиностроительной системы управления



I:

S: Ориентирована на небольшое число поставщиков, поставки частые, не-
большими партиями -

- : объединяющая система управления
- : выталкивающая система управления
- : реальная система управления
- +: вытягивающая система управления

I:

S: Ориентация на максимальную загрузку производственных мощностей -

- : объединяющая система управления
- +: выталкивающая система управления
- : машиностроительной системы управления
- : вытягивающая система управления

I:

S: Централизованное оперативное управление производством -

- : объединяющая система управления
- +: выталкивающая система управления
- : машиностроительной системы управления
- : вытягивающая система управления

I:

S: Запасы в виде незадействованных мощностей (станков) -

- : объединяющая система управления
- : выталкивающая система управления
- : машиностроительной системы управления
- +: вытягивающая система управления

I:

S: Операционный задел минимален за счет синхронизации производства -

- : объединяющая система управления
- : выталкивающая система управления
- : машиностроительной системы управления
- +: вытягивающая система управления

I:

S: Размер партии готовой продукции соответствует плановому выпуску -

- : объединяющая система управления
- +: выталкивающая система управления
- : машиностроительной системы управления
- : вытягивающая система управления

I:

S: При организации производства по принципам «Точно вовремя» используется система управления материальными потоками типа.

- + : вытягивающего
- : массового
- : единичного
- : организованного

I:

S: Применение системы «### вовремя» позволяет выпускать продукцию с высоким качеством и низкой себестоимостью, сократить сроки производства изделий и производственные площади.

- + : Точно

I:

S: Соответствие определений методов и инструментов бережливого производства

- L1: Вытягивание
- L2: Канбан
- L3: Система 5S
- L4: Стандартизированная работа
- R1: способ организации производства «от конца к началу» по такту, ориентированному на ежедневный темп спроса на продукцию.
- R2: инструмент, обеспечивающий информационное и физическое управление выпуском определенного количества продукции на каждом этапе в соответствии со спросом.
- R3: система организации рабочих мест
- R4: разработка наилучших действий и оптимального времени выполнения операций для повышения эффективности производства.

I:

S:– это наилучший способ выполнения какой-либо деятельности с использованием приёмов, наиболее эффективных с точки зрения сокращения потерь, удобства для исполнения и скорости работы.

- + : Стандарт
- : Механизация
- : Автоматизация
- : 5S

I:

S: Время, необходимое для производства одного изделия это

- : время такта
- + : время цикла
- : оперативное время

-: основное время

I:

S: Стандартные запасы – это уровень запасов, необходимых для выполнения производственного цикла.

-: максимальный

+: минимальный

-: накопленный

Тема 4. Система 5S и визуальное управление

I:

S: Система 5S – это комплекс мероприятий по организации

+: рабочего места

-: отдыха рабочих

-: экологичности продукта

-: технического обслуживания

I:

S: Цель системы 5S - снижение числа ### случаев на производстве

+: несчастных

I:

S: – практика наглядного представления производственного процесса с отражением прошлого, настоящего и будущего состояний.

-: Виртуальное управление

+: Визуальное управление

-: Командное управление

-: Перспективное управление

I:

S:– значит обвести контуром сборочные приспособления и инструменты там, где они должны постоянно храниться

-: Упорядочить

-: Обведение

-: Складеировать

+: Оконтурировать

I:

S: маркировка указывает, для чего конкретно используются те или иные детали, инструменты, приспособления и пресс-формы.

+: Цветовая

-: Методическая

-: Голосовая

-: Магнитная

I:

S: Сигнальные лампы работают следующим образом: если технологический процесс выполняется нормально, горит ### лампа;

+: зеленая

если в процессе возникают несерьезные проблемы, включается ### лампа;

+: желтая

при возникновении серьезной проблемы, требующей остановки процесса, включается лампа ### цвета.

+: красного

I:

S: Диаграмма дает возможность оценить потери на все перемещения, понять, какие маршруты самые длинные и часто повторяющиеся и, соответственно, требуют обратить на них внимание.

+: «спагетти»

-: Гудмана

-: продвижения

-: Парето

I:

S: Процесс воспроизведения геометрических параметров объекта в цифровой форме это

-: реверс-инжиниринг

-: конструирование

-: фотографирование

Тема 5. Система всеобщего производительного обслуживания оборудования

I:

S: Система оборудования - система, позволяющая обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала.

+: всеобщего производительного обслуживания

-: ежегодного планирования

-: всеобщего ремонта

I:

S: Средством достижения цели всеобщего производительного обслуживания оборудования служит создание механизма, который ориентирован на достижение «..... поломок», «..... несчастных случаев», «..... брака».

- + : нуля
- : минимума
- : оптимума
- : единицы

I:

S: В настоящее время рассматривают три поколения системы ТРМ

L1: первого поколения

L2: второго поколения

L3: третье поколение

R1: устранение и предотвращение всех потерь, возникающих на рабочих местах вследствие поломок, выпуска бракованной продукции и т. д.

R2: направлена на оптимизацию всего производственного процесса, улучшение работы обеспечивающих подразделений.

R3: введение еще двух дополнительных направлений: улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

I:

S: В системе ТРМ выделяют три группы потерь. Укажите лишнюю.

- : Потери времени функционирования оборудования
- : Потери рабочего времени
- : Потери энергии, сырья, материалов и времени из-за ремонта инвентаря:
- + : Потери из-за технического обслуживания

I:

S: Для оценки эффективности работы оборудования в системе ТРМ используется

- : коэффициент загрузки оборудования
- + : коэффициент общей эффективности оборудования
- : коэффициент технического обслуживания
- : коэффициент использования мощности

I:

S: Коэффициент - отношение фактического времени работы оборудования к времени производственного цикла.

- + : использования планового фонда времени работы оборудования
- : использования технических возможностей оборудования
- : производства

I:

S: Коэффициент - отношение текущей выработки к запланированной, характеризует потери из-за приостановок и холостого хода, из-за снижения скорости обработки.

- : использования планового фонда времени работы оборудования
- +: использования технических возможностей оборудования
- : годной продукции

I:

S: Коэффициент - отношение количества качественных изделий к общему числу изготовленных изделий, характеризует потери из-за брака и переделок, при запуске оборудования.

- : использования планового фонда времени работы оборудования
- : использования технических возможностей оборудования
- +: годной продукции

I:

S: Чем лучше и детальнее проработана, тем больше потенциальный эффект от внедрения системы ТРМ.

- +: технологическая документация
- : ремонтная документация
- : техника безопасности
- : программа выпуска

I:

S: Ключевым направлением развертывания системы ТРМ является система

- +: самостоятельного обслуживания оборудования операторами
- : обслуживания оборудования наладчиками
- : обслуживания оборудования ремонтниками
- : обслуживание оборудования механиками

I:

S: Методика «.....» позволяет передавать знания и навыки обслуживания оборудования; расширять область знаний и приобретать навыки в короткие сроки; повышать уровень осведомленности о производственном процессе.

- +: Урок на одном листе
- : Урок на пяти листах
- : Урок у мастера
- : Урок в книге

I:

S: Несчастные случаи возникают в соответствии с принципом Генриха (Heinrich)

- +: 1:29:300.

- : 5:1:100
- : 3:30:3000
- : 300:1:29

I:

S: Значительного повышения уровня техники безопасности можно получить за счет

- : системы расширения производства
- : расширения производственных площадей
- : модернизации оборудования
- +: системы взаимной ответственности

I:

S: Методика 4R реализуется в следующем порядке:

- 1R: Какая здесь кроется опасность?
- 2R: Опасные факторы
- 3R: Что бы вы сделали?
- 4R: Мы сделаем так

Тема 6. Система быстрой переналадки

I:

S: – процесс подготовки оборудования к переходу от производства одного вида продукции к другому путем замены деталей, пресс-форм, матриц, зажимных приспособлений и т.п.

- : Ремонт
- : Техническое обслуживание
- : Настройка
- +: Переналадка

I:

S: Промежуток между завершением производства последнего изделия предыдущей партии до выхода из производства первого годного изделия после переналадки

- : Скорость переналадки
- +: Время переналадки
- : Процесс переналадки
- : Ритм переналадки

I:

S: Операции, которые можно производить только на отключенном оборудовании (установка и снятие штампов)

- +: внутренние операции по переналадке
- : внешние операции по переналадке

- : безопасные операции
- : сложные операции

I:

S: Операции и их доли времени при переналадке

L1: Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д.

L2: Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д.

L3: Измерения, установка параметров, калибровка

L4: Пробные прогоны и корректировки

R1: 30 %

R2: 5 %

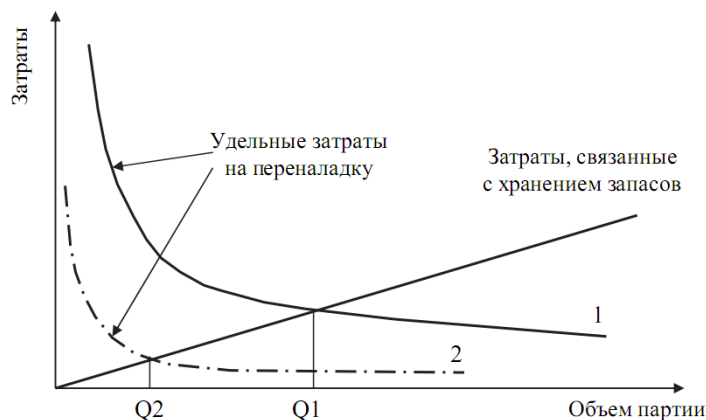
R3: 15%

R4: 50%

I:

S: С уменьшением удельных затрат на переналадку оборудования (см. рис.) затраты, связанные с хранением запасов, и объем партии изделий

- +: снижаются
- : возрастают
- : остаются неизменными



Тема 7. Система «КАНБАН»

I:

S: Система «Канбан» — это система управления, реализующая основной принцип производственной системы — производить необходимую продукцию в требуемом количестве и

- : с запасом времени
- +: в нужное время
- : с задержкой по времени
- : с опережением графика

I:

S: Канбаном называется контрольная карточка, используемая при производстве.

- + : вытягивающем
- : выталкивающим
- : быстром
- : массовом

I:

S: Карточка прикрепляется к детали или узлу, информируя о том, откуда поступила та или иная деталь и куда она должна быть перемещена дальше.

- + : канбан
- : жетон
- : 5S
- : контроля

I:

S: Существует два вида системы «Канбан»: тарный и ###.

- + : бумажный

I:

S: Канбан сообщает предыдущему процессу вид и количество продукции, которую надо изготовить для следующего процесса.

- + : производства
- : отбора
- : перемещения
- : производительности

I:

S: Канбан дает разрешение на передачу изделий следующему процессу.

- : производства
- + : отбора
- : перемещения
- : производительности

I:

S: ... вводится в действие только при чрезвычайных обстоятельствах, например, когда надо доукомплектовать отбракованные узлы, при поломке станков, необходимости временно увеличить объем производства.

- + : экспресс-карточка
- : круглая карточка
- : сигнальный Канбан
- : треугольная карточка

I:

S: В системе «Канбан» на предыдущих этапах производства выпускается было изъято последующим процессом.

- +: ровно столько деталей, сколько
- : больше, чем
- : меньше, чем
- : деталей независимо от того, что

I:

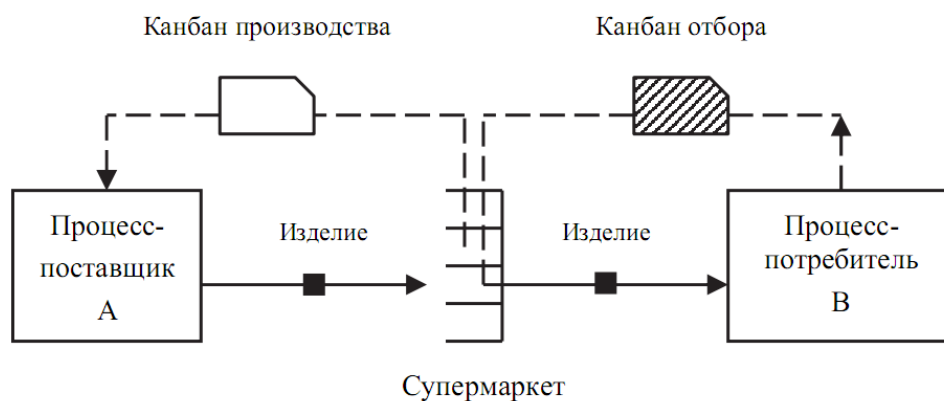
S: При реализации этого метода деталь, первая поступившая на хранение или на обработку, первой выходит со склада или из процесса.

- +: Метод ФИФО
- : Метод контроля
- : Метод вытягивания

I:

S: На рисунке Схема движения Канбан с использованием

- : отбора
- +: супермаркета
- : производства



I:

S: Количество карточек Канбан можно рассчитать по формуле

-: $t = \frac{T_c}{V},$

+: $n = \frac{DT(1+S)}{C},$

-: $p = \frac{\Pi}{t},$

Тема 8. Система бездефектного изготовления продукции

I:

S: На предприятиях Японии используется программа обеспечения качества продукции, получившая название «пять ...».

- + : не
- : ошибок
- : проверок
- : да

I:

S: В японской системе бездефектного изготовления продукции лишним элементом является

- : контроль у источника ошибок
- + : наказание виновника ошибок
- : сплошной контроль
- : быстрая обратная связь
- : применение устройств, предупреждающих появление ошибок

I:

S: ... – группа работников, регулярно собирающихся на добровольных началах для выявления проблем, влияющих на эффективность производства и качество продукции, и подготовки предложений по их устранению.

- : отдел технического контроля
- : совещание у директора по качеству
- + : кружок контроля качества

I:

S: Число участников кружка качества на японских предприятиях обычно

- : от 10 до 20 человек
- : от 1 до 3 человек
- : от 25 до 40 человек
- + : от 4 до 8 человек

I:

S: Обеспечивает простой графический способ классификации причин от наиболее до наименее важных

- : причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы)
- + : диаграмма Парето
- : диаграмма рассеяния (разброса)
- : гистограмма

I:

S: Графическое отображение взаимосвязи между различными видами данных отображает

- : причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы)
- : диаграмма Парето
- +: диаграмма рассеяния (разброса)
- : гистограмма

I:

S: Обобщение конструкторских решений, зафиксированных в государственных стандартах - это ...

- +: стандартизация
- : унификация
- : нормализация
- : гостизация

I:

S: Обобщение конструкторских решений в виде внутризаводских и ведомственных нормалей - это

- +: нормализация
- : стандартизация
- : унификация
- : конструктивизация

I:

S: Обобщение конструкторских решений без оформления специальной документации - это ...

- +: унификация
- : стандартизация
- : нормализация
- : конструктивизация

I:

S: Статистический анализ действительных размеров деталей проводится с целью ...

- : определить квалификацию рабочего
- +: определить точность настройки оборудования и вероятность появления брака
- : создать бездефектное производство

I:

S: Встраивание качества в производственный процесс проводится с целью ...

- : определить квалификацию рабочего
- : определить точность настройки оборудования и вероятность появления брака

+ : создать бездефектное производство

I:

S: Привнесение интеллекта в автоматы, способные самостоятельно обнаружить первый дефект, сразу остановиться и сигнализировать о том, что возникла проблема это ...

+ : автономизация

- : роботизация

- : киборгизация

- : сигнализация

I:

S: устройство пока-ёкэ – мощное корректирующее устройство, поскольку с его помощью останавливается процесс до устранения дефектных условий.

+ : Контролирующее

- : Предупреждающее

- : Указывающее

I:

S: устройство пока-ёкэ допускает продолжение обработки, приводящей к дефектам, если рабочие не реагируют на сигналы.

+ : Разрешающее

+ : Предупреждающее

- : Указывающее

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: ответ студентом на вопросы по темам дисциплины. Перед тестированием по теме студент должен выполнить и защитить практические работы.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенции ИД-З_{УК-1}, ИД-2_{УК-11}, ИД-3_{УК-11}, ИД-1_{ПК-3}, ИД-1_{ПК-7}. Освоение компетенций на повышенном уровне предполагает изучение дополнительной научной и учебной литературы и четкие ответы на вопросы без ошибок. При освоении компетенции на базовом уровне студент изучил основную литературу, при ответе возможны 2...3 негрубые ошибки.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо изучить рекомендуемую литературу. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования своими конспектами лекций, методическими указаниями по дисциплине, тетрадями по практическим занятиям и лабораторным работам, справочными таблицами.

При проверке задания, оцениваются:

- степень усвоения программного материала;
- способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников;
- правильность и четкость ответов;
- правильность речи в быстром или умеренном темпе;
- умение использовать методическую, научную и техническую литературу;
- инициативность в поиске информации.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-З _{УК-1} , ИД-2 _{УК-11} , ИД-3 _{УК-11} , ИД-1 _{ПК-3} , ИД-1 _{ПК-7}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Литература.

1. В. Сенашенко. Самостоятельная работа студентов: актуальные проблемы / В. Сенашенко, Н. Жалнина // Высшее образование в России №7, 2006. – с. 103-109.

2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы. Разработано директором департамента по учебно-методической работе Т.Н. Фадеевой, начальником методического отдела Е.Е. Дурневой // МГГУ им. М.А. Шолохова. Москва, 2010. – 48 с.

3. ГОСТ 2.104-98 ЕСКД. Основные надписи. – М. : Изд. стандартов, 1998.

4. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М. : Госстандарт, 1995.

5. ГОСТ 7.203. Библиографическая запись. Библиографическое описание. – М. : ИПК Изд. стандартов, 2003.

6. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы.

7. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин.