



Данный справочник разработан для повышения осведомленности работников ПАО «ОДК-Сатурн» о работе предприятия и выпускаемой продукции, содержит информацию общетехнического характера и подробное описание процесса технического контроля продукции.

Каждый раздел справочника содержит перечень нормативной документации, где сформулированы требования к выполнению работ в ПАО «ОДК-Сатурн». Нормативные документы расположены на корпоративном портале предприятия, в разделе КИС НД.


Назначение справочника – помощь в работе контролерам и другим работникам подразделений качества.

*Разрешен внос/вынос с территории ПАО «ОДК-Сатурн» на основании заключения экспертной комиссии о возможности открытого опубликования от 25.07.2023*

2023 год

*ПАО «ОДК-Сатурн» – один из лидеров отечественного газотурбостроения. На протяжении века оно поставляет двигатели и агрегаты для гражданской авиации, для флота, выпускает энергоустановки для ТЭКа, тем самым вносит весомый вклад в укрепление обороноспособности, развитие промышленного, технологического потенциала нашей страны.*

*В.В. Путин*



## **ДЕКЛАРАЦИЯ О КАЧЕСТВЕ**


### **ПАО «ОДК-САТУРН»**

**ВСЕМ СОТРУДНИКАМ ПАО «ОДК-САТУРН»:**

**Рабочему, контролеру, мастеру, инженеру, служащему, руководителю**

- Каждый сотрудник ПАО «ОДК-Сатурн» обязан соблюдать требования технологических процессов, инструкций, стандартов, обеспечивающих качественное выполнения задания на своем рабочем месте при любых, даже неблагоприятных обстоятельствах
- Срочность не является оправданием для нарушения технологических процессов, инструкций, стандартов. Выполнение порученной работы в срок должно быть обеспечено улучшением планирования и повышением производительности
- Каждый сотрудник ПАО «ОДК-Сатурн» обязан заявлять своему непосредственному руководителю о проблемах, мешающих качественно выполнить порученную работу
- Каждый руководитель обязан принимать меры к устранению проблем, мешающих подчиненным качественно выполнять порученную работу

Заместитель генерального директора -  
Управляющий директор ПАО «ОДК-Сатурн»



07.09.2017 В.А. Поляков

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| РАЗДЕЛ 1: ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ, ПРОДУКЦИИ, ПРОФЕССИИ .....                   | 9  |
| 1.1 Продукция ПАО «ОДК-САТУРН» .....   | 9  |
| 1.2 ПРОФЕССИЯ КОНТРОЛЕР .....  | 12 |
| 2.1 ОСНОВЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ.....   | 14 |
| 2.1.1 Метод прямоугольного проецирования. Основные положения .....                     | 14 |
| 2.1.2 Виды.....  | 15 |
| 2.1.3 Разрезы .....  | 17 |
| 2.1.4 Сечения.....   | 20 |
| 2.1.5 Нанесение размеров и их предельных отклонений .....                              | 22 |
| 2.1.6 Изображение и обозначение резьбы на чертеже.....                                 | 25 |
| 2.1.7 Обозначение допусков формы и расположения поверхностей.....                      | 29 |
| 2.1.8 Обозначение шероховатости поверхностей на чертеже.....                           | 34 |
| 2.1.9 Обозначение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки.....      | 36 |
| 2.1.10 Указание на чертежах о маркировании и клеймении .....                           | 37 |
| 2.1.11 Технические требования чертежа детали.....                                      | 38 |
| 2.1.12 Сборочные чертежи .....   | 39 |
| 2.1.12.1 Изображение и обозначение швов сварных соединений на сборочных чертежах ..... | 41 |
| 2.1.13 Передатки зубчатые.....   | 45 |
| 2.2 РАБОТА С КОНСТРУКТОРСКО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ.....                       | 61 |
| 2.2.1 Технологическая документация.....  | 61 |
| 2.2.2 Временное технологическое указание.....  | 66 |
| 2.2.3 Внедрение новых технологических процессов и их изменений на рабочем месте .....  | 67 |
| 2.3 ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ .....  | 70 |
| 2.3.1 Металлы и их свойства.....   | 70 |
| 2.3.2 Чугуны .....   | 71 |
| 2.3.3 Углеродистые и легированные стали.....   | 71 |
| 2.3.4 Цветные металлы и их сплавы .....  | 75 |
| 2.3.5 Твердые сплавы .....   | 76 |
| 2.3.7 Химико-термическая обработка .....   | 79 |
| 2.3.8 Методы определения механических свойств .....                                    | 80 |
| 2.3.8.1 Испытание на растяжение .....  | 80 |
| 2.3.8.2 Испытание на твёрдость .....   | 82 |
| 2.3.8.3 Испытание на удар .....  | 84 |
| 2.3.9 Методы физико-химического анализа материалов .....                               | 84 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| 2.3.10      | Гальванические покрытия .....  | 87  |
| 2.3.10.1    | Меднение .....   | 88  |
| 2.3.10.2    | Цинкование .....   | 88  |
| 2.3.10.3    | Никелирование .....  | 89  |
| 2.3.10.4    | Хромирование.....  | 90  |
| 2.3.10.5    | Кадмирование.....  | 90  |
| 2.3.10.6    | Свинцевание .....  | 91  |
| 2.3.10.7    | Покрытие олово – свинец .....  | 91  |
| 2.3.10.8    | Серебрение.....  | 91  |
| 2.3.10.9    | Покрытие никель-кадмий .....   | 92  |
| 2.3.10.10   | Дефектоскопическое травление .....   | 92  |
| 2.3.10.12   | Фосфатирование .....   | 94  |
| 2.3.10.13   | Электрополирование сталей.....   | 95  |
| 2.3.10.14   | Анодное оксидирование деталей из алюминия и алюминиевых сплавов .....      | 95  |
| 2.3.10.14.1 | Глубокое анодное оксидирование деталей из алюминиевых сплавов .....        | 96  |
| 2.3.10.15   | Специальные покрытия .....   | 96  |
| 2.3.10.16   | Обезводораживание .....  | 97  |
| 2.3.10.17   | Методы контроля гальванических покрытий.....                               | 97  |
| 2.4.1       | Методы получения заготовок .....   | 104 |
| 2.4.1.1     | Заготовки, получаемые литьем .....   | 104 |
| 2.4.1.2     | Заготовки, получаемые обработкой давлением.....                            | 107 |
| 2.4.2       | Виды механической обработки .....  | 109 |
| 2.4.2.1     | Точение .....  | 109 |
| 2.4.2.2     | Фрезерование.....  | 113 |
| 2.4.2.3     | Сверление, зенкерование, развертывание .....                               | 115 |
| 2.4.2.4     | Протягивание.....  | 120 |
| 2.4.2.5     | Методы абразивной обработки .....  | 122 |
| 2.4.3       | Приспособления, применяемые при механической обработке.....                | 130 |
| 2.4.4       | Электрофизические и электрохимические методы обработки .....               | 132 |
| 2.4.5       | Точность обработки и шероховатость поверхности при обработке деталей ..... | 135 |
| 2.5         | Допуски и посадки.....   | 136 |
| 2.5.1       | Взаимозаменяемость и точность обработки.....                               | 136 |
| 2.5.2       | Точность геометрической формы .....  | 136 |
| 2.5.3       | Точность взаимного расположения поверхностей.....                          | 137 |
| 2.5.4       | Шероховатость поверхности.....   | 138 |
| 2.5.5       | Точность размера.....  | 138 |
| 2.5.6       | Основные нормы взаимозаменяемости.....                                     | 140 |



|   |     |
|---|-----|
| 2.5.7 Допуски резьбовых соединений .....                              | 148 |
| 2.5.8 Размерные цепи.....   | 151 |
| 2.6 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ .....  | 154 |
| 2.6.1 Аттестация СП .....   | 156 |
| 2.6.2 Паспорт СП.....   | 157 |
| 2.6.3 Критические параметры СП.....                                   | 157 |
| 2.6.4 Регистрация параметров СП.....                                  | 158 |
| 2.6.5 Хранение записей объективного контроля .....                    | 159 |
| 2.7 ДИРЕКТИВНЫЕ ТП. ОСОБО ОТВЕТСТВЕННЫЕ ОПЕРАЦИИ .....                | 160 |
| 2.8 СБОРКА .....  | 162 |
| 2.9 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЧИСТОТА.....   | 172 |
| 2.9.1 Промывка и прокачка ДСЕ .....                                   | 173 |
| 2.9.2 Испытания на герметичность .....                                | 174 |
| 2.9.3 Оборудование для обеспечения промышленной чистоты .....         | 174 |
| 2.10 ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ И АГРЕГАТОВ .....                           | 175 |
| 2.11 РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЯ .....   | 178 |
| 2.12 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ .....                     | 180 |
| 2.12.1 Основные метрологические показатели .....                      | 180 |
| 2.12.2 Основы технических измерений.....                              | 181 |
| 2.12.3 Измерительная система .....                                    | 183 |
| 2.12.4 Штангенинструменты.....  | 185 |
| 2.12.4.1 Штангенциркуль. Разновидности и особенности их конструкции . | 185 |
| 2.12.4.1.2 Штангенциркуль ШЦ2.....                                    | 186 |
| 2.12.4.1.3 Штангенциркуль ШЦЗ.....                                    | 187 |
| 2.12.4.2 Правила чтения показаний.....                                | 188 |
| 2.12.4.3 Основные типы нониусов .....                                 | 189 |
| 2.12.4.3.1 Типы измерений .....                                       | 190 |
| 2.12.4.3.2 Последовательность действий при измерении .....            | 190 |
| 2.12.4.4 Ошибки в измерениях .....                                    | 191 |
| 2.12.4.5 Штангенглубиномеры .....                                     | 192 |
| 2.12.4.6 Штангенрейсмас ШР .....                                      | 193 |
| 2.12.5 Микрометрический инструмент .....                              | 195 |
| 2.12.5.1 Микрометры. Особенности конструкции .....                    | 195 |
| 2.12.5.2 Правила чтения показаний .....                               | 197 |
| 2.12.5.3 Проверка нулевого положения микрометра.....                  | 197 |
| 2.12.5.4 Последовательность действий при измерении .....              | 198 |
| 2.12.5.5 Примеры измерений .....                                      | 200 |
| 2.12.5.6 Ошибки измерений .....                                       | 201 |
| 2.12.5.7 Микрометрический глубиномер.....                             | 202 |
| 2.12.5.8 Микрометрический нутромер .....                              | 203 |

|   |            |
|---|------------|
| 2.12.6 Индикаторы и индикаторный инструмент .....   | 206        |
| 2.12.6.1 Правила чтения показаний .....   | 206        |
| 2.12.6.2 Правила проведения измерений.....  | 207        |
| 2.12.6.3 Индикаторы.....  | 210        |
| 2.12.6.3.1 Индикатор часового типа ИЧ .....   | 210        |
| 2.12.6.3.2 Индикатор рычажно-зубчатый ИРБ .....   | 211        |
| 2.12.6.4 Виды индикаторного инструмента .....   | 212        |
| 2.12.6.4.1 Индикаторный глубиномер ГИ .....   | 213        |
| 2.12.6.4.2 Индикаторная скоба СИ .....  | 214        |
| 2.12.8 Средства измерения углов .....   | 220        |
| 2.12.9 Средства контроля .....  | 228        |
| 2.12.9.1 Калибры для контроля валов. Калибры -скобы.....  | 228        |
| 2.12.9.2 Калибры для контроля отверстий. Калибры- пробки .....  | 230        |
| 2.12.10 Плоскопараллельные концевые меры длины .....  | 232        |
| 2.12.11 Методы контроля и измерения резьбы .....  | 235        |
| 2.12.12 Методы, средства измерения и контроля шероховатости.....  | 238        |
| <b>РАЗДЕЛ 3: ПРИНЦИПЫ СМК И ТРЕБОВАНИЯ К СМК.....</b>   | <b>241</b> |
| 3.1 Основные понятия и принципы .....   | 241        |
| 3.2 Сертификация СМК, производства и ремонта. Лицензирование.....   | <b>245</b> |
| 3.3 Политика в области качества.....  | 247        |
| 3.4 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЕТОВ (СУБП) В ОРГАНИЗАЦИИ<br>ИЗГОТОВИТЕЛЕ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ..... | 249        |
| 3.5 Документы СМК. Выписки .....  | 250        |
| 3.6 Аудиты по качеству .....  | 256        |
| 3.7 МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ .....   | 258        |
| 3.7.1 Обеспечение единства измерений.....   | 258        |
| 3.7.2 Поверка и калибровка средств измерений.....   | 261        |
| 3.7.3 Проверка, испытание технологической оснастки и проверка средств<br>контроля. ....                       | 265        |
| <b>РАЗДЕЛ 4: ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ КОНТРОЛЯ.....</b>  | <b>267</b> |
| 4.1 Понятие, виды технического контроля продукции и исполнители<br>контроля .....                             | 267        |
| 4.2 Подготовка рабочего места контролера .....  | 269        |
| 4.3 Продукция и сопроводительная документация .....   | 272        |
| 4.3.1 Идентификация и прослеживаемость.....   | 273        |
| 4.3.2 Виды сопроводительных документов .....  | 274        |
| 4.3.3 Ведение записей в сопроводительной документации.....  | 275        |
| 4.3.4 Производственно-контрольная документация.....   | 277        |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| 4.4  | Порядок ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ И ПРИЕМКИ ПРОДУКЦИИ .....   | 278        |
| 4.4.1  | Предъявление продукции БТК/ОТК .....   | 279        |
| 4.4.2  | Предъявление ПЗ .....  | 280        |
| 4.5  | РЕГИСТРАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ .....   | 281        |
| 4.5.1  | Регистрация результатов контроля в заготовительных, сборочно-ремонтных, ремонтных, механических и механосборочных подразделениях ..... | 281        |
| 4.5.2  | Регистрация результатов контроля в испытательном подразделении .....   | 281        |
| 4.5.3  | Регистрация результатов контроля в сборочных подразделениях .....  | 282        |
| 4.5.4  | Регистрация результатов контроля в бюро входного контроля .....  | 282        |
| 4.6  | КЛЕЙМЕНИЕ, МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ .....  | 283        |
| 4.6.1  | Учет клейм .....   | 285        |
| 4.6.2  | Ответственность за личное клеймо .....   | 286        |
| 4.6.3  | Основные условные обозначения клейм, пломбиров .....   | 286        |
| 4.7  | УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПРОДУКЦИЕЙ .....  | 288        |
| 4.7.1  | Несоответствующая продукция .....  | 288        |
| 4.7.2  | Изолирование, хранение и учет несоответствующей продукции (брака) .....  | 289        |
| 4.7.3  | Совет по качеству .....  | 289        |
| 4.7.4  | Оформление несоответствующей продукции. Виды документов .....  | 290        |
| 4.7.5  | Брак в производстве .....  | 291        |
| 4.7.6  | Виды дефектов .....  | 292        |
| 4.7.7  | Несоответствия при ремонте .....   | 292        |
| 4.7.8  | Аутентичность продукции. Продукция, заподозренная как подделка .....   | 293        |
| <b>РАЗДЕЛ 5: ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ.....</b> |  | <b>296</b> |
| 5.1  | КУЛЬТУРА ПРОИЗВОДСТВА .....  | 296        |
| 5.1.1  | Общие сведения о культуре производства.....  | 296        |
| 5.1.2  | Основные принципы КП.....  | 296        |
| 5.1.3  | Объекты КП на рабочем месте.....   | 297        |
| 5.1.4  | Объекты КП в рамках группы/участка/цеха.....   | 298        |
| 5.1.5  | Последствия несоблюдения КП.....   | 299        |
| 5.1.6  | Ответственность за обеспечение КП .....  | 299        |
| 5.1.7  | Требования к комплектности инструментальных ящиков (бортсумки)....   | 300        |
| 5.2  | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИСЦИПЛИНА .....   | 301        |
| 5.2.1  | Оборудование, оснастка, средства контроля (СК), средства измерения (СИ) .....  | 302        |
| 5.2.2  | Материалы. Основные и вспомогательные. ПКИ .....   | 303        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 5.2.2.1 | Взаимодействие с поставщиками продукции, используемой при производстве и ремонте ДСЕ/ двигателей .....                   | 304 |
| 5.2.2.2 | Продукция, используемая при производстве и ремонте ДСЕ/ двигателей.....  | 304 |
| 5.2.2.3 | Входной контроль продукции поставщика .....  | 306 |
| 5.2.2.4 | Порядок работ при выполнении входного контроля продукции поставщика.....   | 307 |
| 5.2.2.5 | Оформление результатов входного контроля продукции. ....   | 309 |
| 5.2.2.6 | Применение и хранение продукции поставщика при производстве и ремонте ДСЕ/ двигателей в подразделениях предприятия. .... | 310 |
| 5.2.2.7 | Действия при выявлении несоответствий продукции поставщика .....   | 311 |
| 5.2.3   | Аттестация исполнителей.....   | 312 |
| 5.2.4   | Актуальность технологической документации .....  | 314 |
| 5.2.5   | Контроль первой детали.....  | 316 |
| 5.3     | Порядок делегирования полномочий по самоконтролю.....  | 317 |
| 5.4     | Инспекционный контроль за исполнителями с правом самоконтроля и контролерами.....  | 317 |
|         | ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....   | 319 |
|         | ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....   | 321 |
|         | ПАМЯТКА КОНТРОЛЕРУ.....  | 336 |
|         | Правильный итог работы контролера – годная продукция, переданная на сборку или потребителю! .....                        | 337 |

# Раздел 1: Общая информация о предприятии, продукции, профессии

## 1.1 Продукция ПАО «ОДК-Сатурн»

Сатурн входит в холдинговую структуру акционерного общества «Объединенная двигателестроительная корпорация» (в рамках Госкорпорации «Ростех»). Предприятие имеет право на выпуск новых двигателей и агрегатов, а также техническое обслуживание по трем направлениям, представленных в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Продукция ПАО «ОДК-Сатурн»

| Вид  | Обозначение                        | Применение   |
|--|------------------------------------|--|
| ГТД для гражданской и транспортной авиации | Д 30-КП-2                          | Магистральные пассажирские и грузовые самолеты   |
|  | ТВД-1500Б                          | Региональные турбовинтовых самолеты  |
|  | ПД-14                              | Узкофюзеляжные пассажирские самолеты   |
|  | СаМ146<br>ПД-8                     | Регионально-магистральные пассажирских самолетов   |
| ГТД для учебно-тренировочных самолетов     | АЛ-55/И                            | Двухконтурный турбореактивный двигатель, предназначенный для нового поколения учебно-тренировочных самолетов |
| Промышленные и морские ГТД (и агрегаты)    | ГТД-110                            | Газовая турбина для энергетических и парогазовых установок большой мощности                                  |
|  | Е70/8РД                            | Двигатель и агрегаты на его основе для судов, морских и приморских промышленных объектов                     |
|  | ДО49Р<br>ГТД-6/8РМ<br>ГТД-4/6.3/10 | Газовые турбины для теплоэлектростанций и газоперекачивающих станций   |

Общий вид газотурбинного двигателя представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Газотурбинный двигатель (ГТД)

Принцип работы ГТД основан на сжатии и нагревании газа, энергия которого преобразуется в механическую работу на валу газовой турбины (рисунок 2). Источником движения в реактивном двигателе служит реакция или отдача газовой струи.

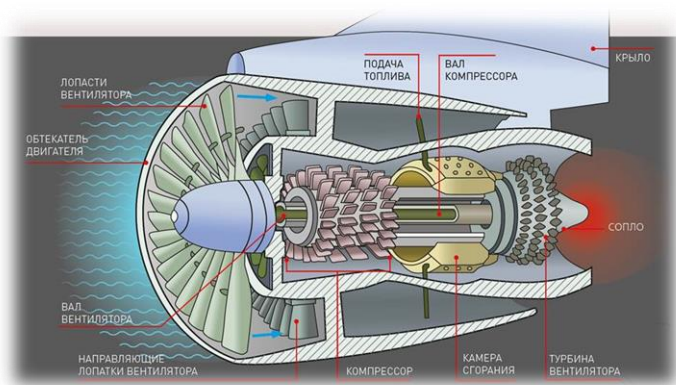


Рисунок 2 - Принцип работы ГТД

Общий принцип работы ГТД можно разделить на несколько этапов:

1 Входное устройство (вентилятор) засасывает воздух из внешней среды и обладает большой площадью с огромным количеством лопаток специальной формы.

2 Сразу за вентилятором стоит компрессор, который сжимает воздух в несколько раз и нагнетает его под большим давлением.

3 Сжатый компрессором воздух попадает в камеру сгорания, куда впрыскивается жидкое горючее (обычно керосин); образующиеся при сгорании этой смеси газы подаются к лопаткам газовой турбины.

4 После камеры сгорания, образовавшиеся в процессе сгорания топливо - воздушной смеси газы направляются непосредственно в турбину. Проточная часть турбины состоит из сотен лопаток, проходя которую газовый поток расширяется. Диск турбины закреплен на одном валу с колесом компрессора, поэтому горячие газы, проходящие через турбину, приводят ее во вращение вместе с вентилятором и компрессором. Таким образом, система становится самодостаточной и требует лишь подвода топлива и воздуха для своего функционирования.

5 После турбины поток направляется в сопло. Здесь давление газа падает, а скорость возрастает. Выходящая из двигателя газовая струя создает реактивную тягу.

Помимо основных узлов, в двигателе имеются системы различного назначения (система смазки, топливная система, система отбора воздуха и т.д.). Для функционирования данных систем на двигателе устанавливаются детали обвязки (трубопроводы, жгуты и т.д.), которые служат для подачи топлива, масла, воздуха и электрической энергии.

В зависимости от модификации и назначения двигателя различаются по мощности и габаритам. Все необходимые характеристики двигателя определяются заказчиком продукта. Одним из основных требований заказчика является качество продукции.

## 1.2 Профессия контролер

Для подтверждения годности продукции (деталей, сборочных единиц) осуществляется технический контроль. Ответственным за процесс технического контроля является начальник управления технического контроля, непосредственные исполнители работ - контролеры.

На рисунке 3 представлена организационная структура управления технического контроля.

Основной задачей контролера является своевременное, в соответствии с технологическим процессом, проведение технического контроля предъявляемой на контроль продукции и выдача заключения о ее годности.

Контролер непосредственно подчиняется контрольному мастеру, старшему контрольному мастеру участка и начальнику БТК подразделения и может быть перемещен в любое БТК/ОТК по производственной необходимости, согласно своей квалификации.

*Контролер должен знать:*

- требования стандартов предприятия, инструкций и другой нормативной документации в рамках своих обязанностей, полномочий и ответственности;
- технологию и методы контроля предъявляемой на контроль продукции.

*Контролер должен уметь:*

- читать и понимать техническую и нормативную документацию, необходимую для выполнения работы;
- расшифровывать записи средств измерений и контроля (термограммы, эвольвентограммы, профилограммы и т.п.);
- выбирать и пользоваться средствами измерения и контроля, технологической и контрольной оснасткой;
- оценивать годность применяемого технологического оборудования, технологической и контрольной оснастки, соответствие квалификации исполнителя выполняемой им операции (по его квалификационно - аттестационной книжке).

*Контролер обязан:*



- выполнять контроль изготавливаемой или ремонтируемой продукции;
- выполнять проверку соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах;
- заполнять сопроводительную документацию (технологический паспорт, сопроводительную карту, карту сборки, конструкторский паспорт и т.п.);
- принятую годную продукцию клеймить личным клеймом в соответствии с требованиями технологического процесса, технической и нормативной документацией;
- идентифицировать и изолировать несоответствующую продукцию;
- отклонять предъявленную продукцию, если она не соответствует: контрольным образцам, стандартам и требованиям, указанным в технической документации;
- выписывать «Заявление о несоответствии» при выявлении несоответствующей продукции (порядок действий описан в разделе 4.7);
- содержать в чистоте свое рабочее место, техническую и другую нормативную документацию, средства измерения и контроля, контрольную оснастку, следить за их правильной эксплуатацией.

## Раздел 2: Базовые знания (общетехнический цикл)

### 2.1 Основы машиностроительного черчения

К конструкторским документам относятся графические, текстовые, мультимедийные и иные документы, содержащие информацию об изделии, необходимую для его проектирования, разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, модернизации, ремонта и утилизации.

В комплект рабочей конструкторской документации входят:

- сборочный чертеж (код документа - СБ) – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля;

- спецификация – основной документ, определяющий состав сборочной единицы;

- чертеж детали - документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Конструкторские документы могут быть выполнены как в бумажном, так и электронном виде (*ГОСТ 2.001-2013 ЕСКД. Общие положения*).

Правила оформления всех конструкторских документов установлены Единой системой конструкторской документации (стандарты ЕСКД).

#### 2.1.1 Метод прямоугольного проецирования. Основные положения

Все изображения на чертежах выполняют при помощи метода прямоугольного проецирования.

Предмет располагается между наблюдателем и плоскостью проекций.

*Плоскость проекций* – плоскость, на которую ведется проецирование.

Существует три основные плоскости проекций (рисунок 4):

- 1 – фронтальная плоскость проекций;
- 2 – горизонтальная плоскость проекций;
- 3 – профильная плоскость проекций.

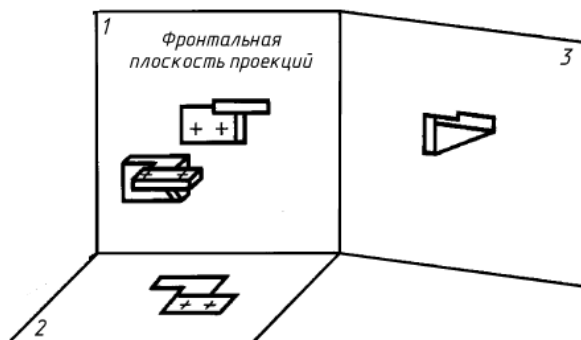


Рисунок 4- Плоскости проекций

*Проекция предмета* – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

### 2.1.2 Виды

*Видом* называется изображение видимой части поверхности предмета.

Виды делятся на основные, дополнительные и местные.

К основным видам относятся виды, спроецированные на грани куба (рисунок 4а).

- 1 - вид спереди или Главный вид
- 2 – вид сверху;
- 3 – вид слева;
- 4 – вид справа;
- 5 – вид снизу;
- 6 – вид сзади.

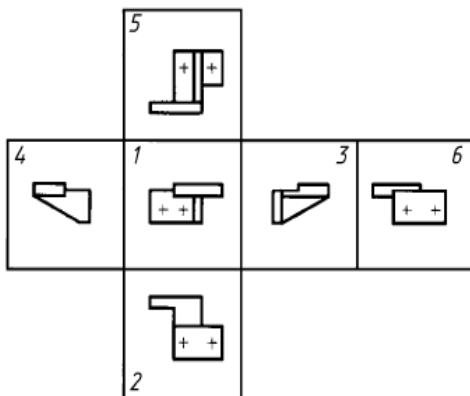


Рисунок 4а – Расположение основных видов на чертеже

Главный вид выбирают тот, который дает наиболее полное представление о форме предмета и его размерах.

Видимый контур предмета обводят сплошной основной линией, невидимый – штриховой линией (см. рисунок 5).

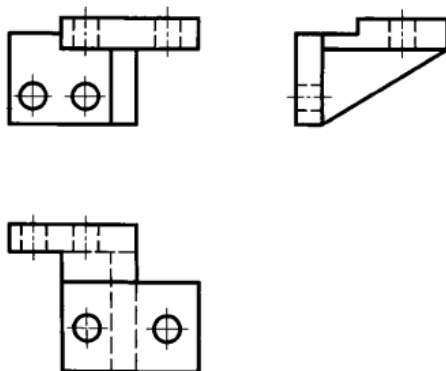


Рисунок 5 –Пример выполнения основных видов

*Дополнительный вид* (см. рисунок 6 и рисунок 7) – это изображение на плоскости, непараллельной ни одной из основных плоскостей проекций.

Дополнительные виды применяют в том случае, когда какой-либо элемент предмета невозможно показать без искажения на основных видах.

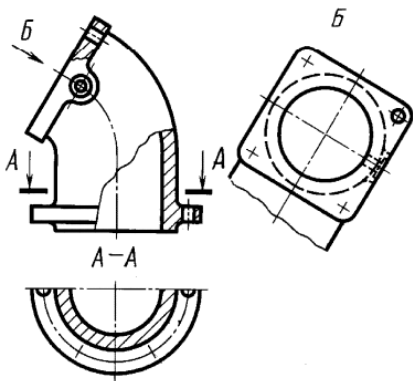


Рисунок 6 - Дополнительный вид, обозначенный на чертеже (Б)

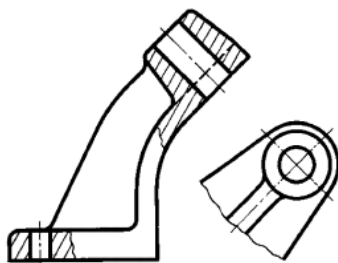


Рисунок 7 - Дополнительный вид, необозначенный на чертеже

*Местный вид* – изображение отдельного узкоограниченного места поверхности предмета на одну из основных плоскостей проекций.

### 2.1.3 Разрезы

*Разрезом* называется изображение предмета, получающееся при мысленном рассечении его одной или несколькими секущими плоскостями для выявления его внутренних поверхностей.

В разрезах показывают то, что попало в секущую плоскость и то, что расположено за ней.

Классификация разрезов:

- по количеству секущих плоскостей: простой и сложный. Сложные разрезы делятся на ступенчатые (см. рисунок 8) и ломаные (см. рисунок 9).

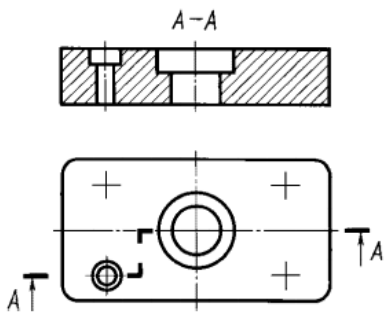


Рисунок 8 – Сложный ступенчатый разрез

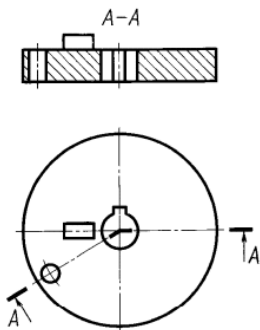


Рисунок 9 - Сложный ломаный разрез

– по расположению секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций: горизонтальный (см. рисунок 10), вертикальный (фронтальный и профильный (см. рисунок 10) и наклонный (см. рисунок 11).

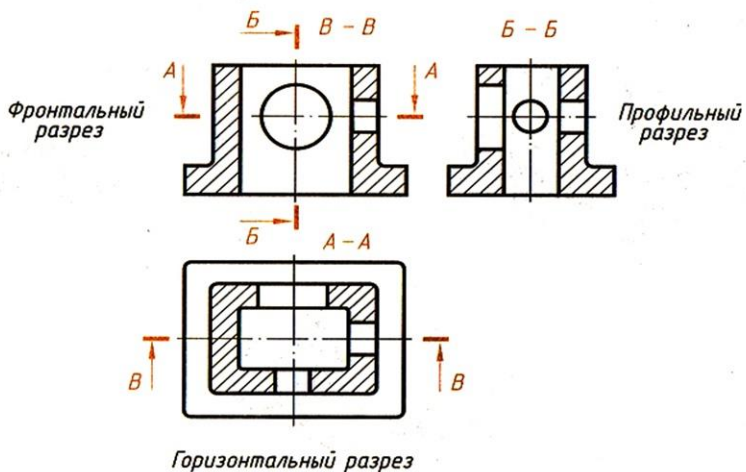


Рисунок 10 - Разрезы горизонтальный, фронтальный и профильный

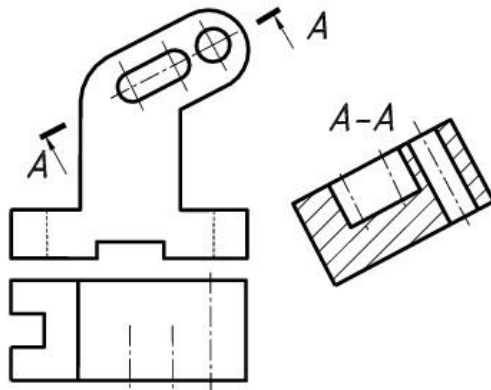


Рисунок 11 - Разрез наклонный

– по расположению секущей плоскости относительно длины, высоты или оси предмета: продольный (см. рисунок 12) и поперечный (см. рисунок 13).

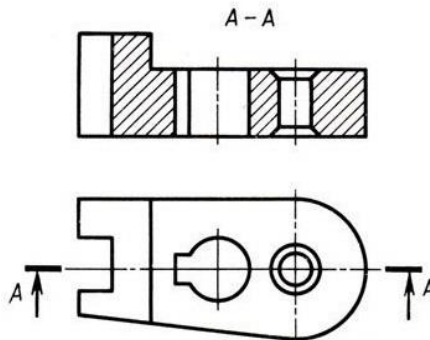


Рисунок 12 - Разрез продольный

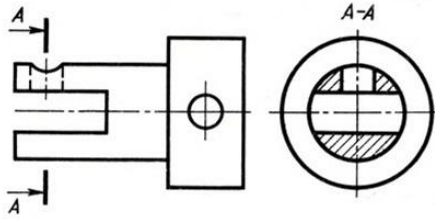


Рисунок 13 - Разрез поперечный

*Местный разрез* – разрез, выполненный в отдельном узкоограниченном месте.

Местный разрез выделяют сплошной тонкой волнистой линией (см. рисунок 14).

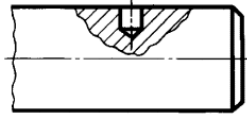


Рисунок 14 - Разрез местный

## 2.1.4 Сечения

*Сечение* – изображение фигуры, полученное при рассечении предмета одной или несколькими секущими плоскостями.

В сечении показывают то, что попало в секущую плоскость.

Классификация сечений:

– наложенные: симметричные (см. рисунок 15) и несимметричные (см. рисунок 16)

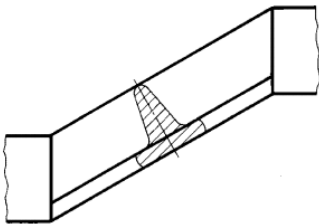


Рисунок 15 - Сечение наложенное симметричное

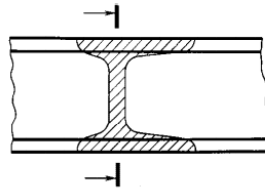


Рисунок 16 - Сечение наложенное несимметричное



– вынесенные: расположенные в разрыве между частями одного и того же вида: симметричные (см. рисунок 17) и несимметричные (см. рисунок 18);

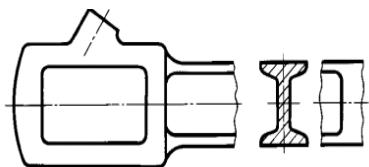


Рисунок 17 - Сечение вынесенное симметричное

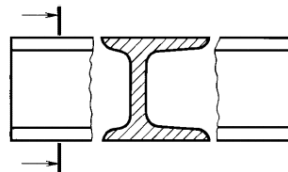


Рисунок 18 - Сечение вынесенное несимметричное

– симметричные расположенные на продолжении секущей плоскости (см. рисунок 19);

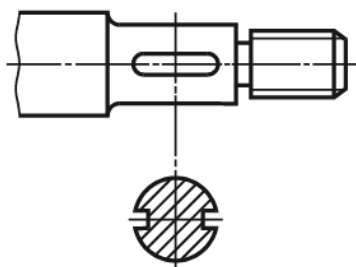


Рисунок 19 - Сечение, вынесенное симметричное, расположенное на продолжении секущей плоскости

– расположенные на свободном месте чертежа (см. рисунок 20).

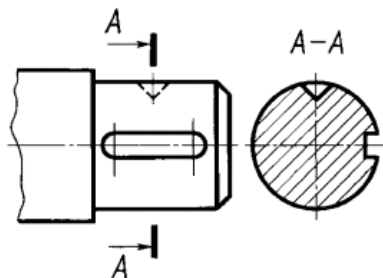


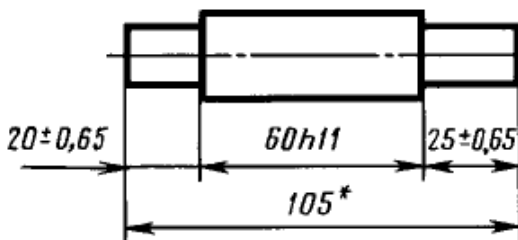
Рисунок 20 - Сечение вынесенное, расположенное на свободном месте чертежа

### 2.1.5 Нанесение размеров и их предельных отклонений

Общее количество размеров должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях, в технических требованиях и т.д.

Размеры не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как *справочный*. Размер отмечают условным знаком « \* », в технических требованиях чертежа делают соответствующую запись (см. рисунок 21):



\*Размер для справок

Рисунок 21 - Пример обозначения справочных размеров

Все размеры делятся на линейные и угловые.

К линейным размерам относятся размеры длины, высоты, ширины, глубины, диаметра, радиуса и т.п.

Линейные размеры указывают в миллиметрах, без указания единиц измерений. Размерные числа наносят над размерной линией, на её продолжении или на полке линии-выноски.

Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с указанием единиц измерения.

Например:

$4^\circ$ ;  $4^\circ 30'$ ;  $12^\circ 45' 30''$ ;  $0^\circ 30' 40''$ .

Размерные числа угловых размеров наносят над размерной линией или на полке линии-выноски.

*Номинальный размер* – размер, указанный конструктором на чертеже.

Предельные отклонения линейных размеров указывают справа от номинального размера одним из трёх способов:

1 – числовыми значениями:  $18^{+0,018}$ ,  $12_{-0,059}^{-0,032}$ ;

2 – условным обозначением: 18H7, 12e8 (*более подробная информация в разделе 2.5*);

3 – условным обозначением с указанием в скобках числовых значений:  $18H7^{(+0,018)}$ ,  $12e8\left(\begin{smallmatrix} -0,032 \\ -0,059 \end{smallmatrix}\right)$ .

При симметричном расположении интервала (поля) допуска предельные отклонения указывают следующим образом:  $60 \pm 0,2$ .

Предельные отклонения угловых размеров указывают только числовыми значениями (см. рисунок 22):

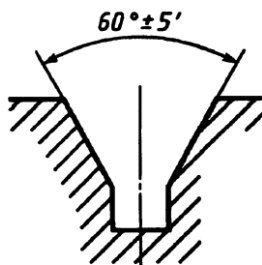


Рисунок 22 - Нанесения предельных отклонений угловых размеров

Предельные отклонения размеров элементов, образующих посадку, указывают в виде дроби, в числителе – предельные от-

клонения отверстия, в знаменателе – предельные отклонения вала, одним из трех способов:

- 1 – условным обозначением (см. рисунок 23);
- 2 – числовыми значениями (см. рисунок 24);
- 3 – условным обозначением с указанием в скобках числовых значений (см. рисунок 25):

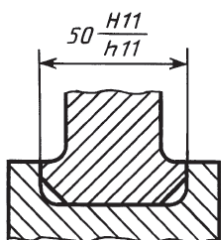


Рисунок 23

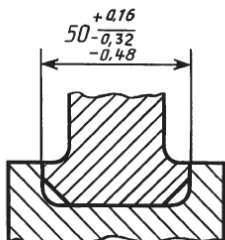


Рисунок 24

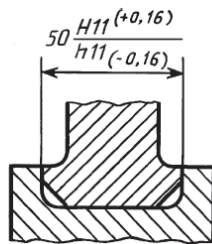


Рисунок 25

Общая запись о предельных отклонениях с неуказанными допусками должна соответствовать *ГОСТ 30893.1-2002*. Например,

*Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: H14, h14, ± IT14/2.*

Размеры одинаковых элементов наносят один раз, с обязательным указанием их количества (рисунок 26).

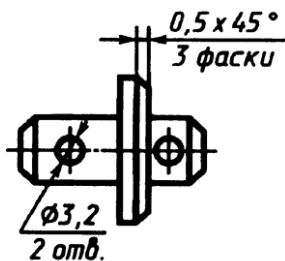


Рисунок 26 - Обозначение количества одинаковых элементов детали

## 2.1.6 Изображение и обозначение резьбы на чертеже

Резьба изображается условно:

- на стержне (см. рисунок 27 и рисунок 28):

сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему диаметру резьбы. На изображениях, полученных проецированием на плоскости, перпендикулярные оси резьбы, сплошную тонкую линию проводят приблизительно на  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте, кроме центровых линий.

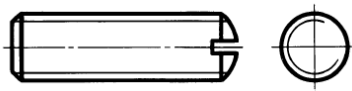


Рисунок 27 - Изображение наружной цилиндрической резьбы

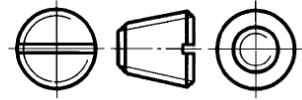


Рисунок 28 - Изображение наружной конической резьбы

- в отверстии (см. рисунок 29 и рисунок 30):

сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими по наружному диаметру резьбы. На изображениях, полученных проецированием на плоскости, перпендикулярные оси резьбы, сплошную тонкую линию проводят приблизительно на  $\frac{3}{4}$  окружности, разомкнутую в любом месте, кроме центровых линий.

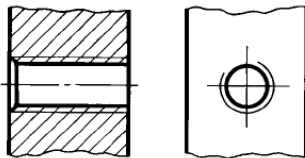


Рисунок 29 - Изображение внутренней цилиндрической резьбы

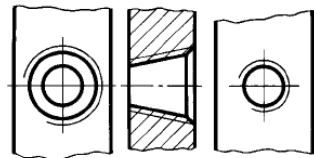


Рисунок 30 - Изображение внутренней конической резьбы

На разрезах резьбового соединения в отверстиях показывают, только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня

(см. рисунок 31 и рисунок 32). Штриховку производят до сплошной основной линии.

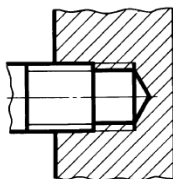
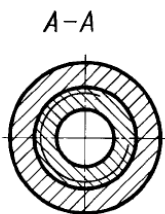
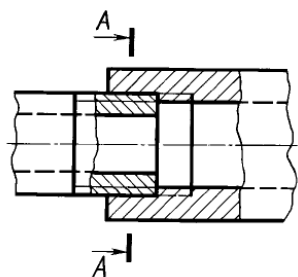


Рисунок 31 - Изображение резьбового соединения (трубная резьба)

Рисунок 32 - Изображение резьбового соединения (метрическая резьба)

Резьба обозначается условно по соответствующему стандарту.

Для всех типов резьб, кроме конических и трубной цилиндрической, обозначение резьбы указывают, как показано на рисунке 33:

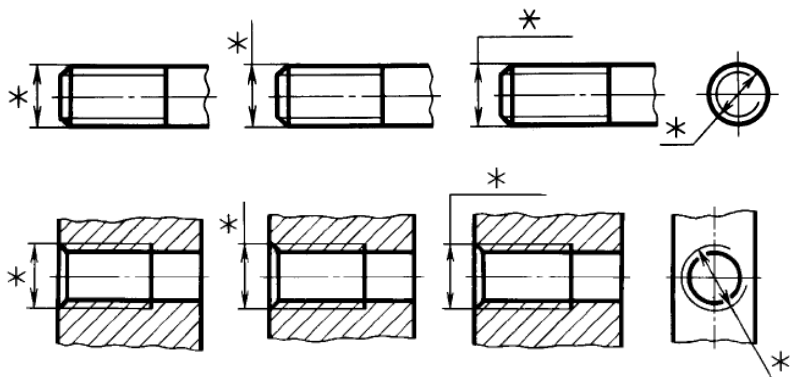


Рисунок 33 - Способы нанесения обозначения метрической, трапецидальной, упорной круглой и прямоугольной резьбы

Для конических резьб и трубной цилиндрической обозначение резьбы наносят на полке линии-выноски (рисунок 34):

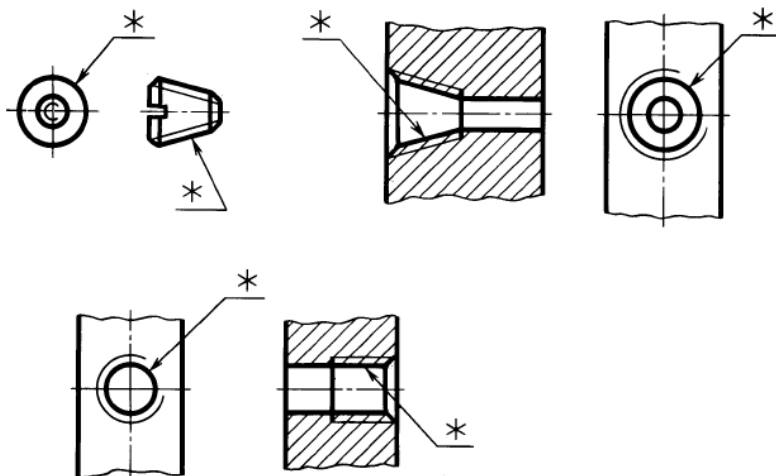


Рисунок 34 - Способы нанесения обозначения конических и трубной цилиндрической резьбы

Порядок обозначения различных типов резьб приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Схема и примеры обозначения метрической однозаходной резьбы

| Пример обозначения резьбы | Наименование резьбы      | Расшифровка обозначения резьбы |                         |         |              |             |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------|--------------|-------------|
|                           |                          | Тип                            | Наружный диаметр резьбы | Шаг     | Поле допуска | Направление |
| M12×0,75-6g-LH            | Метрическая (наружная)   | M                              | 12                      | 0.75    | 6g           | LH (левая)  |
| M12-6H                    | Метрическая (внутренняя) | M                              | 12                      | крупный | 6H           | (правая)    |

Таблица 2 - Схема и примеры обозначения однозаходной резьбы, кроме метрической

| Пример обозначения резьбы | Наименование резьбы                        | Расшифровка обозначения резьбы |                         |     |             |                                 |
|---------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|-----|-------------|---------------------------------|
|                           |  | Тип                            | Наружный диаметр резьбы | Шаг | Направление | Поле допуска или класс точности |
| Tr50×8LH-7H               | Трапецидальная (внутренняя)                | Tr                             | 50                      | 8   | LH (левая)  | 7H                              |
| Tr50×8-7h                 | Трапецидальная (наружная)                  | Tr                             | 50                      | 8   | (правая)    | 7h                              |
| S70×10 -7AZ               | Упорная (внутренняя)                       | S                              | 70                      | 10  | (правая)    | 7AZ                             |
| S70×10LH -7h              | Упорная (наружная)                         | S                              | 70                      | 10  | LH (левая)  | 7h                              |
| G1LH – A                  | Трубная цилиндрическая (дюймовая)          | G                              | 1                       |     | LH (левая)  | A                               |
| K1" ГОСТ 6111-52          | Коническая дюймовая по ГОСТ 6111-52        | K                              | 1"                      |     |             |                                 |
| R1                        | Трубная коническая (наружная) (дюймовая)   | R                              | 1                       |     |             |                                 |
| R <sub>c</sub> ¼ LH       | Трубная коническая (внутренняя) (дюймовая) | R <sub>c</sub>                 | ¼                       |     | LH (левая)  |                                 |



## 2.1.7 Обозначение допусков формы и расположения поверхностей

Допуски формы и расположения на чертеже указывают условно в прямоугольной рамке, разделенной на две части и более части:

- в первой части указывают знак допуска (таблица 3);

Таблица 3 - Знаки для указания допусков формы и расположения

| Группа допусков                        | Вид допуска                        | Знак допуска |
|--|------------------------------------|--------------|
| Допуски формы                          | Допуск прямолинейности             | —            |
|  | Допуск плоскостности               |              |
|  | Допуск круглости                   |              |
|  | Допуск цилиндричности              |              |
|  | Допуск профиля продольного сечения |              |
| Допуски расположения                   | Допуск параллельности              |              |
|  | Допуск перпендикулярности          |              |
|  | Допуск наклона                     |              |
|  | Допуск соосности                   |              |
|  | Допуск симметричности              |              |
|  | Позиционный допуск                 |              |
|  | Допуск пересечения осей            |              |
| Суммарные допуски формы и расположения | Допуск радиального биения          |              |
|  | Допуск торцового биения            |              |
|  | Допуск полного радиального биения  |              |
|  | Допуск полного торцового биения    |              |
| Допуск формы заданного профиля         |                                    |              |
| Допуск формы заданной поверхности      |                                    |              |

- во второй части указывают числовое значение допуска в мм (см. рисунок 35), а при необходимости, длину (см. рисунок 36) или площадь (см. рисунок 37) нормируемого участка;

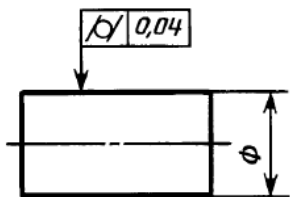


Рисунок 35 - Допуск цилиндричности вала – - 0,04 мм

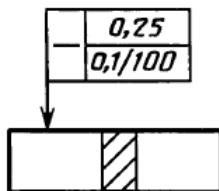


Рисунок 36 - Допуск прямолинейности поверхности 0,25 мм на всей длине

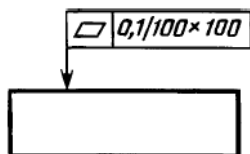


Рисунок 37 - Допуск плоскостности поверхности 0,1мм на площади 100x100 мм

- в третьей и последующих частях указывают обозначение базы (прописную букву русского алфавита). База обозначается зачерненным равносторонним треугольником, который соединяют соединительной линией с рамкой обозначения базы (см. рисунок 38).

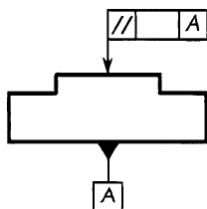


Рисунок 38 - Допуск параллельности поверхности от базовой поверхности А

Если допуск или база относятся к оси или плоскости симметрии нормируемого элемента, то соединительная с рамкой линия должна быть продолжением размерной (см. рисунки 39, 40).

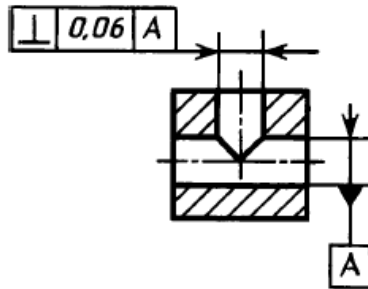


Рисунок 39 - Допуск перпендикулярности оси отверстия 0,6 мм относительно оси отверстия А

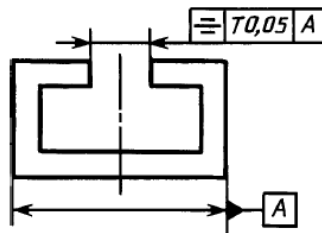


Рисунок 40 - Допуск симметричности паза – T0,05мм.  
База - плоскость симметрии поверхности А

Если допуск или база относятся к плоскости, то соединительная линия не должна совпадать с размерной линией (см. рисунок 41 и рисунок 42):

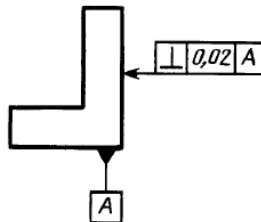


Рисунок 41 - Допуск перпендикулярности поверхности 0,02 мм относительно базовой поверхности А

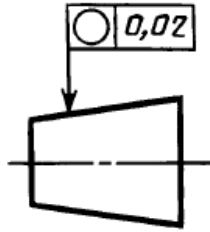


Рисунок 42 - Допуск круглости конуса - 0,02 мм

Линейные и угловые размеры, определяющие номинальное расположение и номинальную форму нормируемого элемента, указывают без предельных отклонений и заключают в прямоугольные рамки (см. рисунки 43-44):

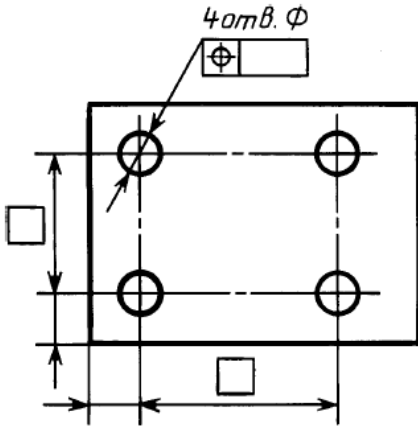


Рисунок 43- Позиционный допуск осей 4-х отверстий

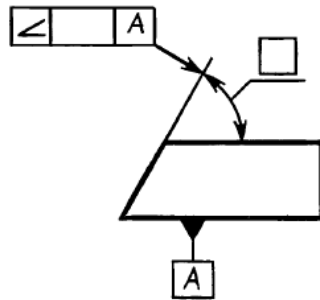


Рисунок 44 - Допуск наклона поверхности

Зависимые допуски формы и расположения поверхностей обозначают условным знаком  $\textcircled{M}$ , который помещают:

- после числового значения допуска, если допуск зависит от действительного размера нормируемого элемента (см. рисунок 45);

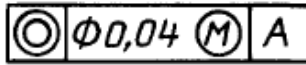


Рисунок 45

- после буквенного обозначения базы или без буквенного обозначения базы в третьей части рамки, если допуск зависит от действительного размера базового элемента (рисунки 46, 47);

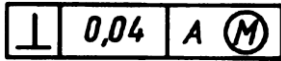


Рисунок 46

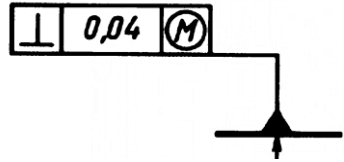


Рисунок 47

- после числового значения допуска и после буквенного обозначения базы или без буквенного обозначения базы, если допуск зависит от действительного размера нормируемого элемента и от действительного размера базового элемента (рисунки 48, 49).



Рисунок 48

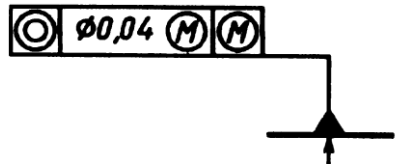


Рисунок 49

При назначении допусков формы и расположения поверхностей для свободных поверхностей, неуказанных условно, в технических требованиях чертежа должна быть приведена общая запись в соответствии с ГОСТ 30893.2-2002 (*K* - класс точности). Например,

*Общие допуски формы и расположения – ГОСТ 30893.2 – K*

## 2.1.8 Обозначение шероховатости поверхностей на чертеже

Шероховатость – совокупность всех микронеровностей на обработанной поверхности.

Структура обозначения шероховатости поверхности представлена на рисунке 50.

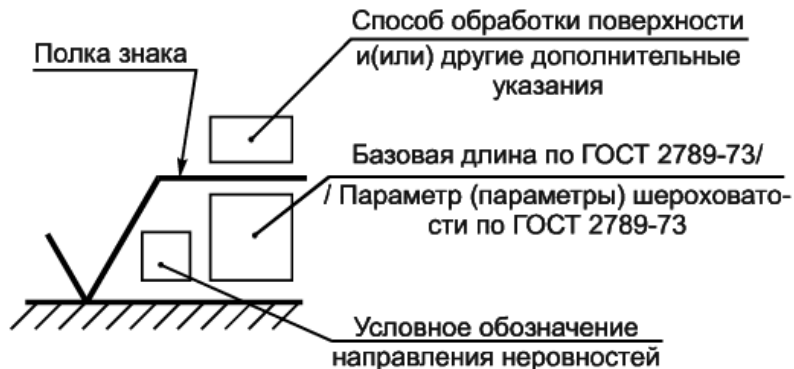


Рисунок 50 - Структура обозначения параметра шероховатости на чертеже

✓ - способ обработки конструктором не устанавливается.

▽ - заданная шероховатость поверхности должна быть образована при обязательном удалении слоя материала.

▽✓ - заданная шероховатость поверхности должна быть образована без удаления слоя материала.

Параметры шероховатости установлены ГОСТ 2789-73:

$Ra$  – среднее арифметическое отклонение профиля;

$Rz$  – наибольшая высота профиля;

$Rmax$  - полная высота профиля;

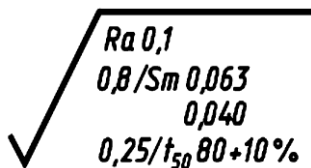
$S$  – средний шаг местных выступов профиля;

$Sm$  – средний шаг неровностей;

$t_p$  – относительная опорная длина.

При указании двух и более параметров в обозначении шероховатости их записывают сверху вниз в следующем порядке:

- параметр высоты неровностей профиля;
- параметр шага неровностей профиля;
- относительная опорная длина.



Параметр  $Ra$  является предпочтительным.

Значение параметра шероховатости  $Ra$  указывается в микрометрах.

Необходимую величину в зависимости от назначения поверхности выбирают из ряда предпочтительных значений (таблица 4).

Таблица 4 - Предпочтительные значения параметров шероховатости

| $Ra$ , мкм | $Ra$ , мкм |
|------------|------------|
| 100        | 0,8        |
| 50         | 0,4        |
| 25         | 0,2        |
| 12,5       | 0,1        |
| 6,3        | 0,05       |
| 3,2        | 0,025      |
| 1,6        | 0,012      |




Например,  $\sqrt{Ra\ 0,4}$ .

Условные обозначения направления неровностей должны соответствовать обозначениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 - Обозначение направления неровностей

| Тип направления неровностей | Обозначение |
|-----------------------------|-------------|
| Параллельное                |             |
| Перпендикулярное            |             |
| Произвольное                |             |
| Перекрещивающееся           |             |

Продолжение таблицы 5

| Тип направления неровностей | Обозначение   |
|-----------------------------|---|
| Кругообразное               |  |
| Радиальное                  |  |
| Точечное                    |  |

Обозначение шероховатости проставляют для отдельных элементов детали: на линиях видимого контура, на выносных линиях или на полках линий выносок.

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей детали обозначение шероховатости указывают в правом верхнем углу чертежа на расстоянии 5...10 мм от рамки чертежа.

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей детали, помещают в правом верхнем углу чертежа вместе с условным знаком -  $(\sqrt{\quad})$ .

### 2.1.9 Обозначение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки

Обозначение материалов, применяемых в качестве покрытий, приводят в технических требованиях чертежа после слова «Покрытие...». Например,

*Покрытие Хим. Окс. прм.*

*Покрытие Хим. Пас.*

Требуемые свойства материала указывают в технических требованиях чертежа, если обработке подвергается вся деталь. Например,

Термическая обработка:

*40...45 HRC.*

*230...280 HB.*

Химико-термическая обработка:

*Цементировать h 0,7...0,9 мм; 58...62 HRC.*

*Азотировать h 0,3...0,5 мм; 800...940 HV.*



Если обработке подвергают отдельные участки изделия, то их выделяют штрихпунктирной утолщенной линией, и требуемые свойства материала указывают на полке линии-выноски (рисунок 51):

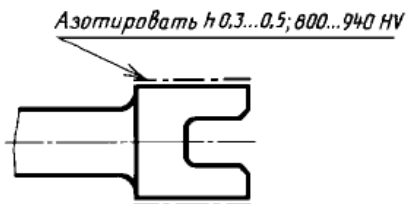


Рисунок 51 – Изображение и обозначение способа обработки поверхности

### 2.1.10 Указание на чертежах о маркировании и клеймении

*Знак маркирования* – окружность диаметром 10...15 мм (рисунок 52).

*Знак клеймения* – равносторонний треугольник высотой 10...15 мм (рисунок 52).

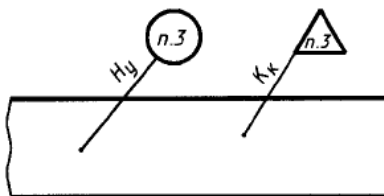


Рисунок 52 - Пример изображения места нанесения маркировки и клейма

Таблица 6 - Условное обозначение содержания маркировки

| Содержание маркировки                                | Обозначение |
|--|-------------|
| Товарный знак, наименование предприятия изготовителя | Т           |
| Индекс изделия                                       | Ш           |
| Обозначение по основному конструкторскому документу  | Ч           |
| Заводской номер изделия (номер партии, серии)        | Н           |
| Марка материала                                      | М           |
| Номер плавки, порядковый номер плавки                | П           |
| Технические данные                                   | Х           |
| Дата изготовления                                    | Д           |
| Цена изделия   | Ц           |

Таблица 7 - Условное обозначение содержания клейма

| Содержание клейма  | Обозначение |
|--|-------------|
| Испытания (контроль) механические, гидравлические, пневматические, электрические, на твердость и др. | И           |
| Окончательная приемка  | К           |

Таблица 8 - Условное обозначение способа нанесения

| Способ нанесения маркировки или клейма | Обозначение |
|--|-------------|
| Ударный                                | у           |
| Гравированием                          | г           |
| Травлением                             | т           |
| Краской                                | к           |
| Литьем или давлением                   | л           |

Указание на чертежах о маркировании и клеймении помещают в технических требованиях чертежа и начинают словами «Маркировать...» или «Клеймить...».

### 2.1.11 Технические требования чертежа детали

Технические требования чертежа указывают в правом нижнем углу чертежа над рамкой основной надписи.

В технических требованиях содержатся все данные необходимые для изготовления и контроля детали, не указанные графически, условно или упрощенно.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый новый пункт начинают с новой строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

Например,

1 34...42 HRC.

2 \* Размеры для справок.

3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002:

H14, h14,  $\pm$  IT14/2.

4 Общие допуски - ГОСТ 30893.2 - К.

5 Покрытие Хим. Окс. прм.

6 Маркировать обозначение детали шрифтом 7 мм.

## 2.1.12 Сборочные чертежи

–сборочный чертеж (код документа - *СБ*) – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля;

–спецификация – основной документ, определяющий состав сборочной единицы.

Чертеж детали выполняют по сборочному чертежу.

Сборочный чертеж должен содержать:

–изображение сборочной единицы;

–сведения, обеспечивающие возможность сборки и контроля сборочной единицы;

–размеры, предельные размеры и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;

–размеры, не подлежащие выполнению или контролю по данному чертежу: габаритные, установочные, присоединительные, эксплуатационные и справочные;

–указание о характере и способе соединения деталей;

–номера позиций составных частей, входящих в сборочную единицу. Номера позиций проставляют на полках линий-выносок, проводимых от изображений всех составных частей. Пример выполнения сборочного чертежа представлен на рисунке 53.

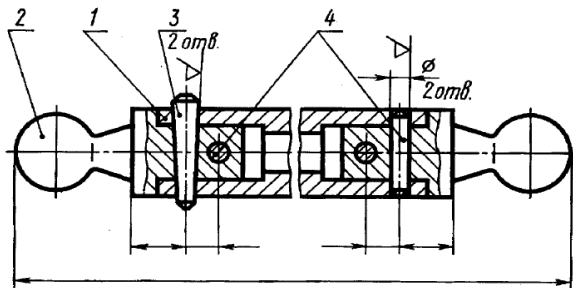


Рисунок 53 - Сборочный чертеж

Спецификация выполняется в виде таблицы, в которой приводятся наименования, номера позиций всех составных частей сборочной единицы и указывается их количество.

Спецификацию выполняют на отдельных листах формата А4.

Спецификация состоит из разделов:

- 1 Документация.
- 2 Сборочные единицы.
- 3 Детали.
- 4 Стандартные изделия.
- 5 Прочие изделия.
- 6 Материалы.
- 7 Комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают.

Прочитать сборочный чертеж – это значит понять назначение сборочной единицы, ее устройство, принцип работы, способы соединения и взаимодействия составных частей, а также форму каждой детали.

Сборочный чертеж следует читать в следующей последовательности:

- ознакомиться с основной надписью;
- установить какие изображения даны на чертеже;
- пользуясь спецификацией, рассмотреть изображение каждой детали. Для чего читают в спецификации номер позиции и наименование детали, затем по сборочному чертежу определяют форму детали;
- установить каким способом соединяются между собой детали;
- уяснить другие данные, приведенные на чертеже (размеры, технические требования);
- определить в какой последовательности производится сборка, какая обработка необходима в процессе сборки.

### 2.1.12.1 Изображение и обозначение швов сварных соединений на сборочных чертежах

Сварное соединение - это ограниченный участок конструкции, содержащий один или несколько сварных швов.

Различают следующие виды конструктивных соединений деталей сваркой:

- стыковое (С);
- угловое (У);
- тавровое (Т);
- нахлесточное (Н).

Шов сварного соединения, независимо от способа сварки, изображают условно:

- видимый шов - сплошной основной линией (рисунок 53.1);
- невидимый шов - штриховой линией (рисунок 53.2);
- видимую одиночную сварную точку - условным знаком «+», который выполняют сплошными линиями (рисунок 53.3);
- невидимую одиночную сварную точку не изображают.

От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от видимого шва.

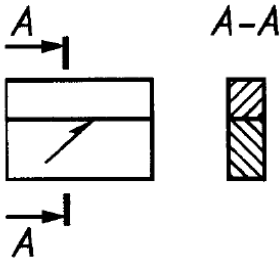


Рисунок 53.1 – Изображение видимого шва

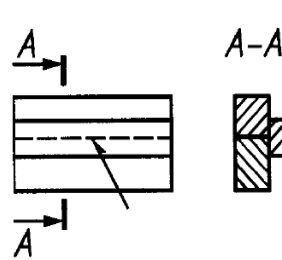


Рисунок 53.2 – Изображение невидимого шва

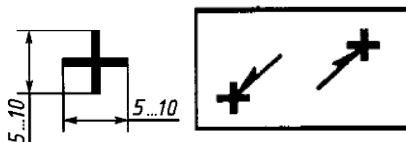


Рисунок 53.3 – Изображение видимой одиночной точки

Швы сварных соединений обозначают условно согласно приведенной структуре на рисунке 53.4:

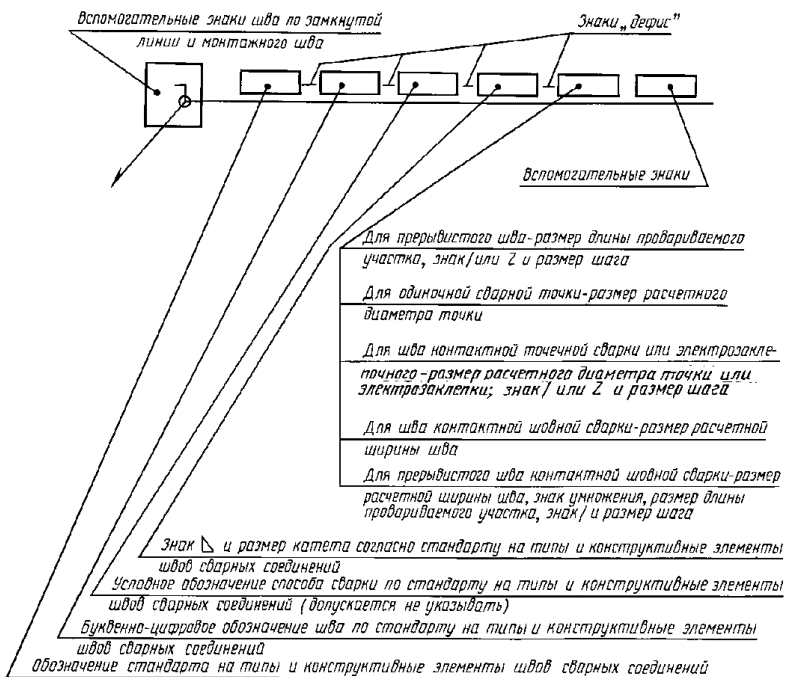


Рисунок 53.4 – Структура условного обозначения шва сварного соединения

Таблица 8.1 - Условное изображение и обозначение вспомогательных знаков

| Вспомогательный знак | Значение вспомогательного знака   |
|----------------------|---|
|                      | Усиление шва снять  |
|                      | Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу |
|                      | Шов выполнить при монтаже изделия                                       |
|                      | Шов прерывистый или точечный с цепным расположением                     |
|                      | Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением                  |
|                      | Шов по замкнутой линии  |
|                      | Шов по незамкнутой линии  |

Условное обозначение шва наносят:

- на полке линии-выноски, проведенной от изображения видимого шва или одиночной точки (рисунок 53.5);
- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения невидимого шва (рисунок 53.6);

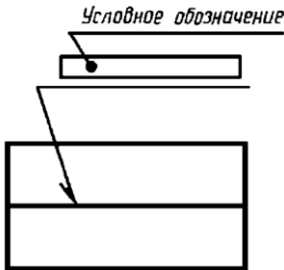


Рисунок 53.5

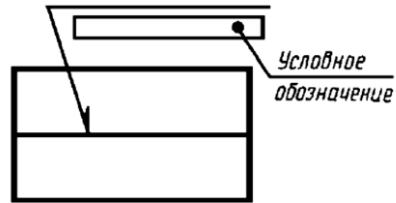


Рисунок 53.6

При наличии одинаковых швов обозначение наносят у одного из изображенных швов (рисунок 53.7). От изображений одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер (рисунок 53.8).

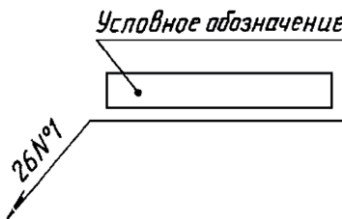


Рисунок 53.7



Рисунок 53.8

Примеры обозначений стандартных и нестандартных швов сварных соединений приведены в таблицах 8.2 и 8.3 соответственно:

Таблица 8.2 - Примеры обозначений стандартных швов

| Характеристика шва  | Условное обозначение шва, изображенного на чертеже |                     |
|---|--|---------------------|
|   | С лицевой стороны                                  | С оборотной стороны |
| Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый аргонодуговой сваркой под флюсом по замкнутому контуру  |  |                     |
| Одиночные сварные точки соединения внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр литого ядра 5 мм. |  |                     |

Таблица 8.3 - Примеры обозначений нестандартных швов

| Характеристика шва   | Условное изображение обозначение шва |
|--|--------------------------------------|
| Шов соединения без скоса кромок, односторонний, выполняемый ручной дуговой сваркой при монтаже изделия |                                      |



### 2.1.13 Передачи зубчатые

Передача – механизм, передающий движение от одного элемента к другому.

Зубчатые передачи применяются для передачи крутящего движения с одного вала на другой, либо преобразования вращательного движения в поступательное.

Для передачи крутящего движения с одного вала на другой, оси которых параллельны, применяются цилиндрические передачи. Для передачи крутящего движения с одного вала на другой, оси которых пересекаются, используются конические передачи. Для передачи крутящего движения с одного вала на другой, оси которых скрещиваются, применяются червячные передачи. Для преобразования вращательного движения в поступательное применяются реечные передачи.

Передачи бывают с внешним и внутренним зацеплением.

Различают колеса с прямыми, косыми, круговыми и шевронными зубьями.

Цилиндрические зубчатые колеса (рисунок 54) в зацеплении имеют две сопрягаемые окружности, которые называются делительными окружностями.

*Окружность выступов*                      *Ширина венца*

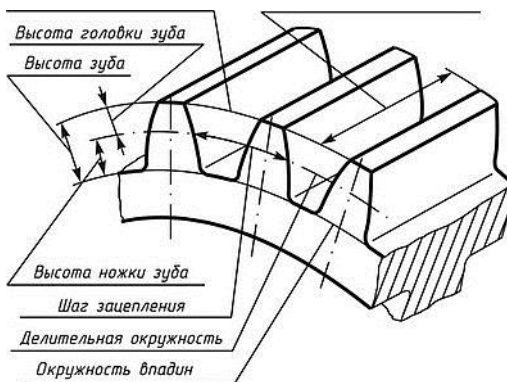


Рисунок 54 - Элементы геометрии зубчатого колеса.

На чертеже делительную окружность проводят штрихпунктирной тонкой линией, а диаметр обозначают буквой -  $d$ .

Расстояние между двумя одноименными точками соседних зубьев называют шагом зацепления –  $P$ .

Шаг равен длине делительной окружности деленной на число зубьев –  $z$  (формула 1).

$$P = \frac{d}{z}, \text{ мм} \quad (1)$$

Модуль зубчатого зацепления – это число показывающее, сколько миллиметров диаметра делительной окружности приходится на один зуб зубчатого колеса -  $m$  (формула 2).

$$m = \frac{P}{\pi}, \text{ мм} \quad (2)$$

Модуль величина стандартизованная.

Диаметр делительной окружности определяют по формуле 3.

$$d = m \cdot z, \text{ мм} \quad (3)$$

Делительная окружность делит зуб на головку ( $h_a$ ) и ножку ( $h_f$ ).

Высота головки зуба равна модулю.

$$h_a = m, \text{ мм} \quad (4)$$

Высота ножки зуба равна

$$h_f = 1,25m, \text{ мм} \quad (5)$$

Полная высота зуба равна

$$h = h_a + h_f = 2,25m, \text{ мм} \quad (6)$$

Окружность вершин зубьев  $d_a$  определяется по формуле 7.

$$d_a = d + 2m, \text{ мм} \quad (7)$$

Окружность впадин зубьев  $d_f$  определяется по формуле 8.

$$d_f = d - 2,5m, \text{ мм} \quad (8)$$

Межосевое расстояние определяют по формуле 9.

$$a_w = (d_1 + d_2) / 2, \text{ мм} \quad (9)$$

где  $d_1$  – делительный диаметр первого колеса, мм;

$d_2$  – делительный диаметр второго колеса, мм.

Чертежи цилиндрических зубчатых колес должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации. Изображения выполняют условно.

Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев и витков (цилиндров, конусов и т.п.) показывают сплошными основными линиями, в том числе и в зоне зацепления.

Делительные, начальные, расчетные окружности и линии, образующие делительных, начальных и расчетных поверхностей, окружности больших оснований делительных и начальных конусов показывают штрихпунктирными тонкими линиями.

Окружности и образующие поверхностей впадин зубьев и витков в разрезах и сечениях показывают на всем протяжении сплошными основными линиями.

На видах зубчатых колес, червяков, реек и звездочек цепных передач допускается показывать окружности и образующие поверхностей впадин зубьев или витков, при этом их наносят сплошными тонкими линиями.

В разрезах и сечениях зубья показывают не рассеченными.

Вид слева не вычерчивают полностью, а показывают лишь отверстие со шпоночным пазом или шлицами, и наносят их размеры.

На изображении цилиндрического зубчатого колеса должны быть указаны:

- диаметр вершин зубьев;
- ширина венца;
- угол сектора по окружности вершин зубьев - для зубчатого сектора;
- размеры фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев;
- шероховатость боковых поверхностей зубьев;

- глубина модификации - для зубчатых колес с продольной модификацией зуба (рисунок 55).



Рисунок 55

На чертеже зубчатого колеса должна быть помещена таблица параметров зубчатого венца (рисунок 56-59).

Таблица параметров должна состоять из трех частей, которые должны быть отделены друг от друга сплошными основными линиями:

первая часть - основные данные;

вторая часть - данные для контроля;

третья часть - справочные данные.

В первой части таблицы параметров должны быть приведены:

- модуль  $m$ ;

- число зубьев  $z$ , для зубчатого сектора - число зубьев секторного зубчатого колеса;

- угол наклона линии зуба  $\beta$  для косозубых и шевронных зубчатых колес;

- направление линии косога зуба - надписью «Правое» или «Левое», для шевронных зубчатых колес - надписью «Шевронное»;

- нормальный исходный контур: стандартный - ссылкой на соответствующий стандарт; нестандартный - следующими параметрами (рисунок 57):

угол профиля  $\alpha$ ;

коэффициент высоты головки  $h_a^*$ ;

коэффициент граничной высоты  $h_i$ ;

коэффициент радиуса кривизны переходной кривой  $\rho_f^*$ ;

коэффициент радиального зазора  $c^*$ ;

коэффициент толщины зуба по делительной прямой  $s^*$  - для исходного контура, у которого толщина зуба по делительной прямой не равна ширине впадины.

Для нестандартного исходного контура с модификацией должны быть также приведены: коэффициент высоты модификации головки  $h_g^*$  и коэффициент глубины модификации головки  $\Delta_a^*$  и (или) коэффициент высоты модификации ножки  $h_q^*$  и коэффициент глубины модификации ножки  $\Delta_f^*$ . Если исходный контур не может быть определен перечисленными параметрами, то на чертеже должно быть приведено его изображение с необходимыми размерами;

- коэффициент смещения  $x$  с соответствующим знаком.

При отсутствии смещения следует проставлять 0;

- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора по соответствующему стандарту и обозначение этого стандарта.

Во второй части таблицы параметров венца должны быть приведены данные для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев по одному из следующих вариантов:

постоянная хорда зуба  $\bar{s}_c$  и высота до постоянной хорды  $\bar{h}_c$ ;

длина общей нормали  $W$ ;

толщина по хорде зуба  $\bar{s}_y$  и высота до хорды  $\bar{h}_{ay}$ ;

торцовый размер по роликам (шарикам)  $M$  и диаметр ролика (шарика)  $D$ .

Во второй части таблицы параметров венца на чертеже зубчатого колеса с нестандартным исходным контуром должны быть приведены данные для контроля по нормам: кинематической точности; плавности работы; контакта зубьев в передаче; бокового зазора. В качестве данных для контроля по нормам точности на чертеже зубчатого колеса с нестандартным исходным контуром следует указывать установленные конструктором значения параметров одного из контрольных комплексов, предусмотренных стандартом на допуски.

В третьей части таблицы параметров венца должны быть приведены:

- делительный диаметр  $d$ ;

- число зубьев сектора;

- при необходимости - прочие справочные данные, например: размеры для контроля торцового профиля зуба: основной диаметр  $d_6$ ; радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке  $\rho_p$  или угол развернутости  $\nu_p$ ; радиус кривизны профиля зуба в начальной точке модификации головки  $\rho_g$  или угол развернутости  $\nu_g$ ; нормальная глубина модификации  $\Delta_{a1}$ ;

- размер для контроля контактной линии поверхности зуба косозубого зубчатого колеса - основной угол наклона  $\beta_6$ ;

- размеры для контроля взаимного положения одноименных профилей зубьев: шаг зацепления  $p_a$ ; осевой шаг  $p_x$ ; ход зуба  $p_z$ ;

- обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса.

Если зубчатое колесо имеет два и более венца (рисунок 56) одного вида, то значение параметров следует указывать в таблице параметров в отдельных графах (колонках) для каждого венца. Венец и соответствующая колонка таблицы должны быть обозначены одной прописной буквой русского алфавита.

Если зубчатое колесо имеет два и более венца разного вида (например, цилиндрический и конический), то для каждого венца должна быть приведена на чертеже отдельная таблица. Таблицы следует располагать рядом или одну под другой. Каждый венец и соответствующая таблица должны быть обозначены одной прописной буквой русского алфавита.

Неиспользуемые строки таблицы параметров следует исключать или прочеркивать.

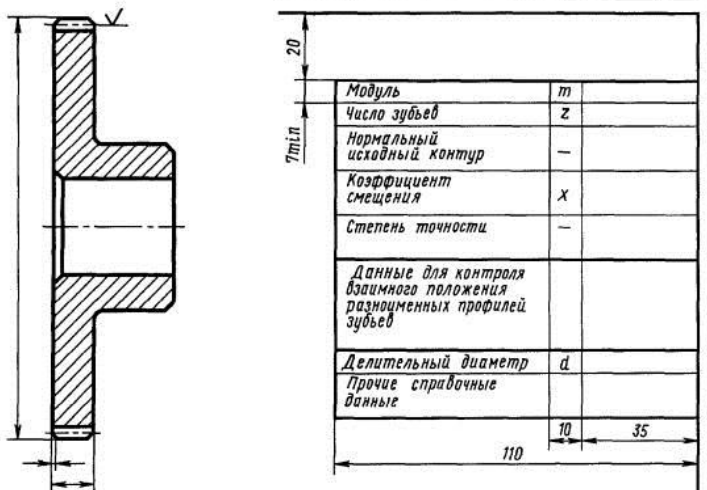


Рисунок 56 - Пример указания параметров зубчатого венца прямозубого цилиндрического зубчатого колеса со стандартным исходным контуром

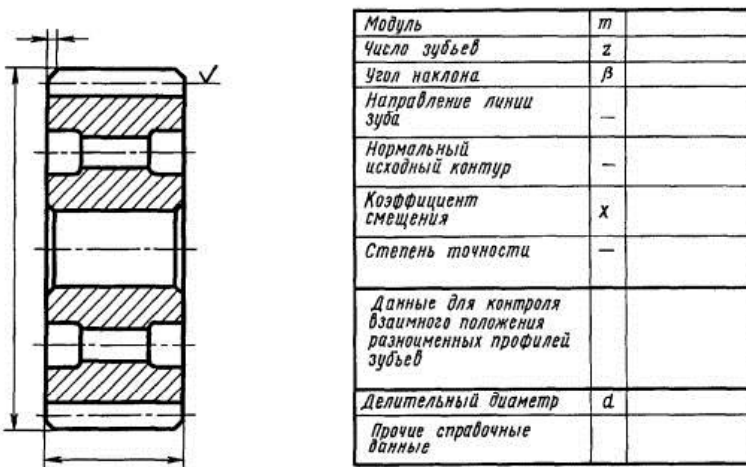
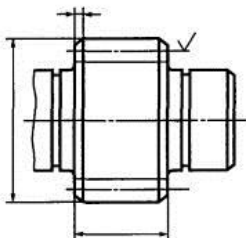


Рисунок 57 - Пример указания параметров зубчатого венца косозубого цилиндрического зубчатого колеса со стандартным исходным контуром



|  |  |          |
|--|--|----------|
| Модуль   | $t$  |          |
| Число зубьев   | $z$  |          |
| Нормальный исходный контур   | Угол профиля                                   | $\alpha$ |
|  | Коэффициент высоты головки                     | $h_a^*$  |
|  | Коэффициент граничной высоты                   | $h_t^*$  |
|  | Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой | $r_f^*$  |
|  | Коэффициент радиального зазора                 | $c^*$    |
|  | Коэффициент толщины зуба по делительной прямой | $s^*$    |
| Коэффициент смещения   | $x$  |          |
| Степень точности   | —  |          |
| Данные для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев |  |          |
| Данные для контроля по нормам точности                               |  |          |
| Делительный диаметр  | $d$  |          |
| Прочие справочные данные   |  |          |

Рисунок 58 - Пример указания параметров зубчатого венца прямоугольного цилиндрического зубчатого колеса с нестандартным исходным контуром, у которого толщина зуба по делительной прямой не равна ширине впадины

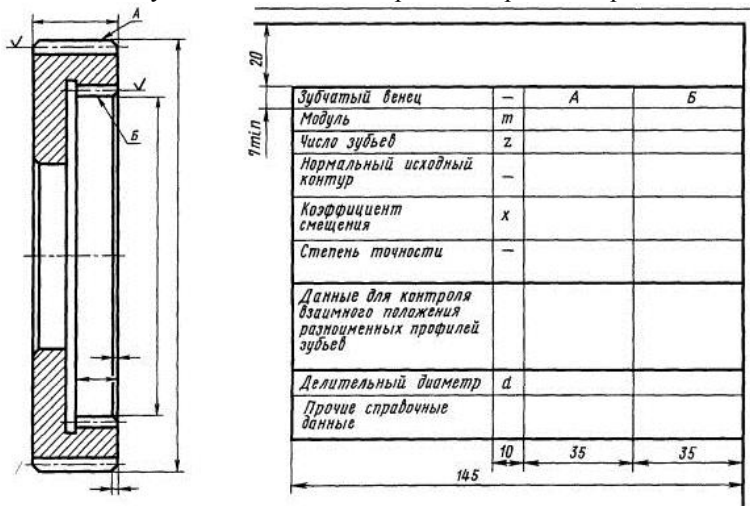


Рисунок 59 - Пример указания параметров зубчатого венца цилиндрического зубчатого колеса со стандартным исходным контуром, имеющего два венца



На изображении конического зубчатого колеса (рисунки 60-63) должны быть указаны:

- внешний диаметр вершин зубьев до притупления кромки;
- внешний диаметр вершин зубьев после притупления кромки (при необходимости);
- расстояние от базовой плоскости до плоскости внешней окружности вершин зубьев;
- угол конуса вершин зубьев;
- угол внешнего дополнительного конуса. Допускается указывать дополнительный угол к углу внешнего дополнительного конуса;
- ширина зубчатого венца. В случае, когда передний торец зубчатого колеса выполняются плоскорезанным, размер ширины зубчатого венца должен быть указан как справочный (рисунок 62);
- базовое расстояние;
- размеры фасок или радиусы кривизны линий притупления на кромках зубьев. Допускается указывать размеры фасок или радиусы кривизны линий притупления в технических требованиях чертежа;
- положение измерительного сечения.

На чертеже зубчатого колеса должна быть помещена таблица параметров зубчатого венца (рисунок 60).

Таблица параметров должна состоять из трех частей, которые должны быть отделены друг от друга сплошными основными линиями:

- первая часть - основные данные;
- вторая часть - данные для контроля;
- третья часть - справочные данные.

В первой части таблицы параметров должны быть приведены:

-модуль: внешний окружной  $m_e$  - для прямозубого зубчатого колеса; внешний нормальный  $m_n$  - для зубчатого колеса с тангенциальными зубьями; средний нормальный  $m_{ne}$  - для зубчатого колеса с круговыми зубьями;

- число зубьев  $z$ ; для зубчатого сектора - число зубьев секторного зубчатого колеса (на полной окружности);

- тип зуба надписью "Прямой", "Тангенциальный" или "Круговой";

- осевая форма зуба по ГОСТ 19325-73 - для зубчатых колес с тангенциальными и круговыми зубьями;

- угол наклона зуба: внешний  $\beta_{ne}$  - для зубчатого колеса с тангенциальными зубьями; средний  $\beta_n$  - для зубчатого колеса с круговыми зубьями;

- направление линии зуба надписью "Правое" или "Левое";

- исходный контур: стандартный - ссылкой на соответствующий стандарт; нестандартный - указанием сечения, к которому относится исходный контур (вид исходного контура), и следующими параметрами (черт.10): угол профиля  $\alpha_n$ ; коэффициент высоты головки  $h_a^*$ ; коэффициент радиуса кривизны переходной кривой  $\rho_f^*$ ; коэффициент радиального зазора  $c^*$ .

Если исходный контур не может быть определен перечисленными параметрами, на чертеже должно быть приведено его изображение с необходимыми размерами;

- коэффициент смещения с соответствующим знаком: внешний окружной  $x_e$  - для зубчатого колеса с прямыми зубьями; внешний нормальный  $x_{ne}$  - для зубчатого колеса с тангенциальными зубьями; средний нормальный  $x_n$  - для зубчатого колеса с круговыми зубьями. Допускается вместо величины  $x_n$  указывать внешний окружной коэффициент смещения  $x_{te}$ . При отсутствии смещения следует проставлять 0;

- коэффициент изменения толщины зуба  $x_t$  с соответствующим знаком. При отсутствии изменения расчетной толщины следует проставлять 0;

- угол делительного конуса  $\delta$ ;

- номинальный диаметр зуборезной головки  $d_0$  - для зубчатого колеса с круговыми зубьями;

- степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора по соответствующему стандарту и обозначение этого стандарта.

Во второй части таблицы параметров должны быть приведены размеры зуба в измерительном сечении: толщина зуба по хорде  $s$  или постоянная хорда  $s_c$ ; высота до хорды  $h_a$  или до постоянной хорды  $h_c$ .

На чертеже шестерни вместо размеров зуба в измерительном сечении допускается указывать боковой зазор в паре с сопряженным зубчатым колесом записью: "Допускаемый боковой зазор в паре".

Во второй части таблицы параметров зубчатого колеса с нестандартным исходным контуром должны быть приведены данные для контроля по нормам: кинематической точности; плавности работы; контакта зубьев в передаче; бокового зазора.

В качестве данных для контроля по нормам точности на чертеже зубчатого колеса с нестандартным исходным контуром следует указывать установленные конструктором значения параметров одного из контрольных комплексов, предусмотренных стандартом на допуски.

В третьей части таблицы параметров должны быть приведены:

- межосевой угол передачи  $\Sigma$ ;
- модуль: средний окружной  $m_m$  - для зубчатого колеса с прямыми зубьями; средний нормальный  $m_n$  - для зубчатого колеса с тангенциальными зубьями; внешний окружной  $m_{te}$  - для зубчатого колеса с круговыми зубьями;
- внешнее конусное расстояние  $R_e$ ;
- среднее конусное расстояние  $R$ ;
- средний делительный диаметр  $d$ ;
- угол конуса впадин  $\delta_f$ ;
- внешняя высота зуба  $h_e$ ;
- при необходимости прочие справочные данные, например:
  - внешняя высота головки зуба  $h_{ae}$ ;
  - внешняя окружная толщина зуба  $s_e$  (для прямозубого зубчатого колеса) или  $s_{te}$  (для зубчатого колеса с тангенциальными зубьями);

–средняя нормальная толщина зуба  $s_n$  - для зубчатого колеса с круговыми зубьями.

Допускается вместо величины  $s_n$  указывать внешнюю окружную толщину зуба  $s_{te}$ ;

–обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса.

На чертеже конического зубчатого колеса на изображении или в технических требованиях допускается приводить данные о форме, расположении и поведении зоны касания.

Если зубчатое колесо имеет два и более венца одного вида, то значения параметров следует указывать в таблице параметров в отдельных графах (колонках) для каждого венца. Венец и соответствующая колонка таблицы должны быть обозначены одной прописной буквой русского алфавита.

Если зубчатое колесо имеет два и более венца разного вида (например, конический и цилиндрический), то для каждого венца должна быть приведена на чертеже отдельная таблица. Таблицы следует располагать рядом или одну под другой. Каждый венец и соответствующая таблица должны быть обозначены одной прописной буквой русского алфавита.

Неиспользуемые строки таблицы параметров следует исключать или прочеркивать.

Примеры указания параметров зубчатого венца на чертежах конических зубчатых колес приведены на рисунках 60-63.

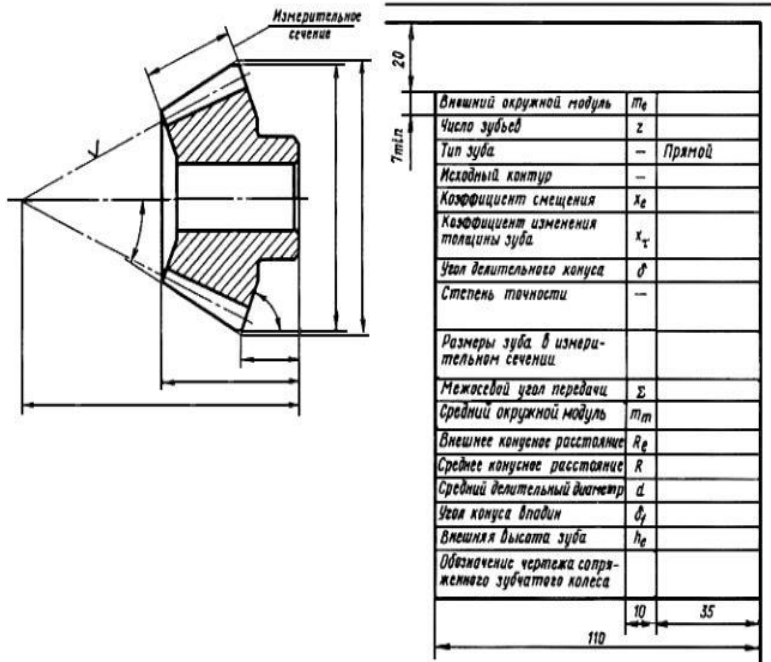
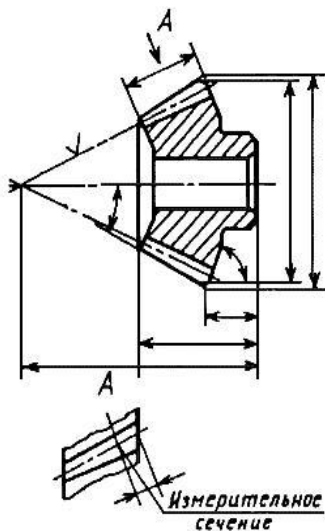
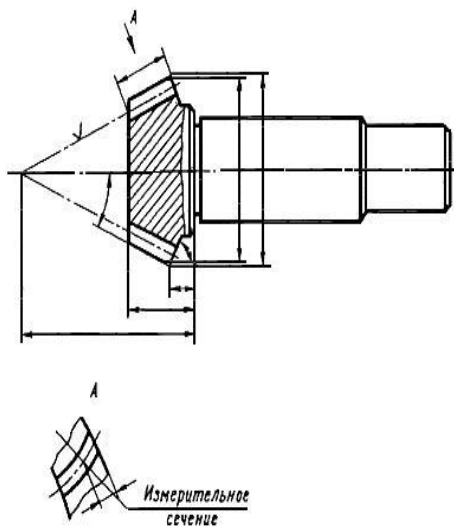


Рисунок 60 - Пример указания параметров зубчатого венца на чертеже прямозубого конического зубчатого колеса со стандартным исходным контуром



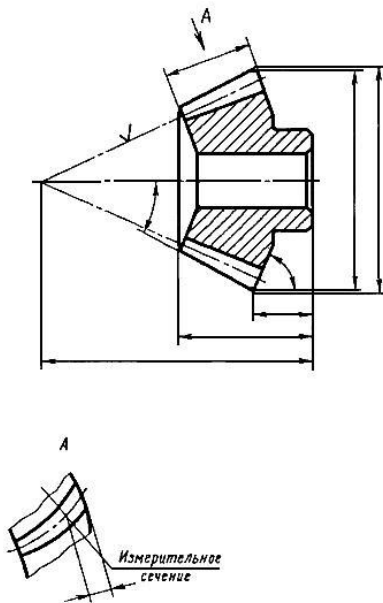
|   |              |                |
|---|--------------|----------------|
| Внешний нормальный модуль                       | $m_{ne}$     |                |
| Число зубьев                                    | $z$          |                |
| Тип зуба  | —            | Тангенциальный |
| Оседлая форма зуба по ГОСТ 19325-73             | —            |                |
| Внешний угол наклона зуба                       | $\beta_{ne}$ |                |
| Направление линии зуба                          | —            |                |
| Исходный контур                                 |              |                |
| Коэффициент смещения                            | $x_{ne}$     |                |
| Коэффициент изменения толщины зуба              | $x_{\Gamma}$ |                |
| Угол делительного конуса                        | $\delta$     |                |
| Степень точности                                | —            |                |
| Размеры зуба в измерительном сечении            |              |                |
| Межосевой угол передачи                         | $\Sigma$     |                |
| Средний нормальный модуль                       | $m_{\Pi}$    |                |
| Внешнее конусное расстояние                     | $R_e$        |                |
| Среднее конусное расстояние                     | $R$          |                |
| Средний делительный диаметр                     | $d$          |                |
| Угол конуса впадин                              | $\delta_f$   |                |
| Внешняя высота зуба                             | $h_e$        |                |
| Обозначение чертежа сопряженно зубчатого колеса |              |                |

Рисунок 61 - Пример указания параметров зубчатого венца на чертеже конического зубчатого колеса с тангенциальными зубьями со стандартным исходным контуром



|   |                |          |
|---|----------------|----------|
| Средний нормальный модуль                         | $m_n$          |          |
| Число зубьев                                      | $z$            |          |
| Тип зуба  | —              | Круговой |
| Осевая форма зуба по ГОСТ 19325-73                | —              |          |
| Средний угол наклона зуба                         | $\beta_n$      |          |
| Направление линии зуба                            | —              |          |
| Исходный контур                                   | —              |          |
| Коэффициент смещения                              | $x_n$          |          |
| Коэффициент изменения толщины зуба                | $x_f$          |          |
| Угол делительного конуса                          | $\delta$       |          |
| Номинальный диаметр зуборезной головки            | $d_a$          |          |
| Степень точности                                  | —              |          |
| Размеры зуба в измерительном сечении              |                |          |
| Межосевой угол передачи                           | $\Sigma$       |          |
| Внешний окружной модуль                           | $m_{\Sigma e}$ |          |
| Внешнее конусное расстояние                       | $R_e$          |          |
| Среднее конусное расстояние                       | $R$            |          |
| Средний делительный диаметр                       | $d$            |          |
| Угол конуса впадины                               | $\delta_f$     |          |
| Внешняя высота зуба                               | $h_e$          |          |
| Обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса |                |          |

Рисунок 62 - Пример указания параметров зубчатого венца на чертеже конического зубчатого колеса с круговыми зубьями со стандартным исходным контуром



|   |              |                    |
|---|--------------|--------------------|
| Средний нормальный модуль                         | $m_n$        |                    |
| Число зубьев                                      | $z$          |                    |
| Тип зуба  | —            | Круговой           |
| Исходная форма зуба по ГОСТ 19325-73              | —            |                    |
| Средний угол наклона зуба                         | $\beta_n$    |                    |
| Направление линии зуба                            | —            |                    |
| Вид исходного контура                             | —            | Средний нормальный |
| Угол профиля                                      | $\alpha_n$   |                    |
| Коэффициент вылета головки                        | $\delta_n^*$ |                    |
| Коэффициент радиального зазора                    | $s_n^*$      |                    |
| Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой    | $\rho_f^*$   |                    |
| Коэффициент смещения                              | $x_n$        |                    |
| Коэффициент изменения толщины зуба                | $x_t$        |                    |
| Угол делительного конуса                          | $\delta'$    |                    |
| Номинальный диаметр зубчатый заготовки            | $d_d$        |                    |
| Уровень точности                                  | —            |                    |
| Размеры зуба в измерительном сечении              |              |                    |
| Данные для контроля по нормам точности            |              |                    |
| Межосевой угол передачи                           | $\Sigma$     |                    |
| Внешний окружной модуль                           | $m_{de}$     |                    |
| Внешнее конусное расстояние                       | $R_e$        |                    |
| Среднее конусное расстояние                       | $R$          |                    |
| Средний делительный диаметр                       | $d$          |                    |
| Угол конуса впадин                                | $\delta_f$   |                    |
| Высота зуба                                       | $h_e$        |                    |
| Обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса |              |                    |

Рисунок 63 - Пример указания параметров зубчатого венца на чертеже конического зубчатого колеса с круговыми зубьями с нестандартным исходным контуром.



## **2.2 Работа с конструкторско - технологической документацией**

Сведения о конструкторской документации отражены в разделе 2.1.

В производственных подразделениях ПАО «ОДК-Сатурн» изготавливаются, ремонтируются детали, сборочные единицы (ДСЕ), узлы, модули, так же выполняется сборка, техническое обслуживание и испытание газотурбинных двигателей (ГТД), агрегатов. Вся передаваемая заказчику продукция должна соответствовать актуальной КД, которая включает в себя:

- конструкторскую документацию, состоящую из чертежей, спецификаций и технических условий на приемку и поставку двигателя;

- эксплуатационную документацию двигателя.

Конструкция двигателей, агрегатов, ДСЕ может изменяться разработчиком изделия. По актуальной КД технологами производственных, сборочных и испытательных подразделений выполняется разработка и уточнение КДТП.

### **2.2.1 Технологическая документация**

*Технологическая документация* (ТД) – графический или текстовый документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию изготовления изделия.

К ТД относятся: титульный лист, маршрутная карта, ведомость оснастки, карта согласования, карта эскизов, операционные карты, акт внедрения технологического процесса, технологическая инструкция и др.

*Технологический процесс (ТП)* - документ, описывающий процесс по изготовлению ДСЕ согласно чертежа. Для описания технологического процесса технологический отдел (бюро)

цеха разрабатывает комплект документов технологического процесса (КДТП, далее технология).

Рабочие и контролеры при выполнении работ по изготовлению, ремонту, техническому обслуживанию используют технологию.

Ответственным за разработку КДТП является технолог цеха.

*Единичный ТП* представляет собой ТП изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства.

*Групповой ТП* представляет собой ТП изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

*Типовой ТП* представляет собой ТП изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками. Пример утверждения ТП представлен на рисунке 64а.

В зависимости от степени детализации различают маршрутное описание ТП, маршрутно-операционное описание ТП и операционное описание ТП.

*Маршрутное описание ТП* - сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

*Маршрутно-операционное описание ТП* - сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

*Операционное описание ТП* - полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов.

*По возможности осуществления контроля ТП различают:*

- обычные;
- специальные.

*По степени ответственности ТП различают:*

- обычные;

- особо ответственные;
- директивные.

Порядок работы с директивными и специальными ТП описаны в разделах 2.7 и 2.6 соответственно.

В производственном подразделении имеются учтенные технологии:

- копия «Экземпляр технолога № подразделения» - выдается в ТО цеха технологу-разработчику или технологу, который ведет данный ТП;
- копия «Экз. №\_\_ подразделения» - выдается в ИРК цеха (для выдачи на рабочие места).

СТП 503.211-2005 приложение Б.1, изм. 28

|  |                 |  |             |
|--|-----------------|--|-------------|
| xxx-xx-xxxx-xx   | 51              | 1  | xxxxx.xxxxx |
| xxx  | 01 <sup>9</sup> |  |             |
| ПАО "ОДК-Сатурн"<br>УТВЕРЖДАЮ<br>Главный технолог<br><br>ФИО _____<br>Подпись _____  |                 |  |             |
| <b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b><br>на технологический процесс<br>обработки детали резанием, холодной штамповкой,<br>электрофизической, электрохимической обработки. |                 |  |             |
| Изделие <u>xxx</u>   |                 |  |             |
| СОГЛАСОВАНО  |                 |  |             |
| Главный метролог<br><br>ФИО _____<br>Подпись _____   |                 | Начальник цеха<br><br>ФИО _____<br>Подпись _____ |             |
| Процесс специальный оп. <u>xx.xx.xx</u>  |                 |  |             |
| 2838<br>(номер изделия, по которому<br>выгущен технологический процесс)  |                 |  |             |
| Арт № _____  |                 |  |             |

ДЕЙСТ. до 2020  
 ДЕЙСТ. до 2021  
 ДЕЙСТ. до 2022  
 ДЕЙСТ. до 2023

ЭКЗ N5

М.П. 03.03.2018  
 03.03.2018

СТП 503.211-2005 приложение М.2, изм. 26

|  |     |   |                |                  |                                |     |    |                     |             |
|--|-----|---|----------------|------------------|--------------------------------|-----|----|---------------------|-------------|
| Дубль:                                 |     |   |                |                  |                                |     |    |                     |             |
| Взам.                                  |     |   |                |                  |                                |     |    |                     |             |
| Попр.                                  | 01  | xxx   | подпись        | дата             |                                |     |    |                     |             |
| Инструкция по охране труда 794-91-0818 |     |   |                | Тара             | 638332594                      |     |    | xxx.xxxxx.xxxxx     | 1           |
| Разраб.                                | ФИО | Подпись   | Дата           | ПАО "ОДК-Сатурн" | xxx-xx-xxxx-xx                 |     |    |                     | 60101.00008 |
| Нач. ТБ                                |     |   |                |                  |                                |     |    |                     |             |
| Иван. БТ.Э                             |     |   |                |                  |                                |     |    | 01 <sup>9</sup> xxx | 07 xxx      |
| Н. контр.                              |     |   |                | xx               |                                |     |    |                     |             |
|  | 01  | xx  |                |                  |                                |     |    |                     | МИ          |
|  |     | Материал  | Твердость      |                  | Код, наименование оборудования |     |    | Тв                  | Тс          |
|  | 02  | 12Х18Н9Т-а (ТУ 14-1-377-72) ГОСТ 2560-2006  | термообработка |                  | Верстак 1500x700 005-003       |     |    |                     |             |
| КМ                                     |     | Наименование детали, сб. единицы или материала                                    |                |                  | Код, обозначение               | ОЛП | ЕВ | ЕН                  | КИ          |
| Р                                      |     |   |                |                  |                                |     |    |                     | п.об/мин    |
| О                                      | 1   | Зачистить заусенцы и притупить острые кромки фаской или радиусом от 0,1 до 0,4 мм |                |                  |                                |     |    |                     | Н.раск.     |
| М                                      |     | Очки защитные EN 168:2002 ГОСТ 12.4.283-2013                                      |                |                  |                                |     |    | шт                  |             |
| T +                                    |     | 2850-0001 Ручка   |                |                  |                                |     |    |                     | 0,001       |
| T +                                    |     | 2850-0031 Шибер   |                |                  |                                |     |    |                     | 0,01        |
| T +                                    |     | 2826-0028 Нидфиль ГОСТ 1513-77  |                |                  |                                |     |    |                     | 0,1         |
| О                                      | 2   | Оформить сопроводительную карту   |                |                  |                                |     |    |                     |             |
| OK                                     |     | Операционная карта  | xxx            |                  |                                |     |    |                     | 22.03.2018  |

ЭКЗ N5

Рисунок 64а - Пример утвержденного ТП

Документация, выданная на рабочее место, по окончании рабочего дня должна быть возвращена в ИРК.

Допускается копии КДТП (ОК) хранить после окончания рабочего дня в производственных группах в специально отведенных местах (шкафах, тумбах), исключающих попадание искусственного и естественного освещения. Хранение обеспечивается в соответствии с приказом по производственному подразделению (цеху), в котором указаны конкретное места хранения и лицо, ответственного за хранение.

В ряде случаев, например, для изготовления деталей и сборочных единиц по разовым заказам и служебным запискам, для проведения опытных работ по совершенствованию ТП или для устранения несоответствий ТП разрабатывается временная технология.

В случае если технологии согласовываются и утверждаются в электронном виде, у таких ТП на каждой странице должен быть водяной знак «экз. № XXX» (XXX-номер цеха) или, если карта введена по ИИ, то может быть «номер ИИ экз. № XXX» и синий штамп «отпечатано с электронной версии» (см. рисунок 64б), операционные карты не имеют оригиналов подписей:

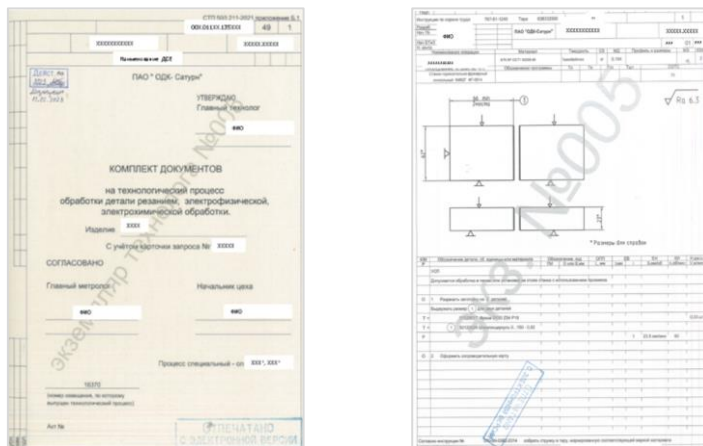


Рисунок 64 б-Пример утвержденного электронного ТП

## 2.2.2 Временное технологическое указание

В случае временной невозможности выпуска ДСЕ без отступлений от требований ТД оформляется временное технологическое указание (ВТУ). Если отступление от требований ТД вызывает отступление от требований КД, то ВТУ оформляется и внедряется только совместно с разрешением на отступление.

*Причины оформления ВТУ:*

- временное отсутствие требуемого технологического оснащения;
- разрешение на отклонение с указаниями о необходимости доработки продукции;
- «Запрос на отклонение» с указаниями о необходимости доработки или восстановления;
- решения и планы главных специалистов по проведению опытных работ по отработке технологий для ремонтных двигателей;
- указания производству;
- указания конструкторского отдела.

При необходимости к ВТУ добавляются документы в виде приложений, на которые изменения распространяются:

- необходимый комплект технологических документов: карта эскизов, операционная карта, маршрутная карта, карта согласования и т.д.;
- сопроводительная карта;
- «Перечень ДСЕ к ВТУ».

ВТУ на директивные технологии (ТП) в обязательном порядке должно быть согласовано с представителем ВП-НИ (на продукцию, принимаемую ВП-НИ) и с главным конструктором по принадлежности изделия.

ВТУ утверждается лицом, утвердившим технологию (ТП). Остальные подписи специалистов – согласующие.

Срок действия ВТУ определяется по:

- дате (не более шести месяцев);
- количеству ДСЕ;
- номеру двигателей.

Ознакомление с ВТУ - на свободном месте подлинника ВТУ или в журнале ознакомления по схеме:

технолог – мастер (произв./контр.) – исполнители работ.

Копии ВТУ должны находиться в учтенных копиях технологий (КДТП) – экземпляр технолога и рабочий экземпляр. По истечении срока действия ВТУ копии изымаются и аннулируются.

### **2.2.3 Внедрение новых технологических процессов и их изменений на рабочем месте**

Внедрение технологических процессов осуществляется на этапах постановки изделий на производство.

Результатом освоения является подтверждение технологической готовности производства, которая включает в себя:

- утвержденную технологическую документацию;
- проверенные средства контроля и приспособления;
- поверенные (калиброванные) средства измерений;
- специальный инструмент, спроектированный для данного ТП;

– необходимые производственные условия: наличие актуальной технологической документации, средств оснащения, условий производственной среды, персонал, аттестованный на выполнения работ соответствующего разряда.

При изготовлении пробной партии деталей, или выполнении новых операций обязательно выполняется следующая последовательность работ:

Старший производственный мастер, контрольный мастер и технолог проверяют наличие на рабочем месте необходимых технологической документации, оборудования, технологической оснастки и средств измерения.

1 Мастера производственный и контрольный знакомят рабочих и контролеров с технологическим процессом перед началом выполнения работ с обязательной отметкой в журнале.

2 Производственный рабочий под наблюдением технолога изготавливает или ремонтирует пробную партию ДСЕ в количестве не менее 5 (не менее 2 штук для крупногабаритных, дорогостоящих деталей, сборочных единиц)

3 Работник БТК выполняет контроль партии деталей, сборочных единиц с обязательной регистрацией фактических параметров.

4 Старший производственный мастер, контрольный мастер и технолог анализируют результаты контроля.

В случае невыполнения требований ТП – определяют причину, разрабатывают мероприятия по обеспечению стабильности ТП.

5 Детали направляются на альтернативный контроль в ЦИЛ с регистрацией параметров. Допускается по согласованию с начальником УГМетр проводить альтернативный контроль в цехе-изготовителе.

6 Конструктор разработчик принимает ДСЕ (не менее 3-х) из первой партии окончательно принятых БТК и подтверждает свое согласие с результатами приемки.

7 Представитель заказчика принимает результаты контроля продукции (при необходимости).

8 Технолог оформляет акт внедрения тех. процесса, который является частью комплекта технологической документации и указывает его номер на титульном листе ТП.

В случае успешного внедрения технологического процесса делается заключение о том, что по разработанному КДТП с имеющимся оснащением возможно изготовление продукции в соответствии с конструкторской документацией надлежащего качества.

На некоторых изделиях подтверждением того, что производственный процесс пригоден для изготовления изделия (детали) надлежащего качества применяется отчет о контроле первого изделия. В отчет в обязательном порядке



включаются фактические результаты измерений, выполненные контролерами.

Технологическая документация может изменяться по различным причинам изменения конструкторской документации или изменения условий производства/ремонта продукции.

Изменения в технологическую документацию вносит технолог, выпуская извещение об изменении технологического процесса и проводя изменения во всех экземплярах технологической документации.

Ответственность контролера всегда работать по актуальной технологической документации.

*СТП 503.213 Технологические процессы. Правила разработки. Порядок внедрения*

*СТП 503.184 Технологическая документация. Правила и порядок внесения изменений*

## 2.3 Основы материаловедения

### 2.3.1 Металлы и их свойства

*Металлы* – это непрозрачные вещества, обладающие специфическим металлическим блеском, пластичностью и высокой электро- и теплопроводностью.

Металлы отличаются один от другого строением и свойствами. Понятие «чистый металл» условно. Любой чистый металл содержит примеси и поэтому его следует рассматривать как сплав.

Все металлы и образованные из них сплавы делят на две большие группы: *черные и цветные*.

К черным металлам относятся: железо, хром, марганец и сплавы на основе железа (чугуны и стали).

К цветным металлам относятся: медь, алюминий, титан, никель, магний, свинец, олово и др. (кроме железа, хрома, марганца и сплавов на основе железа).

Черные металлы от цветных отличаются по своей окраске и свойствам.

Основные свойства, характеризующие металл:

*Физические свойства* – температура плавления, плотность, теплоёмкость, теплопроводность, электропроводность, магнитные свойства.

*Химические свойства* характеризуются коррозионной стойкостью металла.

*Технологические свойства* характеризуют способность металлов и сплавов подвергаться различным способам обработки: литейные свойства, ковкость, свариваемость, обрабатываемость.

*Механические свойства* – текучесть, упругость, прочность, пластичность, твёрдость, ударная вязкость, они характеризуют способность материала сопротивляться внешним нагрузкам.

### 2.3.2 Чугуны

*Чугун* – это сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится от 2,14 до 6,67 %, и примесями: кремний, марганец, сера, фосфор (сера и фосфор – вредные примеси).

Классификация, свойства и примеры марок чугунов представлены на схеме 1.

### 2.3.3 Углеродистые и легированные стали

*Сталь (углеродистая)* – это сплав железа с углеродом, в котором углерода содержится до 2,14 %, и примесями: кремний, марганец, сера, фосфор (сера и фосфор – вредные примеси).

*Легированная сталь* – это сталь, в которой, кроме примесей, содержатся легирующие элементы (л. эл.), вводимые в сталь специально для получения требуемых свойств.

*Конструкционные стали (углеродистые и легированные)* – предназначены для изготовления деталей, в основном, содержат углерода менее 0,7 %.

*Инструментальные стали (углеродистые и легированные)* – предназначены для изготовления инструмента, содержат углерода более 0,7 %.

Важнейшей инструментальной легированной сталью является быстрорежущая сталь: марки Р6, Р9, Р18, Р18Ф2, Р10К5Ф5, Р9К5, где

Р – быстрорежущая сталь,  
цифра за буквой «Р» – % вольфрама.

Во всех марках быстрорежущих сталей содержится от 1 до 2 % углерода, около 4 % хрома (в марках оно не указывается).

*Основные свойства быстрорежущих сталей:*

- 1) высокая твердость;
- 2) наличие вольфрама не менее 6 %;

3) красностойкость – свойство режущего инструмента не терять твердость и режущие свойства при высоких температурах (красностойкость инструментальной углеродистой стали – 200 °С, быстрорежущей стали – (600-650) °С).

*Примеры:*

*Р6М3 – сталь инструментальная быстрорежущая, 6 % вольфрама, 3 % молибдена, углерода 1 %, остальное – железо.*

*Р10К5Ф5 – сталь инструментальная быстрорежущая, 10 % вольфрама, 5 % кобальта, 5 % ванадия, углерода 1 %, остальное – железо.*

*Стали с особыми свойствами* предназначены для работы в особых условиях (влажность, повышенная температура и др.).

Особые свойства сталей: коррозионностойкость, жаростойкость, жаропрочность, износостойкость.

*Нержавеющие (коррозионностойкие) стали* обладают высокой стойкостью против коррозии в атмосфере, почве, кислотах и щелочах.

Эти свойства в стали обеспечивают легирующие элементы – хром (в количестве не менее 12 %), а также никель, титан (например, 12Х13, 12Х18Н10Т).

Стали применяют для изготовления деталей, работающих в агрессивных средах.

*Жаростойкие (окалиностойкие) стали* сопротивляются окислению (образованию окалины) при высокой температуре (500-1000) °С.

Эти свойства в стали обеспечивают легирующие элементы – хром, кремний, алюминий (например, Х5, 4Х9С2, Х8С2М).

Стали применяют для изготовления деталей, работающих в условиях высоких температур.

*Жаропрочные стали* сохраняют механические свойства при высоких температурах (500-1000) °С.

Основные легирующие элементы – молибден, вольфрам, ванадий, кобальт, титан, хром, никель (например, 1ХН11Ф, Х23Н18, 13Х11Н11 В2ФР).

Стали применяют для изготовления деталей, работающих в условиях высоких температур.

*Износостойкие стали* обладают большим сопротивлением износу.

Основной легирующий элемент – марганец (например, сталь Г13).

Стали применяют для изготовления деталей, подверженных износу.

При маркировке легированных сталей используется следующее условное буквенное обозначение основных легирующих элементов:

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| А – азот*    | Н – никель   | Ю – алюминий |
| М – молибден | Х – хром     | С – кремний  |
| В – вольфрам | Ц – цирконий | Ф – ванадий  |
| К – кобальт  | Г – марганец | П – фосфор   |
| Т – титан    | Ш – магний*  | Д – медь     |

\* - если буква стоит в середине марки

Содержание углерода в стали определяется следующим образом:

- две цифры в начале марки показывают сотые доли процента углерода;

- одна цифра в начале марки или цифры после начальной буквы «У» показывают десятые доли процента углерода;

- отсутствие цифр в начале марки (кроме марок, начинающихся с буквы «У») указывает на наличие около одного процента углерода.

Цифры за буквами обозначают процентное содержание соответствующего элемента, округленное до целого числа.

Разделение сталей (углеродистых и легированных) по качеству связано с содержанием в них вредных примесей – серы и фосфора: чем меньше вредных примесей, тем выше качество стали.

В марке стали буква «А» в конце марки означает, что сталь высококачественная (углеродистая или легированная), отсутствие буквы «А» в конце марки говорит о том, что сталь качественная; буква «Ш» в конце марки означает, что сталь особо высококачественная (для легированных сталей).

Если в марке после буквы нет цифры, то содержание легирующего элемента в стали составляет менее 2 %. Если содержание легирующего элемента в стали составляет более 2 %, то после буквы указывается цифра в целых процентах.

Стали и сплавы, полученные с применением специальных методов (процессов) выплавки или специальных переплавов, дополнительно обозначают через дефис в конце наименования марки буквами. Например:

ВД – вакуумно-дуговой переплав;

ВИ – вакуумно-индукционная выплавка;

Ш – электрошлаковый переплав.

Также на заводах изготавливаются марки стали, имеющие следующие обозначения:

ЭП – электросталь поисковая (например, ЭП33-ВД);

ЭИ – электросталь исследовательская (например, ЭИ268);

ЧС – челябинская сталь (например, ЧС4-ВИ).

*Примеры:*

*12Х2Н4А – высококачественная легированная конструкционная сталь, содержание химических элементов составляет: 0,12 % углерода, 2 % хрома, 4 % никеля, остальное – железо.*

*13Х11Н2В2МФ-Ш (ЭИ961-Ш) – легированная сталь, особо высококачественная (электрошлаковый способ переплава), конструкционная, содержание химических элементов составляет: 0,13 % углерода, 11 % хрома, 2 % никеля, 2 % вольфрама, менее 2 % молибдена и ванадия, остальное – железо.*

При необходимости более точное процентное содержание химических элементов в плавке материала можно посмотреть в сертификате на материал. При расшифровке марки стали, как правило, называют их среднее значение.

Классификация и примеры марок сталей представлены на схеме 2.

### 2.3.4 Цветные металлы и их сплавы

Сплавы на основе меди делятся на латуни и бронзы. *Латунь* – это сплав меди с цинком (до 45 %).

Латуни бывают:

- простые – основной легирующий элемент – цинк;
- специальные – с добавлением других легирующих элементов для улучшения механических свойств и обрабатываемости.

*Примеры:*

*Л62 – простая латунь, содержащая 62 % меди, остальное (38 %) – цинк;*

*ЛМцЖ 52-4-1 – специальная латунь, содержит 52 % меди, 4 % марганца, 1 % железа, остальное (43 %) – цинк;*

*ЛК 80-3Л – специальная латунь, содержит 80 % меди, 3 % кремния, остальное (17 %) – цинк, Л – литейная*

*Бронза* – это сплав меди с оловом (оловянистые) и другими элементами (безоловянистые), кроме цинка.

*Примеры:*

*БрОФ 6,5-0,15 – оловянистая бронза, содержащая 6,5 % олова, 0,15 % фосфора, остальное (~ 93 %) – медь;*

*БрАЖН 10-4-4 – безоловянистая бронза, содержит 10 % алюминия, 4 % железа, 4 % никеля, остальное (82 %) – медь.*

*Сплавы алюминия* легкие, электропроводные, с хорошими механическими свойствами, по способу обработки делятся на литейные (силумины) и деформируемые (дуралюмины).

*Силумин* – это сплав алюминия с кремнием (марка АЛ4 – алюминиевый литейный сплав, с порядковым номером 4).

*Дуралюмин* – это сплав алюминия с медью, марганцем и магнием (марка Д16 – дуралюмин с порядковым номером 16).

*Сплавы титана* отличаются лёгкостью, прочностью, жаропрочностью (сохраняют свои механические свойства при высоких температурах), коррозионной стойкостью (марка ВТ6 – титановый сплав с порядковым номером 6).

*Сплавы на основе никеля* отличаются жаропрочностью, работают при температуре свыше 700 °С; имеют особенность маркировки: в марке сплава указывается только содержание основы – никеля, остальные элементы просто перечисляются, их содержание нужно смотреть в справочнике или сертификате на материал (марка ХН78Т – никеля 78%).

*Баббиты* – сплавы на основе олова или свинца, являются антифрикционными, применяют для изготовления втулок подшипников (марка Б88 – баббит, содержащий 88% олова).

### **2.3.5 Твердые сплавы**

Твердые сплавы применяют для оснащения рабочей части режущего инструмента (резцов, сверл, фрез) путем напайки медью или механического крепления к державкам, а также для наплавки инструмента и рабочих поверхностей быстроизнашиваемых деталей.

Основой твердых сплавов являются карбиды тугоплавких металлов – вольфрама, титана, тантала, которые отвечают за твердость этих сплавов. В качестве связующего материала используют кобальт, который обеспечивает вязкость твердых сплавов.

Твердые сплавы имеют высокую твердость и прочность, высокую химическую стойкость, износостойкость и жаростойкость.

Твердые сплавы классифицируют на три группы:

- *однокарбидные* – в состав входит карбид вольфрама и кобальт, применяют для обработки хрупких материалов (чугун, бронза), обозначаются буквами ВК: *марка ВК2 – содержит 2 % кобальта, остальное 98 % карбид вольфрама;*

- *двухкарбидные* – в состав входят карбиды вольфрама, титана и кобальт, применяют для обработки вязких материалов (сталь, латунь), обозначаются буквами ТК: *марка Т15К6 – содержит 6 % кобальта, 15 % карбида титана, остальное 79 % карбид вольфрама,*



- *трёхкарбидные* – в состав входят карбиды вольфрама, титана, тантала и кобальт, применяют для черновой обработки материалов, обозначаются буквами ТТК: марка ТТ7К12 – содержит 12 % кобальта, 7 % карбида тантала, 1 % карбида титана, остальное 80 % карбид вольфрама.

Для наплавки инструмента и деталей используют:

- *литые твёрдые сплавы* (например, стеллиты – для наплавки инструмента);
- *порошкообразные твёрдые сплавы* (например, вокар, сталинит – для наплавки деталей).

### 2.3.6 Термическая обработка

*Термообработка* – это совокупность нагрева, выдержки и охлаждения металлических сплавов с целью изменения структуры и свойств.

Основные виды термической обработки: отжиг, нормализация, закалка, отпуск.

*Отжиг* – это нагрев стали до определенной температуры, выдержка при этой температуре и медленное охлаждение вместе с печью.

Отжиг выполняется для сталей, содержащих до 0,83% углерода.

Отжиг проводится для снятия внутренних напряжений, уменьшения твердости и улучшения обрабатываемости резанием, повышения вязкости и для получения мелкозернистой структуры.

*Нормализация* – это тот же отжиг, только охлаждение на воздухе (быстрее, чем с печью). Цели нормализации такие же, как у отжига.

Нормализация выполняется для сталей, содержащих более 0,83% углерода.

*Закалка* – нагрев изделия до температуры выше верхней критической точки на (30 – 50) °С, выдержка при этой температуре и быстрое охлаждение в закалочной среде.

Закалку проводят для придания твердости и износостойкости инструментальным сталям и повышения прочности конструкционным сталям.

Быстрое охлаждение при закалке достигается применением закалочной среды, когда деталь после выдержки в печи помещают либо в воду – применяется для углеродистых сталей (более быстрое охлаждение), либо в масло или в растворы солей – применяются для легированных сталей (более медленное охлаждение).

Закаленные детали обладают высокой твердостью и хрупкостью, имеют значительные внутренние напряжения, поэтому после закалки их подвергают отпуску.

*Отпуск* – заключительная операция термообработки, заключается в нагреве закаленной стали до определенной температуры, выдержке при этой температуре и охлаждении, в основном, на воздухе

Отпуск проводят с целью снять внутренние напряжения после закалки, понизить твердость и повысить обрабатываемость, повысить вязкость и пластичность.

Виды отпуска:

- *низкий* – для режущего инструмента с целью снятия внутренних напряжений;

- *средний* – для пружин, рессор с целью незначительного снижения твердости и повышения вязкости, прочности и упругости;

- *высокий* – для деталей с целью полного устранения внутренних напряжений, понижения твердости, повышения вязкости, пластичности.

*049-0053 Термическая обработка деталей. Порядок и условия проведения*

*041-0055 Термическая и химико-термическая обработка деталей. Группы контроля*

### 2.3.7 Химико-термическая обработка

*Химико-термическая обработка* – это процесс одновременного химического и термического воздействия для изменения состава, структуры и свойств поверхностного слоя материала.

Процесс основан на диффузии (проникновении) в атомно-кристаллическую решетку железа атомов различных химических элементов при нагреве стальных деталей в среде, богатой этими элементами.

Основные виды химико-термической обработки: цементация, азотирование, цианирование (нитроцементация), диффузионная металлизация.

*Цементация* – процесс насыщения поверхностного слоя сталей углеродом при нагреве в печи в среде, содержащей атомарный углерод, с целью повышения твердости, прочности.

*Азотирование* – процесс насыщения поверхностного слоя сталей азотом при нагреве в печи в среде аммиака с целью повышения твердости, прочности, износостойкости и коррозионностойкости.

*Цианирование (нитроцементация)* – процесс одновременного насыщения поверхностного слоя стали углеродом и азотом при нагреве в печи с целью повышения твердости и износостойкости.

*Диффузионная металлизация* – процесс поверхностного насыщения деталей различными металлами при нагреве в печи с целью повышения твердости, износостойкости, коррозионностойкости, жаростойкости поверхностного слоя (примеры: хромирование, алитирование, кобальтирование, алюмосилицирование и др.)

*046-0058 Азотирование деталей в среде аммиака*

*004-31-0031 Цементация деталей продуктами распада синтина и керосина (карбюризатора) в шахтных печах*

*904-31-0003 Нитроцементация и цианирование деталей продуктами распада синтина или керосина (карбюризатора) и аммиака в шахтных печах*

904-10-0006 Контроль глубины слоя цементации, нитроцементации и цианирования по излому образца-свидетеля

904-0057 Методика контроля качества изделий после химико-термической обработки и закалки токами высокой частоты

046-0099 Нанесение покрытий методом вакуумной плазменной технологии высоких энергий (ВПТВЭ) на детали ГТД на установках МАП-1

004-1067 Газоциркуляционное хромоалитирование. Порядок выполнения работ по нанесению жаростойкого диффузионного хромоалюминидного покрытия на детали газотурбинных двигателей

004-1074 Газоциркуляционное кобальтоалитирование. Порядок проведения работ по нанесению жаростойкого диффузионного кобальтоалюминидного покрытия на детали газотурбинных двигателей

004-1071 Газоциркуляционное алюминирование. Порядок проведения работ по нанесению жаростойкого диффузионного алюминидного покрытия на детали газотурбинных двигателей

## **2.3.8 Методы определения механических свойств**

### **2.3.8.1 Испытание на растяжение**

При испытании на растяжение определяются упругость, текучесть, прочность и пластичность. Определения данных характеристик приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики, определяемые при испытании на растяжение

| <b>Наименование</b> | <b>Определение</b>  |
|---------------------|---|
| Упругость           | способность материала под действием нагрузки изменять свою форму и восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки. Упругость характеризуется пределом упругости |

Продолжение таблицы 9

| Наименование | Определение   |
|--------------|---|
| Текучесть    | способность материала получать пластическую деформацию. Текучесть характеризуется пределом текучести  |
| Прочность    | свойство материала сопротивляться разрушению под действием внешней нагрузки. Прочность характеризуется пределом прочности   |
| Пластичность | способность материала под действием нагрузки изменять свою форму и сохранять изменённую форму после снятия нагрузки. Пластичность характеризуется относительным удлинением и относительным сужением |

Испытание проводится на стандартном образце (т.е. форма и размеры установлены ГОСТ 1497): цилиндрическом (круглом по форме сечения) – для пруткового материала или плоском – для листового материала, который растягивается до разрушения, при этом он удлиняется и сужается в месте образования шейки.

В результате испытания находят характеристики прочности (предел упругости, предел текучести, предел прочности) и характеристики пластичности (относительное удлинение и относительное сужение).

Определения характеристик прочности и пластичности, а также их условные обозначения и единицы измерения приведены в таблице 10

Таблица 10 – Характеристики прочности и пластичности

| Наименование     | Определение  | Обозначение | Единица измерения   |
|------------------|--|-------------|---------------------|
| Предел упругости | соответствует максимальной нагрузке, которую выдерживает образец, не теряя своих упругих свойств | $\sigma_1$  | кгс/мм <sup>2</sup> |

*Продолжение таблицы 10*

|                         |   |            |                     |
|-------------------------|---|------------|---------------------|
| Предел текучести        | нагрузка, вызывающая пластическую деформацию 0,2 % длины образца    | $\sigma_s$ | кгс/мм <sup>2</sup> |
| Предел прочности        | максимальная нагрузка, которую выдерживает образец, не разрушаясь   | $\sigma_b$ | кгс/мм <sup>2</sup> |
| Относительное удлинение | удлинение образца, выраженное в процентах                           | $\delta$   | %                   |
| Относительное сужение   | сужение площади поперечного сечения образца, выраженное в процентах | $\psi$     | %                   |

### **2.3.8.2 Испытание на твёрдость**

*Твёрдость* – это способность материала сопротивляться проникновению в него другого более твёрдого тела.

Метод определения твердости основан на оценке размера отпечатка при вдавливании наконечника прибора (индентора): чем меньше отпечаток, тем выше твёрдость.

Основные методы определения твердости:

*Метод Бринелля* – вдавливается стальной закалённый шарик Ø 2,5; 5,0; 10,0 мм (в зависимости от марки материала) под постоянной нагрузкой, твердость определяют с помощью микроскопа отсчетного (МПБ-2, МПБ-3) по диаметру отпечатка шарика в мм, затем по переводным таблицам находят значение твердости НВ. Метод применяется для материалов с небольшой твердостью.

*Метод Роквелла* – для вдавливания используются два наконечника: стальной закалённый шарик Ø 1,59 мм (для мягких материалов) и алмазный конус с  $\angle 120^\circ$  (для твердых материалов); твердость HR определяют по показаниям циферблата прибора, на котором имеются три шкалы в зависимости от прикладываемой нагрузки и используемого наконечника:

шкала А – нагрузка 60 кгс, наконечник алмазный конус (твердость HRA);

шкала В – нагрузка 100 кгс, наконечник закалённый шарик (HRB);

шкала С – нагрузка 150 кгс, наконечник алмазный конус (HRC).

*Метод Супер-Роквелла* – внедрение в поверхность образца (или изделия) алмазного конуса (шкала N) или стального шарика (шкалы T) при нагрузке от 15 кгс (147Н) до 45 кгс (441Н).

Метод Супер-Роквелла применим в тех случаях, когда метод Роквелла не может быть использован, т.к. применяемые нагрузки оказываются слишком велики и продавливают испытываемую поверхность.

Твёрдость по Супер-Роквеллу измеряется по двум шкалам: N и T. Твёрдость обозначается буквами HR, к которым добавляется одна из букв, определяющих наименование шкалы и соответственно условия испытания (HRN; HRT) и числовое значение из трех значащих цифр.

*Пример: 88,0 HRN15 – твердость 88,0, шкала N, нагрузка 15 кгс (147Н)*

*Метод Виккерса* – вдавливается алмазная пирамида под нагрузкой от 0,5 до 100 кгс, в отпечатке которой получают ромб, у которого под микроскопом измеряют две диагонали, находят их среднее значение, затем по переводным таблицам определяют твердость HV. Метод применяется для определения твердости у твердых материалов, тонких слоёв.

Также по отпечаткам наконечника прибора Виккерса, полученным при измерении твердости, определяется качественная оценка хрупкости азотированного слоя.

*046-0085 Метод измерения твердости по Бринеллю металлов и сплавов*

*066-0329 Метод измерения твердости по Роквеллу*

*066-0331 Метод измерения твердости по С-Роквеллу*

*066-0332 Метод измерения твердости по Виккерсу*

### 2.3.8.3 Испытание на удар

При этом испытании определяют ударную вязкость.

*Ударная вязкость* характеризует сопротивление материала ударным нагрузкам и показывает, какую работу надо затратить, чтобы разрушить материал под действием ударных сил. Единица измерения кгс м/см<sup>2</sup>.

Испытание проводят на стандартном прямоугольном образце квадратного сечения, имеющем в середине канавку различной формы: U-образной, V-образной, с наведённой трещиной. Образец в ходе испытания на приборе, называемом маятниковый копёр, под действием ударной нагрузки разрушается. Разрушение происходит по месту расположения канавки. По результатам испытания находят затраченную на излом образца работу, затем ударную вязкость с учетом площади сечения образца.

Ударная вязкость обозначается буквами КС, к которым добавляется индекс, обозначающий вид канавки на образце (КСU, КСV, КСТ).

### 2.3.9 Методы физико-химического анализа материалов

Методы физико-химического анализа материалов подразумевают различные виды контроля, применяемые при изготовлении деталей. Все методы контроля подразделяются на разрушающие и неразрушающие.

*К разрушающим методам контроля* относится металлографический анализ, который применяется для выявления внутренних дефектов (пор, трещин, раковин и др.) и, в свою очередь, подразделяется на макроанализ и микроанализ.

*Макроанализ* – это контроль структуры металлов и сплавов невооруженным глазом или при небольшом увеличении (например, с помощью лупы) – до 10 крат.



*Микроанализ* – это контроль структуры металлов и сплавов под микроскопом (увеличение в сотни, тысячи раз).

Контроль структуры осуществляется на шлифах.

*Шлиф* – это образец, имеющий зеркальную поверхность, который в процессе изготовления подвергается шлифовке, полировке, а затем травлению для выявления структуры.

К основным неразрушающим методам контроля относятся: рентгеновский, магнитный, ультразвуковой, капиллярный, вихрековый контроль, спектральный анализ.

*Рентгеновский метод* применяется для выявления внутренних дефектов (раковин, трещин, пор и т.д.). Метод основан на способности рентгеновских лучей проникать через различные материалы и поглощаться в них в зависимости от толщины, рода материалов и энергии излучения.

Контролируемую деталь помещают между рентгеновской трубкой и рентгеновской пленкой. Рентгеновские лучи, встречая в металле дефект, проходят через него легче, чем через сплошной металл. Поэтому они, обладая интенсивностью, образуют на фотопленке темные пятна и очерчивают контур дефекта.

*Магнитный метод* применяется для деталей, изготовленных из магнитных материалов. Метод позволяет обнаружить подповерхностные дефекты, т.е. залегающие на небольшой (до (2 – 4) мм) глубине (внутренние пустоты, мелкие трещины, поры, раковины и др.).

Для выявления дефектов детали намагничивают, наносят ферромагнитный порошок (сухой метод) или суспензию (мокрый метод), в местах дефектов образуются рисунки из частиц порошка, что позволяет выявить визуально места расположения, форму и характер дефекта.

После осмотра поверхности производят размагничивание детали.

*Ультразвуковая дефектоскопия* используется для выявления внутренних дефектов (использование шире магнитного и рентгеновского).

Метод основан на свойстве ультразвуковых волн направленно распространяться в средах и отражаться от несплошностей (дефектов). Признаком дефекта является увеличение амплитуды на экране осциллографа и наличие звукового сигнала прибора в данном месте.

*Капиллярный метод* применяют для выявления поверхностных и сквозных дефектов.

На контролируемую подготовленную поверхность наносят индикаторную жидкость (пенетрант), выдерживают, чтобы жидкость могла проникнуть в открытые полости дефектов, затем поверхность очищают от избытка пенетранта, наносят проявитель, который вытягивает пенетрант из полости дефекта, что приводит к образованию на проявителе индикаторных следов. Индикаторные следы образуют рисунок, который позволяет судить о характере дефектов (поры, трещины).

Если в состав пенетранта входят люминесцирующие вещества, то метод контроля называют *люминесцентным* (пример обозначения – ЛЮМ-10В), при этом осмотр изделия производят под ультрафиолетовой лампой.

Если основой пенетранта являются красители ярко-красного цвета, то метод контроля называют *цветной дефектоскопией* (пример обозначения – ЦМ-15В), при этом осмотр изделия осуществляется при электрическом освещении и дневном свете.

Примером капиллярного контроля является метод керосино - меловой пробы.

*Вихретоковый контроль* применяется для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов, т.е. залегающих на небольшой глубине.

Метод основан на анализе взаимодействия электромагнитного поля вихретокового преобразователя с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в контролируемом объекте.

На контролируемую поверхность устанавливается вихретоковый преобразователь с индуктивной катушкой внутри.

Импульсный ток, действующий в катушке, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в контролируемом объекте. При проведении преобразователем по контролируемой поверхности вихретоковый дефектоскоп регистрирует сопротивление на катушке. В случае наличия дефекта на пути преобразователя на экране дефектоскопа возникает резкий всплеск сигнала, связанный с изменением сопротивления.

*Спектральный анализ* применяют для определения химического состава материала. При качественном анализе определяют входящие в состав материала химические элементы. При количественном анализе определяют процентное содержание этих элементов.

*СТП 503.129 Контроль неразрушающий. Организация и порядок проведения*

### **2.3.10 Гальванические покрытия**

Гальваника как технология обработки металлических изделий представляет собой электрохимический процесс, участниками которого являются обрабатываемая деталь, электролит, два электрода и электрический ток.

Электролит - это токопроводящее жидкое вещество, из которого в результате прохождения через него электрического тока выделяются молекулы металла, оседающие на поверхности обрабатываемого изделия и образующие на ней тонкую пленку.

*По назначению гальванические покрытия разделяют:*

1 Защитные покрытия, применяемые для защиты основного металла от коррозии (например, оловянирование).

2 Защитно-декоративные покрытия, применяемые для придания изделиям красивого наружного вида и одновременной достаточной защиты от коррозии (например, никелирование).

3 Специальные покрытия, применяемые со специальными целями (например, меднение для защиты от цементации).

Основные виды гальванических покрытий: меднение, цинкование, никелирование, хромирование, кадмирование, свинцевание, серебрение, фосфатирование, олово-свинец, никель-кадмий.

Вид и способ покрытия выбирают в зависимости от назначения покрытия, предъявляемых к нему требований и от специфических особенностей способа.

Требования к процессам нанесения и контроля покрытий установлены как в инструкциях, размещенных на корпоративном портале, так и в технологических инструкциях, доступных для исполнителей процесса в архивах подразделений, где данные процессы выполняются.

### **2.3.10.1 Меднение**

*Меднение* – это процесс гальванического нанесения слоя меди.

Медное покрытие обладает высоким сцеплением с различными металлами, высокой пластичностью и электропроводностью.

Медное покрытие необходимо применять в качестве подслоя перед нанесением металлических покрытий:

- для защиты от цементации и азотирования;
- для приработки цементированных поверхностей;
- для предотвращения наклепа сопряженных поверхностей;
- для предохранения трущихся поверхностей от задиров;
- для уплотнения посадок и резьбовых соединений;
- от заедания сопрягаемых деталей, работающих при повышенных температурах.

*131.25071.111773 Меднение (Технологическая инструкция)*

### **2.3.10.2 Цинкование**

*Цинковые* покрытия являются достаточно эластичными и хорошо выдерживают развальцовку, изгибы, вытяжку.

Цинкование применяется для защиты от коррозии деталей, работающих при температурах до 300 °С, а также деталей, работающих в топливе, минеральных и синтетических маслах.

Гальваническое цинкование может иметь несколько цветов. Цвет цинкового покрытия светло-серый или серебристо-серый с голубоватым оттенком. Цвет цинкового покрытия с радужным хроматированием зеленовато-желтый с радужными оттенками. Цвет цинкового покрытия с фосфатированием от светло-серого до темно-серого.

*131.25071.135151 Цинкование (Технологическая инструкция)*

### **2.3.10.3 Никелирование**

*Никелевое* покрытие придает декоративно - защитные свойства деталям. Покрытие является основой многослойных декоративно - защитных систем. Из-за высоких механических свойств никель применяют:

- для восстановления изношенных деталей машин;
- для местной защиты от азотирования деталей из коррозионностойких сталей;
- для защиты от коррозии деталей, работающих при температуре до 650°С.

Никелирование бывает химическое и электрохимическое. В основу химического никелирования заложена реакция восстановления никеля из различных водных растворов с применением химических восстановителей.

Метод химического никелирования используют для покрытия слоем никеля поверхностей сложной конфигурации, для которых другие методы защиты из-за условий работы не пригодны, а так же для защиты деталей из нержавеющей сталей от азотирования. Слою никеля, восстановленного химическим путем, присущи высокая твердость, коррозионная стойкость и сопротивляемость износу.

*042-0147 Никелирование деталей*

*042-0143 Химическое никелирование стальных деталей*

#### **2.3.10.4 Хромирование**

*Хромирование* – это процесс осаждения на поверхность детали слоя хрома из электролита под действием электрического тока. Слой хрома может наноситься для декоративных целей, для обеспечения защиты от коррозии или для увеличения твердости поверхности.

В промышленности хромирование используется для снижения трения, повышения износостойкости, повышение коррозионной стойкости. Этот процесс обеспечивает повышенную устойчивость стали к газовой коррозии при температуре до 800°C, высокую коррозионную стойкость в таких средах, как вода, морская вода и азотная кислота.

Хромирование применяется для ремонта деталей путем наращивания сопрягаемой поверхности в случае провала размеров.

*042-0168 Хромирование*

*042-0090 Размерное хромирование обойм подшипников*

#### **2.3.10.5 Кадмирование**

*Кадмирование* – это электролитическая процедура нанесения кадмиевых покрытий на поверхность металлических изделий с целью защитить от коррозии. Кадмирование цианистое наносится на высокоуглеродистые, инструментальные и нержавеющей стали. Для увеличения защитных свойств кадмиевого покрытия осуществляется дополнительная обработка хроматированием (с хроматной пассивацией).

Кадмиевые покрытия эластичны, легко поддаются развальцовке, штамповке, изгибам, свежесаженные покрытия хорошо паяются. Кадмиевое покрытие применяют для защиты от коррозии деталей, работающих при температуре до 250 °С.

К кадмиевому покрытию предъявляются следующие требования: цвет светло серый или серебристо белый.

Хроматированное покрытие должно иметь цвет от золотисто-желтого до желтовато-зеленого с радужным оттенком.

*042-0139 Кадмирование деталей*

### **2.3.10.6 Свинцевание**

В гальванотехнике свинцовые покрытия применяются для защиты подвесочных приспособлений от растворения при анодных процессах, таких как электрополирование в растворах серной, хромовой и фосфорной кислот.

Весьма эффективно используют свинцевание для покрытия тонких проволок и различных конструкций, служащих дополнительными анодами при хромировании.

Свинцовое покрытие применяется для повышения антифрикционных свойств деталей, а также с целью уплотнения.

*042-0162 Свинцевание деталей*

### **2.3.10.7 Покрытие олово – свинец**

*Сплав олово - свинец* используют для защиты от коррозии, как антифрикционное покрытие и в качестве покрытия, облегчающего пайку деталей или обеспечивающего их спекание. Химическая стойкость этих сплавов позволяет применять их для защиты изделий от коррозионного воздействия ряда агрессивных агентов.

Свинцово-оловянное покрытие должно иметь однородный светло - серый цвет.

*042-0102 Электролитическое покрытие сплавом олово-свинец.*

### **2.3.10.8 Серебрение**

*Серебрение* применяется для повышения поверхностной электропроводности, снижения переходного сопротивления контактных деталей, увеличения отражательной способности, повышения антифрикционных и защитных свойств деталей, работающих при высоких температурах.

Серебрение деталей из коррозионностойких сталей и сплавов на никелевой основе проводится для повышения коэффициента отражения и придания антифрикционных свойств деталям из указанных материалов, работающим при температуре до 600 °С.

*213-31-0026 Серебрение*

*042-0116 Серебрение деталей 40034065*

*042-0084 Серебрение деталей 40030024. Технические условия*

### **2.3.10.9 Покрытие никель-кадмий**

Гальванотермическое покрытие никель - кадмий рекомендуется для защиты от коррозии стальных деталей, работающих при температуре 500 °С длительно или при 600 °С кратковременно.

*Никель-кадмиевое покрытие* представляет собой покрытие деталей двумя слоями: первым слоем никеля, вторым слоем кадмия с последующим термодифузионным отжигом.

*042-0148 Гальваническое покрытие никель-кадмий*

### **2.3.10.10 Дефектоскопическое травление**

Это любой химический и/или электролитический процесс, применяемый для выявления структуры и каких-либо поверхностных дефектов металлического сплава. Травление деталей выполняется с целью выявления макроструктуры, прижогов, дефектов, выходящих на поверхность (трещин, волосовин, складок и пр.), инородных включений, пористости, загрязнений. Структура материала должна быть выявлена и считается критерием эффективности травления.

*Факторы, способные понизить эффективность травления:*

- шероховатость Ra не должна превышать 3,2 мкм;
- качество подготовки поверхности под травление: де-



тали должны быть чистыми, без следов масла, смазки, СОЖ, следов засаливания;

- условия работы оборудования для травления (перемешивание раствора, поддержание необходимой температуры раствора).

При выполнении процесса травления не допускается загрязнение деталей между операцией обезжиривания и их погружением в ванну для травления. Большое значение имеет качественная промывка деталей после выполнения операции «Травление», т. к. разводы от воды могут исказить результаты контроля.

После процесса травления выполнить визуальный контроль всех зон, подлежащих контролю. Если имеются особые требования (особенно замер размера зерна или идентификация признака), могут быть использованы соответствующие оптические средства с максимальной степенью до 10 крат.

На протяжении всего контроля необходимо работать в чистых, безворсовых перчатках.

*453-27-0017 Травление деталей из никелевых жаропрочных сплавов и затравок из сплава никель-вольфрам для определения макроструктуры и кристаллографической ориентации*

*453-18-0024 Контроль макроструктуры. Квалификация и аттестация персонала*

*046-0155 Типовые макроструктуры деталей из титановых сплавов*

*046-0090 Дефектоскопическое травление деталей из титановых сплавов*

*131-09-0108 Дефектоскопическое травление из нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов*

### **2.3.10.11 Химическое пассивирование деталей**

Химическому травлению подвергаются стальные детали, не имеющие точных размеров послековки, штамповки и термообработки, а также детали из коррозионностойких сталей и никелевых сплавов, имеющих на своей поверхности окалину и окислы.

Защитные свойства пассивной пленки зависят от состава стали: качество пленки улучшается с повышением содержания хрома и уменьшением углерода, повышению стойкости пленки способствует присутствие в стали кремния, молибдена, никеля, меди.

*042-0169 Травление деталей с целью удаления окалины и обработка поверхности деталей из коррозионно-стойких сталей с целью повышения их коррозионной стойкости*

### **2.3.10.12 Фосфатирование**

Различают фосфатирование оксидное и химическое.

Сущность метода оксидного фосфатирования заключается в получении на стальной или чугунной поверхности защитной пленки, состоящей из фосфатов бария и цинка.

*Оксидное фосфатирование* позволяет получить на шлифованных и полированных поверхностях без пескоструйной обработки мелкокристаллическую пленку, обладающую удовлетворительными защитными свойствами.

Оксидное фосфатирование применяется для защиты деталей с цементированными и азотированными поверхностями, а также для деталей с точными размерами.

*Химическое фосфатирование* применяется с целью защиты от коррозии деталей, имеющих сложную конфигурацию и глубокие внутренние каналы, не доступные для покрытия в ваннах цинкования или кадмирования. Фосфатные пленки обладают хорошей адгезией к лакокрасочным материалам. Вследствие этого фосфатирование применяется как метод подготовки поверхности под лакокрасочные покрытия. Фосфатные покрытия обладают сравнительно низкими защитными

свойствами и требуют защитной антикоррозионной обработки. Для повышения коррозионной стойкости фосфатированные детали подвергают окраске, промасливанию, гидрофобизированию или другой обработке в зависимости от условий эксплуатации. Дополнительная обработка указывается в чертеже или технологии.

*042-0092 Оксидное фосфатирование стальных, чугунных, стальных оцинкованных, кадмированных, омедненных и хромированных деталей*

### **2.3.10.13 Электрополирование сталей**

*Электрохимическое полирование* представляет собой процесс анодной обработки металла, в результате которого происходит сглаживание микронеровностей поверхности металла; поверхность приобретает блеск. Заметное сглаживание происходит при исходной шероховатости не более Rz40-Rz20.

*042-0121 Электрополирование сталей*

### **2.3.10.14 Анодное оксидирование деталей из алюминия и алюминиевых сплавов**

*Анодное оксидирование* или анодирование представляет собой электрохимический процесс, обеспечивающий существенное увеличение толщины оксидной пленки. Анодное оксидирование заключается в превращении поверхностного слоя алюминия в его оксид.

Анодное оксидирование предназначено для:

- повышения коррозионной стойкости деталей;
- подготовки поверхности перед нанесением лакокрасочных покрытий и склеиванием;
- придания поверхности диэлектрических свойств;
- выявления особенностей макроструктуры, пор, трещин, включений, ликваций и других дефектов поверхностного слоя металла.

*131.25071.110323 Анодное оксидирование деталей из алюминия и его сплавов (Технологическая инструкция).*

#### **2.3.10.14.1 Глубокое анодное оксидирование деталей из алюминиевых сплавов**

*Глубокое анодное оксидирование* заключается в превращении поверхностного слоя алюминия при анодировании в серной кислоте в толстые окисные пленки, которые обладают большой твердостью, хорошей износостойкостью, высокими электро и теплоизоляционными свойствами. Пленка хорошо пропитывается маслом ввиду ее большой пористости.

Толстая окисная пленка применяется в первую очередь для создания поверхности с повышенной твердостью и износостойкостью на деталях из алюминиевых сплавов, работающих на трение и испытывающих эрозионное воздействие.

*042-0123 Глубокое анодное оксидирование деталей из алюминиевых сплавов*

#### **2.3.10.15 Специальные покрытия**

*Огнестойкое покрытие* - это полимерное покрытие, которое позволяет увеличить предел огнестойкости конструкции, повышает сопротивляемость к возгоранию, повышает коррозионную стойкость металла.

*453.25073.132384 Нанесение огнестойкого покрытия (Технологическая инструкция).*

*Истираемое покрытие* – это покрытие, которое наносится на трущиеся металлические поверхности для защиты их от истирания.

*131.25060.48648 Нанесение истираемого покрытия (Технологическая инструкция)*

*Прирабатываемое покрытие с пустотелыми стеклянными шариками, работоспособно при температурах не выше 80 °С. и наносится на детали авиационных двигателей, где не обходим зазор между торцами лопаток и корпусом.*

*131.25060.105642 Приготовление и нанесение прирабатываемого покрытия (Технологическая инструкция)*

### **2.3.10.16 Обезводораживание**

Все детали с пределом прочности выше 900 Мпа после цинкования, кадмирования, меднения, хромирования, серебрения, никель - кадмия проходят термическую обработку для удаления водородной хрупкости. Процесс обезводораживания заключается в нагреве до определенной температуры, выдержке в течение определенного времени при этой температуре и последующим, обычно медленным, охлаждении до комнатной температуры.

*Цель обезводораживания:*

- снижение твердости для облегчения механической обработки;
- улучшение микроструктуры;
- достижение большей однородности металла;
- снятие внутренних напряжений.

### **2.3.10.17 Методы контроля гальванических покрытий**

*Цинковое, кадмиевое, хромовое, свинцовое, оловянное, серебряное, никель - кадмиевое покрытия контролируются:*

- по внешнему виду;
- прочности сцепления с основным металлом;
- толщине слоя.

*Медное и никелевое покрытия контролируются :*

- по внешнему виду;
- на пористость покрытия (при меднении с целью защиты от азотирования и цементации);
- на толщину покрытия;
- на прочность сцепления с основным металлом.

*Контроль по внешнему виду:*

Внешний осмотр покрытия выполняется невооруженным глазом, в помещении освещенностью 300 лк на расстоянии 25 см от контролируемой поверхности.

*Контроль на пористость покрытия:*

Реактив нанести пипеткой или наложить фильтровальную бумагу, смоченную реактивом, на проверяемую поверхность и выдержать 5 мин.

В местах пор или оголенных участков появляются синие точки, указывающие на отсутствие меди.

*Контроль толщины покрытия:*

1 *Метод измерения прибором.* Замеры выполняются микрометрами, калибрами, толщиномерами «КОНСТАНТА-К6», QuaNix 7500

2 *Метод капли* относится к разрушающим и основан на растворении покрытия соответствующим раствором, наносимом на поверхность деталей каплями и выдерживаемый в течение определенного промежутка времени. На поверхность детали наносят из капельницы с внутренним диаметром кончика капилляра 1,5...2,0 мм одну каплю раствора, который выдерживают на поверхности покрытия определенный промежуток времени по секундомеру. Затем раствор насухо удаляют фильтровальной бумагой, после чего на это же место наносят вторую каплю раствора. Так повторяют до полного растворения покрытия.

3 *Гравиметрический метод* основан на определении массы покрытия путем взвешивания деталей на аналитических весах до и после получения покрытия или до и после снятия покрытия. Метод применим для определения средней толщины покрытий на деталях или партии деталей массой не более 200 г. Расчет средней толщины покрытия ( $H_{ср}$ ), мкм производить по формуле:

$$H_{ср} = \frac{(m_1 - m_2) \times 10000}{S \times \gamma}, \text{ где:} \quad (10)$$

$m_1$  - масса детали (партии деталей) после получения покрытия, г;

$m_2$  - масса детали (партии деталей) до получения покрытия или после снятия покрытия, г;

$S$  - площадь поверхности покрытия, см<sup>2</sup>;

$\gamma$  - плотность металла покрытия, г/см<sup>3</sup>;

$\gamma$  - 7,2 г/см<sup>3</sup> (плотность серебра при определении толщины серебряного покрытия)

*Контроль на сцепление:*

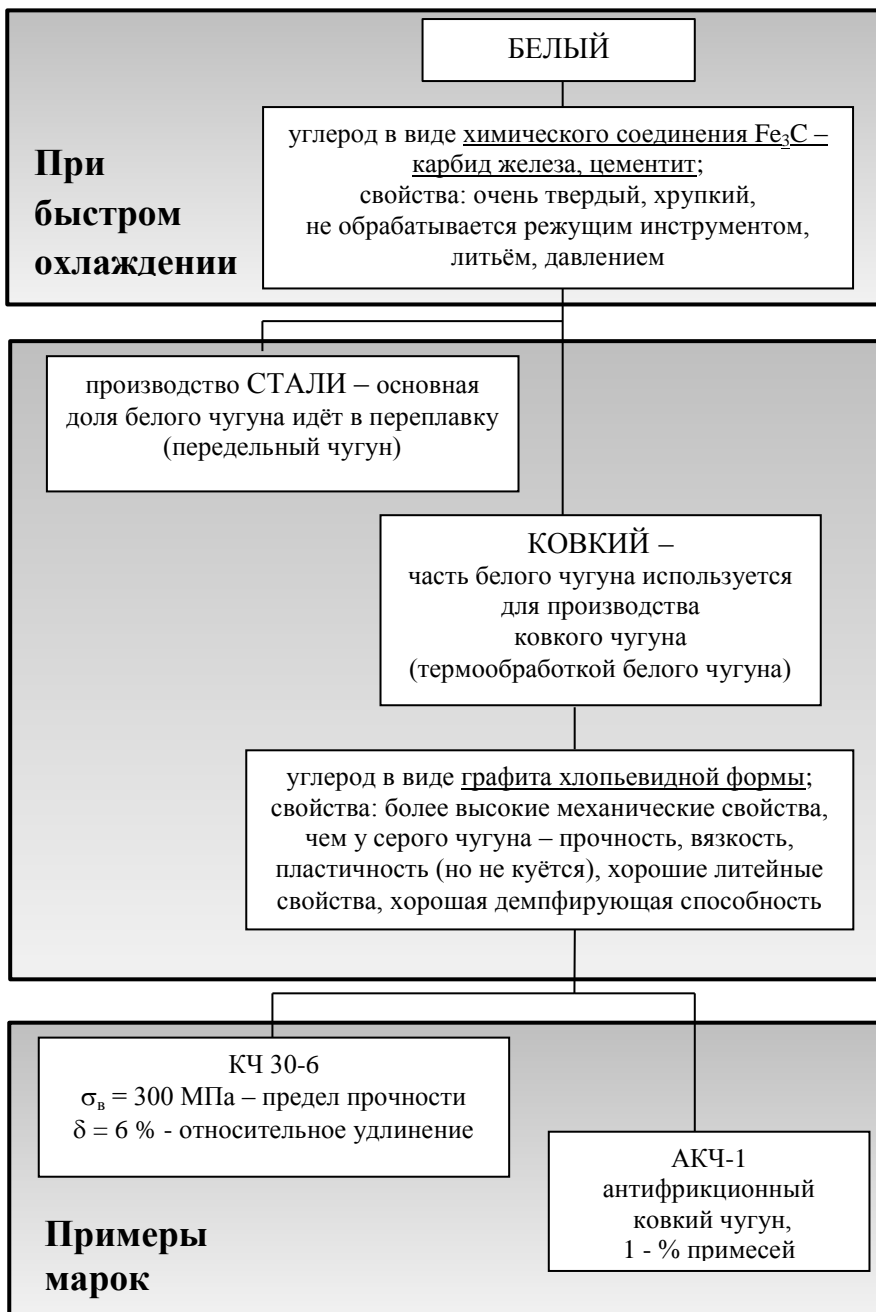
1 *Испытание крацеванием* осуществляется методом крацевания стальными и латунными щетками диаметром проволоки 0,1 - 0,3 мм, частота вращения щеток 1500 - 2800 об/мин. Крацевать не менее 15 с.

2 *Испытание нагревом.* Детали с покрытием нагреть до температуры  $300 \pm 10$  °С, выдержать в течение одного часа, охладить на воздухе и осмотреть.

3 *Метод навивки* применяют для определения прочности сцепления покрытий на проволоке. Проволоку диаметром до 1 мм навивают на стержень утроенного диаметра, диаметром более 1 мм - на проволоку того же диаметра таким образом, чтобы образовалось не менее трех витков с сохранением между витками расстояния равного диаметру проволоки. После контроля не должно наблюдаться отслаивания покрытия.

4 *Метод нанесения сетки царапин* применяют для определения прочности сцепления покрытия толщиной не более 20 мкм. На поверхность контролируемого покрытия стальным острием (твердость материала острия должна быть выше твердости покрытия) наносят 4...6 параллельных линий глубиной до основного металла на расстоянии 2,0...3,0 мм друг от друга и 4...6 параллельных линий, перпендикулярных к ним. Линии проводят в одном направлении острием, установленным под углом 30°. На контролируемой поверхности не должно наблюдаться отслаивания покрытия.

Схема 1 – Классификация чугунов





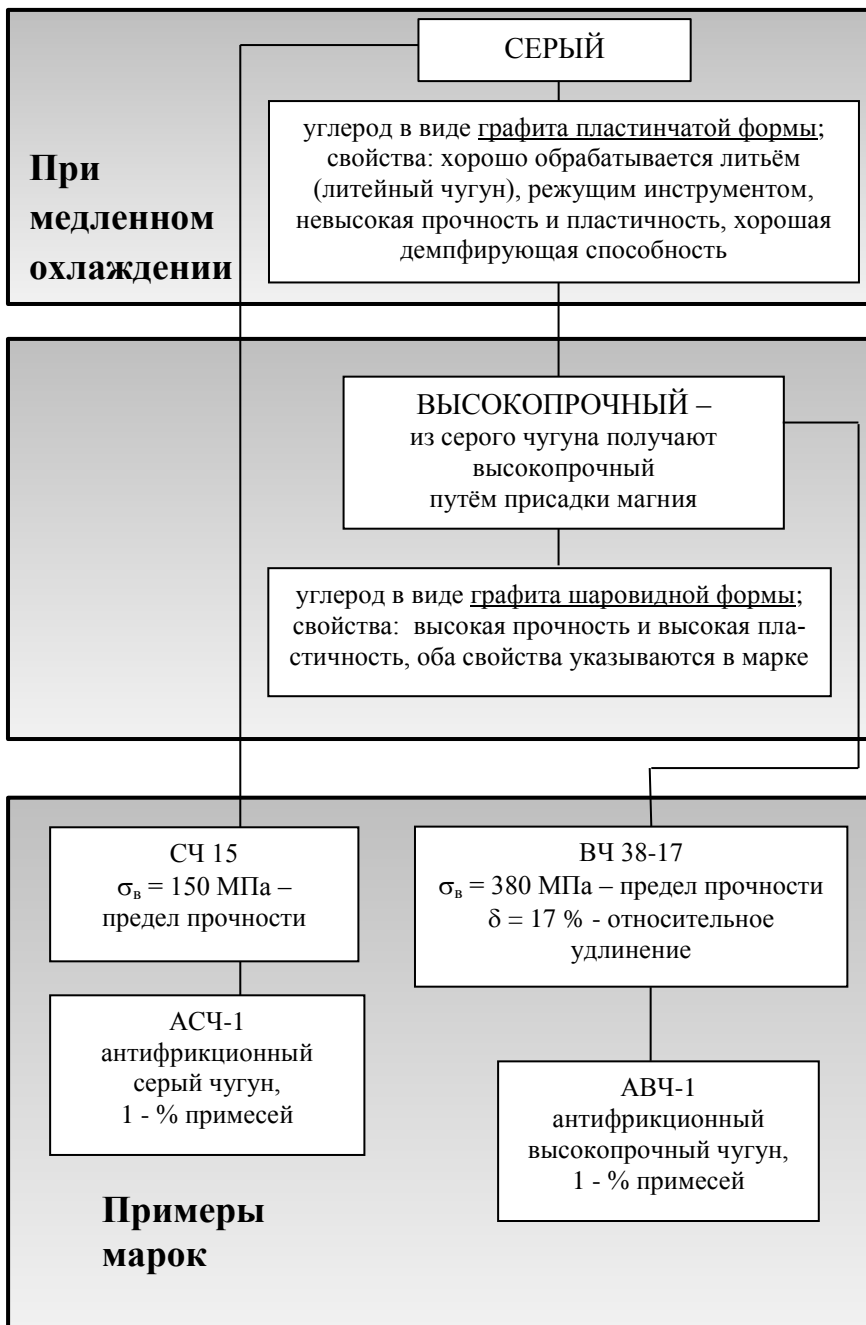
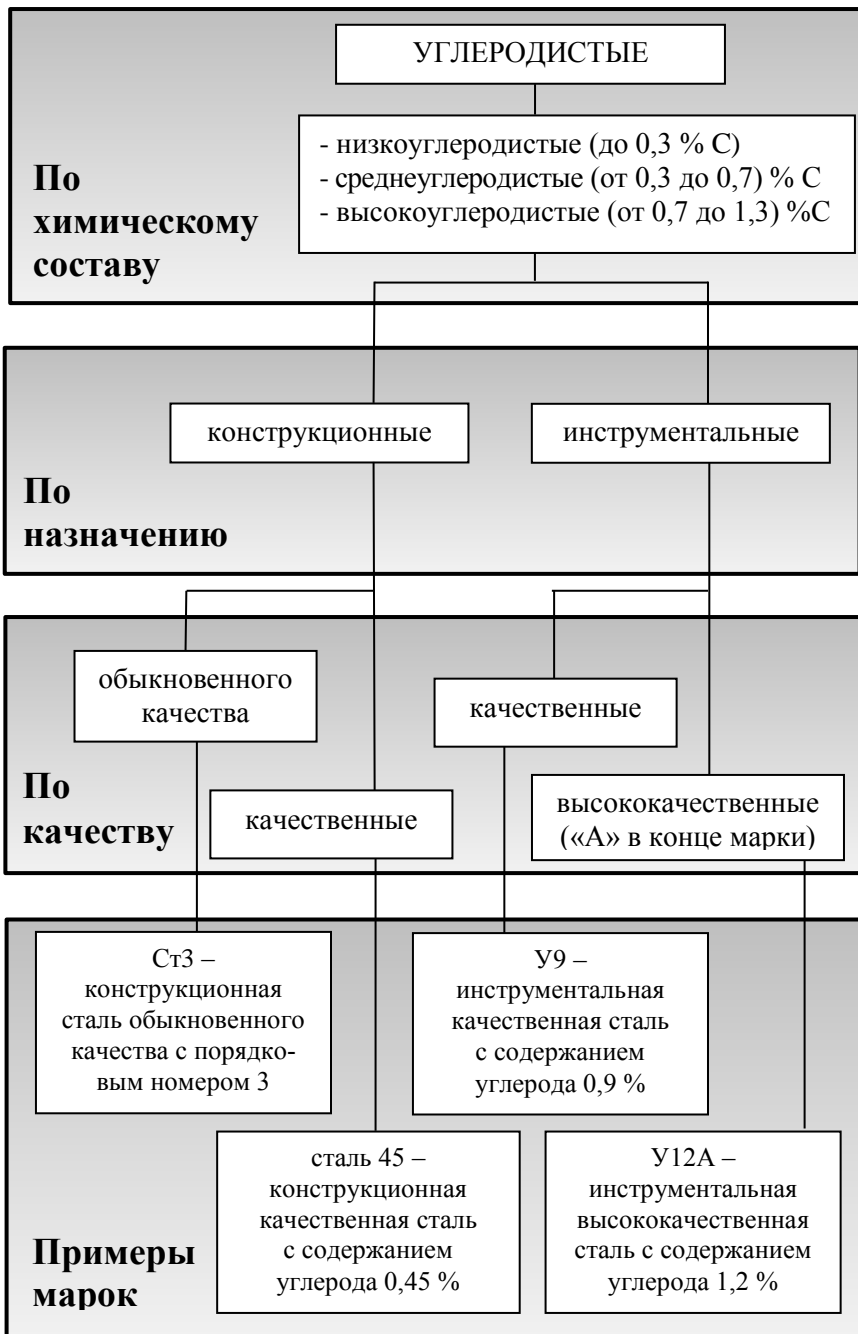
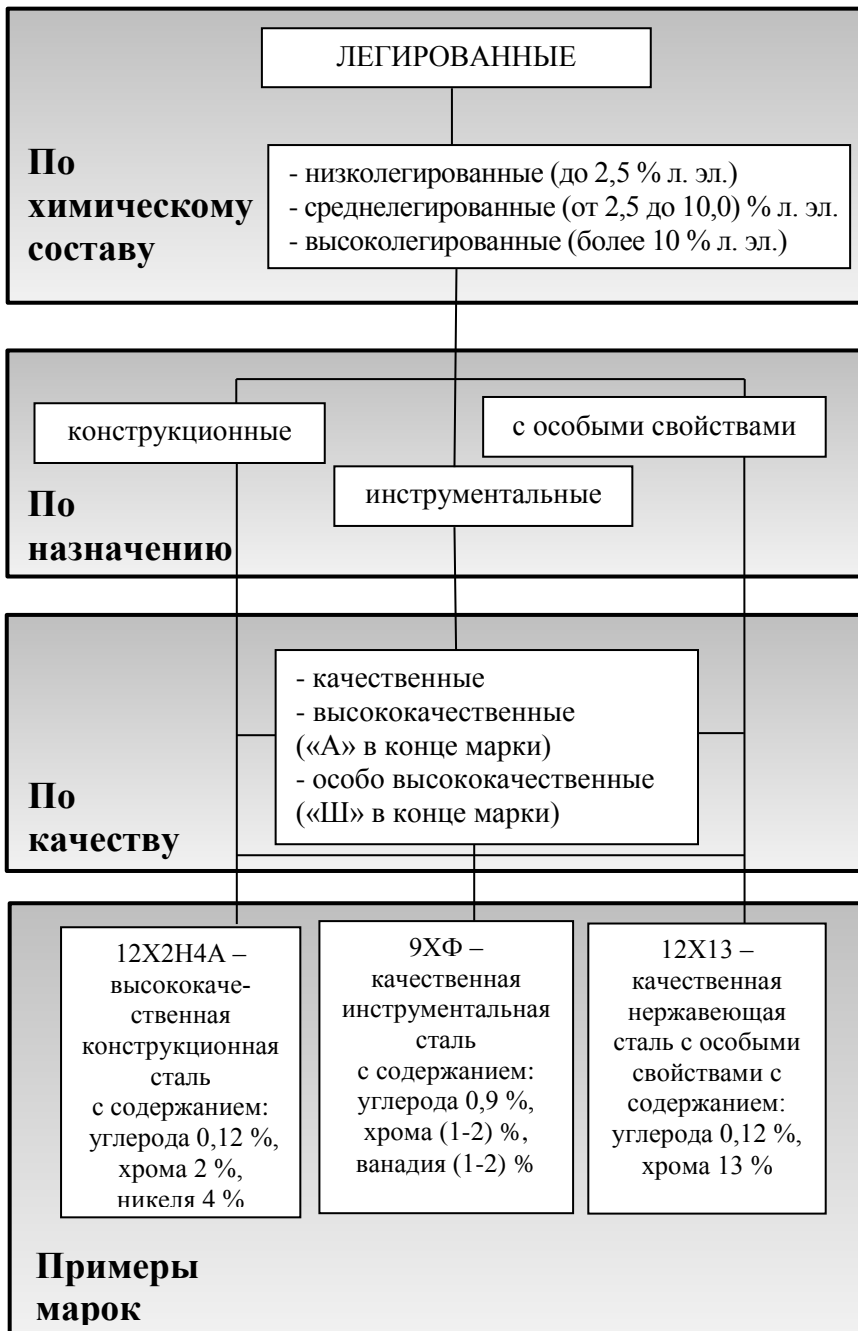


Схема 2 – Классификация сталей





## 2.4 Виды обработки

*Производственный процесс* - совокупность действий, в результате которых сырье, материалы или полуфабрикаты превращаются в готовую продукцию.

При реализации производственного процесса важным этапом является выбор оптимального метода получения заготовки. Далее, с учетом подобранной заготовки, строится технологический процесс изготовления детали и изделия в целом.

При изготовлении деталей используются различные виды механической, термической, химико-термической, электрохимической и электрофизической обработки. Применение того или иного метода обработки обусловлено конструкторскими требованиями к детали и изделию, материально-техническим оснащением производства и экономической целесообразностью.

### 2.4.1 Методы получения заготовок

*Выделяют следующие виды заготовок:*

- получаемые литьем (отливки из чугуна, стали, цветных металлов и сплавов);
- получаемые обработкой давлением (поковки из стали, получаемые свободной ковкой или штамповкой);
- сортовой материал в виде проката различного профиля из стали;
- сварные и комбинированные заготовки из стали;
- получаемые методами порошковой металлургии.

Наибольшее распространение в настоящее время получили отливки и поковки, благодаря тому, что их форма и размеры приближены к форме и размерам готовой детали.

#### 2.4.1.1 Заготовки, получаемые литьем

*Отливки* – заготовки, получаемые литьем в заранее приготовленные формы.

Различают следующие виды литья:

1 *Литье в песчаные формы* - получение отливок из расплавленного металла, затвердевшего в формах, изготовленных из формовочных смесей.

Формовочные и стержневые смеси готовят из специальных песков и глин и связующих материалов — растительных и минеральных масел, искусственной смолы, канифоли и т.д.

На первом этапе из дерева, пластика или металла изготавливают модель отливки. Она должна быть несколько большего размера, чем отливка, с учетом усадки металла при охлаждении. Далее изготавливают нижнюю литейную полуформу. Для этого в специальный ящик без дна (опоку) насыпают и уплотняют формовочную смесь. С помощью модели в формовочной смеси формируют полость, в которую будет заливаться жидкий металл. Верхнюю литейную полуформу изготавливают аналогично нижней, только в ней дополнительно формируют отверстия для заливки металла и для выхода воздуха и газов.

Перед заливкой металла модель вынимают, при необходимости в полуформу вставляют стержни, полуформы соединяют и ждут, пока они немного подсохнут. Жидкий металл заливают в песчаную форму из ковша, который движется вдоль ряда опок, а иногда опоки на конвейере движутся мимо ковша. Когда металл застывает, форму разрушают и вынимают отливку.

2 *Литье в металлические формы (кокиль)* – метод литья, при котором жидкий металл заливается в заранее изготовленные металлические формы – кокили. Внутренняя полость кокиля соответствует будущей отливке. Кокили бывают различных конструкций: неразъемные (вытряхные), с вертикальной или горизонтальной плоскостью разъема. Их изготавливают из серого и высокопрочного чугуна, легированных и углеродистых сталей.

Перед началом литья кокиль прогревают до температуры 200–250°С.

Затем в кокиль устанавливают песчаные или керамические стержни, если они необходимы для получения отливки. Если кокиль разъемный, то его половины соединяют и скрепляют специальными зажимами, а при установке кокиля на кокильной машине – с помощью ее механизма запирания, после чего заливают расплав в кокиль. После охлаждения отливки до заданной температуры разъемный кокиль раскрывают и удаляют отливку. Для извлечения отливки из неразъемного кокиля используют толкатели.

*3 Литье по выплавляемым моделям* – способ получения отливок в многослойных оболочковых неразъемных керамических формах, изготавливаемых с использованием выплавляемых, выжигаемых или растворяемых моделей однократного использования.

Сущность способа получения отливок по выплавляемым моделям состоит в том, что модель отливки и модель литниковой системы изготавливают из легкоплавких материалов путем запрессовки их или заливки их в пресс-формы. Затвердевшую модель извлекают из пресс-формы, припаивают к литниковой системе, образуя модельный блок. На поверхность модельного блока наносят несколько слоев суспензии и обсыпки, которые после сушки создают на блоке высокоогнеупорную керамическую оболочку. Выплавив из оболочки модельный состав, получают тонкостенную оболочку литейной формы отливки. Полученную оболочку формуют в специальных неразъемных опоках, прокаливают и заливают расплавом. После остывания форму разрушают и извлекают отливку.

*4 Литье под давлением* – способ получения отливок, при котором заливка расплавленного металла осуществляется в камеру сжатия машины и последующем выталкивании его через литниковую систему в полость металлической формы, которая заполняется под давлением. Литье под давлением является самым производительным способом изготовления тонкостенных деталей сложной конфигурации в серийном и массовом производстве. Для литья под давлением применяют литейные машины с горячей и холодной камерой прессования.

*5 Центробежное литье* – получение отливки из расплавленного металла во вращающихся формах.

При центробежном литье заполнение формы жидким металлом, его затвердевание и последующее остывание происходит в поле действия центробежных сил.

При центробежном литье применяют металлические литейные формы – изложницы, которые подогревают до 300°С.

Во вращающуюся изложницу через специальный желоб заливают жидкий металл. Под действием центробежной силы, во много раз превышающей силу тяжести, расплав заполняет полость изложницы и затвердевает. После затвердевания и частичного остывания отливки вращение формы прекращают, горячую отливку извлекают и в дальнейшем ее охлаждают на воздухе или в охлаждающей камере.

#### **2.4.1.2 Заготовки, получаемые обработкой давлением**

*Поковки* – заготовки, получаемые обработкой давлением. Поковки получают методомковки и штамповки.

*Ковка* – деформирование нагретой заготовки рабочими поверхностями универсального инструмента (бойка) определенным усилием при свободном течении металла в стороны.

Ковка бывает свободной и в подкладных штампах. Исходными заготовками могут быть слитки, сортовой прокат. Свободной ковкой изготавливают поковки простой конфигурации, разнообразные по форме и размерам, весом от 150 г до 250 т.

Основными операциямиковки являются:

Осадка – обжатие заготовки по высоте с целью увеличения ее поперечных размеров.

Вытяжка применяется при изготовлении гладких, ступенчатых и коленчатых валов, фасонных поволоков типа шатунов.

Прошивка – операция получения полостей в заготовке за счет вытеснения металла.

Отрубка (рубка) – операция разделения заготовки на части с помощью инструмента - кузнечного топора.

Гибка – операция придания заготовке изогнутой формы по заданному контуру. Применяют для изготовления угольников, скоб, крюков, кронштейнов.

Закручивание поковки необходимо при изготовлении колеччатых валов, крупных сверл.

*Штамповка* – обработка заготовок из листового и сортового проката давлением с помощью специального инструмента – штампа. Характер течения металла в процессе штамповки определяется типом штампа.

Штамповка может быть горячей и холодной. Горячая штамповка применяется в серийном, крупносерийном и массовом производствах.

Горячей объемной штамповкой получают заготовки ответственных деталей изделий всех отраслей машиностроения. Более 65 % массы всех поковок и до 25 % массы деталей большинства машин изготавливаются из заготовок, полученных горячей объемной штамповкой.

Горячая объемная штамповка производится на молотах, прессах, горизонтально - ковочных и других машинах.

Холодная штамповка подразделяется на:

- холодную объемную штамповку (холодное объемное деформирование в открытом штампе, холодное выдавливание, холодная высадка.);

- листовую штамповку.

Листовую штамповку применяют при малых толщинах листа (до 5 мм) или в случае пластичных сплавов. Она гарантирует получение большого количества деталей абсолютно идентичным по форме и размерам с высокой точностью.

При холодной объемной штамповке из толстого листа или из сплавов с низкой пластичностью, заготовки предварительно нагревают, но в отличие от горячей объемной штамповки, температура нагрева гораздо ниже.



Холодная объемная штамповка позволяет получать высоко-точные тонкостенные детали практически любой формы при себестоимости существенно ниже, чем в случае использования литья или механической обработке. Кроме того, холодная объемная штамповка гарантирует не только прочность, но и однородность свойств материалов детали, что особенно важно в ответственных конструкциях.

Преимущества штамповки:

- однородность и точность поковок;
- экономия материала.
- высокая производительность
- получение деталей сложной формы и с наилучшими эксплуатационными свойствами

Недостатки:

- высокая стоимость штампа.

Все виды штамповки экономически эффективны в рамках больших серий выпуска деталей, т.к. они требуют больших затрат на подготовку производства.

## **2.4.2 Виды механической обработки**

Обработка металлов резанием - процесс срезания режущим инструментом с поверхностей заготовки слоя металла в виде стружки для получения необходимой геометрической формы, точности размеров, взаиморасположения и шероховатости поверхностей детали.

Основными методами обработки материалов резанием являются токарная обработка (точение), сверление, фрезерование, строгание, протягивание и шлифование.

### **2.4.2.1 Точение**

*Точение* – это механическая обработка резанием наружных и внутренних поверхностей тел вращения, в том числе цилиндрических и конических, торцевание, отрезание, снятие фасок, обработка галтелей, прорезание канавок, нарезание

внутренних и наружных резьб на токарных станках при помощи резца (рисунок 64).

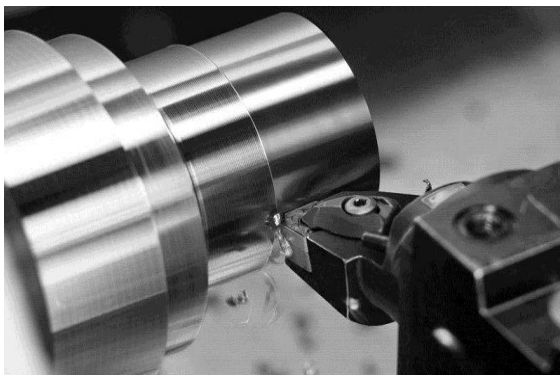


Рисунок 64 - Схема точения

Точение характеризуется вращательным движением заготовки и поступательным движением инструмента - резца.





Типовыми деталями для обработки на токарных станках являются: гайки, втулки, муфты, шкивы, валы, кольца.

Основным инструментом при токарной обработке являются резцы. Токарные резцы могут быть чистовыми и черновыми. Конкретный их вид определяется характером обработки (таблица 11).

*По конструкции резцы делят на:*




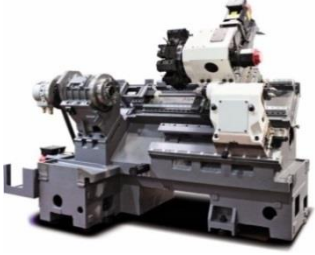
- целые;
- с приваренной или припаянной пластинкой режущего материала;
- со сменными пластинами режущего материала (широко применяют резцы с многогранными неперетачиваемыми твердосплавными пластинками).

Таблица 11 - Типы токарных резцов

| Тип резца       | Типичный вид  | Назначение   |
|-----------------|---|--|
| Проходной резец |  | точение наружных цилиндрических и конических поверхностей      |
| Расточной резец |  | расточивание сквозных (проходной) и глухих отверстий (упорный) |
| Отрезной резец  |  | отрезка заготовок  |
| Резьбовой резец |  | нарезание наружных и внутренних резьб                          |

Для выполнения черновой и чистовой обработки поверхностей заготовок применяются различные токарные станки. Наиболее распространенными являются: токарно-винторезные, токарно-лобовые, токарно-карусельные, токарно-револьверные станки. Большинство токарных станков в настоящее время оснащено системой ЧПУ (таблица 12).

Таблица 12 - Типы токарных станков

| Тип станка                  | Типичный вид  | Назначение   |
|-----------------------------|---|--|
| Токарно-карусельный станок  |    | точение деталей больших габаритов. Особенностью станков является наличие круглого горизонтального стола-карусели с вертикальной осью вращения.   |
| Токарно-лобовой станок      |    | точение коротких деталей большого диаметра, преимущественно с торца ("по лбу").  |
| Токарно-винторезный станок  |   | точение в центрах, в патроне и на планшайбе; растачивание; торцевое точение, отрезка и подрезка, нарезание резьбы; точение конусов, фасонных поверхностей                                      |
| Токарно-револьверный станок |  | Серийное производство деталей из штучных заготовок или пруткового материала. Имеет револьверную головку, что позволяет вести обработку нескольких поверхностей заготовок разными инструментами |

### 2.4.2.2 Фрезерование

*Фрезерование* – это механическая обработка резанием плоскостей, пазов, лысок на фрезерном станке при помощи фрезы (рисунок 65).

Главное движение при фрезеровании - вращение фрезы; движение подачи - поступательное перемещение заготовки или фрезы.



Рисунок 65 - Схема фрезерования

По виду обработки фрезерование может быть черновым и чистовым.

Исходя из расположения шпинделя, фрезерные станки делятся на вертикально-фрезерные и горизонтально-фрезерные (рисунок 66).

Горизонтально- и вертикально-фрезерные станки относят к универсальному виду оборудования. Их используют для выполнения широкого круга фрезерных работ на заготовках небольших габаритных размеров и массы в единичном и мелкосерийном производствах.



а)



б)

Рисунок 66 - Фрезерные станки (а – вертикально - фрезерный, б – горизонтально-фрезерный)

Кроме универсальных фрезерных станков нашли свое применение и специальные станки: копировально-фрезерные получения деталей со сложными фасонными поверхностями, например, штампы и пресс-формы, в единичном и мелкосерийном производствах, зубо- и шлицефрезерные (для получения зубчатого профиля методом обката), барабанно-фрезерные станки для обработки крупногабаритных деталей. В настоящее время наибольшую популярность получили фрезерные станки с ЧПУ.

В зависимости от вида обрабатываемой поверхности и используемого оборудования при фрезеровании применяют различные типы фрез.

Фреза – режущий инструмент в виде тела вращения, на образующей поверхности или на торце которого расположены режущие зубья (таблица 13).

Классификация фрез производится по следующим параметрам:

- расположение зубьев;

- конструкция (сборная, цельная);
- конструкция зубьев;
- направление зубьев;
- способ крепления режущих элементов;
- материал режущих элементов.

Таблица 13 - Типы фрез

| Тип фрезы                                      | Назначение/Обрабатываемые поверхности   | Типичный вид  |
|--|---|---|
| Дисковые                                       | обрезка заготовок, прорезание пазов, выборка металла, снятия фасок и т.д.                 |    |
| Торцевые                                       | обработка плоских и ступенчатых поверхностей деталей.                                     |   |
| Цилиндрические (с прямыми и винтовыми зубьями) | универсальное применение (с винтовыми зубьями работают более плавно)                      |    |
| Концевые (пальчиковые)                         | создание пазов, контурных уступов и выемок, обработка взаимно перпендикулярных плоскостей |    |
| Угловые  | наклонные поверхности, угловые пазы (край фрезы имеет коническую поверхность)             |   |
| Фасонные                                       | Сложно - фасонные поверхности (профиль фрезы соответствует профилю обрабатываемой детали) |  |

### 2.4.2.3 Сверление, зенкерование, развертывание

*Сверление* – метод получения глухих и сквозных отверстий в сплошном материале заготовки с помощью сверла.

Отверстия, обработанные сверлом, используют для болтовых соединений либо для последующего нарезания резьбы (см. рисунок 67). Для повышения точности и качества поверхности отверстия применяют последующие операции зенкерования, развертывания и растачивания.



Рисунок 67 - Схема сверления

Сверла по конструкции подразделяют на спиральные; перовые; шнековые; центровочные.

Спиральные сверла (рисунок 68) изготавливают из быстрорежущих сталей. По точности изготовления спиральные сверла делятся на сверла общего назначения и сверла точного исполнения.



Рисунок 68 - Спиральное сверло

Перовые сверла применяют для обработки отверстий малого (0,2—1 мм) и большого (более 80 мм) диаметра.

Шнековые сверла применяют для обработки отверстий при глубине более 10 диаметров без периодического вывода.

Центровочные сверла применяют для обработки центровых отверстий.



Рабочая часть сверел изготавливается из быстрорежущей стали или твердого сплава. Сверла небольшого диаметра изготавливают цельными, сверла большего диаметра выполняют сборными. В этом случае либо рабочую твердосплавную или быстрорежущую часть припаивают к хвостовику из стали 45, либо используют припаянные или сменные твердосплавные пластинки.

*Зенкерование* – это полустачивная обработка отверстий, применяемая для придания отверстиям более правильной геометрической формы и улучшения шероховатости.

Этот метод применяют при обработке глухих и сквозных отверстий, предварительно обработанных сверлением, либо полученных литьем или ковкой (штамповкой).

Зенкерование обеспечивает более высокую производительность и точность по сравнению с производительностью и точностью обработки сверлом, однако зенкерование не применяется для получения отверстия в сплошном материале.

Обработка при зенкерании проводится многозубым инструментом – зенкером ( $z = 3 \dots 8$ ).

Зенкеры изготавливают цельными (при небольшом диаметре), насадными или сборными (с припаянными или сменными твердосплавными пластинками).

Цельный спиральный зенкер отличается от сверла большим числом режущих кромок и отсутствием поперечной режущей кромки.

Обработку прилегающих к отверстиям поверхностей проводят коническими или цилиндрическими зенковками и цековками. Пример инструмента для зенкерования на рисунке 69.



Рисунок 69 - Инструмент для зенкерования (а – зенкер, б – зенковка)

*Развертывание* – процесс окончательной обработки со снятием очень тонкой стружки предварительно просверленных, расточенных резцом или обработанных зенкером отверстий.

Наибольшая точность и минимальная шероховатость при развертывании обеспечиваются в случае обработки за два перехода - черновое и чистовое развертывание.

Развертывание осуществляется развертками, представляющими собой многолезвийный инструмент с четным числом зубьев. Большое число режущих лезвий, малые толщины среза и наличие калибрующей части обеспечивают высокую точность формы отверстия, но не могут исправить направление его оси. Получению малой шероховатости при развертывании способствует применение смазочных материалов.

Основным инструментом для выполнения развёртывания являются так называемые развёртки, представляющие собой многолезвийные (4-20 лезвий) цилиндрические либо конические инструменты, имеющие ось вращения и при вращении которых происходит резание материала. При развёртывании применяют следующие виды развёрток:

- Цилиндрические цельные применяются для развёртывание отверстий до 150 мм.

- Конические цельные применяются для развёртывание конусных поверхностей.

- Цилиндрические раздвижные применяются для регулирования диаметра развёртывания (подгонка отверстий до 32 мм в диаметре).

Развёртки могут быть ручными и машинными.

Развёртки изготовляют из инструментальных (среднелегированных чаще, быстрорежущих режее, углеродистых редко) сталей, и оснащённых твёрдыми сплавами. Виды разверток представлены на рисунке 70.

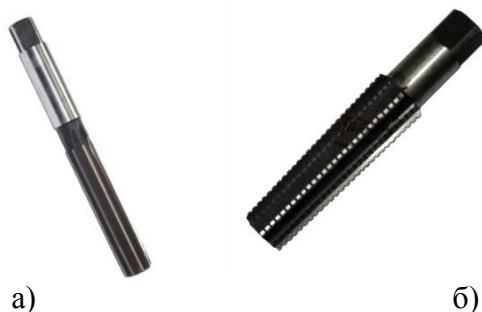


Рисунок 70 - Виды разверток (а – цилиндрическая, б – коническая)

Сверление, зенкерование и развертывание осуществляются на сверлильных станках (см. рисунок 71).

Различают следующие типы сверлильных станков:

- вертикально-сверлильные (напольные и настольные);
- радиально-сверлильные (для сверления отверстий в крупных деталях);
- многошпиндельные (с несколькими шпинделями);
- горизонтально-сверлильные (для глубокого сверления);
- центровочные для центровки заготовок.

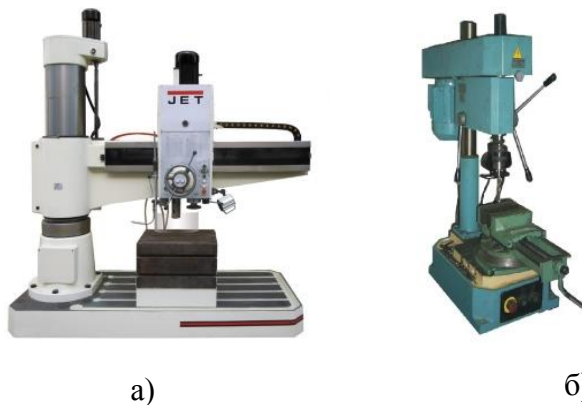


Рисунок 71 - Типы сверлильных станков (а – радиально-сверлильный станок, б - вертикально-сверлильный станок)

#### 2.4.2.4 Протягивание

*Протягивание* - высокопроизводительный метод формообразования наружных и внутренних поверхностей деталей многолезвийными инструментами - протяжками.

Формообразование поверхностей производится копированием с большой точностью режущих лезвий инструмента на обрабатываемой заготовке.

Протягивание широко применяют в серийном, крупносерийном и массовом производствах.

Протягивание осуществляется специальным инструментом – протяжкой.

Протяжки являются сложным по конструкции и дорогим инструментом, в связи с чем, они должны иметь максимально возможную стойкость.

Протяжки бывают разных типов:

– Круглые протяжки (см. рисунок 72) применяют для обработки внутренних цилиндрических поверхностей. На секциях круглых протяжек в шахматном порядке делают стружкоразделительные канавки.

– Шлицевые протяжки применяют для обработки прямых и винтовых шлицевых канавок.

– Шпоночные протяжки применяют для обработки шпоночных пазов.

– Многогранные протяжки применяют для обработки граненых отверстий с любым числом сторон.

– Уплотняющие протяжки используют для уплотнения предварительно обработанных поверхностей с целью улучшения структуры поверхностного слоя и уменьшения шероховатости обработанной поверхности. Уплотнение поверхности существенно повышает ее износостойкость.



Рисунок 72 - Круглая протяжка

При протягивании используют протяжные станки. По назначению их разделяют на станки для внутреннего и наружного протягивания.

По направлению главного движения, т. е. движения инструмента, протяжные станки могут быть горизонтальными (см. рисунок 73) и вертикальными.



Рисунок 73 - Горизонтально-протяжной станок

Горизонтально протяжные станки общего назначения применяют для обработки внутренних цилиндрических и фасонных поверхностей, шлицевых и шпоночных пазов, винтовых канавок, внутренних зубьев и т. д.

Вертикально-протяжные станки применяются для внутреннего и наружного протягивания. При наличии соответствующих приспособлений на вертикально-протяжных станках обрабатывают наружные поверхности вращения. По сравнению с горизонтально-протяжными они занимают меньшую площадь, легче автоматизируются, но имеют большую высоту, что затрудняет их обслуживание.

## 2.4.2.5 Методы абразивной обработки

*Абразивная обработка металла* – это группа окончательных методов обработки с применением абразивного инструмента. В ходе абразивной обработки поверхность детали доводится до нужного размера, требуемой шероховатости, кроме того поверхности придаются необходимые эксплуатационные качества.

*К абразивной обработке относят:* шлифование, хонингование, суперфиниширование, полирование, и пневмо- и гидро-абразивная обработка, виброабразивная обработка и др.

Любая абразивная обработка выполняется с применением абразивных инструментов. К ним относят:

–круги применяют для шлифования деталей и заточки инструментов, для разрезания металлов;

–сегменты применяют для изготовления наборных шлифовальных кругов, для операций суперфиниширования;

–бруски применяют для операций хонингования, суперфиниширования, при ручных работах и при отделочных обработках.

–ленты используют для шлифования и отделочной обработки заготовок фасонного профиля.

–свободные абразивные порошки и пасты применяют при притирке и полировке, жидкостной отделочной обработке и т. п.

Абразивный инструмент характеризуется формой и размерами, материалом абразивных зерен, зернистостью, связывающим веществом, твердостью и структурой.

*К абразивным материалам естественного происхождения относят:* наждак, алмаз, кварц, корунд.

*К абразивным материалам искусственного происхождения относят:* электрокорунд, карбид кремния (карборунд), карбид бора, нитрид бора (эльбор), синтетический алмаз.

При изготовлении инструмента зерна скрепляют друг с другом при помощи цементирующего вещества – связки.

Связки бывают: неорганическими (керамическая, магнетитовая и силикатная связки), органическими (бакелитовая и вулканитовая связки), металлическими.

*Шлифование* – метод обработки материалов при помощи абразивных инструментов, режущими элементами которых являются твердые зерна абразивных материалов.

С помощью шлифования можно производить чистовую и отделочную обработку деталей с высокой точностью. Шлифование – окончательная обработка детали, выполняемая после операций точения, фрезерования, строгания, а также термической обработки.

*Различают следующие виды шлифования* (см. рисунок 74):

- наружное круглое шлифование применяют для обработки цилиндрических поверхностей,

- внутреннее круглое шлифование применяют для обработки отверстий,

- плоское шлифование применяют для шлифования плоскостей,

- бесцентровое шлифование применяют для шлифования гладких валов. Обрабатываемую деталь располагают на упоре между шлифовальным и ведущим кругами. Ведущий круг располагается под углом  $\alpha = 1,5 \dots 5^\circ$  к шлифующему кругу, благодаря чему обрабатываемая деталь получает от ведущего круга вращательное и поступательное движение,

- другие виды шлифования (резьбошлифование, зубошлифование, шлицешлифование и др.).

Особой разновидностью является скоростное шлифование, т. е. шлифование особыми кругами при высоких скоростях шлифовального круга.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 74 - Виды шлифования (а – наружное круглое, б – внутреннее круглое, в – плоское, г – бесцентровое)

*Шлифовальные станки бывают следующих типов (см.рисунок 75):*

- круглошлифовальные (для шлифования наружных цилиндрических поверхностей);
- внутришлифовальные (для обработки отверстий);
- плоскошлифовальные (для обработки плоскостей);
- специальные (зубошлифовальные, резьбошлифовальные, шлицешлифовальные);
- заточные (для заточки инструментов).





а)



б)



в)

Рисунок 75 - Основные типы шлифовальных станков (а – внутришлифовальный, б – круглошлифовальный, в – плоскошлифовальный)

В качестве инструмента при шлифовании, как правило, применяют шлифовальные круги. Зернистость шлифовального круга выбирают в зависимости от свойств обрабатываемого материала и технологических требований (шероховатости поверхности, точности). Шлифовальные круги с относительно более крупным зерном применяют при черновом шлифовании и при обработке вязких металлов во избежание «засаливания» абразивного круга.

При использовании крупнозернистых кругов достигается высокая производительность работы, но и большая шероховатость.

*Хонингование* — вид чистовой и отделочной абразивной обработки конических и цилиндрических поверхностей, который позволяет устранять шероховатости на поверхности заготовок, корректировать их геометрическую форму и повышать точность их габаритных размеров. В основном применяется для обработки внутренних цилиндрических поверхностей путём совмещения вращательного и возвратно-поступательного движения хона с закреплёнными на нём раздвижными абразивными брусками с обильным орошением обрабатываемой поверхности смазочно-охлаждающей жидкостью (см. рисунок 76).

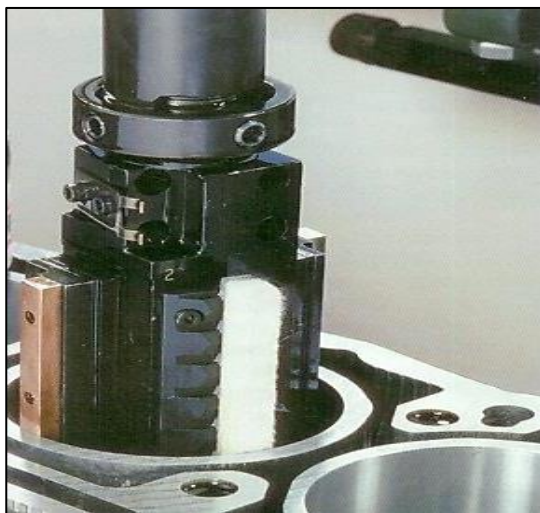


Рисунок 76 - Схема хонингования

На поверхности детали в результате хонингования образуется характерный микропрофиль (см. рисунок 77). Такой микропрофиль необходим для удержания на поверхностях смазочного материала.

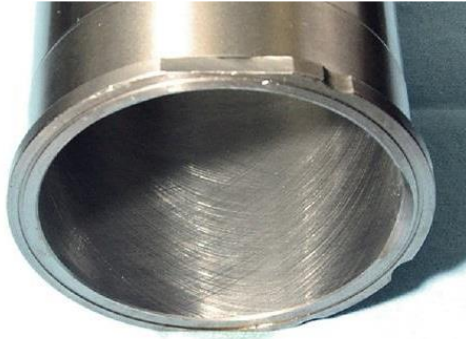


Рисунок 77 - Характерный вид поверхности после хонингования

Хонингование поверхностей осуществляется на специализированных станках (горизонтально - и вертикально- хонинговальных) или универсальных модернизированных (шлифовальных, горизонтально-расточных)

Инструмент, используемый при хонинговании - хонинговальные головки (хоны) (см. рисунок 78). Абразивные бруски, устанавливаемые в хонинговальную головку, имеют малую зернистость.



Рисунок 78 - Хон

*Суперфиниширование (суперфиниш)* — отделочная механическая операция по обработке металлических деталей. Применяется для финишной обработки поверхностей после шлифования с целью существенного увеличения эксплуатационных свойств, благодаря получению очень малой шероховатости (см. рисунок 79).

Суперфиниширование происходит при вращательном движении детали и поступательном смещении брусков с наложением колебательных движений.



Рисунок 79 - Схема суперфиниширования

При суперфинишировании используются бруски, установленные в специальную оправку. Размеры и форма абразивных брусков определяется размерами и конфигурацией обрабатываемой заготовки. При изготовлении брусков используются микропорошки. Чаще всего при суперфинишировании применяются два бруска, а при обработке крупных деталей - три бруска.

Применяются универсальные и специальные станки. К универсальным станкам относятся станки для обработки в центрах, бесцентровые и станки для обработки торцовых поверхностей, а к специальным - станки для суперфиниширования шеек валов и обработки желобов колец подшипников.

*Полирование* — это заключительная операция механической обработки детали, выполняемая с целью уменьшения шероховатости поверхности и придания ей зеркального блеска. Полирование осуществляется механическими, химическими, электромеханическими и другими методами.

При механическом полировании используются войлочные, лепестковые, эластичные, тканевые, бумажные, фетровые, хлопчатобумажные, гибкие полировальные и другие круги.

Войлочные круги обладают большой эластичностью, хорошо поддаются правке, достаточно прочно удерживают нанесенные на них абразивные порошки и пасты. Войлочные круги подразделяются на тонкие, полугрубошерстные и грубошерстные.

Для механического полирования используют специальные полировальные станки (см. рисунок 80), а также шлифовальное оборудование.

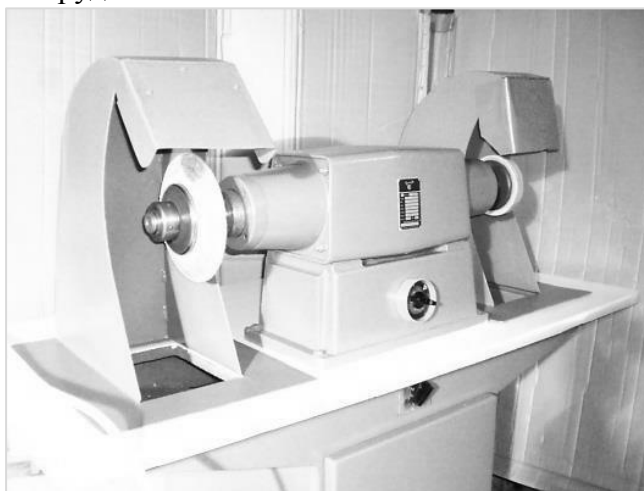


Рисунок 80 - Полировальный станок

### 2.4.3 Приспособления, применяемые при механической обработке

Перед обработкой на металлорежущих станках заготовку устанавливают и закрепляют с помощью универсальных и специальных приспособлений.

Специальные приспособления применяют в крупносерийном и массовом производствах для быстрой и точной установки заготовки относительно инструмента. Каждое такое приспособление может быть использовано только для одной заготовки.

Универсальные приспособления применяют в единичном и мелкосерийном производствах.

Для установки и закрепления деталей цилиндрической формы (валы, кольца, диски и т.д.) при точении и шлифовании в качестве универсальных приспособлений наиболее часто применяются патроны и центры (рисунок 81а-б). При отношении  $l/d$  больше 10 для уменьшения деформации заготовки от сил резания применяют люнеты (рисунок 81 в). Неподвижный закрытый люнет закрепляют на станине, подвижный открытый люнет устанавливают на продольном суппорте станка.



а)



б)

Рисунок 81 - Приспособления для крепления заготовок типа тел вращения на станках (а – трехкулачковый патрон, б – центры)



в)

Рисунок 81в - Приспособления для крепления заготовок типа тел вращения на станках (люнеты)

Для установки и закрепления деталей нецилиндрической формы (плоские, призматические детали, корпусные детали и т.д.) при фрезеровании, сверлении, зенкерования, развертывании, плоском шлифовании в качестве универсальных приспособлений наиболее часто применяются машинные тиски, поворотные столы, магнитные столы, прижимные планки, призмы и др. (рисунок 82). Для исключения разметочных операций при сверлении дополнительно используют кондукторы.



а)



б)

Рисунок 82 - Приспособления для крепления корпусных деталей на станках (а - круглый наклонный стол, б – тиски)



## 2.4.4 Электрофизические и электрохимические методы обработки

Электрофизические и электрохимические (ЭФХО) методы предназначены для обработки заготовок из очень прочных, вязких, хрупких и неметаллических материалов и основаны на использовании явлений, возникающих под действием электрического тока, для удаления материала или изменения формы заготовки. ЭФХО методами обрабатывают детали из материалов, не поддающихся обработке резанием (твердые и жаропрочные сплавы), а также детали с размерами и формами поверхностей, обработка которых механическими методами затруднительна (детали с малыми и криволинейными отверстиями, узкими прорезями, детали с углублениями сложных форм и др.).

*Электроэрозионная обработка (ЭЭО)* является разновидностью электрофизической обработки. Она характеризуется изменением формы, размеров и качества поверхности заготовки при пропускании импульсного электрического тока в зазоре шириной 0,01 - 0,05 мм между электродом-заготовкой и электродом-инструментом.

Под действием электрических разрядов материал заготовки плавится, испаряется и удаляется из межэлектродного зазора в жидком или парообразном состоянии. Подобные процессы разрушения электродов (заготовок) называют электрической эрозией. В целях интенсификации электрической эрозии зазор между заготовкой и электродом заполняют диэлектрической жидкостью (керосин, минеральное масло).

К электроэрозионному методу относят:

- Электроискровую обработку;
- Электроимпульсную обработку.

*Электроискровая обработка* основана на использовании импульсного искрового разряда между заготовкой (анод) и инструментом (катод); длительность разряда 20—200 мкс.



Электроискровой метод используют для обработки заготовок из всех токопроводящих материалов.

*Электроимпульсная обработка* заключается в использовании электрических импульсов большой длительности — от 500 до 10000 мкс. При электроимпульсной обработке применяют обратную полярность включения электродов (в отличие от электроискровой обработки): заготовка — катод, а инструмент — анод. При этом методе обработки износ инструментов-электродов значительно меньше, чем при электроискровой обработке. Большие мощности импульсов приводят к высокой производительности процесса: съём металла в единицу времени в 8—10 раз больше, чем при электроискровой обработке.

Электроэрозионная обработка деталей осуществляется на специальных электроэрозионных станках. Электроды – инструменты изготавливают из латуни, медно-графитовой массы, меди и других токопроводящих материалов.

*Электрохимическая обработка (ЭХО)* основана на анодном растворении металла обрабатываемой заготовки в среде электролита под действием электрического тока.

Все разновидности ЭХО можно разделить на:

- отделочную обработку;
- размерную обработку.

Отделочная ЭХО предназначена для изменения состояния и свойств поверхностей (например, удаление грата, окалины, скругление заусенцев, снижение шероховатости). При проведении отделочной ЭХО заготовка помещается в ванну с электролитом, подключается к аноду, а катодом служит металлическая пластина (медь, свинец и т. д.). После подачи напряжения на электроды начинается интенсивное растворение выступов микронеровностей заготовки. Для повышения интенсивности растворения используют электролит, нагретый до 40-80 °С.

Размерная ЭХО предназначена для изменения формы, размеров и шероховатости поверхностей обрабатываемой заготовки.

В ходе размерной ЭХО происходит копирование профиля электрода-инструмента на заготовке.

Размерной ЭХО подвергают наружные и внутренние поверхности. Она служит также для прошивки и калибрования отверстий, обработки лопаток турбин, труб, фасонных полостей и т. д.

Методами ЭХО обрабатывают заготовки из особотвердых, хрупких или вязких материалов (жаропрочные сплавы, нержавеющие и закаленные стали, титановые сплавы).

В качестве оборудования используют специальные станки. Как правило, станки оснащены системой ЧПУ. По программе ЧПУ осуществляется управление скоростями движений заготовки и инструмента, поддерживается постоянство зазора в рабочем пространстве между ними, задаются параметры электрического режима при переходе с черновой обработки на чистовую.

## 2.4.5 Точность обработки и шероховатость поверхности при обработке деталей

В зависимости от применяемого метода механической, электрофизической и электрохимической обработки возможно получить различное качество обрабатываемой поверхности и точность размеров детали. В таблице 14 приведены основные методы обработки с указанием достижимой точности изготовления и качества поверхности детали.

Таблица 14 - Достижимая точность изготовления и качество поверхности детали для различных видов обработки

| Вид обработки                          | Точность обработки | Шероховатость поверхности $Ra$ , мкм |
|--|--------------------|--------------------------------------|
| Черновое точение                       | 15-11 квалитет     | 10...6,3                             |
| Чистовое точение                       | 10-7 квалитет      | 3,2...0,63                           |
| Черновое фрезерование                  | 15-12 квалитет     | 20...10                              |
| Чистовое фрезерование                  | 11-7 квалитет      | 6,3...3,2                            |
| Сверление                              | 12-14 квалитет     | 12,5                                 |
| Зенкерование                           | 10-11 квалитет     | 6,3...2,5                            |
| Развертывание                          | 6-9 квалитет       | 0,32 ... 1,25                        |
| Протягивание                           | 6-9 квалитет       | 0,32...3,2                           |
| Шлифование                             | 11-8 квалитет      | 1,25...0,16                          |
| Хонингование                           | 6-5 квалитет       | 0,63...0,04                          |
| Суперфиниширование                     | -                  | 0,6—0,05                             |
| Полирование                            | -                  | 0,16—0,02                            |
| Электроискровая обработка              | 8...6 квалитет     | 2,5. . .0,40                         |
| Электроимпульсная обработка            | 0,05 мм            | 1,25...0,63                          |
| Отделочная электрохимическая обработка | -                  | 0,04                                 |
| Размерная электрохимическая обработка  | 0,01...0,05 мм     | 2,5 ... 0,32                         |

## 2.5 Допуски и посадки

### 2.5.1 Взаимозаменяемость и точность обработки

*Под взаимозаменяемостью* понимают свойство деталей занимать свое место в изделии без дополнительной подгонки или доработки и обеспечивать нормальную работу механизма в целом.

Взаимозаменяемые детали должны иметь одинаковые размеры, форму, физические, химические, электрические, технологические и прочие свойства.

Для обеспечения взаимозаменяемости детали должны точно обрабатываться.

*Под точностью обработки* понимается степень соответствия изготовленной детали требованиям чертежа.

*Наибольшая точность* обработки предъявляется к сопрягаемым размерам, т.е. таким, по которым проходит сопряжение (соединение) одной детали с другой.

*Наименьшая точность* предъявляется к так называемым свободным размерам, по которым не происходит соединение деталей.

На точность обработки оказывает влияние система: станок, приспособление, инструмент, заготовка (деталь).

### 2.5.2 Точность геометрической формы

Под точностью геометрической формы понимается степень соответствия формы обрабатываемой детали требованиям чертежа.

*Точность формы* характеризуется величинами отклонений от правильной геометрической формы.

*Под отклонением формы* поверхности понимается отклонение форм реальной поверхности от номинальной (идеальной, соответствующей чертежу).

*Для плоских поверхностей* установлены следующие отклонения от правильной формы:

- отклонение от плоскостности;
- отклонение от прямолинейности.

*Для цилиндрических поверхностей* введены следующие отклонения от правильной геометрической формы:

- отклонение от цилиндричности;
- отклонение от круглости;
- отклонение от профиля продольного сечения.

Наибольшее допустимое значение отклонения от правильной формы называется *допуском формы*.

### **2.5.3 Точность взаимного расположения поверхностей**

Точность взаимного расположения поверхностей характеризуется величинами отклонений от правильного взаимного расположения.

*Под отклонением расположения* понимается отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Элемент - обобщенное понятие, под которым в зависимости от условий понимают поверхность, линию, точку.

Отклонения обычно задаются от баз, которыми являются плоскости и оси.

Установлены следующие виды отклонений от взаимного расположения поверхностей:

- отклонения от параллельности;
- отклонения от перпендикулярности;
- отклонения от наклона;
- отклонения от соосности;
- отклонения от симметричности;
- позиционное отклонение;
- отклонения от пересечения осей.

Наибольшее допустимое значение отклонения называется *допуском отклонения от взаимного расположения поверхностей*.

В особую группу отклонений выделены так называемые *суммарные отклонения*, являющиеся проявлением отклонений *формы и взаимного расположения поверхностей*.

К ним относятся: радиальное и торцовое биения, отклонение формы заданного профиля, отклонение формы заданной поверхности.

## 2.5.4 Шероховатость поверхности

Совокупность всех микронеровностей на обработанной поверхности называется *шероховатостью*.

Для определения величины шероховатости установлено несколько параметров, основным из которых является среднее арифметическое отклонение профиля –  $Ra$ .

Замер шероховатости производят на базовой длине  $l$  (рисунок 83), задаваемой в таблицах в зависимости от требуемой шероховатости.

Для определения величины  $Ra$  в сечении гребешков проводят среднюю линию.

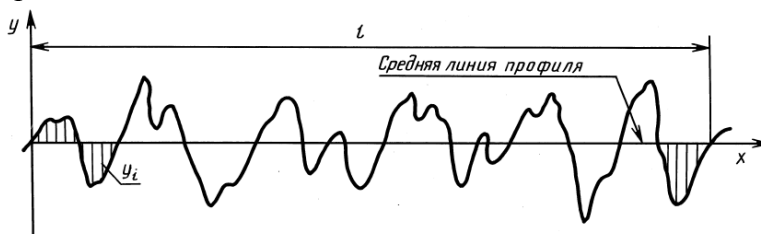


Рисунок 83 - Схема для определения параметра  $Ra$

Параметр среднее арифметическое отклонение профиля определяют по формуле 11:

$$Ra = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_i}{n}, \text{ мкм} \quad (11)$$

где  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_i$  – расстояния от отдельных точек реального профиля до средней линии.

## 2.5.5 Точность размера

Точность размера характеризуется степенью соответствия размера изготовленной детали требованиям чертежа.

Размер детали, проставленный конструктором на чертеже и полученный исходя из расчётов, называется *номинальным*.

Размеры, полученные расчетным путем, округляются до значений из ряда нормальных линейных размеров (ГОСТ 6636-69).

Ввиду того, что номинальный размер нельзя выполнить абсолютно точно, в чертеже предусматривают допускаемые отклонения от него - верхнее отклонение и нижнее отклонение. Численные величины отклонений проставляются справа от номинального размера вместе со знаком.

Например,  $\text{Ø}20_{-0,010}^{+0,020}$

где: + 0,020 - верхнее отклонение; - 0,010 - нижнее отклонение; 20 - номинальный размер.

Если величины верхнего и нижнего отклонений, равны и имеют противоположные знаки (симметричное расположение интервала допуска), то отклонение записывается рядом с номинальным размером цифрами той же величины, а перед ним ставится  $\pm$ . Например,  $\text{Ø}20 \pm 0,02$ .

Размер, полученный в результате измерения детали, называется *действительным*.

Для нахождения *верхнего предельного* размера детали (наибольшего годного размера) надо к номинальному размеру прибавить или вычесть величину верхнего отклонения (в зависимости от его знака).

Для нахождения *нижнего предельного* размера (наименьшего годного размера), надо к номинальному размеру прибавить или вычесть величину нижнего отклонения (в зависимости от его знака).

Разность между верхним предельным размером и нижним предельным размером, либо положительная разность между верхним и нижним отклонениями называется *допуском на обработку T*.

Например,  $\text{Ø}30_{-0,05}^{-0,01}$

$$\text{Ø}_{\text{в.}} = 30 - 0,01 = 29,99$$

$$\text{Ø}_{\text{н.}} = 30 - 0,05 = 29,95$$

Номинальный размер в данном случае будет браком.

Допуск  $T = 29,99 - 29,95 = 0,04$

Интервал значений размеров от самого наибольшего до наименьшего, называется интервалом допуска на обработку данной детали (29,99; 29,98; 29,97; 29,96). Графически изображается в виде прямоугольника.

Следовательно, все годные размеры деталей должны лежать в пределах этого интервала допуска.

## 2.5.6 Основные нормы взаимозаменяемости

Эта система допусков и посадок появилась с целью повышения уровня взаимозаменяемости, расширения и упрочнения условий международной торговли, технического и экономического сотрудничества всех промышленно-развитых стран.

Основные нормы взаимозаменяемости – это комплекс нормативно-технических документов, определяющий взаимозаменяемость типовых соединений в машиностроении: гладких (цилиндрических и плоских); конических; резьбовых; шпоночных; шлицевых; зубчатых передач и т.д., а так же включающая в себя допуски форм, расположения и шероховатости поверхностей.

В нее входят стандарты на номинальные геометрические параметры соединений и деталей.

*Вал* – наружный размерный элемент детали, в том числе и нецилиндрический.

*Отверстие* – внутренний размерный элемент детали, в том числе и нецилиндрический.

Обозначение предельных отклонений (рисунок 84):

- |                                |    |
|--------------------------------|----|
| - верхнее отклонение отверстия | ES |
| - верхнее отклонение вала      | es |
| - нижнее отклонение отверстия  | EI |
| - нижнее отклонение вала       | ei |



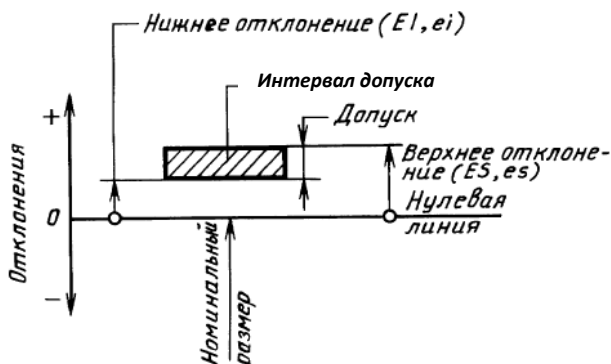


Рисунок 84 - Условное обозначение предельных отклонений отверстий и валов

Помимо понятия верхнего и нижнего отклонений введено новое понятие *основное отклонение*.

Под *основным отклонением* понимается одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения положения интервала допуска относительно нулевой линии. Таким отклонением является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Основные отклонения обозначаются буквами латинского алфавита: прописными - для отверстий (A...ZC) и строчными буквами - для валов (a...zc).

В ГОСТ 25347-2013 помещены таблицы с отклонениями для валов и отверстий для всех рекомендованных к применению в машиностроении посадок.



*Стандартный допуск* обозначается - IT (сокращение от словосочетания «Международный допуск» - «International Tolerance»). Стандартный допуск указывается конструктором на чертеже, в соответствии с назначением поверхности.

Величины стандартных допусков установлены степенями точности, которые названы квалитетами.

*Квалитет* – группа допусков на линейные размеры, характеризующаяся общим обозначением.

Квалитет обозначается одной или двумя арабскими цифрами.

ГОСТ 25346-2013 устанавливает 20 квалитетов:

01; 0; 1; 2; 3;.....; 16; 17; 18.

Самый точный 01; самый грубый 18.

Интервалы размеров – это весь диапазон размеров от 0 до 10 000 мм. По ГОСТ 25346-2013 этот диапазон разбит на 26 интервалов. Например,

- до 3 – включительно;

- Свыше 3 до 6 включительно;

- Свыше 6 до 10 включительно и т.д.

Значение допусков в одном интервале - величина постоянная.

При увеличении размера от интервала к интервалу, величина допуска возрастает, так как при увеличении размера повышается трудность в изготовлении изделия соответствующей точности.

Величина стандартного допуска зависит от двух величин:

– номинального размера;

– квалитета.

Обозначение класса допуска размера образуется сочетанием основного отклонения и квалитета (например: g6, js7, H7, H11), которые записываются после номинального размера, например: 40g6, 40H7, 40H11.

Характер соединения деталей, зависящий от полученных в нем зазоров или натягов, называется *посадкой*.

Если две детали составляют посадку, то их номинальные размеры одинаковы, а величины зазоров или натягов получаются только за счёт предельных отклонений.

В зависимости от получающихся в соединении зазоров или натягов посадки делятся на три типа:

- с зазором;
- с натягом;
- переходные.

*Зазором ( $S$ )* называется положительная разность между размером отверстия и размером вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала (интервал допуска отверстия выше интервала допуска вала).

При посадке с зазором возможно взаимное перемещение сопрягаемых деталей (рисунок 86).

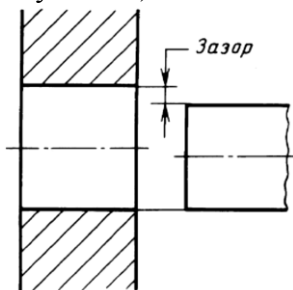


Рисунок 86 - Условное изображение посадки с зазором

*Наибольший зазор* будет в том случае, если отверстие выполнить - по верхнему предельному размеру, а вал - по нижнему.

*Наименьший зазор* будет в том случае если отверстие выполнить по нижнему предельному размеру, а вал - по верхнему.

*Натягом ( $N$ )* называется положительная разность между размером вала и размером отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия (интервал допуска вала выше интервала допуска отверстия).

При посадке с натягом обеспечивается неподвижное соединение деталей (рисунок 87).

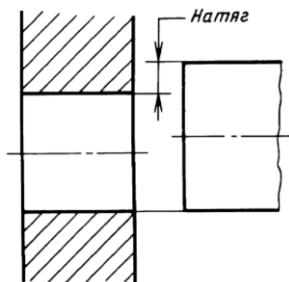


Рисунок 87 - Условное изображение посадки с натягом

*Наибольший натяг* в соединении будет в том случае, если вал выполнить по наибольшему предельному размеру, а отверстие по наименьшему.

*Наименьший натяг* в соединении будет в том случае, если вал выполнить по наименьшему предельному размеру, а отверстие по наибольшему.

*Переходная посадка* – посадка, при которой возможно получение, как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала (рисунок 88).

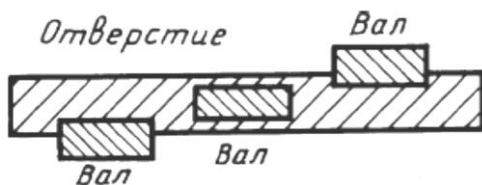


Рисунок 88 - Условное изображение переходной посадки

Если в переходной посадке отверстие выполнить по верхнему размеру, а вал по нижнему, то в соединении будет *наибольший зазор*.

Если же вал выполнить по верхнему предельному размеру, а отверстие по нижнему, то в соединении будет *наибольший натяг*.

Поэтому, в зависимости от того, какая деталь в результате обработки окажется больше (отверстие или вал) и будет зависеть, будет в соединении зазор или натяг.

Для характеристики точности посадки введено понятие "*диапазон посадки*". Диапазон посадки равен сумме допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

Чем меньше диапазон, тем точнее соединение.

Любой из трех типов посадок можно получить в двух различных системах допусков и посадок - в системе отверстия и в системе вала.

*Системой отверстия* называют такую систему, в которой для одного номинального размера в пределах одной степени точности отклонения отверстия постоянны (независимы от типа посадки), а различные посадки получаются за счёт изменения классов допусков вала (предельных отклонений вала) (рисунок 89).

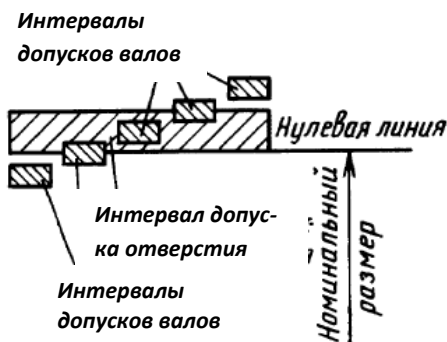


Рисунок 89 - Условное изображение посадок в системе отверстия

Такое неизменное отверстие называют *основным* и допуск на него всегда дают в тело, т.е. верхнее отклонение положительно, а нижнее равно нулю. Например:  $\text{Ø}30^{+0,021}$ .

Интервал допуска основного отверстия всегда располагается выше нулевой линии.

Основное отклонение основного отверстия обозначается буквой H. Например:  $\text{Ø}30H7$ .

*Системой вала* называют такую систему, в которой для одного номинального размера в пределах одной степени точности отклонения вала постоянны, а различные посадки получаются за счёт изменения классов допусков отверстия (предельных отклонений отверстия) (см. рисунок 90).

**Интервалы допусков отверстий**

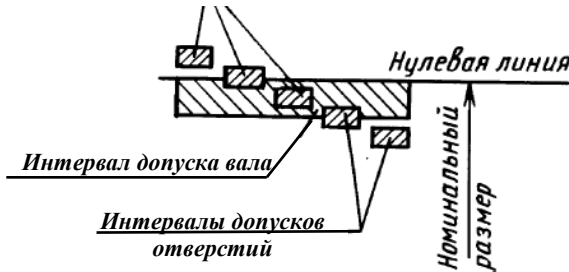


Рисунок 90 - Условное изображение посадок в системе вала.

Такой неизменный вал называют *основным* и допуск на него всегда дают в тело, т.е. верхнее отклонение равно 0, а нижнее - отрицательно.

Например:  $\varnothing 30_{-0,013}$ .

Интервал допуска основного вала всегда располагается вниз от нулевой линии.

Основное отклонение основного вала обозначается буквой *h*.

Например,  $\varnothing 30h6$ .

*Изменяющиеся валы и отверстия*, т.е. вал в системе отверстия и отверстие в системе вала, обозначаются буквой посадки с указанием качества.

Например: вал -  $\varnothing 30r6$  или  $\varnothing 30f7$ , отверстие -  $\varnothing 30R6$  или  $\varnothing 30F7$ .

При обозначении посадок на сборочных чертежах справа от номинального размера соединения записывается дробь, в числителе которой указывается условное обозначение отклонений отверстия, а в знаменателе - условное обозначение отклонений вала.

Например:

- посадка выполнена в системе отверстия -  $\text{Ø}30 \frac{H7}{p6}$ .

- посадка выполнена в системе вала -  $\text{Ø}30 \frac{P7}{h6}$ .

Посадки, в которых отверстие и вал выполнены в разных системах, называют *внесистемными комбинированными*.

Например:  $\text{Ø}30 \frac{H6}{h6}$ ;  $\text{Ø}3 \frac{F8}{f7}$ .

Наличие разного качества у отверстия и вала не делает посадку внесистемной, а наоборот, рекомендуется, чтобы качество вала было выше качества отверстия на 1-2 разряда (так как вал обработать легче).

Например:  $\text{Ø}30 \frac{H8}{h6}$ .

Наибольшее распространение в производстве имеет система отверстия, так как при работе по этой системе на производстве образуется меньше различных по размерам отверстий. А это значит, что потребуется меньше различных режущих инструментов, непосредственно формирующих размер (сверл, зенкеров, протяжек), а так же калибров-пробок.

Обработка валов с разными размерами проще. Так, например, на одном токарном или шлифовальном станке можно получить разные значения размеров вала.

Систему вала обычно применяют при использовании нормализованных и стандартных деталей, например, подшипников качения при посадке в корпус, контрольных шрифтов и т. п. В этом случае для получения различных посадок отверстия обрабатывают по системе вала с отклонениями под соответствующую посадку.

### 2.5.7 Допуски резьбовых соединений

*По форме профиля* различают резьбы: треугольные, трапецеидальные, прямоугольные, упорные, круглые и полукруглые.

По назначению резьбы бывают общие (крепежные, крепежно-уплотнительные и ходовые) и специальные

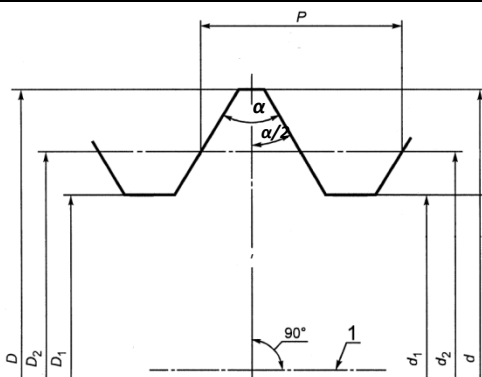


Наибольшее распространение в машиностроении имеют цилиндрические крепежные резьбовые соединения с треугольным профилем.

Основные параметры резьбы приведены в таблице 15 и на рисунке 91.

Таблица 15 - Основные параметры резьбы

| Наименование параметра    | Обозначение |           |
|---------------------------|-------------|-----------|
|                           | Для болта   | Для гайки |
| Наружный диаметр резьбы   | $d$         | $D$       |
| Внутренний диаметр резьбы | $d_1$       | $D_1$     |
| Средний диаметр резьбы    | $d_2$       | $D_2$     |
| Шаг резьбы                | $P$         |           |
| Угол профиля резьбы       | $\alpha$    |           |



$l$  — ось резьбы

Рисунок 91 - Условное изображение профиля резьбы

Чаще всего в производстве применяют крепежные резьбы с треугольным профилем с углом профиля при вершине, равным  $60^\circ$ . Эта резьба называется метрической, в начале их обозначения на чертеже ставят букву М.

При расчете допусков учитывается угол  $\alpha/2$ , а не  $\alpha$ , т.к. весь угол может быть равен  $60^\circ$ , но правая сторона может

оказаться больше или меньше левой и произойдет "завал" резьбы в одну сторону.

В резьбовых соединениях, выполненных с отклонениями по шагу или половине угла профиля, можно добиться свинчиваемости деталей (болта и гайки) за счёт уменьшения среднего диаметра болта или увеличения среднего диаметра гайки в пределах его допуска.

Поэтому допуск на шаг резьбы и половину угла профиля отдельно не задается, а задается допуск на средний диаметр резьбы гайки и болта. Данный допуск задается расширенным, с учетом величин, необходимых для компенсации погрешностей по шагу и половине угла профиля.

Резьбовые соединения могут выполняться с зазором, с натягом и по переходной посадке.

Посадка осуществляется только по среднему диаметру, а по наружному и внутреннему - зазор, чтобы не было защемления резьбы.

Наибольшее распространение имеют резьбовые соединения с зазором. В этих соединениях для получения зазора отклонения на болт и на гайку всегда задаются в тело.

Отклонения среднего и наружного диаметров болтов задаются по полям допусков - h, g, f, e, d.

Отклонения среднего и внутреннего диаметров гаек - H, G, F, E.

При обозначении метрического резьбового соединения с зазором на чертежах ставится буква М, наружный диаметр резьбы и шаг (только у мелких резьб), указывается буквенно-цифровое обозначение поля допуска гайки и болта: цифра указывает степень точности, буква отклонение.

Например:

*M20x1-6H/6g* - резьбовое соединение

*M20x1-6H* - гайка

*M20x1-6g* - болт

Если в обозначении отклонений гайки или болта указаны два поля допуска, то первое относится к среднему диаметру, а второе к внутреннему диаметру резьбы у гайки, и к наружному диаметру резьбы у болта.

Например:

*M20-4H5H/4h*,

где: 4H – поле допуска на средний диаметр гайки; 5H - поле допуска на внутренний диаметр гайки; 4h - поле допуска на средний и наружный диаметры болта.

Резьбовые соединения с натягом и имеющие переходные посадки всегда выполняются в системе отверстия, т.е. допуск на средний диаметр гайки дается как на основное отверстие, а допуск на средний диаметр болта дается в зависимости от типа посадки.

### **2.5.8 Размерные цепи**

Для нормальной работы любой машины необходимо, чтобы каждая отдельная деталь занимала заданное ей положение относительно других деталей.

Правильное расположение деталей в машине во многом зависит от расчёта так называемых размерных цепей на отдельные детали и механизмы.

*Расчёт размерных цепей* позволяет определить оптимальные допуски размеров, т.е. наибольшие по величине допуски, обеспечивающие заданную точность изделия, наивысшую надежность и наименьшую стоимость изготовления изделия.

Размерные цепи могут быть подетальными и сборочными, линейными, плоскостными и пространственными.

Рассмотрим расчёт размерных цепей на примере подетальной линейной размерной цепи, как наиболее простейшей (рисунок 92).

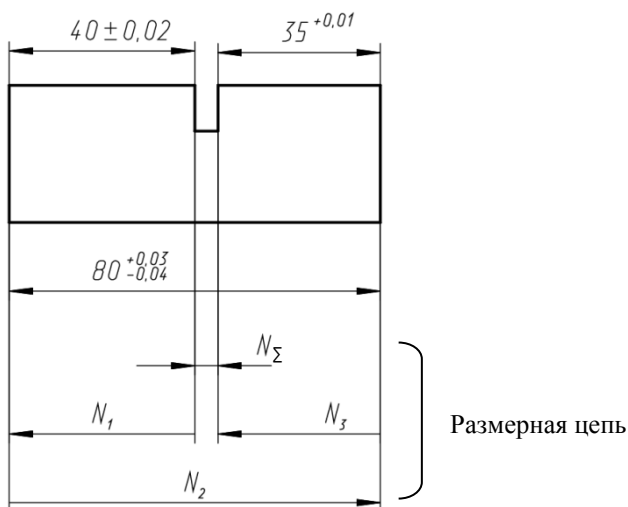


Рисунок 92 - Условное изображение размерной цепи

Как известно из правил черчения, размеры в рабочем чертеже детали не должны составлять замкнутую цепочку, поэтому на указанном чертеже размер, паза у детали не показан. Для того чтобы, определить величину этого размера, мы воспользуемся правилом размерных цепей.

Размерная цепь изображается графически: в виде замкнутого контура из размеров, поэтому величина и допуск любого размера зависят от точности остальных размеров.

Точнее, *размерной цепью* называется совокупность размеров детали (деталей), расположенных в определенной последовательности по замкнутому контуру и влияющих на один из размеров этого контура.

Размеры цепи называют её *звеньями* и обозначают какой-либо буквой и порядковым номером.

Каждая размерная цепь состоит из одного замыкающего звена ( $N_{\Sigma}$ ) и нескольких составляющих ( $N_1, N_2, N_3$ )

*Замыкающим звеном* называется звено размерной цепи, получающееся последним в результате её решения (или являющееся исходным).

*Составляющие звенья* - звенья размерной цепи, функционально связанные с замыкающим звеном. Они могут быть увеличивающими и уменьшающими.

*Увеличивающими* называются те звенья, при увеличении которых замыкающее звено увеличивается ( $N_2$ ).

*Уменьшающими* называются те звенья, при увеличении которых замыкающее звено уменьшается ( $N_1; N_3$ ).

Размерную цепь строят, начиная от замыкающего звена по часовой стрелке или против.

На схеме размерной цепи увеличивающие звенья отличаются от уменьшающих направлением стрелок. Расчёт размерных цепей основан на разности направлений увеличивающих и уменьшающих звеньев.

Для нахождения величины замыкающего звена (номинального и предельно допустимых размеров) надо из суммы увеличивающих звеньев вычесть сумму уменьшающих звеньев (формула 16).

$$N_{\Sigma} = \sum u_{в} - \sum u_{м}, \text{ мм.} \quad (16)$$

Для нахождения верхнего отклонения (ВО) замыкающего звена надо из суммы верхних отклонений увеличивающих звеньев вычесть сумму нижних отклонений уменьшающих звеньев (формула 17).

Для нахождения нижнего отклонения (НО) замыкающего звена надо из суммы нижних отклонений увеличивающих звеньев вычесть сумму верхних отклонений уменьшающих звеньев (формула 18).

$$BO_{N_{\Sigma}} = \sum BO_{у_{в}} - \sum HO_{у_{м}}, \text{ мм.} \quad (17)$$

$$HO_{N_{\Sigma}} = \sum HO_{у_{в}} - \sum BO_{у_{м}}, \text{ мм.} \quad (18)$$

В нашем примере:

$$N_{\Sigma} = N_2 - (N_1 + N_3), \text{ мм.}$$

$$N_{\Sigma} = 80 - (40 + 35) = 5, \text{ мм.}$$

$$BO_{N_{\Sigma}} = +0,04 - (-0,02 + 0) = +0,06, \text{ мм.}$$

$$HO_{N_{\Sigma}} = -0,03 - (+0,02 + 0,01) = -0,06, \text{ мм.}$$

$$N_{\Sigma} = 5 \pm 0,06$$

$$T_{N_{\Sigma}} = +0,06 - (-0,06) = 0,12 - \text{допуск замыкающего звена}$$

Для проверки правильности расчёта замыкающего звена существует правило: "Допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев" (формула 19).

$$T_{N\Sigma} = \sum T_{\text{сост}} \quad (19)$$

Проверим правильность нашего расчета:

$$T_{N\Sigma} = T_{N_1} + T_{N_2} + T_{N_3}, \text{ мм}$$

$$T_{N\Sigma} = 0,04 + 0,07 + 0,01 = 0,12$$

Расчёт выполнен правильно.

С помощью правила размерных цепей можно решить и обратную задачу: исходя из известного значения замыкающего звена, определить номинальные размеры и отклонения всех составляющих звеньев.

Расчет размерных, цепей является обязательным этапом конструирования, а также производства и эксплуатации.

*ГОСТ 25346-2013 (ISO 286-1:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки*

*ГОСТ 25347-2013 (ISO 286-2:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ряды допусков, предельные отклонения отверстий и валов*

## 2.6 Специальные процессы

*Специальный технологический процесс* (СП) – технологический процесс, результаты которого нельзя в полной мере проверить последующим контролем и испытанием каждого образца продукции и установить выполнение требований конструкторской документации, так что недостатки продукции могут выявиться только в ходе ее использования.

От правильного выполнения специального процесса зависит надежность эксплуатации изделия.

СП предусматривают контроль качества изготовления детали в объеме, предусмотренном требованиями чертежа, в том числе требованиями по изготовлению и контролю технологических образцов (образцов-свидетелей)

К специальным технологическим процессам относятся технологические процессы литья, штамповки, термообработки, сварки, нанесения гальванопокрытий, герметизации, склеивания, изготовления резинотехнических деталей (РТД), поверхностного упрочнения и т.п.

Также к специальным процессам относится неразрушающий контроль (НК), например, вихретоковый контроль, контроль проникающими веществами, магнитный контроль, ультразвуковой контроль, радиографический контроль.

НК применяются для контроля качества материалов, полуфабрикатов, заготовок, деталей, сборочных единиц и изделий при входном контроле, изготовлении, ремонте и эксплуатации.

Организацию и проведение НК на предприятии обеспечивает УТК.

Для оценки качества контролируемой продукции в соответствии с методиками (инструкциями и картами НК применяются стандартные образцы (СО-НК) или рабочие стандартные образцы (РСО-НК).

*Стандартный образец НК (СО-НК) или рабочий стандартный образец (РСО-НК) – техническое средство, предназначенное для воспроизведения параметров и (или) исследуемых свойств, контролируемых объектов, учитывающее основные физические особенности одного или нескольких методов НК и имеющее нормативные метрологические и технические характеристики.*

РСО-НК (СО-НК) подлежат аттестации. Результаты аттестации является свидетельство с указанием срока действия образца.

К СП могут относиться операции монтажа, контроля хранения, транспортирования продукции и т.п.

Все СП на предприятии учтены в перечнях СП, разработанных главными специалистами (УГМет, ОГСв, УГТ).

На титульном листе специального ТП должна быть сделана надпись или стоять штамп «Процесс специальный».

Если специальным процессом является не весь процесс, а только некоторые его операции, то номера этих операций проставлены рядом со штампом «Процесс специальный». Штамп «Процесс специальный» в этих случаях ставится так же в маршрутной карте самого КДТП либо в карте технологического процесса и/или операционных картах для операций, являющихся СП и на титульном листе рабочей (технологической) инструкции или карте контроля для НМК.

### **2.6.1 Аттестация СП**

*Аттестация специального технологического процесса* - это документальное подтверждение способности выполнения СП в соответствии с требованиями НД.

*Аттестация СП должна включать в себя:*

- аттестацию оборудования и оснастки;
- аттестацию исполнителей;
- аттестацию условий производственной среды (при необходимости);
- апробирование СП с выпуском акта внедрения.

Для подтверждения аттестации СП должен быть изготовлен контрольный образец или деталь. Образец должен быть проверен средствами и методами контроля, предусмотренными ТП, а так же при необходимости методами разрушающего контроля в экспресс лаборатории цеха или лабораториях.

Обеспечение СП аттестованным персоналом, оборудованием, оснасткой и средствами измерения обеспечение необходимых условий производственной среды гарантирует стабильность, безопасность и качество проведения операций спецпроцессов. От правильности выполнения таких процессов зависит надежность эксплуатации изделия.



## 2.6.2 Паспорт СП

В случае отсутствия замечаний при аттестации СП, технологом оформляется паспорт спецпроцесса.

Паспорт спецпроцесса является обязательным дополнением к технологическим документам на специальные технологические процессы.

Срок действия паспорта СП составляет пять лет с даты утверждения главным специалистом, по истечении этого срока оформляется новый паспорт СП или продлевается срок действия существующего паспорта на 2 года.

Оформленный и зарегистрированный паспорт спецпроцесса хранится старшим мастером производственного участка. В течение срока действия паспорт пополняется информацией об аттестации оборудования, оснастки, средств измерений и контроля, персонала.

При выполнении СП фактические данные (условия производственной среды, наличие аттестованного технологического оборудования, контрольно-измерительное оборудование, аттестованный персонал) должны соответствовать данным, указанным в паспорте СП.

## 2.6.3 Критические параметры СП

Критическими параметрами называются параметры, которые могут влиять на конечный результат СП и выделяются в ТП знаком - **S**.

От точного соблюдения критических параметров СП зависит качество выполняемого СП.

*К критическим параметрам относятся* режимы обработки (режимы плавления, термообработки, сварки, нанесения гальванопокрытий и т.п.), условия производственной среды, применяемое оборудование и т.п. Качество выполнения СП обеспечивается точным соблюдением критических параметров СП. Контроль за точным соблюдением параметров СП должен осуществлять исполнитель СП.

В случае выхода критических параметров СП за границы допустимых значений исполнитель должен немедленно уведомить производственного мастера и контролера о произошедшем сбое, а так же зарегистрировать время и фактическое значение критических параметров на момент возникновения (обнаружения) несоответствия.

#### **2.6.4 Регистрация параметров СП**

Критические параметры СП, которые подлежат регистрации, определены в технологии с учетом перечней СП и должны быть зарегистрированы автоматически (записи, полученные с самопишущих приборов – термограммы) или в журнале СП с указанием фактического значения параметров, которые заносятся непосредственным исполнителем ТП/операции. Регистрация в журнале должна быть выполнена разборчиво, без исправлений синими или черными чернилами и идентифицирована подписью лица, ее оформившего.

Оформление журналов карандашом и исправления записей не допускаются. Если в результате небрежности исполнителя запись в журнале была произведена неправильно, то вся строка в журнале должна быть зачеркнута сплошной линией и рядом с ней сделана запись: «Вписано ошибочно» и заверена подписью самого исполнителя и представителя БТК.

Записи в журнал регистрации заносятся исполнителем согласно образца записи, который содержит штамп «Образец». На образцах документов (образцах записей), выдаваемых на рабочие места в подразделениях-пользователях проставляется штамп «Контрольный экземпляр № \_\_\_\_\_». Данные экземпляры хранятся на рабочих местах непосредственных исполнителей.

Ответственность за правильное оформление и ведение журналов несет мастер производственного участка.

## 2.6.5 Хранение записей объективного контроля

К записям объективного контроля относятся записи с самопишущих и электронных приборов, регистрирующие контролируемые параметры (режимы).

Для обеспечения идентификации и прослеживаемости режимов изготовления деталей все записи самопишущих приборов, регистрирующие контролируемые параметры (режимы), по окончании календарного месяца должны архивироваться работниками БТК. Хранение записей объективного контроля возлагается на БТК производственного подразделения. Записи хранятся в архиве цеха.

*Срок хранения записей устанавливается в зависимости от категории детали:*

- для особо ответственных и паспортных деталей - до конца эксплуатации изделия;
- для остальных деталей – 5 лет, далее утилизируются.

При возникновении ситуаций, требующих предъявления архивных записей, нужная запись временно изымается для снятия копии. Ксерокопия необходимой записи должна быть заверена подписью контролера и штампом БТК.

Все записи (термограммы), полученные на электронный носитель (ПК) регистрируются автоматически по дате выполнения, времени выполнения и номеру установки и хранятся на жестком диске компьютера.

*СТП 503.296 Спецпроцессы. Требования к разработке, аттестации и управлению*

*СТП 503.292 Технологическая подготовка производства. Порядок оформления технологических документов на изготовление особо ответственных деталей и выполнение специальных процессов, особо ответственных технологических процессов и операций. Общие требования*

*004-27-0006 Спецпроцессы. Требования к разработке, квалификации и управлению*

*131-05-0047 Порядок учета и ведения журналов регистрации контролируемых параметров технологических процессов и хранения записей объективного контроля*

*131-30-0070 Спецпроцессы, применяемые для изготовления деталей изделия CFM-56. Перечень*

*131-30-0068 Спецпроцессы, применяемые для изготовления и ремонта изделия SaM146 и изготовления изделия LEAP. Перечень*

*453-30-0071 Спецпроцессы опытного производства. Перечень*

*041-0150 Перечень спецпроцессов. Серийное и ремонтное авиационное производство, производство двигателей наземной, морской тематики и специальной техники*

## **2.7 Директивные ТП. Особо ответственные операции**

Особо ответственные параметры/требования детали-это параметры по которым:

✓ предполагаемое разрушение, повреждение или снижение характеристик может привести к аварийным ситуациям, снижению безопасности

✓ отмечены повторяющиеся дефекты и отказы

✓ осуществляются основные функции ДСЕ в изделии.

Назначение и выделение особо ответственных параметров/требований, отнесение деталей, сборочных единиц к особо ответственным производится разработчиком КД.

Принятое обозначение особо ответственных параметров – по указанию в КД:

- ⊕, ⊖ – для деталей, сборочных единиц по изделиям зарубежного заказчика;

- ⊗ – для остальных изделий.

*К особо ответственным операциям* ТП относятся операции изготовления, сборки, монтажа, регулирования, испытания, ремонта и контроля, а также (при необходимости) хранения и транспортирования деталей и сборочных единиц, при выполнении которых обеспечивается и контролируется соответствие требований (параметров), отмеченных в ТД и КД как особо ответственные.

*Директивными являются ТП* серийного производства авиационных двигателей:

- на особо ответственные детали и сборочные единицы;
- на особо ответственные операции изготовления, сборки, испытаний и контроля изделий и их составных частей;
- на изготовление деталей из новых ранее не применявшихся материалов;
- на новые методы изготовления;
- на применение принципиально новых видов технологического оборудования и оснащения.

*Директивный ТП* – это ТП, определенный разработчиком КД, как единственно допустимый.

На титульном листе комплекта документов:

- директивных ТП, должна быть сделана надпись или поставлен штамп «Директивный»;
- должны быть указаны номера особо ответственных операций;
- для особо ответственных деталей, сборочных единиц дополнительно должна быть сделана надпись или поставлен штамп «Деталь особо ответственная».

Особо ответственные, директивные ТП должны предусматривать усиленный контроль качества их изготовления, сборки и ремонта на всех этапах производства.

К выполнению особо ответственных операций должны допускаться рабочие, прошедшие аттестацию на право выполнения этих операций с отметкой в квалификационно-аттестационной книжке.

Проверка выполнения особо ответственных операций ДСЕ должна производиться контролерами, аттестованными на право контроля особо ответственных операций.

При выполнении особо ответственных операций от исполнителя требуется повышенное внимание и высокая технологическая дисциплина. Исполнитель должен требовательно относиться к состоянию и содержанию оборудования и оснастки, применяемых при выполнении операции.

Регистрация особо ответственных параметров выполняется на основании требований о контроле и регистрации фактических значений особо ответственных параметров и документов, в которых необходимо выполнить регистрацию, указанных в КДТП (технологии). Записи о регистрации особо ответственных параметров хранятся до снятия изделия с эксплуатации.

*Отнесение отдельных операций к особо ответственным не снижает требовательности к выполнению остальных операций ТП и не снижает ответственности за их выполнение.*

*СТП 503.217 Особо ответственные операции. Порядок назначения, выполнения и контроля*

## **2.8 Сборка**

*Технологический процесс сборки* представляет собой перечень операций и переходов, необходимый для соединения взаимно ориентированных составных частей изделия, осуществляемый в определенной последовательности различными способами.

*Техпроцесс сборки* обычно разделяют на сборку составных частей, на конечной стадии которой получают сборочные единицы того или иного функционального назначения (ротор, статор, форсунки, модули и пр.) и на общую сборку, представляющую собой соединение любых составных частей: деталей, сборочных единиц, модулей, покупных и стандартных изделий.

В результате общей сборки получается законченное изделие, в нашем случае газотурбинный двигатель

*Сборка* – процесс взаимного ориентирования, установки, закрепления сборочных элементов, контроля выходных сборочных параметров согласно действующей сборочной документации с соблюдением, при этом, всех технических требований (ТТ), предъявляемых к изделию.

Разновидности сборочных работ:

*Узловая сборка* – в результате сборки получают сборочные единицы изделия. Узловая сборка позволяет рационально организовать сборочный процесс в производственном цикле изготовления изделия

*Общая сборка* - в результате сборки получают готовое изделие путем соединения между собой всех, готовых к дальнейшей сборке, составных частей: сборочных единиц (модулей), ПКИ, деталей.

*Первая сборка* - выполняется в механосборочных и сборочных цехах из вновь изготовленных деталей. Она же может являться и окончательной сборкой изделия, если для данного изделия по производственному циклу принят регламент одноразовой сборки.

*Вторая сборка* - выполняется из деталей, прошедших обкатку (приработку) при предъявительских испытаниях изделия, разборку, контроль состояния и признанных годными для повторной сборки. В опытном производстве для обеспечения различных целей испытаний возможно выполнение второй и последующихборок двигателя с использованием годных деталей предыдущей сборки и новых, в замен забракованных.

*Предварительная* – производится с целью проверки соответствия сборочных элементов друг другу и получения в результате этого заданных ТТ.

*Окончательная* – вид сборочных работ, после которого получают законченное изделие, не требующее сборки.

*Экспериментальная* – для проведения технических исследований и экспериментов в целях отработки технологии сборки или проверки идей научно исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИР и ОКР)

*Пробная сборка* – выполняется на этапе разработки, доводки и совершенствования технологических процессов сборки, когда производится проверка новой технологии или оборудования. Эти работы выполняются на технологической партии изделий, которые в процессе пробной сборки тщательно контролируются.

*Рабочая сборка* – наиболее доведенная сборка, гарантирующая выполнение ТТ. Производится в серийном производстве по отработанной технологии и предназначена для получения изделий, передающихся в эксплуатацию.

*Единичная* – в результате сборки получают штучную продукцию (отдельные экземпляры изделий). Характерна для опытного производства.

*Серийная* - в результате сборки получают партию изделий, соответствующих сертифицированному образцу.

Качество сборки определяют параметры, представленные в таблице 16

Таблица 16 - Параметры, определяющие качество сборки

| Группа         | Название   |
|----------------|--|
| Геометрические | <ul style="list-style-type: none"> <li>- зазоры</li> <li>- натяги</li> <li>- взаимное расположение поверхностей</li> <li>- взаимное расположение деталей</li> <li>- качество совместной обработки</li> </ul> |
| Физические     | <ul style="list-style-type: none"> <li>масса</li> <li>- центр тяжести</li> <li>- сопротивление цепи</li> <li>- сопротивление изоляции</li> <li>- остаточный магнетизм</li> </ul>                             |
| Кинематические | <ul style="list-style-type: none"> <li>- плавность перемещения</li> <li>- величина хода</li> <li>- величина момента страгивания</li> <li>- угол поворота</li> </ul>  |



Продолжение таблицы 16

| Группа           | Название   |
|------------------|--|
| Эксплуатационные | - герметичность стыков<br>- дисбаланс роторов<br>- соответствие работы узлов техническим требованиям |
| Технологические  | - затяжка резьбовых соединений<br>- затяжка упругих деталей<br>- усилие запрессовки                  |
| Условия сборки   | - чистота деталей<br>- отсутствие дефектов   |

Важное место в технологическом процессе сборки отводится базовым деталям и базовым поверхностям. Различают основные сборочные базовые поверхности детали, или сборочные базы, и вспомогательные (присоединительные).

*Основные сборочные базы* – это поверхности детали, создающие определенность ее положения относительно другой детали, с которой она соединяется.

*Вспомогательные (присоединительные) базы* – это поверхности детали, при помощи которых к ней присоединяются другие детали, и создается определенное их положение относительно основной сборочной базы.

*Базовая деталь* – деталь, служащая исходной для начала сборочного процесса любого объекта. Своей основной базой она совмещается с установочной базой сборочного приспособления или сборочного станда. Как правило, она должна быть жесткой, иметь места крепления к приспособлению, допускать выполнения максимально возможного количества сборочных переходов без съема детали с приспособления.

*Основная базовая ось* – это ось основной базы (если последняя осесимметрична), часто определяющая положение оси всего изделия в процессе сборки.

Взаимное расположение сборочных элементов определяется *соосностью, угловым положением, осевым положением* деталей относительно друг друга.

*Соосность* достигается центрированием элементов, т.е. совмещением осей симметрий определенных поверхностей деталей, которое обеспечивается конструктивными и технологическими путями.

При сборке некоторых сборочных единиц важно сохранить однозначное *угловое положение* сопрягаемых деталей, которое было достигнуто при первой сборке. Пример тому ротора компрессоров, турбин, где взаимный угловой разворот дисков может изменить уравнишенность масс, достигнутую при первой сборке. *Угловое положение* обеспечивается постановкой штифтов, либо оригинальными конструктивными элементами, обеспечивающими однозначность положения, например нестандартный крепежный элемент, измененный зуб и соответствующая впадина торцевых шлиц, различные виды маркировок, меток и пр. *Осевое расположение* достигается упором в специальный элемент конструкции – бурт, выступ, упор, сбег резьбы, соседняя деталь.

Контроль точности взаимного положения сопрягаемых деталей является важной частью ТП сборки. Это контроль радиальных и осевых зазоров, торцевых и радиальных биений, соосности опор подшипников, центровка элементов и пр.

Способы *контроля осевых и радиальных зазоров* (см. рисунок 93) производится с помощью обычных универсальных или предельных средств измерений: щупов, калибров, индикаторов, глубиномеров, координатно-измерительных машин (КИМ). Особенность контроля при сборке - труднодоступность мест контроля, поэтому применяются специальные инструменты или косвенные измерения и расчеты на их основе. В зависимости от вида зазора измерение производится в одной (зазор диаметральный, боковой) или в нескольких точках (зазор осевой, радиальный минимум в четырех).

*Косвенный метод контроля зазоров* состоит в сравнении с техническими требованиями значения зазора, полученного расчетом размерной цепи исходя из фактических размеров деталей, участвующих в сборке и размеров, полученных в ходе сборочных работ.

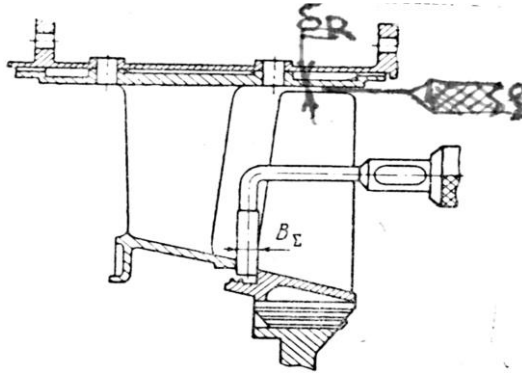


Рисунок 93 - Контроль радиального и осевого зазора щупами.  
 $d_R$  – радиальный зазор;  $B_Σ$  – осевой зазор

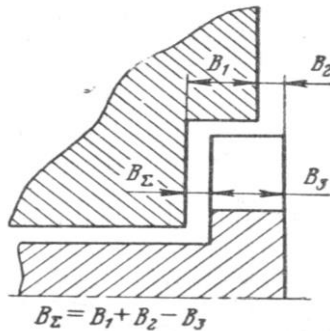


Рисунок 94 - Косвенный метод расчета зазора

Контроль осевого зазора косвенным методом - расчетом размерной цепи по действительным значениям размеров, измеренных до сборки и занесенных в паспорт детали и полученных непосредственно во время сборки:  $B_Σ = B_1 + B_2 - B_3$  (см. рисунок 94).

При узловой и общей сборке выполняется стопорение болтов, винтов, шпилек, штифтов и гаек. Применяются различные виды стопорения:

- стопорными шайбами (см. рисунок 95);
- шплинтами;
- деформацией металла;
- проволокой.

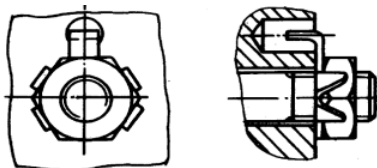


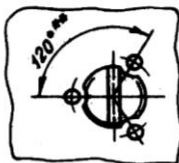
Рисунок 95 - Пример стопорения стопорными шайбами

В резьбовых соединениях могут применяться и другие типы стопорения (см. рисунок 96 и рисунок 97), например, стопорение самоконтрящимися гайками, пружинами, зубчатыми шайбами.

Для винтов  
с резьбой М8 и менее



Для винтов  
с резьбой свыше М8



Для неразъемных  
соединений



Рисунок 96 - Пример стопорения деформацией металла

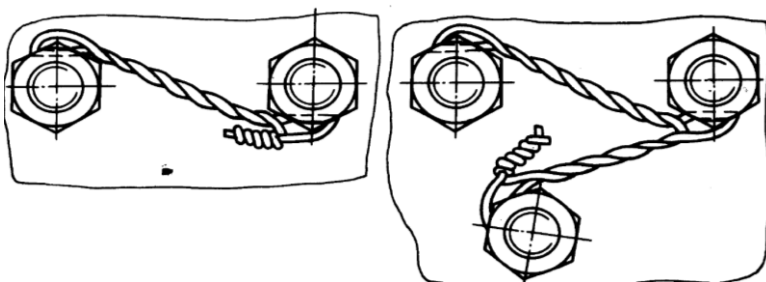


Рисунок 97 - Пример стопорения проволокой

В двигателях применяется большое количество зубчатых сопряжений в виде цилиндрических и конических зубчатых колес. Считая, что геометрически колеса изготовлены правильно (в пределах допусков), к зацеплению с точки зрения сборки можно предъявить следующие основные требования:

- наличие установленного чертежом бокового зазора (см. рисунок 98);

- правильность зацепления, устанавливаемая по отпечатку краски на контактных поверхностях зубьев (см. рисунок 99);

- отсутствие в собранном узле недопустимых по ТУ радиальных и осевых (торцовых) биений. *Боковым зазором* называют наименьшее расстояние между профильными поверхностями смежных зубьев сопряженных колес в передаче, обеспечивающее свободный поворот одного колеса при неподвижном втором колесе. Независимо от степени точности колес и передач для бокового зазора ГОСТами устанавливаются нормы. Боковой зазор « $C_n$ » для цилиндрических колес определяется в сечении, перпендикулярном направлению зубьев, в плоскости, касательной к основным цилиндрам двух сопряженных колес, для конических - по нормали к боковым поверхностям зубьев у большого основания делительного конуса.

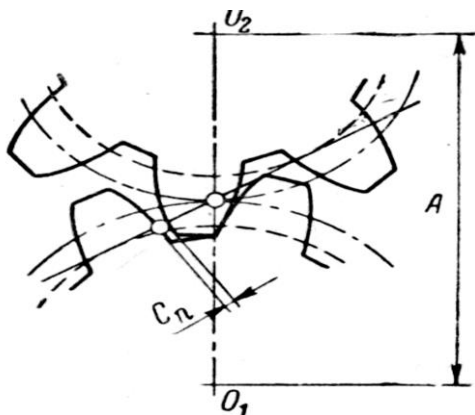


Рисунок 98 - Боковой зазор между зубьями зацепляющихся колес

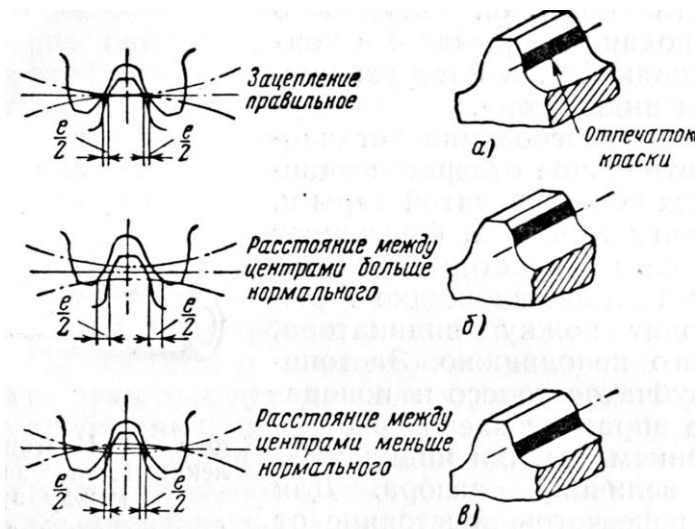


Рисунок 99 - Качество зацепления цилиндрических зубчатых колес, определяемое по отпечатку

### Сборка внешних коммуникаций ГТД.

В процессе общей сборки на корпуса ГТД устанавливаются внешние коммуникации – кронштейны крепления агрегатов, датчиков, трубопроводов, электрожгутов, а так же собственно агрегаты, датчики, трубопроводные и электрические коммуникации, соединяющие соответствующие штуцера, фланцевые разъемы электрические соединители между собой в соответствии с функциональными требованиями различных систем двигателя – топливной, масляной, воздушной, дренажной, электрической, системы управления, диагностики и пр. Вид внешних коммуникаций, поставленных на двигатель, представлен на рисунке 100. Основные требования к монтажу трубопроводных систем:

- обеспечение чистоты, соосности соединений ниппель-штуцер (фланец), герметичности;
- обеспечение пространственного положения, правильного подкрепления, наличия достаточных зазоров между коммуникациями.

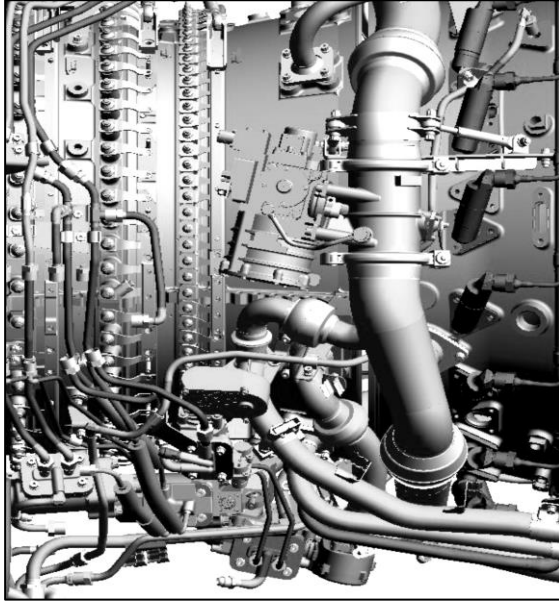


Рисунок 100 – Вид внешних коммуникаций

Особое внимание при постановке трубопроводов уделяется монтажным отклонениям (отклонения назначаются КД):

- *недотяг*  $\Delta_1$  (см. рисунок 101);
- *несоосность*  $\Delta_2$  (см. рисунок 102);
- *перекос*  $\Delta_3$  (см. рисунок 103).

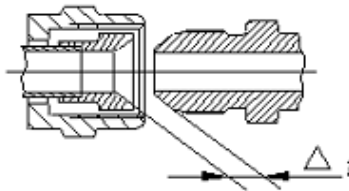


Рисунок 101 - Пример монтажного отклонения недотяг  $\Delta_1$

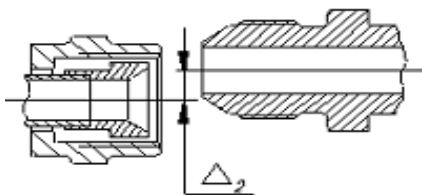


Рисунок 102 - Пример монтажного отклонения несоосность  $\Delta_2$

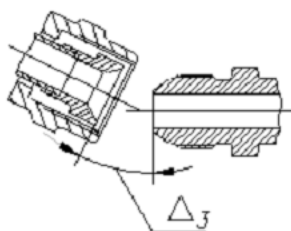


Рисунок 103. Пример монтажного отклонения перекос  $\Delta_3$

Для электрических коммуникаций соответствие подключений, целостность и сопротивление электрических цепей, сопротивление изоляции.

На собранном изделии контролируется с применением специальных стендов и установок правильность функционирования кинематики имеющих систем. Собранный ГТД подвергается приемочным стендовым испытаниям.

## 2.9 Промышленная чистота

Для исключения нарушения работоспособного состояния и несоответствий выпускаемой продукции установленным требованиям необходимо поддержание уровня промышленной чистоты, заданного конструкторской документацией.



*Промышленная чистота* – состояние изделий, элементов изделий, технологических сред (зон), технологического оборудования, характеризующее наличием загрязнителя учитываемое при конструктивно-технологическом обеспечении качества продукции на всех стадиях ее жизненного цикла.

Промышленная чистота обеспечивается комплексом организационных и технических мероприятий по предупреждению и ликвидации причин возникновения источников загрязнения в процессе проектирования и проработки конструкторской документации, а также удаление загрязнений из внутренних полостей и рабочих сред при изготовлении и ремонте изделий, поддержание полученного уровня чистоты.

Уровень чистоты внутренних полостей систем и агрегатов оценивается количеством загрязнений, находящихся в рабочих жидкостях или газах. Критерием допустимого количества загрязнений является класс чистоты рабочей среды, назначаемый разработчиком в технологической документации.

### **2.9.1 Промывка и прокачка ДСЕ**

Технологические процессы и технологические инструкции изготовления (ремонта) отдельных деталей и сборочных единиц (ДСЕ) должны предусматривать применение эффективных методов и средств их очистки от загрязнений на всех этапах производства от получения заготовки до сдачи на склад готовой продукции и/или заказчику.

В процессе изготовления (ремонта) удалению подлежат:

- загрязнения, образующиеся при получении заготовок (песок, окалина, пригар и т.п.);
- загрязнения, образующиеся при механических видах обработки поверхностей (облой, заусенцы, абразив и т.п.);
- загрязнения сопутствующего характера (масляно-жировые и окисные пленки, пыль, ворс и т.п.);
- эксплуатационные загрязнения (кокс, нагар и т.п.).

## **2.9.2 Испытания на герметичность**

В процессе изготовления и сборки детали и сборочные единицы подвергаются испытаниям на герметичность согласно требованию чертежа или технологическому процессу, где указаны метод контроля, давление, температура, время испытаний деталей. Отливки и детали считаются выдержавшими испытание, если за время испытания не обнаружено на испытываемой поверхности появления воздушных пузырьков (при пневмоиспытании) или течи (при гидроиспытании). Признаком отсутствия течи при гидроиспытании является отсутствие капель контрольной жидкости и отпотевания на поверхности проверяемых деталей или пятен на фильтровальной бумаге

## **2.9.3 Оборудование для обеспечения промышленной чистоты**

Обеспечение промышленной чистоты осуществляется с применением оборудования, к которому относится моечное, прокачное и испытательное оборудование.

Оборудование подразделяется:

-стенды для прокачки деталей, сборочных единиц и изделий с целью обеспечения чистоты внутренних полостей;

-установки моечные для прокачки и промывки деталей (струйного, душевого типа, для промывки окунанием, для промывки распылом рабочей жидкости);

-стенды для испытания деталей, сборочных единиц и изделий (на герметичность, прочность, на перепад давлений и др.);

-ванны для промывки деталей, сборочных единиц; стенды и ванны для ультразвуковой промывки деталей и сборочных единиц; ванны для консервации и расконсервации ДСЕ, подшипников и ДСЕ с подшипниками;

-баки для хранения рабочих жидкостей (масла, керосина и т.п.); линии очистки и обезжиривания.

Сведения о моечном, прокачном и испытательном оборудовании включаются в общие по предприятию перечни.

В подразделении должны быть разработаны технологические инструкции по обслуживанию оборудования и на каждую единицу оборудования составлен свой график регламентных работ с перечнем, периодичностью выполняемых работ, ответственными лицами на текущий год.

*Подготовка оборудования к работе в части выполнения регламентных работ:*

- проверить выполнение работ по графику на текущий момент;
- выполнить запланированные работы;
- оформить формуляр записями о выполнении работ;
- сделать отметку в графике регламентных работ на оборудовании.

*СТП 503.064 Промышленная чистота. Общие требования по технологической подготовке производства, разработке документации, производстве и ремонте продукции и эксплуатации оборудования*

*041-0151 Гидравлические и пневматические испытания деталей и сборочных единиц на непроницаемость под давлением*

*129-30-0076 «Прокачное, испытательное и моечное оборудование»*

*454-26-0028 «Технологическое оборудование. Контроль чистоты рабочих жидкостей»*

## **2.10 Испытания двигателей и агрегатов**

Для подтверждения качества выпускаемой продукции с предприятия, проводятся различные виды испытаний:

Основными видами стендовых испытаний серийных (вновь изготовленных и ремонтных) газотурбинных двигателей для поставки заказчику являются:

- предъявительские;
- приемо-сдаточные.

*Предъявительские испытания* - контрольные испытания продукции, проводимые службой технического контроля предприятия изготовителя перед предъявлением ее для приемки представителем заказчика, потребителя или других органов приемки.

Целями проведения предъявительских испытаний двигателя являются:

- проверка качества изготовления и сборки двигателя;
- проведение приработки деталей и агрегатов с нагрузкой приводов агрегатов ВС (воздушного судна);
- отладка двигателя по режимам и наработка при режимах;
- оценка соответствия параметров и технических характеристик двигателя, контроль которых предусмотрен программой испытаний;
- определение возможности предъявления двигателя на приемо-сдаточные испытания.

*Приёмосдаточные испытания* - контрольные испытания продукции при приемочном контроле.

Приемосдаточные испытания двигателей должны обеспечивать достоверную проверку всех требований, установленных в программах на испытание.

Испытания двигателей в испытательном цехе, после их изготовления или ремонта, должны проводиться по технической документации, разработанной в соответствии с КД (конструкторской документацией), специалистами испытательного цеха, утвержденной главным инженером и согласованной с ВП-НИ.

*Периодические испытания* - контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные нормативно-технической документацией с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска.

Периодические испытания проводятся с целью контроля стабильности производства и техпроцессов, контроля качества двигателей, подтверждения возможности изготовления и приемки двигателей по действующей технической документации.

Результаты периодических испытаний распространяются на изделия, изготовленные в контролируемом периоде или контролируемого количества (контролируемой партии)

Выбор двигателя на периодическое испытание производится военным представителем из партии двигателей определенного количества, изготовленных в контролируемом календарном периоде (или из контролируемого количества), прошедших приемосдаточные испытания и окончательно принятых военным представителем.

Если двигатель не выдержал периодических испытаний, то приемка и отгрузка принятых двигателей приостанавливается до выяснения причины дефектов, их устранения и получения удовлетворительных результатов повторных испытаний на удвоенном количестве двигателей. До проведения повторных периодических испытаний выполняется проверка эффективности разработанных мероприятий испытаниями, в объеме определенном главным конструктором и ВП-НИ.

*Типовые испытания* - контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые с целью оценки эффективности и целесообразности вносимых изменений в конструкцию или технологический процесс.

Типовые испытания проводятся с целью:

- проверки конструктивных и технологических изменений, вносимых для усовершенствования серийного двигателя;
- проверки ремонтной технологии, инструмента и приспособлений;

- проверки эффективности мероприятий, разработанных для устранения дефектов выявленных при производстве, ремонте и эксплуатации;

- уточнение предельных износов и зазоров ремонтных двигателей;

- уточнения содержания группового комплекта для ремонта;

- проверки работоспособности двигателя при замене производителей материалов основных деталей и покупных комплектующих изделий.

*Контрольные испытания* - испытания, проводимые для контроля качества объекта.

Результаты испытаний двигателя в серийном производстве (после ремонта или изготовления) должны быть подтверждены картой прохождения испытаний и свидетельством о прохождении испытания.

*СТП 503.134* *Авиационные двигатели и агрегаты. Испытания периодические и типовые (технологические). Порядок проведения*

*СТП 503.164* *Правила испытаний и порядок приёмки серийных газотурбинных двигателей. Проведение испытаний и приёмка ГТД в испытательном корпусе*

## **2.11 Ремонт двигателя**

Ремонт – это комплекс работ по восстановлению исправности и работоспособности изделий в эксплуатации или на предприятии с целью обеспечения годности и/или восстановления ресурсов изделий или их составных частей.

Ремонту подлежат двигатели, отработавшие межремонтный ресурс или срок службы, а также двигатели, возвращенные из эксплуатации до выработки межремонтного ресурса и срока службы по рекламации.

Ремонт двигателя включает в себя несколько этапов:

1 Приёмка двигателя в ремонт предполагает оценку технического состояния двигателя (наружный осмотр, кондиционность тары, наличие пломб), которая выполняется работниками цеха консервации и упаковывания и приемосдатчиком.

2 Расконсервация (распаковка) и наружный осмотр выполняется в цехе консервации и упаковывания комиссией.

3 Проверяются правильность заполнения формуляра в эксплуатации, наружная консервация, соответствие комплектующих изделий, установленных на двигатель (указанных в формуляре), комплектность двигателя, отсутствие механических повреждений, заполнение паспортов на комплектующие.

Все несоответствия и результаты осмотра отражаются в акте наружного осмотра. Дефектовщики несут ответственность за достоверность внесенной информации, а контролеры – за контроль достоверности.

4 Разборка двигателя выполняется в сборочном цехе. Снимаются комплектующие изделия, ремонтируемые на заводах-изготовителях. Сборочные единицы двигателя и комплектующие изделия разбираются как в сборочном цехе, так и механосборочных цехах.

5 Промывка и снятие нагара с деталей.

6 Дефектация, которая включает в себя внешний осмотр, проведение измерений и неразрушающие методы контроля, проверку соответствия ДСЕ по индивидуальным номерам Делу ремонта или Делу изготовления двигателей, выполняется как в сборочном, так и механических и механосборочных подразделениях. Результаты дефектации отражаются в ведомости дефектации.

7 Ремонт деталей, сборочных единиц (ДСЕ), покупных комплектующих изделий (ПКИ).

– КИ, ремонтируемые на заводах-изготовителях проходят входной контроль (в ОВК, БТК, лабораториях);

– ДСЕ ремонтируются по технологической документации (разработанной на основании ремонтной конструкторской документации) на производственных участках цехов с обязательным заполнением исполнителями работ производственно-контрольной документации (ПКД).

8 Приемка ДСЕ на центральный склад готовых деталей (ЦСГД)

9 Комплектация ДСЕ и ПКИ на сборку двигателя выполняется по комплектовочным картам технологического процесса сборки.

Каждый двигатель комплектуется из своих деталей признанных годными и восстановленных, из деталей ремфонда, обеспечивающих необходимый ресурс (если забракованы свои детали), из новых деталей.

Ответственность за принятие решение об использовании ДСЕ из ремфонда или новых несет начальник производственного подразделения.

Все данные о замене деталей в процессе комплектации вносятся в документацию.

10 Сборка отремонтированного двигателя выполняется по технологическому процессу. Результаты выполнения сборки отражаются в «Картах сборки» с подтверждением подписями исполнителя и контролера. Собранный двигатель предъявляется представителю заказчика.

11 Испытания двигателя проводятся в испытательном цехе в объеме, определенном технологией, разработанной в соответствии с конструкторской документацией. Результаты испытаний отражаются в свидетельстве о прохождении двигателем испытаний.

12 Консервация и упаковывание двигателя выполняется согласно технологической документации. Двигатель комплектуется запасными частями, необходимыми для его эксплуатации, технической и сопроводительной документацией. Выполняется приемка представителем заказчика.

## **2.12 Средства измерения и средства контроля**

### **2.12.1 Основные метрологические показатели**

*Метрология* - наука об измерениях физических величин, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Всем измерительным средствам свойственны определенные общие термины и определения, положенные в основу их устройства и способа измерения – метрологические показатели.



– *Интервал деления* - расстояние между осями двух соседних штрихов шкалы.

– *Цена деления* - то значение измеряемой величины, которое соответствует одному делению шкалы (для одношкальных инструментов) или наименьшее расстояние между первым штрихом шкалы нониуса и ближайшим к нему штрихом основной шкалы.

– *Пределы показания шкалы* - наибольшее значение измеряемой величины, которое можно определить, используя всю шкалу прибора.

– *Пределы измерения прибора* - это наибольшее и наименьшее значение диапазона измерений.

– *Измерительное усилие* - усилие, возникающее в процессе измерения при контакте измерительной поверхности с изделием.

– *Погрешность показаний прибора* - это разность между показаниями прибора и действительным значением измеряемой величины.

– *Погрешность измерений* - это разность между результатом измерений и действительным значением измеряемой величины.

– *Точность измерений* - характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю погрешностей их результатов.

## **2.12.2 Основы технических измерений**

*Измерение* - нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технологических средств.

В большинстве случаев в машиностроении требуемая точность измерений колеблется от 0,1 до 0,001 мм. В соответствии с этим разработаны и конструкции измерительных инструментов и приборов.

Средства измерения, дающие численную величину размера, носят название *измерительных инструментов и приборов*.

Измерения могут быть основаны на различных методах.

*Метод измерения* - это совокупность правил и приемов использования средств измерений, позволяющая решить измерительную задачу.

Различают следующие методы измерений:

- Прямой и косвенный;
- Абсолютный и относительный;
- Контактный и бесконтактный;
- Комплексный и дифференцированный

*Прямой метод* характеризуется определением измеряемой величины непосредственно по показаниям измерительного средства.

Большинство измерительных средств основано на прямых измерениях, например, измерение длины - линейкой, диаметра вала штангенциркулем, измерение толщины микрометром и т. п.

При *косвенном методе* искомое значение величины находят путем измерения какой-нибудь другой величины, находящейся в определенной зависимости от искомой.

Сюда можно отнести: определение диаметра прутка через измеренную длину окружности, среднего диаметра резьбы - методом трех проволочек и др.

При косвенном методе измерения, наряду с замерами, необходим еще математический расчёт.

В машиностроении при прямых измерениях применяют абсолютный и относительный методы.

При *абсолютном методе* измерений измеряется непосредственно заданная величина.

В большинстве случаев измеряют отклонения длин и углов от номинального значения или от рабочей меры прибором сравнения, в качестве которого используют индикаторы часового типа, отсчетные устройства и оптиметры.

Метод измерений, основанный на использовании рабочей меры и измерительного прибора сравнения, называют *относительным методом*.

Размер в этом случае определяют суммированием размера рабочей меры и показания прибора сравнения.

Метод измерения может быть *контактным*, если он осуществляется при непосредственном контакте с измерительным наконечником прибора, и *бесконтактным*, если механический контакт отсутствует (оптические, пневматические и др. измерения)

Для контроля или измерения деталей, имеющих сложную геометрическую форму (резьба, шлицевые соединения, элементы зубчатого зацепления), применяются *комплексный или дифференцированный методы* измерений.

*Комплексный метод* позволяет оценивать годность деталей одновременно по нескольким параметрам. Например, контроль деталей на проекторах, микроскопах, контроль предельными калибрами.

При комплексном методе измерения контроль осуществляется быстро, но не обеспечивает высокой точности.

*Дифференцированный (поэлементный) контроль* характеризуется измерением каждого параметра изделия в отдельности. Например, контроль собственно среднего диаметра, шага и половины угла профиля резьбы.

### **2.12.3 Измерительная система**

В понятие измерительной системы входят составляющие, описывающие полный процесс получения измерений.

Составной частью любого технологического процесса является измерительный процесс. Именно от качества измерительного процесса зависит правильность принимаемых решений о соответствии выпускаемой продукции требованиям, предъявляемым к ней.

На результат измерений влияет не только применяемое средство измерения, но и сам объект измерения, оператор, методики выполнения измерений и окружающая среда (условия измерения) (рисунок 104).

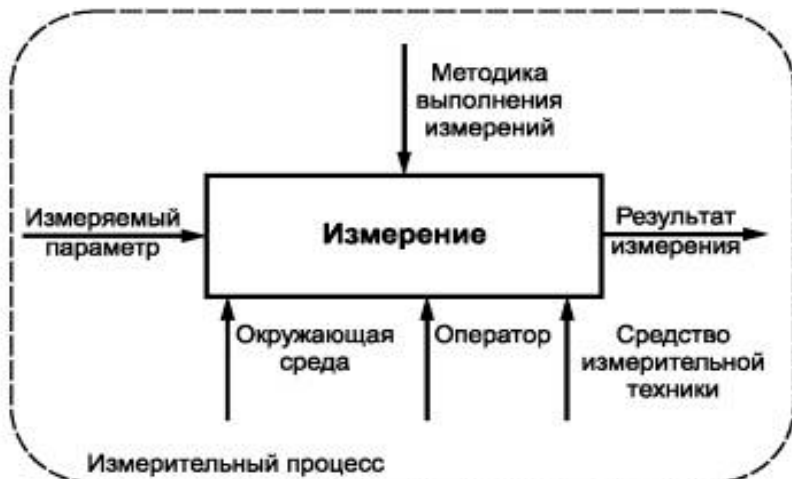


Рисунок 104– Измерительный процесс

Все средства измерений, используемые в измерительном процессе должны пройти поверку/калибровку. При этом разрешающая способность СИ должна быть достаточной для обеспечения точного измерения исследуемого параметра.

Основные принципы выбора СИ состоят в том, что точность измерительного средства должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью выполнения измеряемого параметра изделия, а трудоемкость измерений и их стоимость – возможно более низкими и обеспечивающими высокую производительность труда и эффективность производства.

Недостаточная точность измерений приводит к выбраковке части годной продукции или приемке бракованной продукции, как годной. Излишняя точность измерений, как правило, вызывает повышение трудоемкости и стоимости контрольных операций, т.е. повышение себестоимости готовой продукции.

Оператор должен быть компетентен и допущен к выполнению работ по измерению.

Методика выполнения измерения содержит в себе описание совокупности операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

Окружающая (производственная) среда, т.е. условия измерения, оказывает влияние на колебание измеряемого параметра, так же вносит вклад в конечный результат величины погрешности измерений.

Еще одной составляющей измерительного процесса является сам проверяемый объект, обладающий неустойчивыми характеристиками.

Таким образом, все составляющие измерительного процесса могут оказывать влияние на конечный результат измерений, и важно, чтобы каждый из этих элементов приносил корректный вклад в обеспечение точности измерения.

#### **2.12.4 Штангенинструменты**

Характерным признаком штангенинструментов является наличие штанги со штриховой шкалой и отсчетного приспособления, перемещающегося по ней. Основная шкала нанесена с интервалом деления 1мм. Дополнительная шкала - нониус, перемещающийся по штанге, позволяет отсчитывать доли деления основной шкалы.

К штангенинструментам относятся: штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы.

##### **2.12.4.1 Штангенциркуль. Разновидности и особенности их конструкции**

При помощи штангенциркулей можно выполнить следующие виды измерений: измерение наружных и внутренних размеров, а так же длины деталей до 4000мм, отдельными типами штангенциркулей могут измеряться глубины, удаленно-

-сти наружных и внутренних уступов, а так же выполняться разметочные работы.

### 2.12.4.1.1 Штангенциркуль ШЦ1

Предназначен для измерения наружных и внутренних размеров, а также измерения ступенчатых элементов и глубины отверстий, канавок и т.д. Конструкция Штангенциркуля ШЦ1 представлена на рисунке 105.

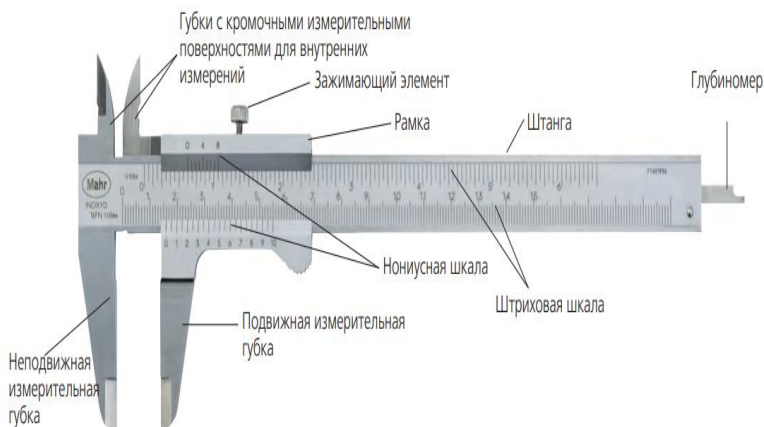


Рисунок 105– Штангенциркуль ШЦ1

### 2.12.4.1.2 Штангенциркуль ШЦ2

Позволяет измерять наружные размеры при помощи двух пар губок, расположенных выше и ниже штанги. Верхние губки заострены и могут быть использованы также для разметочных работ. Нижние губки своей наружной цилиндрической частью измеряют внутренние размеры. Они имеют суммарную толщину, величина которой выгравирована на одной из них. При измерении внутренних размеров эту величину необходимо прибавлять к показаниям по шкале.

Помимо основной рамки штангенциркуль ШЦ2 имеет рамку вспомогательную с узлом микроподачи. После установки приближенного размера вспомогательную рамку закрепляют стопорным винтом. Окончательная установка размера осуществляется подтягиванием края основной рамки гайкой микрометрической подачи.

Конструкция Штангенциркуля ШЦ2 представлена на рисунке 106.

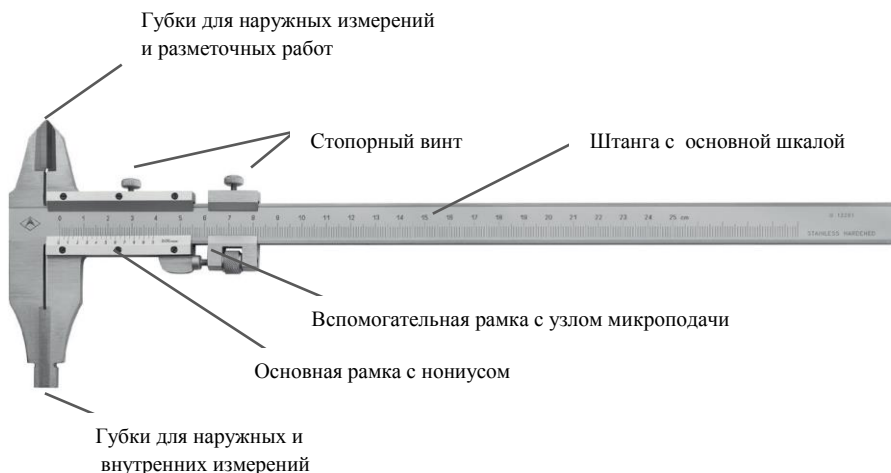


Рисунок 106 - Штангенциркуль ШЦ2

### 2.12.4.1.3 Штангенциркуль ШЦ3

Отличается от штангенциркуля ШЦ 2 только отсутствием одной пары губок - для измерения наружных размеров и разметочных работ.

Конструкция Штангенциркуля ШЦЗ представлена на рисунке 107.

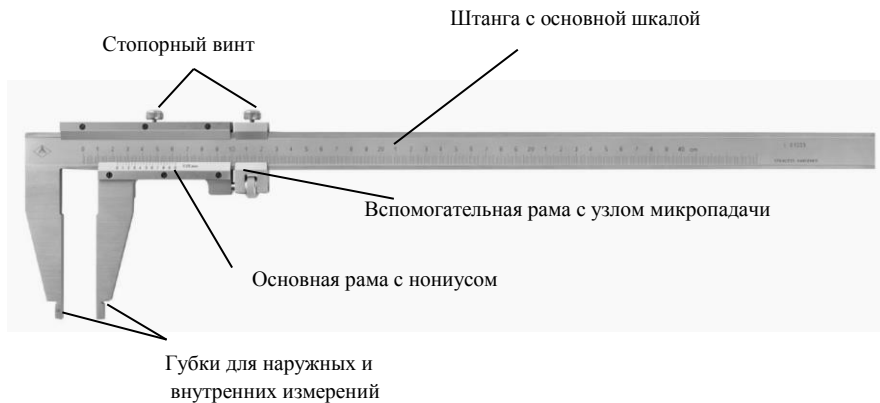


Рисунок 107- Штангенциркуль ШЦЗ

### 2.12.4.2 Правила чтения показаний

Примеры считывания показаний представлены на рисунке 108.





## ■ Считывание показаний шкалы Нониусный штангенциркуль



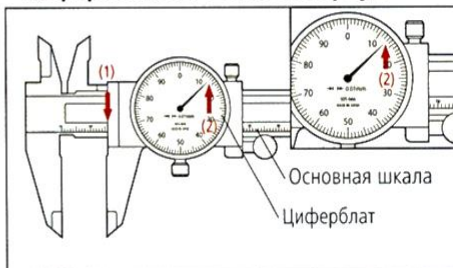
Цена деления **0.05 мм**

(1) Показания основной шкалы 4.00 мм

(2) Показания нониусной шкалы 0.75 мм

Результат 4.75 мм

## Циферблатный штангенциркуль



Цена деления **0.01 мм**

(1) Показания основной шкалы 16 мм

(2) Показания циферблата 0.13 мм

Результат 16.13 мм

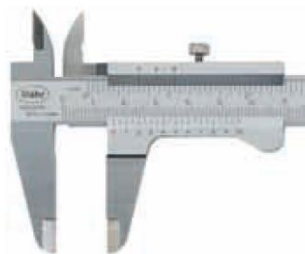
Рисунок 108- Примеры считывания показаний

### 2.12.4.3 Основные типы нониусов

Основные типы нониусов представлены на рисунке 109.

а) механический нониус

б) круговая шкала



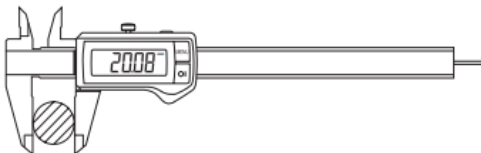
в) цифровой нониус

Рисунок 109 – Типы нониусов

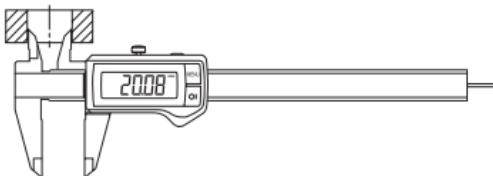
### 2.12.4.3.1 Типы измерений

На практике применяются следующие типы измерений (см. рисунок 110):

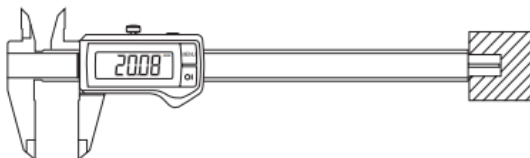
a) Наружные измерения



b) Внутренние измерения



c) Измерения глубины



d) Измерения уступов (расстояний)

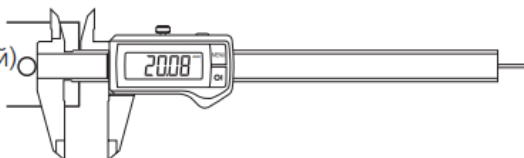


Рисунок 110 – Типы измерений

### 2.12.4.3.2 Последовательность действий при измерении

Перед тем, как производить замеры, штангенциркуль следует проверить. У исправного штангенциркуля сдвинутые губки должны плотно соприкасаться. Рамка по штанге должна перемещаться свободно, без качки.

При измерении штангенциркуль держат рукой за штангу, рамку перемещают за выступ или подающий ролик. Зажимать губки следует так, чтобы контакт инструмента с деталью был уплотненным. Необходимо следить за тем, чтобы губки штангенциркуля прилегали к измеряемой поверхности по всей длине без перекоса.

#### 2.12.4.4 Ошибки в измерениях

При выполнении измерений возможны ошибки, которые представлены на рисунке 111.

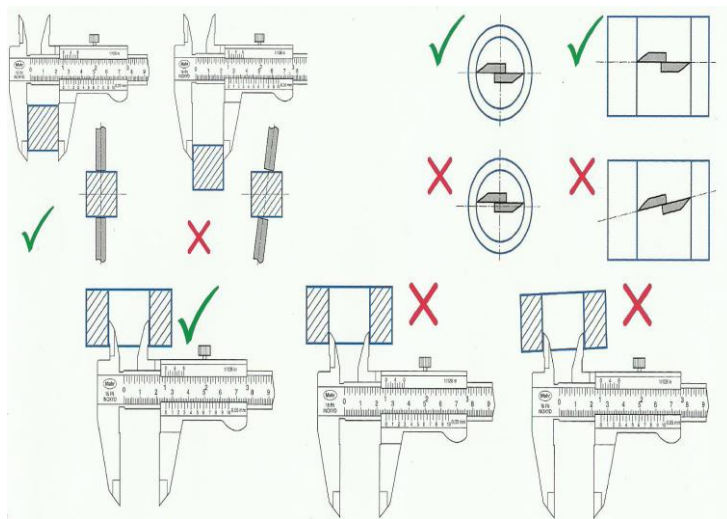


Рисунок 111 – Ошибки измерений

Важно знать, что для инструмента с цифровым отсчётным устройством можно установить разрешение вплоть до пятого знака после запятой, но для метрической системы доступно только три. Если на дисплее появился четвертый и пятый знаки, значит вы перешли в дюймовую систему измерения.

*Разрешение не равно погрешности.*

Цифровые измерительные приборы характеризуются классом точности или пределами допускаемой погрешности, указанными в паспорте прибора.

Аналогично для глубиномеров и штангенрейсмасов.

#### **2.12.4.5 Штангенглубиномеры**

Штангенглубиномер отличается от штангенциркуля отсутствием неподвижной губки (см. рисунки 112-114). Подвижная губка выполнена в виде рамки и снабжена снизу опорой с измерительной поверхностью. Штанга с основной шкалой свободно перемещается сквозь рамку, перпендикулярно измерительной поверхности опоры. Рамка снабжена нониусом, устройство которого аналогично устройству штангенциркуля с ценой деления 0,05мм

В процессе измерения штангенглубиномер измерительной поверхностью опоры устанавливается без перекосов на проверяемую деталь, а штанга заводится в отверстие, глубина которого измеряется. Отсчет показаний производится так же, как у штангенциркуля.

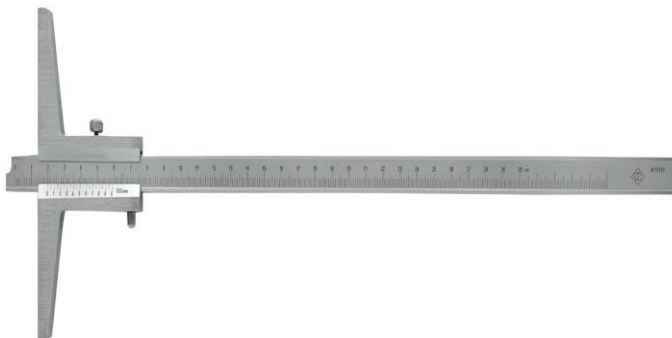


Рисунок 112 - Штангенглубиномер нониусный ШГ

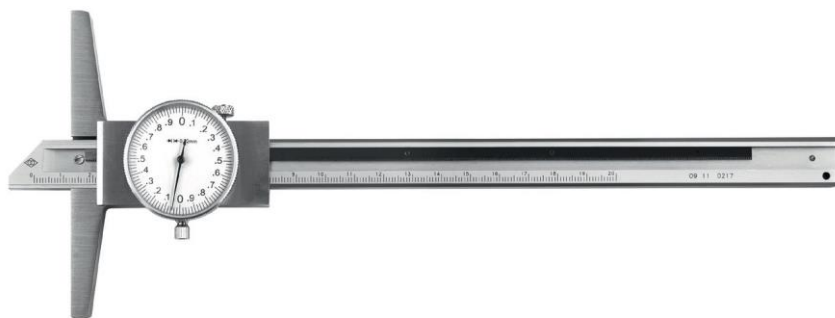


Рисунок 113 - Штангенглубиномер с круговой шкалой ШГК



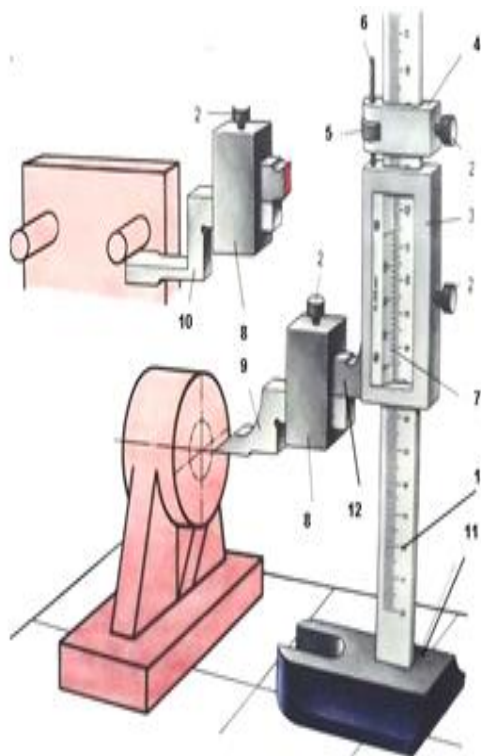
Рисунок 114 - Штангенглубиномер цифровой ШГЦ

#### 2.12.4.6 Штангенрейсмас ШР

Штангенрейсмас предназначен для измерения высоты и разметочных работ. Состоит из штанги, установленной на массивном основании. Рамка с нониусом имеет кронштейн, на котором державкой закрепляются измерительная или разметочная ножки (см. рисунок 115).

Измерения штангенрейсмасом производятся на контрольной плите.

При подготовке штангенрейсмаса к работе, необходимо ножку в державке закрепить так, чтобы она при опущенной рамке контрольной поверхностью совмещалась с поверхностью плиты. При этом нулевое деление нониуса должно совпадать с нулевым делением основной шкалы. Отсчет показаний такой же, как у штангенциркуля.



- 1- Штанга;
- 2- Зажимающее устройство;
- 3- Подвижная рамка;
- 4- Вспомогательная рамка;
- 5- Гайка вспомогательной рамки;
- 6- Винт вспомогательной рамки;
- 7- Шкала нониуса;
- 8- Державка;
- 9- Разметочная ножка;
- 10- Измерительная ножка;
- 11- Основание;
- 12- Кронштейн

РАЗМЕТКА РАССТОЯНИЯ ОТ БАЗЫ ДО ОТВЕРСТИЯ

Рисунок 115 – Штангенрейсмас ШР

## *Разновидности штангенрейсмасов*

Виды штангенрейсмасов представлены на рисунках: 116, 117, 118.



Рисунок 116-  
Штангенрей-  
смас нониусный



Рисунок 117- Штан-  
генрейсмас с круго-  
вой шкалой ШРК



Рисунок 118-  
Штангенрейсмас  
цифровой ШРЦ

### **2.12.5 Микрометрический инструмент**

К микрометрическому инструменту относятся микрометры, микрометрический глубиномер, микрометрический нутромер, резьбовой микрометр и т.д

#### **2.12.5.1 Микрометры. Особенности конструкции**

Микрометры предназначены для наружных измерений. Все микрометры имеют в своей конструкции трещотку, которая обеспечивает постоянное измерительное усилие.

Микрометры выпускаются с пределами измерений от 0 до 1000мм.

От 0 до 300мм микрометры градуируются через 25мм, т.к. длина микровинта 25мм (см. рисунок 119).



Рисунок 119 – Микрометры с пределами измерений от 0-1000мм

Свыше 300мм микрометры оснащены сменными переставными пятками, обеспечивающими диапазон измерений 100мм (см. рисунок 120).

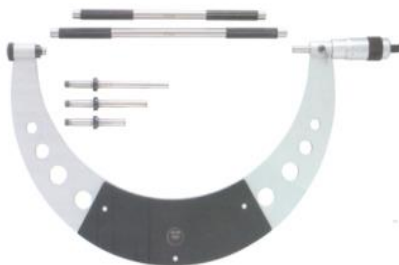
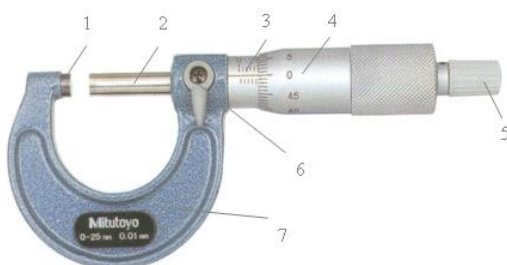


Рисунок 120 – Микрометры с пределами измерений свыше 300 мм

*Основные части* микрометра указаны на рисунке 121.



- 1 - пятка, 2 - микрометрический винт,
- 3 - стержень,
- 4- барабан,
- 5 - трещотка,
- 6 - стопор,
- 7 – скоба

Рисунок 121 – Основные части микрометра



### 2.12.5.2 Правила чтения показаний

Целое число миллиметров и половину миллиметра оценивают краем скоса барабана по шкале стебля. Сотые доли миллиметра определяют по порядковому номеру штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля. Скос на барабане для шкалы сотых долей миллиметра приближает ее к шкале стебля и тем предохраняет от искажения при чтении показаний (параллакса) как указано на рисунке 122.

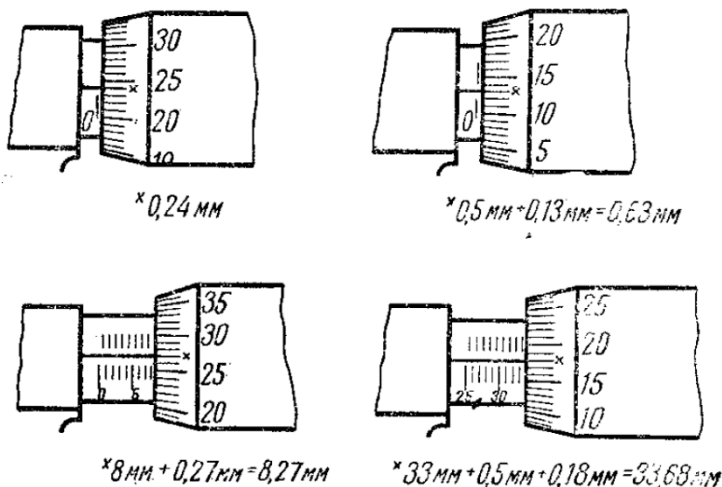


Рисунок 122 – Пример чтения показаний

### 2.12.5.3 Проверка нулевого положения микрометра

При соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (при пределах измерения 0-25 мм) нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля (см. рисунок 123).

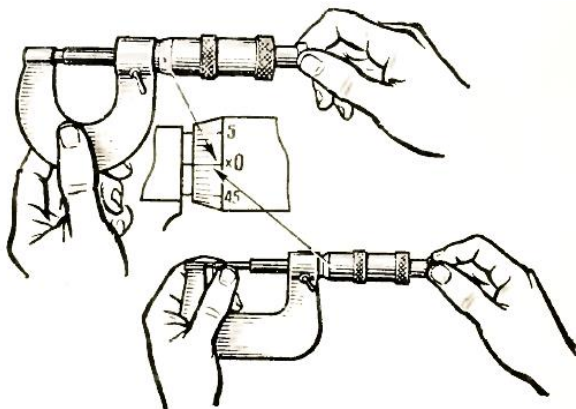


Рисунок 123– Пример проверки нулевого положения микрометра

Если после соприкосновения измерительных поверхностей с установочной мерой или между собой (при пределах измерения 0-25 мм) показания микроинта неправильны, необходимо заменить микрометр на годный инструмент.

#### **2.12.5.4 Последовательность действий при измерениях**

Перед измерением протереть измерительные поверхности и установить микрометр на размер немного более проверяемого; слегка прижать пятку к проверяемой поверхности; довести с помощью трещотки микроинт до соприкосновения с проверяемой поверхностью; покачиванием проверить отсутствие перекоса, стопорить микроинт и прочесть показания.

***Положение измерительных поверхностей относительно проверяемых:*** при измерении микрометром диаметра цилиндрической детали линия измерения должна быть перпендикулярна образующей и проходить через центр.

При измерении микрометром расстояние между параллельными плоскостями линия измерения должна быть им перпендикулярна, как показано на рисунке 124.

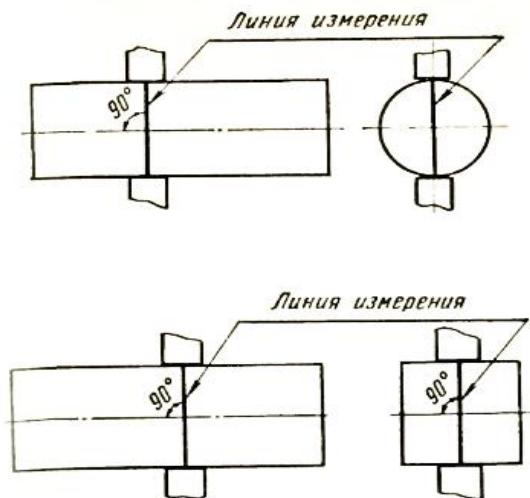


Рисунок 124 - Измерение микрометром расстояния между параллельными плоскостями

При чтении показаний микрометр следует держать перед глазами во избежание искажений результатов измерений (см. рисунок 125).

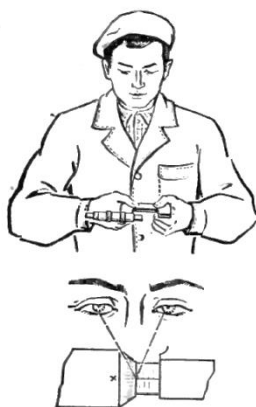
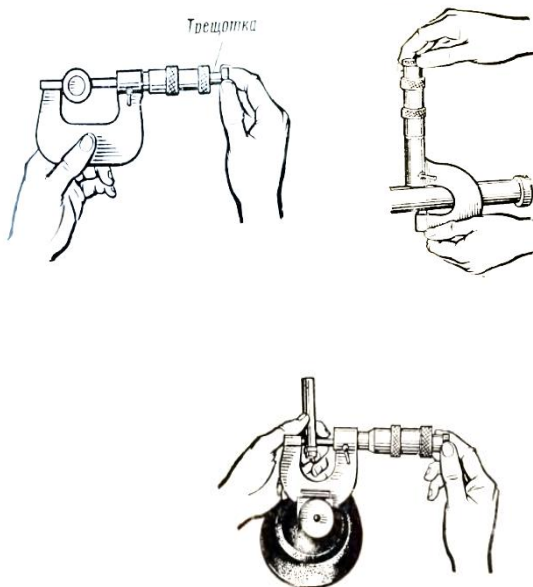


Рисунок 125 - Правильное направление взгляда при чтении показаний.

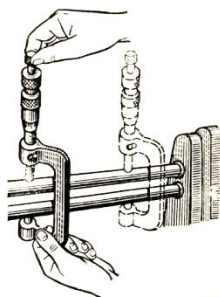
### 2.12.5.5 Примеры измерений

Примеры измерений представлены на рисунке 126.

а) Правильное вращение барабана – за трещотку



б) параллельности валов: проверяют сравнением показаний микрометра при измерениях в нескольких местах, предварительно убедившись в их правильной геометрической форме.



в) измерение расстояния между осями: из показаний микрометра надо вычесть полусумму диаметров штифтов

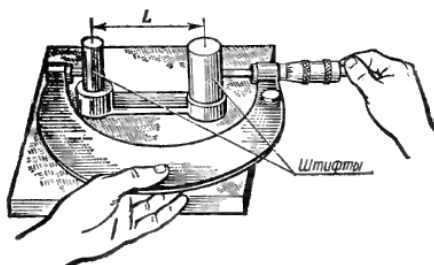
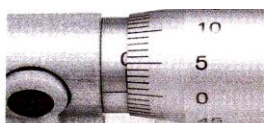
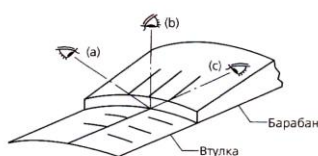


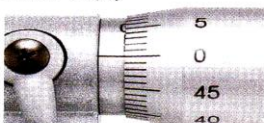
Рисунок 126– Примеры измерений

### 2.12.5.6 Ошибки измерений

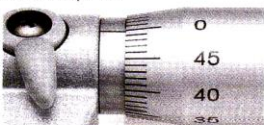
Если смотреть на контрольную линию под углом, как показано на рисунке 127, то возникает ошибка параллакса, из-за которой становится невозможным верное выравнивание положения отметок шкал и, следовательно, правильное чтение показаний.



(а) Взгляд на контрольную линию сверху



(b) Взгляд на контрольную линию прямо



(с) Взгляд на контрольную линию снизу

Рисунок 127-Ошибки измерений

## 2.12.5.7 Микрометрический глубиномер

Микрометрический глубиномер предназначен для измерения глубины торцевых и радиальных канавок, отверстий и т.д.

Верхний предел измерений 100 и 150 мм устанавливается с помощью сменных измерительных стержней.

Широкая измерительная поверхность основания и сменные измерительные стержни малого сечения обеспечивают устойчивость и возможность производить измерения глубин в отверстиях и пазах небольших размеров.

### *Конструкция микрометрического глубиномера*

Основные части глубиномера представлены на рисунках 128 и 129.

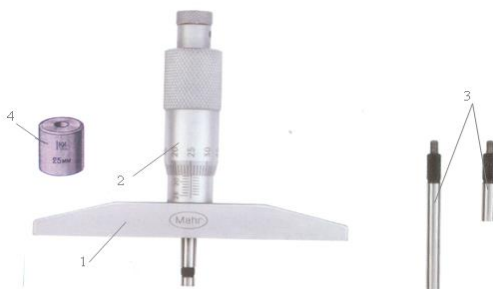


Рисунок 128 - Основные части глубиномера  
1 - основание, 2 - микрометрическая головка,  
3 - сменные измерительные стержни,  
4 - установочная мера.

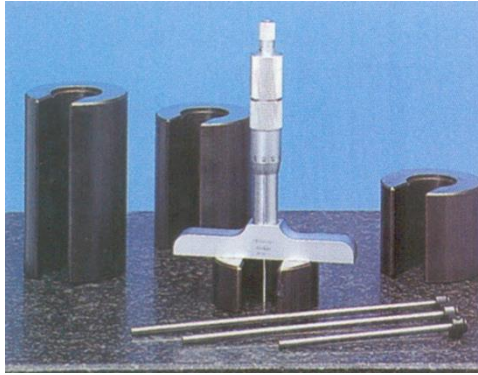


Рисунок 129– Микрометрический глубиномер

### 2.12.5.8 Микрометрический нутромер

Микрометрический нутромер предназначен для измерения внутренних размеров с точностью до 0,01мм. Микрометрические нутромеры (рисунок 130) изготавливают с пределами измерений: 50-75, 75-175, 75-600, 150-1250, 800-2500, 1250-4000, 2500-6000, 4000-10000 мм.

#### *Конструкция микрометрического нутромера*



Рисунок 130 – Микрометрический нутромер

1 - измерительный наконечник, 2 - микрометрическая головка, 3 - удлинители, 4 - установочная мера

Размер микрометрического нутромера определяют по формуле:

$$L = 50 + A_1 + A_2 + \dots + A_n + K,$$

где:

L - общий размер нутромера

50 - размер установочной меры

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>n</sub> - размеры удлинителей

K - показания на микрометрической головке

### *Чтение показаний*

Пример чтения показаний представлен на рисунке 131.

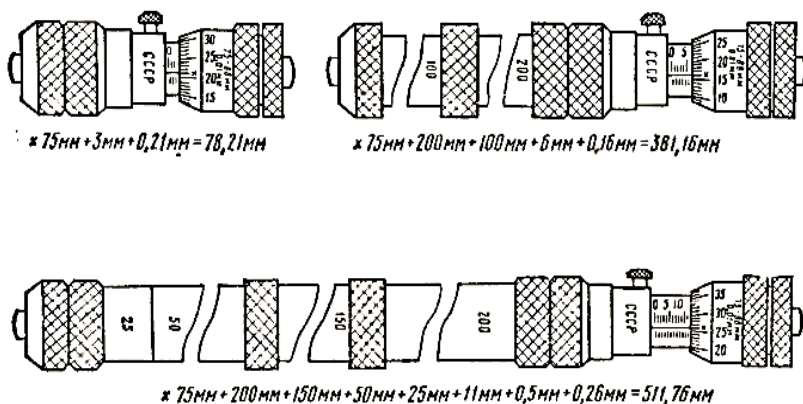
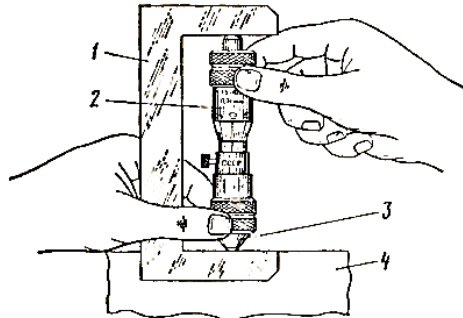


Рисунок 131- Пример чтения показаний



Проверка нулевого положения микрометрического нутромера представлена на рисунке 132.



1 — установочная мера, 2 — микрометрическая головка, 3 — наконечник, 4 — футляр

Рисунок 132- Проверка нулевого положения микрометрического нутромера

*Положение измерительных поверхностей относительно проверяемых:* при измерении цилиндрического отверстия линия измерения должна быть наибольшим размером в плоскости, перпендикулярной оси отверстия и наименьшим размером в плоскости, проходящей через ось.

При измерении расстояния между параллельными плоскостями правильное положение измерительных поверхностей (отсутствие перекоса) обеспечивает наименьшие (точные) показания (см.рисунок 133).

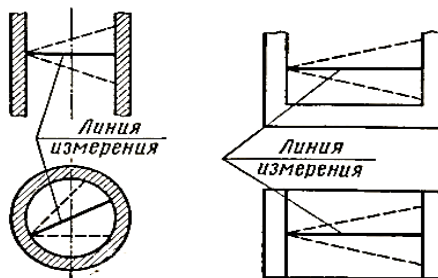


Рисунок 133 - Правильное положение измерительных поверхностей (отсутствие перекоса) обеспечивает наименьшие (точные) показания.

Правильное положение микрометрического нутромера находят покачиванием при легком контактировании измерительных поверхностей с деталью на рисунке 134.

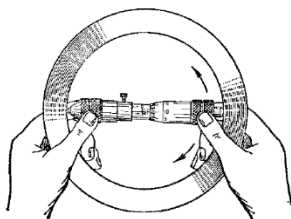
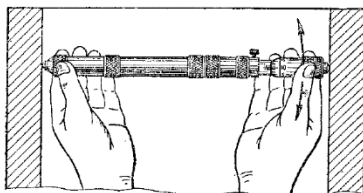


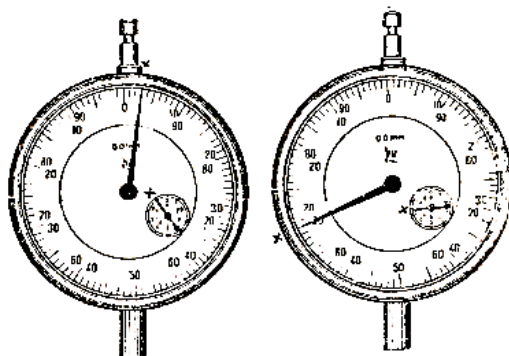
Рисунок 134- Правильное положение при легком контактировании измерительных поверхностей с деталью

## **2.12.6 Индикаторы и индикаторный инструмент**

### **2.12.6.1 Правила чтения показаний**

Целое число миллиметров отсчитывается стрелкой указателя оборотов по малой шкале. Сотые доли миллиметров отсчитываются стрелкой по большой шкале. При подъеме измерительного стержня (прямой ход) показания читают по наружным цифрам большой шкалы (увеличение по стрелке). При опускании измерительного стержня (обратный ход) показания считают по внутренним цифрам большой шкалы (увеличение против часовой стрелки).

Пример показан на рисунке 135.



Прямой ход: 1 мм +  
+0,03 мм=1,03 мм.  
Обратный ход: 8 мм +  
-0,97 мм=8,97 мм

Прямой ход: 2 мм +  
+0,69 мм=2,69 мм.  
Обратный ход: 7 мм +  
+0,31 мм=7,31 мм

Рисунок 135 - Пример считывания показаний

### 2.12.6.2 Правила проведения измерений

Перед измерением необходимо проверить постоянство показаний индикатора, приподнимая и отпуская измерительный стержень (см. рисунок 136).

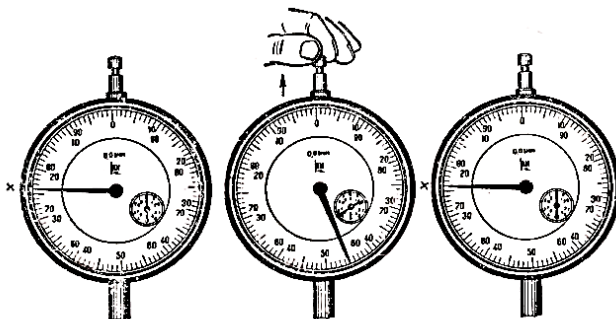


Рисунок 136 – Проверка постоянства показаний индикатора

*Измерение абсолютным методом (рисунок 137).*

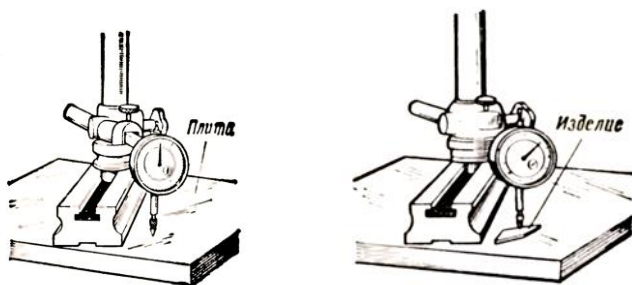


Рисунок 137 – Измерения абсолютным методом

*Измерение относительным методом*

При измерении относительным методом (см. рисунок 138) индикатор, закрепленный на штативе, настраивают по блоку ПКМД. Затем определяют отклонение по детали и в соответствии с ее знаком подсчитывают действительный размер.

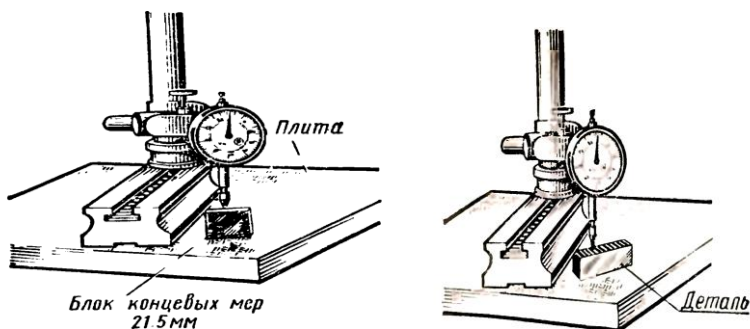


Рисунок 138-Измерения относительным методом

*Проверка параллельности:* При перемещении детали относительно индикатора надо поднимать измерительный стержень, доводя его наконечник до соприкосновения с деталью только в проверяемых точках (см.рисунок 139).

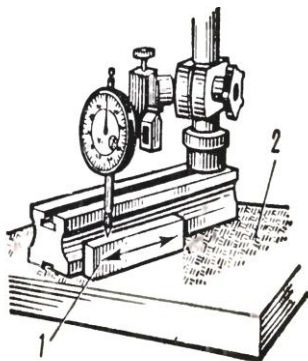


Рисунок 139 - Проверка параллельности

*Проверка радиального биения:* Биение определяется наибольшей разностью показаний индикатора при одном обороте детали (изделия) как показано на рисунке 140.

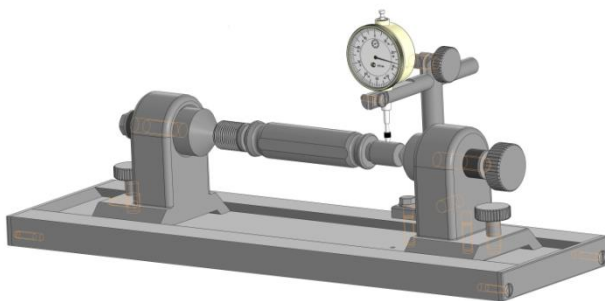


Рисунок 140 - Проверка радиального биения

## 2.12.6.3 Индикаторы

Говоря об индикаторах, следует отметить наличие двух типов: индикатор часового типа и рычажно-зубчатый.

### 2.12.6.3.1 Индикатор часового типа ИЧ

Индикатор часового типа - измерительный прибор, предназначенный для измерения изделий абсолютным и относительным методами (рисунок 141).

Абсолютным методом определяются величины отклонения формы и расположения поверхностей. Например, радиального и осевого биения, непараллельности поверхностей, конусности цилиндрических деталей, центрирования шпинделя и т.д.

При относительном методе индикатор часового типа (ИЧ) выступает в роли прибора сравнения, будучи установленным в индикаторные приборы.

Пределы измерения индикаторов часового типа (ИЧ) различные: 0...2мм, 0...5мм, 0...10мм.

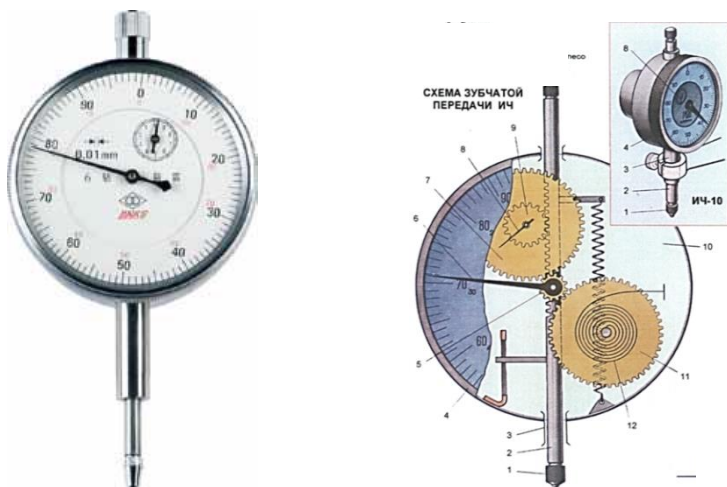


Рисунок 141- Индикатор часового типа

Наиболее распространен индикатор часового типа с ценой деления  $0,01\text{мм}$ . Этот прибор имеет зубчатую передачу и состоит из корпуса, в который входит измерительный стержень с нарезанной на его поверхности зубчатой рейкой. Зубья рейки зацепляются с системой зубчатых колес, преобразующих поступательное перемещение стержня во вращательное движение стрелки. Передаточное число зубчатых колес выбрано таким образом, что при перемещении стержня на  $1\text{ мм}$ , большая стрелка совершает полный оборот. Для отсчета оборотов центральной стрелки в ИЧ имеется малый циферблат и малая стрелка.

### 2.12. 6.3.2 Индикатор рычажно-зубчатый ИРБ

Индикатор рычажно-зубчатый представлен на рисунке 142.

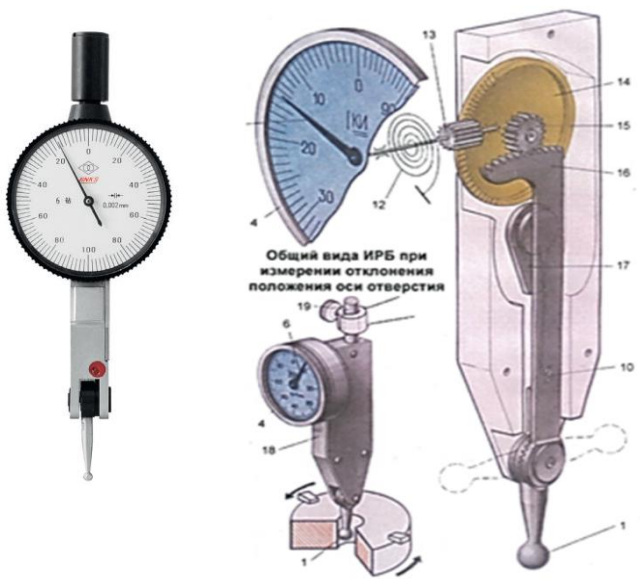


Рисунок 142 - Индикатор рычажно-зубчатый

Индикатор рычажно-зубчатый (ИРБ) имеет измерительный стержень, поворачивающийся вместе с рычагом, к которому он прикреплен шарнирно. На конце рычага имеется зубчатый сектор, зацепляемый с трибкой. (Трибка - мелко-модульное зубчатое колесо, с малым числом зубьев, составляющее одно целое со своей осью вращения, на которой закреплена стрелка) При повороте измерительного стержня сектор вращает трибку и закрепленную на её оси стрелку.

Такой индикатор предназначен для проверки малых отклонений, т.к. имеет предел измерения по шкале 0,8мм.

Применение индикатора ИРБ представлено на рисунке 143.



Рисунок 143 – Применение индикатора ИРБ

Для обеспечения точных измерений ось измерительного рычага должна быть перпендикулярна направлению измерений.

#### 2.12.6.4 Виды индикаторного инструмента

К индикаторному инструменту относятся: индикаторный глубиномер, индикаторная скоба, и индикаторные нутромеры.



### 2.12.6.4.1 Индикаторный глубиномер ГИ

Индикаторный глубиномер предназначен для измерения относительным методом глубины пазов, отверстий, удаленности наружных и внутренних уступов и т.д. Для отсчета отклонений в нем используют ИЧ с пределами измерений 0...10мм.

Он состоит из основания с зажимающим устройством, индикатора часового типа и сменных измерительных стержней, отличающихся размерами в 10мм.

Пределы измерения от 0 до 100мм (см. рисунок 148).



Рисунок 146 - Индикаторный глубиномер

Перед измерением глубиномер устанавливают на нуль при помощи аттестованной втулки (эталона) или концевых мер длины. Результат измерения получают путем сложения показаний индикатора часового типа и эталонной величины.

### 2.12.6.4.2 Индикаторная скоба СИ

Индикаторная скоба (см.рисунок 147) предназначены для измерения наружных поверхностей относительным методом. Верхний предел измерения 1000 мм.

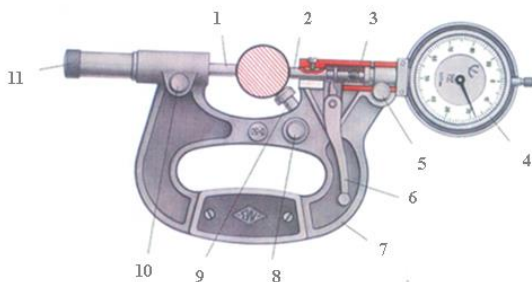


Рисунок 147 – Индикаторная скоба

1 - переставная пятка, 2 - подвижная пятка, 3 - пружина, 4 - индикатор часового типа, 5- винт зажима индикатора, 6 - арретир, 7 - корпус, 8 - винт зажима упора, 9 - регулируемый упор, 10 - винт зажима переставная пятки, 11 - предохранительный колпачок

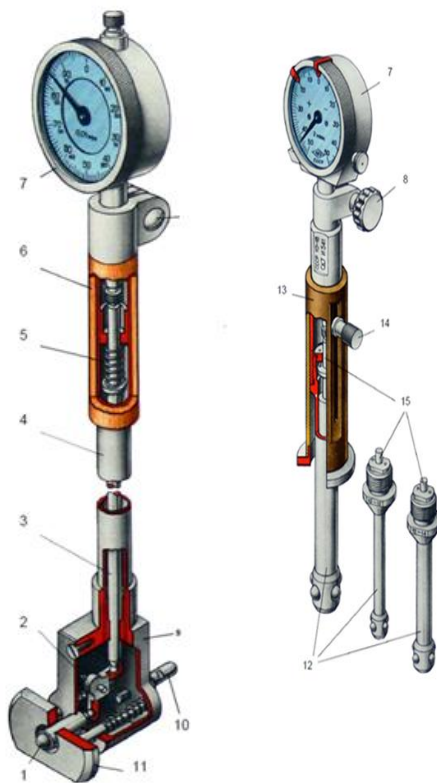
Скоба имеет корпус с теплоизоляционной накладкой, в котором установлены: индикатор часового типа, подвижная пятка и сменная переставная пятка.

Диапазон перемещения переставной пятки 50мм. у скоб с пределами измерения от 0 до 100мм, и 100мм для скоб с пределами измерения от 100 до 1000мм. Измерительное усилие создается пружиной. Для правильной установки детали при измерении служит регулируемый упор. Стопорные винты фиксируют положение индикатора и переставной пятки. Пятку от сбоя предохраняет колпачок. Подвижную пятку отводят арретиром, перед установкой детали.

Настройку индикаторной скобы производят по эталону или концевым мерам. При измерении показания стрелки индикатора прибавляют или вычитают из размера эталона.

### 2.12.6.4.3 Индикаторные нутромеры НИ

Индикаторные нутромеры (см.рисунок 148) применяют для измерения внутренних поверхностей деталей от 6 до 1000 мм относительным методом.



1 - подвижный измерительный стержень, 2 - передаточный рычаг, 3 - шток, 4 - труба, 5 - пружина штока, 6 - термоизоляционная ручка, 7- индикатор часового типа, 8 - винт зажима ИЧ, 9 - корпус, 10 неподвижный измерительный стержень, 11 - центрирующий мостик, 12 - сменные измерительные вставки, 13 - ручка с теплоизоляцией, 14 - ограничитель глубины измерения, 15 - измерительные вставки.

Рисунок 148 - Индикаторные нутромеры

Прибор имеет подвижный и неподвижный измерительные стержни. В процессе измерения от подвижного измерительного стержня через двуплечий рычаг или равнобедренный клин с углом  $45^\circ$  усилие передается на вертикальный шток нутромера, который соединен с измерительной ножкой индикатора часового типа.

Для лучшего центрирования прибора в отверстии детали нутромер снабжен подвижным центрирующим мостиком, имеющим две точки опоры и расположенным со стороны подвижного измерительного стержня.

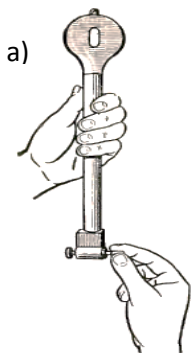
В комплект нутромера входит набор сменных неподвижных измерительных стержней, при помощи которых получают нужные пределы измерения.

### *Правила проведения измерений*

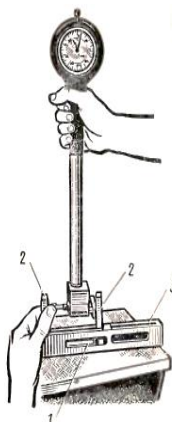
В зависимости от контролируемого размера детали выбирают и ориентировочно закрепляют неподвижный измерительный стержень. На микрометре, на концевых мерах или установочных кольцах устанавливают размер для настройки нутромера. Затем окончательно устанавливают неподвижный измерительный стержень путем его перемещения и одновременного покачивания нутромера. Положение неподвижного измерительного стержня фиксируют гайкой и ободок индикатора часового типа поворачивают до совпадения большой стрелки с нулевым штрихом циферблата. Покачиванием нутромера находим наименьший размер (при отсутствии перекоса) и подсчитываем действительный размер.

Установка неподвижного измерительного стержня несколькими способами (см. рисунок 149 а), б):

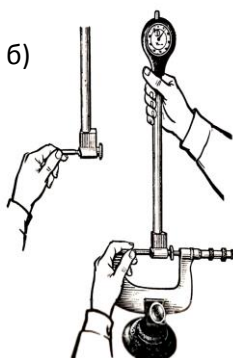
- приблизительная установка;
- по концевым мерам;
- по микрометру, установленному в стойке;
- по аттестованному установочному кольцу.



Приблизительная установка



Установка по концевым мерам 1, закрепленным в державке 3 с боковиками 2



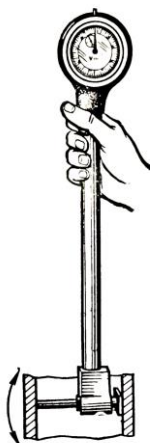
Установка по микрометру, закрепленному в стойке



Установка, по аттестованному установочному кольцу. Исключается погрешность центрирующего мостика

Рисунок 149 - Установка измерительного стержня

На рисунках 150 и 151 описаны способы определения отклонения и подсчет действительных размеров соответственно.



Правой рукой, находящейся на термоизоляторе, покачиванием определяют отклонение от размера, на который был установлен индикаторный нутромер. Положительные отклонения, полученные при прямом ходе, отнимают, а отрицательные к нему прибавляют

Покачивание нутромера

Рисунок 150 - Определение отклонений

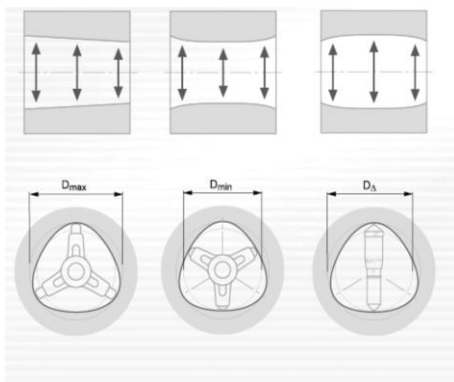


Рисунок 151 - Подсчет действительных размеров

Погрешности формы определяются при замерах в нескольких точках отверстия. Инструменты с контактом по трем направлениям определяют погрешности биения по методу треугольника. Измерительный инструмент с контактом в двух точках позволяет измерять только средние диаметры. Он не позволяет пользователю различать диаметры, измеренные в разных точках.

## 2.12.7 Рычажно-механические приборы. Рычажная скоба РС

Рычажная скоба предназначена для точных наружных измерений относительным методом. Скоба состоит из корпуса, в котором вмонтировано отсчетное устройство, переставной пятки, вылет которой можно регулировать при установке скобы на заданный размер перестановочной гайкой. После регулировки пятка стопорится предохранительным колпачком. Подвижная пятка отводится арретиром.

Отсчетное устройство рычажной скобы (см.рисунок 152 ) основано на принципе рычажно-зубчатого механизма, что позволяет выпускать их с ценой деления 0,001 мм; 0,002 мм и 0,005 мм, с пределами измерения от 0 мм до 150 мм., через каждые 25мм.

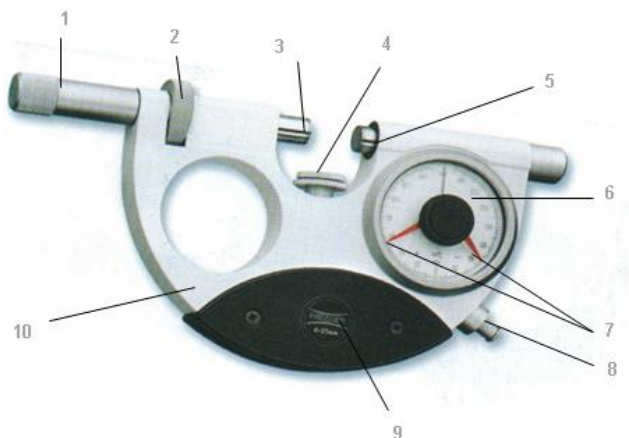


Рисунок 152 - Рычажная скоба

1-предохранительный колпачок; 2-микрометрическая подача;  
3-перестановочная пятка; 4-регулируемый упор; 5-подвижная пятка; 6-отсчетное устройство; 7-ограничители интервала допуска; 8-арретир; 9-теплоизоляционная накладка; 10-корпус скобы.

## 2.12.8 Средства измерения углов

Средства контроля углов можно разделить на одномерные и многомерные.

К *одномерным* относятся:

1. *Угольники*. Предназначены для проверки и разметки прямых углов, контроля перпендикулярности изделий при монтаже и т.д.

Основные типы угольников - лекальные и слесарные (см. рисунок 153). По точности изготовления угольники делят на четыре класса: 0,1,2,3.



Рисунок 153- Угольники

Углы проверяют «на просвет». Помимо угольников с прямым углом, имеются также косые угольники с углами  $45^\circ$  и  $120^\circ$  (см. рисунок 154).



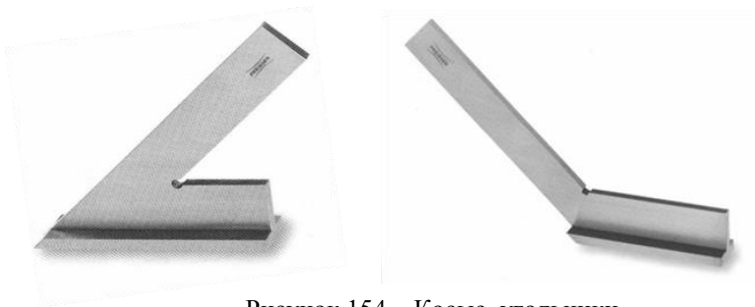


Рисунок 154 – Косые угольники

## 2. Угловые шаблоны

Изготавливают различными в зависимости от размеров углов, которые необходимо проверить. Угловые шаблоны представляют собой пластины, рабочие стороны которых выполнены по предельным размерам проверяемого угла (см. рисунок 155). На точность контроля шаблонами влияют длина стороны проверяемого угла, шероховатости поверхности детали и шаблона, толщина шаблона и яркость освещения. Контроль осуществляется методом сравнения.



Рисунок 155 – Угловой шаблон

### 3. Угловые меры (рисунок 156 и рисунок 157).



Рисунок 156 – Угловые меры. Четырехгранные пластины.

Представляют собой меры высокой степени точности и предназначены для хранения и передачи единицы плоского угла, проверки и градуировки угломерных приборов и угловых шаблонов, а так же для контроля углов изделия.

Угловые меры изготавливают в виде трехгранных и четырехгранных пластин. Первые имеют один рабочий угол, вторые - четыре рабочих угла. Их выпускают в виде отдельных мер и комплексных наборов, позволяющих составить угол с градацией в  $10^\circ$ ,  $10'$  и  $30''$ . Меры изготавливают трех классов точности: 0, 1, 2.

Угловые меры можно применять как отдельно, так и блоками из нескольких мер. Блоки крепят специальными державками.



Рисунок 157 – Угловые меры. Трехгранные пластины

Одномерный инструмент служит для проверки годности детали, но не дает возможности измерить действительную величину угла.

*К многомерным средствам измерения относятся:*

*1. Угломеры с нониусом.*

У угломеров (см. рисунки: 158, 159, 160) линейка, жестко связанная с нониусом или указателем, может поворачиваться вокруг оси, являющейся одновременно осью угловой шкалы.

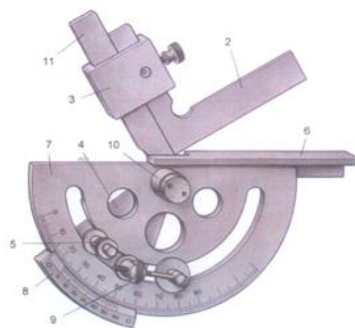


Рисунок 158 - Угломер типа УМ

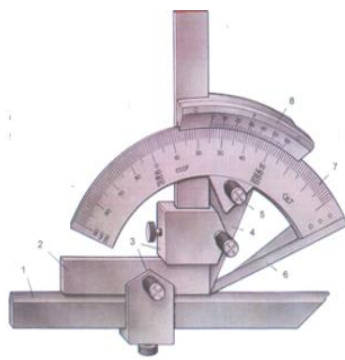
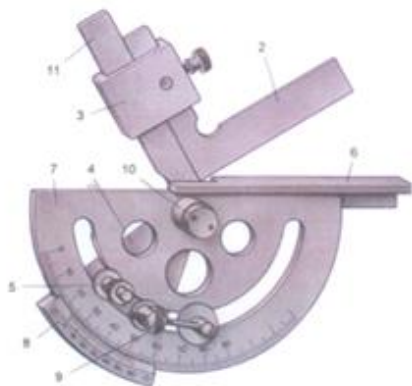


Рисунок 159-Угломер типа УН



Рисунок 160– Оптический угломер УО

2. Угломер конструкции Кушникова (см. рисунок 161) предназначен для измерения наружных углов в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .



- 2- съемный угольник,
- 3- державка,
- 4-сектор,
- 5- стопор,
- 6 - линейка основания,
- 7- основание,
- 8- нониус,
- 9-устройство для микрометрической подачи,
- 10-ось вращения,
- 11-подвижная линейка

Рисунок 161– Угломер конструкции Кушникова (тип УМ)

Угломер состоит из полудиска с нанесенной на нем градусной шкалой с делениями через  $1^\circ$ , неподвижной и подвижной линеек. Подвижная линейка поворачивается на оси. На плече подвижной линейки укреплен нониус, скользящий по полудиску. Для точной установки нониуса угломер снабжен микрометрической подачей. Для закрепления линейки с нониусом в нужном положении при снятии размера служит стопор.

При замере углов от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  на подвижную линейку надевают съемный угольник. Размер читают по шкале инструмента.

При измерении углов от  $90^\circ$  до  $180^\circ$  угольник снимают, а к показаниям по шкале прибавляют  $90^\circ$ .

Угломеры выпускают с ценой деления  $2'$  и  $5'$ .

3. Угломер конструкции Семенова предназначен для измерения наружных углов в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  и внутренних углов от  $40^\circ$  до  $180^\circ$  (см. рисунок 162). Цена деления угломера  $2'$ .

Угломер состоит из основания, на котором нанесена градусная шкала с делениями через  $1^\circ$ . К основанию крепится неподвижная измерительная линейка. По основанию перемещается сектор с нониусом. В зависимости от величины контролируемого угла при помощи державки к сектору присоединяют либо линейку, либо угольник, либо и то и другое вместе

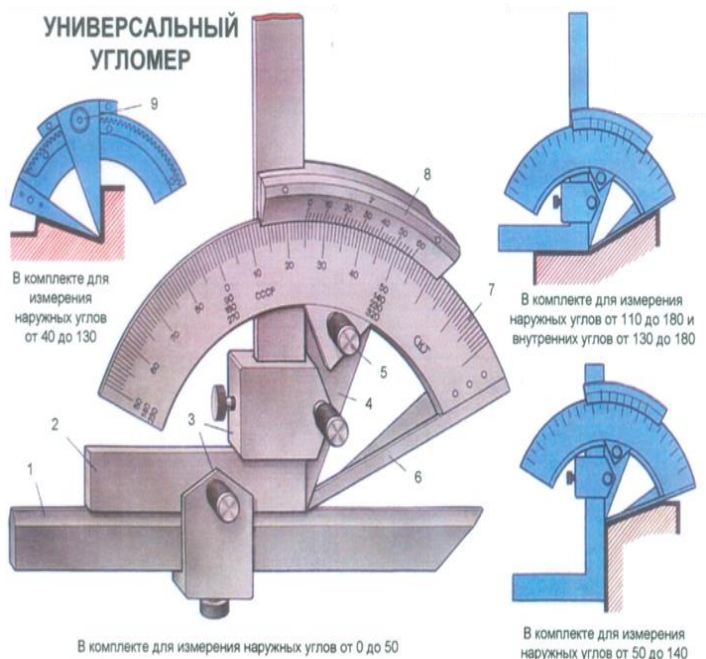


Рисунок 162– Угломер конструкции Семенова (тип УН)

- 1- линейка, 2- угольник, 3-державка, 4-сектор, 5-стопор, 6- неподвижная линейка, 7-основная шкала, 8-нониус угломера, 9-микрометрическая подача

#### 4. Оптический угломер УО

Оптический угломер предназначен для измерения наружных углов от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ . Он состоит из двух связанных шарнирно линейек - подвижной и неподвижной (см. рисунок 163). Подвижная линейка поворачивается на оси и перемещается продольно. На неподвижной линейке имеется панорамная лупа, позволяющая отсчитывать величину угла с точностью до  $2'$ .

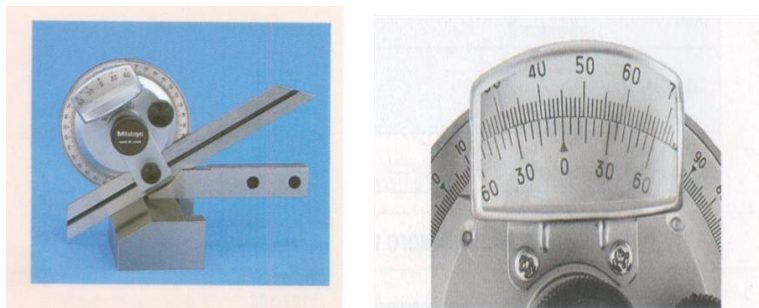


Рисунок 163 - Оптический угломер

#### 5. Синусная линейка

Синусная линейка позволяет точно устанавливать деталь на заданный угол, а также измерять его величину (см. рисунок 164).

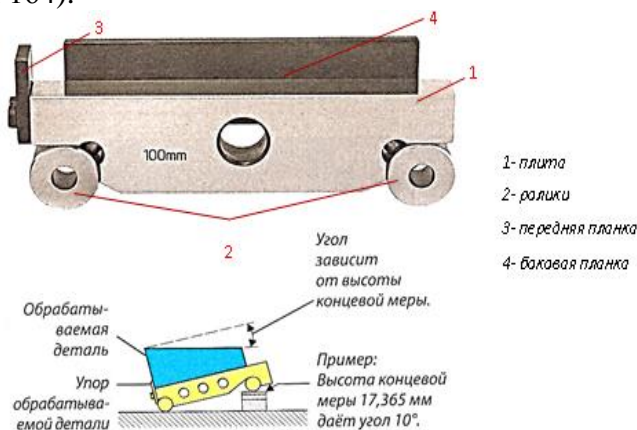


Рисунок 164 - Синусная линейка

Она представляет собой плиту с двумя цилиндрическими роликами. К плите присоединены две упорные планки. Плиты изготавливают с расстояниями между роликами 100,200,300 и 500мм. Линейки выпускают двух классов точности 1 и 2. При помощи синусной линейки можно установить или измерить угол от 0° до 45°.

Проверка углов синусной линейкой основана на тригонометрическом принципе.

Для установки детали на заданный угол синусная линейка одним роликом устанавливается на контрольную плиту, под второй ролик подставляют блок концевых мер, размер которого определяется исходя из следующей зависимости:

$$h=l*\sin \alpha$$

Для получения высокой точности установки величину синуса угла определяют по таблицам.

При измерении угла на синусную линейку устанавливают измеряемую деталь, подставляя под один ролик блок концевых мер. Линейку поднимают пока плоскость или линия детали не займет горизонтальное положение. Проверку горизонтального положения проводят индикатором, перемещающимся на стойке, вдоль детали. По высоте блока мер, который потребовался для этого, определяют синус угла по формуле:

$$\sin \alpha = h/l, \text{ где:}$$

$\alpha$  - измеряемый угол

$h$  - высота блока мер в мм

$l$  - расстояние между роликами

Затем по таблицам определяют величину угла.

## 2.12.9 Средства контроля

К средствам контроля относятся калибры. Это бесшкальный инструмент, предназначенный для контроля размеров, формы и взаимного расположения поверхностей детали.

По назначению калибры делятся на рабочие и контрольные. *Рабочие калибры* предназначены для контроля размеров деталей при изготовлении. *Контрольные калибры* используют для проверки рабочих калибров и установки регулируемых калибров.

По своей классификации калибры подразделяются на нормальные и предельные.

*Нормальные калибры* воспроизводят заданный линейный или угловой размер и форму сопрягаемой с ним поверхности контролируемого элемента. Они представляют собой точные шаблоны и применяются для контроля сложных профилей.

О годности деталей судят по равномерности зазора, который образуется между проверяемым профилем и рабочим профилем шаблона.

*Предельные калибрами* называется инструмент, соответствующий наименьшему и наибольшему предельному размеру изготавливаемой детали. При контроле калибрами используют два предельных калибра - проходной и непроходной. Предельные калибры позволяют установить, находится ли проверяемый размер в пределах допуска.

### 2.12.9.1 Калибры для контроля валов. Калибры - скобы

Калибры - скобы предназначены для контроля валов с допусками по 7 качеству и выше.



Проходная сторона (ПР) имеет размер, равный наибольшему предельному размеру вала, а непроходная (НЕ) - наименьшему предельному размеру вала (см. рисунок 165 и рисунок 166).



Рисунок 165 - Скоба двусторонняя



Рисунок 166 - Скоба листовая односторонняя двухпредельная

Калибры - скобы изготавливают одно и двухсторонними, жесткими и регулируемыми.

Жесткие калибры-скобы делятся на линейные - для проверки линейных размеров и диаметральные - для контроля диаметра вала (см. рисунок 167 и рисунок 168 соответственно).

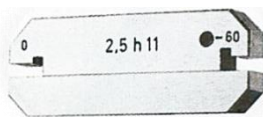


Рисунок 167 - Скоба для проверки линейных размеров



Рисунок 168 - Скоба для проверки диаметра вала

Регулируемые калибры-скобы при износе проходной стороны могут быть восстановлены за счет повторной регулировки и доводки измерительных поверхностей (см. рисунок 169).

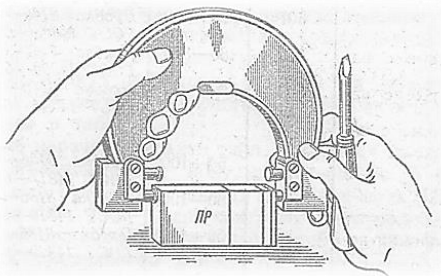


Рисунок 169 - Восстановление регулируемой скобы

### **2.12.9.2 Калибры для контроля отверстий. Калибры- пробки**

Проходной стороной калибра-пробки является сторона, изготовленная по наименьшему размеру отверстия. Внешне она отличается большей длиной.

Это делается для того, чтобы пробка лучше центрировалась в проверяемом отверстии и не перекашивалась.

По конструкции различают следующие виды калибров-пробок:

- однопредельные - состоящие из одного калибра ПР или НЕ;
- двухпредельные - объединяющие оба калибра ПР и НЕ (см.рисунок 170) ;
- односторонние- у которых оба калибра ПР и НЕ расположены с одной стороны;
- двухсторонние- калибры ПР и НЕ разнесены по обе стороны державки;
- полного и неполного профиля.



Рисунок 170 - Двухпредельный  
двухсторонний Калибр - пробка

Полные пробки применяются для проверки отверстий диаметром до 50мм. Для отверстий диаметром свыше 50мм. применяют калибры-пробки неполного профиля (см. рисунок 171). Они значительно легче полных пробок и более удобны для контроля отверстий большого диаметра.

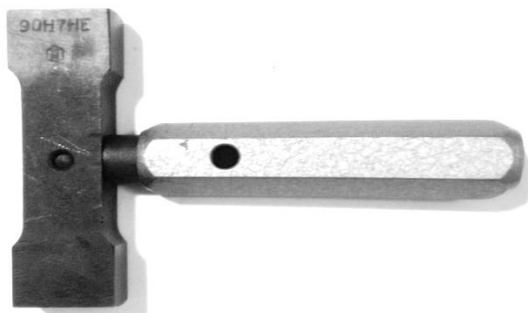


Рисунок 171 - Калибр - пробка неполного профиля

## 2.12.10 Плоскопараллельные концевые меры длины

Плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМД) применяют для передачи размера единицы длины к изделию, проверки и градуировки средств измерений, для точных измерений изделий и точной разметки (см. рисунок 172). Одним из основных свойств ПКМД является притираемость – способность прочно соединяться между собой. ПКМД комплектуются в наборы для составления блоков требуемых размеров.

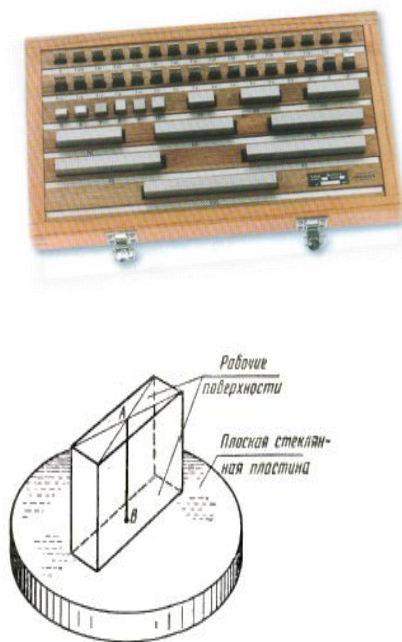


Рисунок 172 - Плоскопараллельные концевые меры длины

*Пример составления блока на рисунке 173:*

Требуется составить блок длиной 74,725 мм. Длины концевых мер, входящих в блок, при использовании набора

№ 1 или № 3 .....1,005; 1,22; 2,5 и 70 мм;

№ 2 .....1,005; 1,02; 1,7; 1 и 70 мм.

С обеих сторон блока рекомендуется притирать защитные меры, причем стороны защитных мер, на которых нанесены значения их ном. длин, должны быть обращены наружу.

Притирка концевых мер большой толщины



Установить меры крест на крест под углом 90°



Повернуть меры



Вывернуть измерительные поверхности

Притирка меры большой толщины с тонкой



Положить меру тонкой длины на меру большей толщины

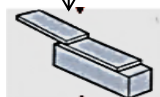


Сдвигать тонкую меру с нажимом по всей поверхности контакта

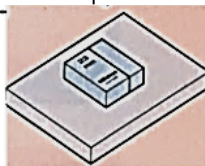
Притирка концевых мер небольшой толщины



Сначала сделать притирку тонкой меры к мере большой толщины



Затем притереть другую тонкую меру по верх первой

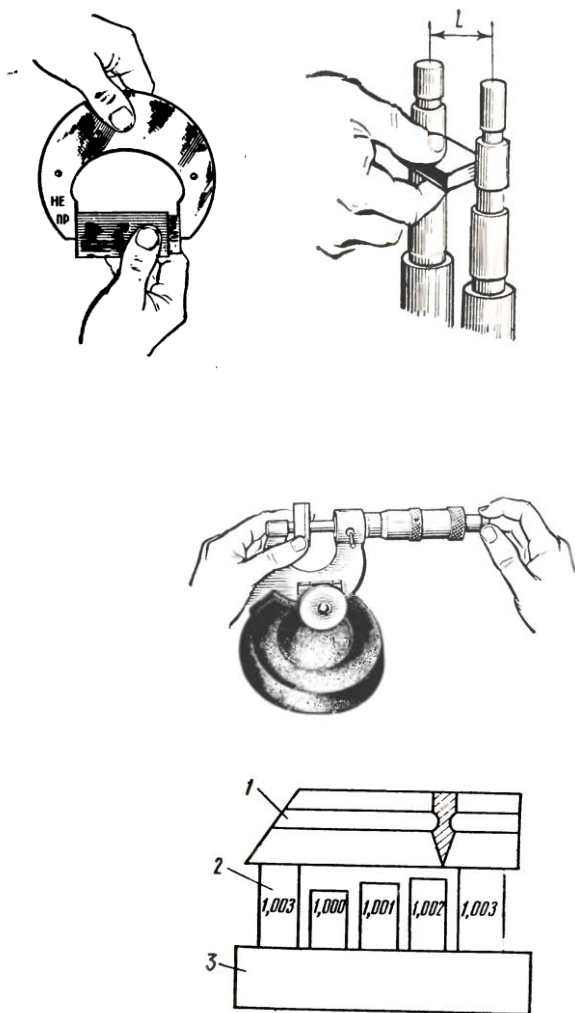


Продолжить сборку блока выше описанным способом

Рисунок 173 - Пример составления блока

## Применение ПКМД

Применение ПКМД представлено на рисунке 174.



1 — лекальная линейка, 2 — концевые меры, 3 — доведенный брус

Рисунок 174 – Пример применения ПКМД

### 2.12.11 Методы контроля и измерения резьбы

Контроль резьбы в машиностроении производится резьбовыми шаблонами (см.рисунок 175), резьбовыми калибрами(см.рисунок 176)., резьбовым микрометром.

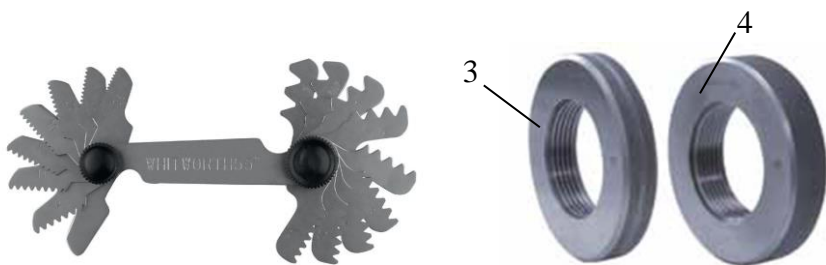


Рисунок 175 - Резьбовой шаблон



Рисунок 176- резьбовые калибры  
1- проходной калибр-пробка; 2- непроходной калибр-пробка; 3- непроходное кольцо; 4- проходное кольцо

Контроль, обеспечивающий взаимозаменяемость резьбовых деталей и нормальную их свинчиваемость, производится предельными резьбовыми калибрами - пробками и резьбовыми калибрами - кольцами.

Проходные калибры имеют полный профиль и являются, как бы, прототипом детали резьбового соединения. Проходные калибры должны полностью свинчиваться с годными деталями, а непроходные - не более, чем на 1,5-2 оборота.

Поэтому непроходные калибры имеют укороченный профиль и небольшое число витков.

### *Резьбовой микрометр МВМ*

Резьбовой микрометр (см. рисунок 177) отличается от гладкого тем, что измерительный стержень и пятка имеют отверстия, в которые вставляются специальные вставки. В глухое отверстие пятки вставляют призматическую вставку, а в отверстие микровинта – конусную. Размеры их зависят от величины шага резьбы.

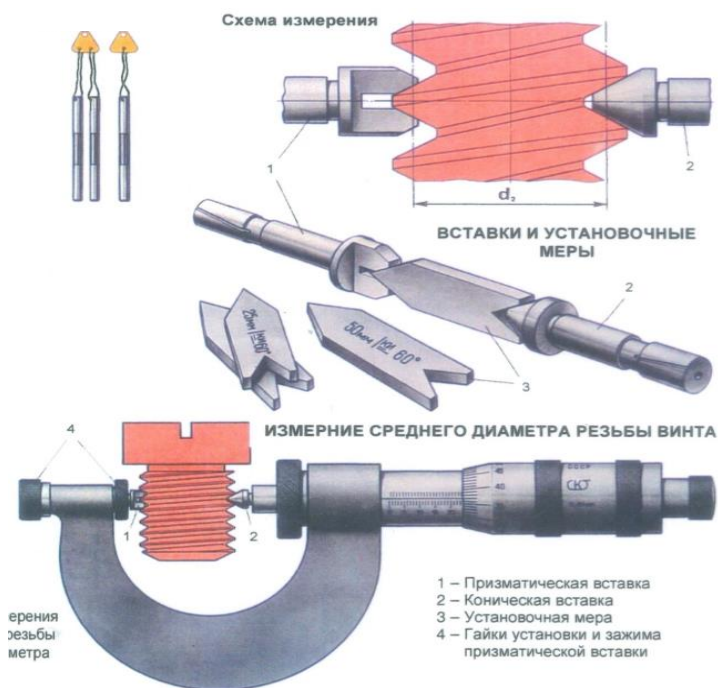


Рисунок 177 – Резьбовой микрометр

Более точным измерением среднего диаметра резьбы по сравнению с проверкой микрометром является измерение методом трех проволочек (см. рисунок 178).



Проволочки закладываются во впадины резьбы так, чтобы одна лежала во впадине, а две другие в соседних динах, но с противоположной стороны. При измерении надо следить, чтобы не было перекоса как самой детали, так и проволочек.

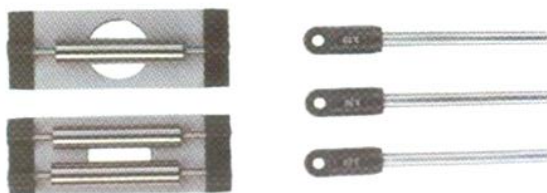
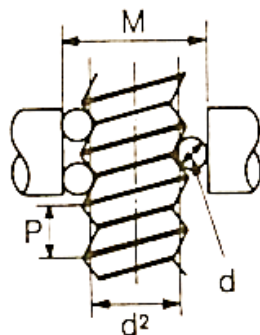


Рисунок 178- Измерение среднего диаметра резьбы методом трёх проволочек

Средний диаметр резьбы при измерении проволочками подсчитывают по формуле:

Для метрической резьбы:

$$D_{ср} = M - 3d + 0,866t \text{ мм}; \quad (20)$$

Для дюймовой резьбы:

$$D_{ср} = M - 3,1657d + 0,9605t \text{ мм}, \quad (21)$$

где:

$D_{ср}$  - средний диаметр резьбы, мм.;

$M$ - показания микрометра;

$d$ - диаметр проволочек;

$t$  – шаг резьбы.

## 2.12.12 Методы, средства измерения и контроля шероховатости

Шероховатость поверхности относится к микрогеометрии твёрдого тела и определяет его важнейшие эксплуатационные свойства. Прежде всего износостойкость от истирания, сопротивление усталости, плотность соединений, химическую стойкость и т.д.

ГОСТом установлено 14 классов шероховатости поверхности. Самый чистый -14-ый класс, самый грубый-1-ый.

Для измерения и контроля шероховатости применяют следующие способы: сравнение с образцами, бесконтактный метод, контактный метод.

*Метод сравнения с образцами:* параметры шероховатости поверхности оцениваются на рабочем месте путем сравнения с образцами шероховатости 1-6 кл (см. рисунок 179).

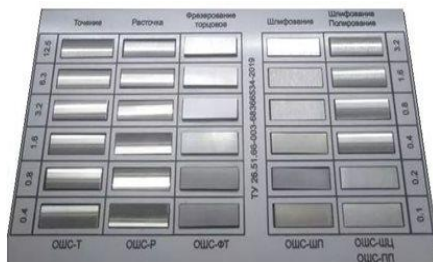


Рисунок 179 - Образцы шероховатости

Классы шероховатости определяются визуально (зрительно) методом непосредственного сравнения с образцами. Для высоких классов (8-13) следует применять лупу. Для правильной оценки необходимо применять образцы, по характеру обработки и материалу соответствующие проверяемым поверхностям деталей (изделий).

В цеховых условиях часто пользуются не ими, а эталонным образцом/образцовой деталью (см.рисунок 180).

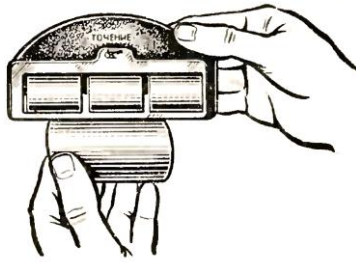


Рисунок 180 – Эталонный образец/Образцовая деталь

*Бесконтактный метод:* во избежание появления ошибок при оценке шероховатости поверхности по образцам для чистых поверхностей (7-10 классы чистоты) применяют бесконтактный метод (сравнительный микроскоп). В нем устанавливают проверяемую деталь и образец. Микроскоп устроен так, что изображения их оказываются рядом, что при соответствующем увеличении дает возможность безошибочно сравнить чистоту поверхностей (см. рисунок 181).



Рисунок 181 - Бесконтактный метод

*Контактный метод:* Прибор для измерения шероховатости поверхности работает по контактному методу, регистрируя отклонение поверхности с помощью щупа с алмазным наконечником (см. рисунок 182). Диаметр наконечника 2-4мкм.

Подающее устройство ведет щуп по поверхности. При этом на пути его встечаются волны и микронеровности, которые преобразуются в электрические сигналы, передаваемые к регистрационному прибору. Во время измерения профиль отображается в режиме предварительного просмотра. Полученную профилограмму можно распечатать на специальном листе бумаги.



Рисунок 182 – Прибор измерения шероховатости поверхности (профилометр, профилограф)

## Раздел 3: Принципы СМК и требования к СМК

Работа предприятия предполагает реализацию ряда направлений деятельности. Для упорядоченного функционирования этих направлений внедряются системы менеджмента (управления). На предприятии существует несколько систем менеджмента. Наряду с системой менеджмента качества в нашей организации функционируют, например, такие системы как система управления промышленной безопасностью, система энергетического менеджмента, система управления безопасностью полетов. Все системы направлены на реализацию требований к организации и реализацию намерений руководства. В данном разделе речь идет о системе менеджмента качества (СМК), в рамках которой выполняют свои работы все работники организации.

В этом разделе содержатся основополагающие термины, определения и разъяснения, дающие понимание о том, что такое система менеджмента качества, зачем она необходима, какие основные принципы ее построения, чем определены требования к СМК, кто их реализует и где они описаны.

### 3.1 Основные понятия и принципы

Система менеджмента качества при ее успешном функционировании создает условия для стабильного качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг.

**Качество:** Степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям

**Система менеджмента качества:** Совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов организации для разработки политик, целей и процессов для достижения этих целей применительно к качеству

Система менеджмента качества любой организации должна строиться на 7 основных принципах менеджмента:

1 **Ориентация на потребителя.** Менеджмент качества нацелен на выполнение требований потребителей и на стремление превзойти их ожидания.

2 Лидерство. Лидеры на всех уровнях организации обеспечивают единство цели и направления деятельности организации и создают условия, в которых работники взаимодействуют для достижения целей организации в области качества.

3 Взаимодействие работников. Для организации крайне важно, чтобы все работники были компетентными, наделены полномочиями и вовлечены в создание ценности. Компетентные, наделенные полномочиями и взаимодействующие работники на всех уровнях организации повышают ее способность создавать ценность.

4 Улучшение. Успешные организации постоянно нацелены на улучшение.

5 Процессный подход. Последовательные и прогнозируемые результаты достигаются более эффективно и результативно, когда деятельность осознается и управляется как взаимосвязанные процессы, которые функционируют как согласованная система.

6 Принятие решений, основанное на свидетельствах. Решения, основанные на анализе и оценке данных и информации, с большей вероятностью создадут желаемые результаты.

7 Менеджмент взаимоотношений. Для достижения устойчивого успеха организации управляют своими взаимоотношениями с соответствующими заинтересованными сторонами, например, такими, как поставщики.

Для реализации принципов процессного подхода организация выделяет процессы для достижения ее целей, а также объединяет их в управляемую систему.

Процесс: совокупность взаимосвязанных и(или) взаимодействующих видов деятельности, использующих входы для получения намеченного результата .

1 В зависимости от контекста «намеченный результат» называется выходом, продукцией или услугой.

2 Входами для процесса обычно являются выходы других процессов, а выходы процессов обычно являются входами для других процессов.

3 Два или более взаимосвязанных и взаимодействующих процесса могут также рассматриваться как процесс.

Каждый процесс СМК на этапах своего функционирования проходит все фазы цикла Деминга-Шухарта (PDCA), представляющего собой порядок циклически выполняемых действий по управлению и реализации процесса (цикл «PDCA» – Plan (планирование) – Do (действие) – Check (проверка) – Act (корректировка)).

Каждый процесс управляется руководителем процесса. Ответственный за его реализацию ежегодно анализирует эффективность и результативность функционирования и реализует мероприятия по улучшению процесса.

Реализация цикла PDCA в СМК позволяет обеспечить процессы необходимыми ресурсами, осуществлять их управление, определять и реализовывать возможности для улучшения. Схема процесса представлена рисунке 183.

Кроме того, федеральными законами РФ выделены важные инструменты обеспечения качества:

- 1 Метрология (раздел 3.7).
- 2 Стандартизация (раздел 3.5).
- 3 Сертификация (раздел 3.2).

В этих ФЗ РФ установлены требования, которые обязана соблюдать любая организация вне зависимости от области деятельности.

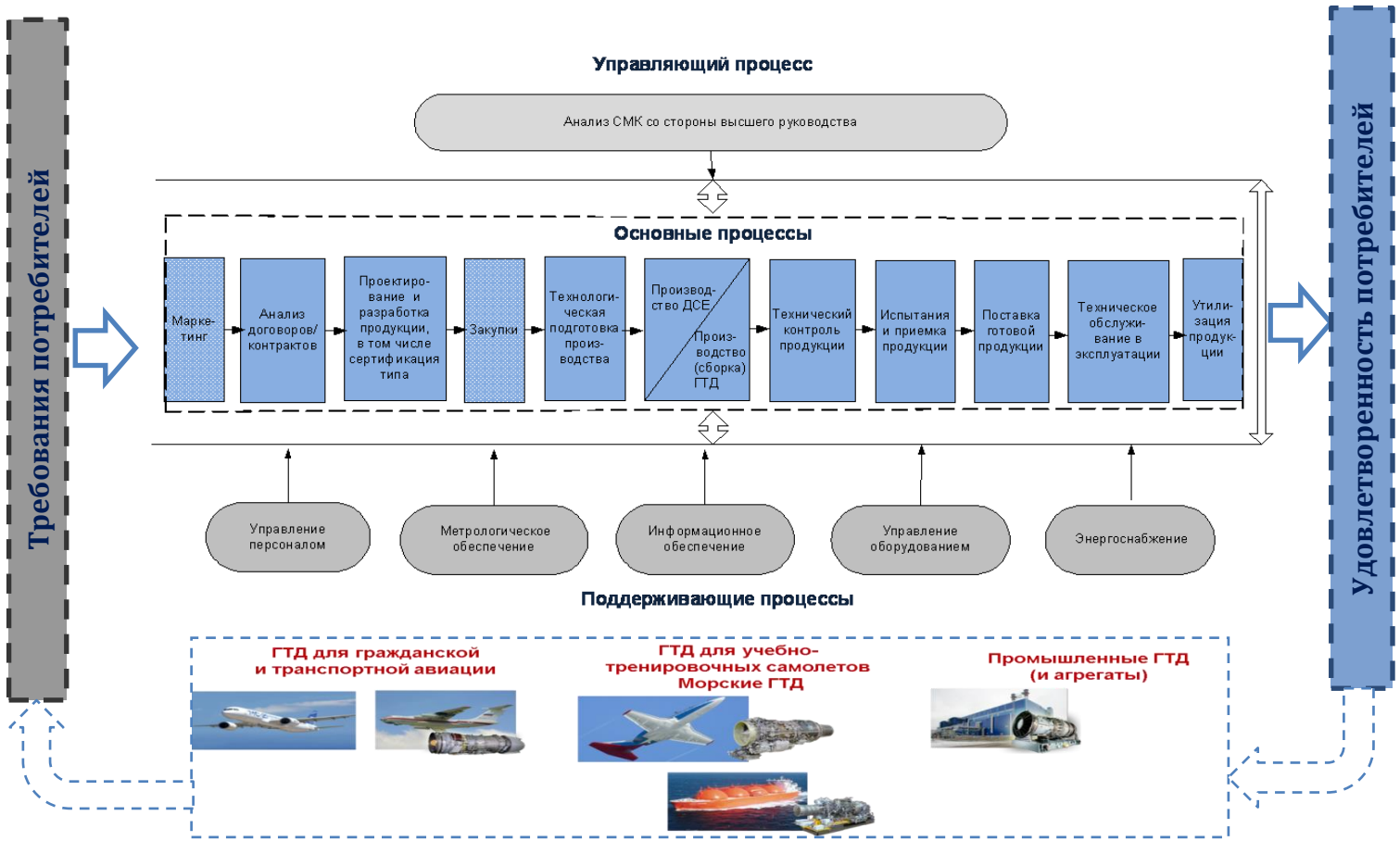


Рисунок 183 - Схема процессов СМК



## 3.2 Сертификация СМК, производства и ремонта. Лицензирование

Лицензирование – это получение предприятием разрешения на право осуществления деятельности.

Лицензия дает право организации осуществлять определенный вид деятельности. ПАО «ОДК – Сатурн» имеет лицензии на выполнение деятельности по всему жизненному циклу продукции, т.е. разработка, производство, испытание, установка/монтаж, техническое обслуживание/ремонт, утилизация и реализация ГТД для авиации, в том числе учебно-тренировочных полетов, а так же двигатели судового (морского) назначения.

Деятельность по лицензированию регулируется на государственном уровне Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности», а постановления правительства Российской Федерации устанавливают требования применительно к различным направлениям.

При отсутствии действующей лицензии предприятие не имеет право осуществлять свою деятельность.

Сертификация – это подтверждение соответствия установленным требованиям.

Наличие сертификата подтверждает, что все установленные на законодательном уровне требования выполнены, и позволяет поставлять продукцию заказчику.

Согласно ФЗ «О техническом регулировании» подтверждение соответствия осуществляется в форме обязательной и добровольной сертификации.

Сертификация авиационной техники, ее производства, технического обслуживания и ремонта осуществляется на основании Чикагской конвенции ИКАО, согласно которой каждая страна-участница выпускает свои законы и устанавливает правила. На территории РФ таким документом является Федеральный закон «Воздушный кодекс РФ», обязывающий предприятия, осуществляющие разработку и производство АТ, в том числе и наше, реализовать требования по получению и поддержанию действия сертификатов на вы-

-полняемую деятельность и разрабатываемую авиационную технику (обязательная сертификация).

В рамках добровольной сертификации в организации осуществляется деятельность по сертификации СМК с целью выполнения договоров (контрактов) на поставку продукции, содержащих требования заказчика о наличии в организации сертифицированной СМК, а также в обеспечение требований постановлений правительства в части получения лицензии.

Организация должна поддерживать действие сертификатов и лицензий для обеспечения возможности поставлять продукцию заказчику. Прекращение действия этих документов остановит отгрузку продукции.

А для поддержания действующих сертификатов/лицензий организация обязана непрерывно выполнять установленные требования.

Все подразделения предприятия задействованы в реализации требований правил в частях их касающихся.

И эти Требования необходимо не только внедрить в деятельность предприятия, но и обеспечить их выполнение, а так же контролировать их соблюдение. Требования установлены в стандартах к системам менеджмента качества и авиационных правилах.

В этих документах сформулированы требования, которые необходимо соблюдать в организации – как должно быть, и именно они заложены в основу системы менеджмента качества (СМК) предприятия. СМК каждой организации определена в ее внутренних документах. Документы СМК описывают, как реализованы внутри нашей организации требования правил, с которыми перед началом выполнения работ знакомится каждый.

То есть каждый работник, выполняя требования документов СМК на своем рабочем месте, соблюдает требования по качеству, предъявляемые к предприятию.

### 3.3 Политика в области качества

Политика в области качества отражает общие намерения и направления деятельности организации в области качества, утвержденные высшим руководством.

В политике указана главная стратегическая цель Холдинга, в том числе и нашего предприятия: максимальное удовлетворение требований заказчиков и поставка продукции необходимого качества и уровня безопасности, отвечающей требованиям отечественных и международных стандартов по качеству путем:

- ✓ Выполнения требований международных стандартов и правил.
- ✓ Ориентации на заказчика.
- ✓ Непрерывного улучшения деятельности.
- ✓ Вовлечения всех сотрудников в процесс улучшений.
- ✓ Обеспечения материальными и человеческими ресурсами.
- ✓ Управления цепочками поставок.

Каждый работник несет ответственность за реализацию политики качества в своей области деятельности.

Политика ежегодно анализируется и при необходимости уточняется.

Для реализации Политики разрабатываются ежегодно Цели в области качества.

На формирование целей оказывают влияние показатели качества, которые устанавливаются на уровне ГК «Ростех», АО «ОДК», а так же удовлетворенность заказчиков нашей продукцией.

К показателям качества относятся, например:

- количество рекламаций и претензий от заказчиков (потребителей продукции);
- уровень культуры производства;
- уровень технологической дисциплины;
- процент сдачи продукции с первого предъявления;
- количество возвратов деталей и сборочных единиц на доработку;

-убытки от брака и другое.

Соответственно цели в области качества производственного подразделения, изготавливающего продукцию это, например:

-сдача продукции с первого предъявления не ниже установленного процента;

-уровень технологической дисциплины/ процент выполнения технологии не ниже 100%;

-снижение количества рекламаций (поступивших от потребителя продукции);

При этом цели в области качества, касающиеся работы БТК/ ОТК:

-снижение количества претензий к продукции, поступивших от внешних потребителей, признанных по результатам исследования и дополнительных проверок «производственным дефектом» и не выявленных работниками БТК;

-снижение количества наименований ДСЕ с повторяющимися дефектами, выявленных в эксплуатации в гарантийный период;

-обеспечение уровня сдачи продукции БТК в сборочных и испытательных цехах с первого предъявления заказчику;

-обеспечение отсутствия случаев остановки приемки и отгрузки продукции со стороны заказчика, связанных с качеством предъявленной продукции и процессов ее создания;

-обеспечение снижения количества ДСЕ с дефектами, выявленных в цехах-потребителях и не выявленных работниками БТК подразделений поставщиков;

-контроль соблюдения технологической дисциплины для критических операций и процессов;

-обеспечение контроля выполнения корректирующих действий по выявленным несоответствиям ДСЕ и проверку их результативности.

### **3.4 Система управления безопасностью полетов (СУБП) в организации изготовителя авиационных двигателей.**

Безопасность авиационной деятельности – это состояние, при котором риски, связанные со всеми аспектами авиационной деятельности, снижены до приемлемого уровня и контролируются.

Внедрение СУБП инициировала международная организация гражданской авиации (ИКАО). Росавиация реализует государственную систему управления безопасностью полетов, а в соответствии с Федеральными авиационными правилами организации, изготавливающие и ремонтирующие авиационную технику, обязаны внедрить Систему управления безопасностью полетов (СУБП).

СУБП акцентирована не на ожидании негативного события, а на выявлении опасных факторов, которые еще не проявились, но могут стать причиной инцидентов, аварий и катастроф.

Политика в области безопасности полетов - это документированное обязательство руководства организации, устанавливающее направление деятельности организации в области обеспечения безопасности полетов. Документ доводится до каждого работника организации, так как весь персонал принимает участие в реализации политики.

Ежегодно устанавливаются, реализуются и оценивается выполнение целей в области безопасности полетов, которые направлены на снижение опасных факторов.

Одной из важных составляющих СУБП является культура безопасности.

Культура безопасности - это набор норм, убеждений, ценностей, взглядов и предположений, которые присущи повседневной работе организации и отражаются в действиях и поведении всех подразделений и персонала в организации.

Культура безопасности характеризуется тем, "как люди ведут себя в отношении безопасности полетов и риска, когда никто не смотрит".

Каждый сотрудник обязан:

-выполнять требования нормативной документации (технологий, должностных инструкций, регламентов и т.д.), предъявляемых к работе на закрепленных за ними рабочих местах;

-осознавать свою роль и влияние на безопасность;

-сообщать информацию о любой ситуации, представляющей угрозу для безопасности полетов.

Неотъемлемой частью культуры безопасности является культура справедливых отношений, которая способствует выявлению и представлению персоналом информации об опасных факторах и рисках (ошибках/ инцидентах) при осуществлении авиационной деятельности, гарантируя защиту от принятия мер дисциплинарного воздействия.

### **3.5 Документы СМК. Выписки**

*Стандартизация* – деятельность по разработке (ведению), утверждению, изменению (актуализации), отмене, опубликованию и применению документов по стандартизации и иная деятельность, направленная на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации.

Для обеспечения функционирования СМК, стандартизации знаний и опыта, применения при выполнении работ, анализа и хранения требуемых данных применяется документированная информация (далее - документы)

Документы проходят этапы создания, согласования, утверждения, внедрения, применения, хранения, актуализации и аннулирования.

Исполнители, выполняющие работу, должны быть осведомлены о соответствующей задокументированной информации.

*При выполнении работ каждый сотрудник должен использовать учтенный актуальный документ.* Для обеспечения этого на предприятии организованы процедуры управления нормативными документами, конструкторской и технологической документацией.

Общими принципами управления документированной информацией СМК являются:

1 *Наличие* документированной информации как установленной в требованиях к СМК, так и определенной организацией как необходимой для обеспечения результативности СМК.

2 *Доступность* (документированная информация должна находиться в местах ее применения или обеспечен ее легкий поиск).

3 *Пригодность и адекватность*.

4 *Идентификация* и соответствующий *формат* документа.

5 *Учет и хранение* с обеспечением защиты (от ненадлежащего использования и соблюдение конфиденциальности, где установлено).

6 *Исключение неправомерного использования* устаревшей или неучтенной документации.

*Ответственность за ознакомление персонала с документами СМК и их изменениями лежит на непосредственном руководителе.*

В процессе согласования документация проходит *нормоконтроль* для обеспечения ее соответствия установленным требованиям по разработке документов, которые в том числе позволяют обеспечить удобство восприятия информации.

*Актуализация* внутренних нормативных документов, конструкторской и технологической документации выполняется путем *выпуска извещения об изменении* разработчиком документа. При этом *работник, выполняющий работу в рамках этого документа, обязан ознакомиться с документом с учетом всех изменений.*

Разработчики документов проводят *авторские надзоры* в подразделениях, которые выполняют работы в рамках конкретного документа. Такие проверки необходимы, что бы убедиться, что требования документа поняты и соблюдаются в полном объеме или есть сложности с их реализацией. Итоги авторского надзора оформляются актом, при выявлении несоответствия требованиям разрабатываются и реализуются корректирующие мероприятия.

Уровни и виды документов СМК отражены в таблице 17.

Таблица 17 – Уровни документов СМК

| Уровень документов   | Основное назначение   |
|--|---|
| 1. Политика и цели в области качества  | Намерения и направления организации, относящиеся к качеству, официально сформулированные высшим руководством  |
| 2. Руководство по качеству,<br>Описание производственной организации,<br>Положения о подразделениях, должностные и рабочие инструкции,<br>Планы обеспечения качества | Устанавливают требования к СМК организации.<br>Определяют основные функции подразделений, права и обязанности работников предприятия.<br>Описывают процессы в организации с точки зрения обеспечения качества продукции и услуг |
| 3. Стандарты ПАО «ОДК-Сатурн»  | Применяются для выполнения работ, оказания услуг, обеспечения качества продукции, совершенствования производства  |
| 4. Документы, необходимые для планирования, осуществления процессов и управления ими   | Содержат необходимые данные для разработки, изготовления, контроля, приемки и эксплуатации изделий (например: конструкторская и технологическая документация, инструкции и т.д.)  |
| 5. Учетная документация по качеству (формы, записи)  | Документы, регистрируемые и сохраняемые в качестве свидетельств соответствия (например, сопроводительные карты, формуляр на двигатель и т.д.)   |



*Внешняя документация*, определенная организацией как необходимая, приобретается или получается в сторонних организациях. Примером внешней документации могут служить стандарты к СМК, федеральные авиационные правила, директивы летной годности, ГОСТ, ОСТ.

Информация о внешних нормативных документах и внешние документы в электронной форме размещаются на корпоративном портале в информационных системах: ИПС «Стандарты», КИС НД.

*Использовать в работе необходимо внешний документ, имеющий статус «Действующий» в информационной системе.*

*Внутренние документы по стандартизации: руководства, стандарты, инструкции после их внедрения, или актуализации размещаются на корпоративном портале в информационной системе КИС НД. Для использования в работе необходимо применять руководства, стандарты, инструкции, размещенные на портале и имеющие статусы «Действует».*

Ознакомление с внутренними документами по стандартизации выполняется работниками в листах ознакомления под подпись.

Своевременное отслеживание выпуска новых внутренних нормативных документов, их изменений и своевременное доведение информации до заинтересованных лиц в подразделениях предприятия выполняют *уполномоченные по стандартизации*.

Иногда нецелесообразно выдавать на рабочее место учтенный экземпляр документа, но на рабочем месте должна применяться часть информации из этого документа. В таких случаях предусмотрено оформление *выписок* из документа, и выдача выписок на рабочие места. Выписка официально оформляется и регистрируется уполномоченным по стандартизации. При использовании выписки на рабочем месте обязательно выполняется ознакомление исполнителей с ней под подпись.

К документам СМК относятся так же записи о качестве - это документы, регистрируемые и сохраняемые в качестве свидетельств соответствия.

*Основной целью управления записями является получение необходимой и достоверной информации о качестве продукции на всех этапах жизненного цикла и о результативности СМК.*

Внутренние нормативные документы (стандарты и инструкции) регламентируют требования к ведению записей:

- когда и в каких случаях должны производиться записи;
- что они должны содержать (на каких формах заполняемых документов и как их заполнять);
- как идентифицировать и регистрировать документ (запись);
- кто отвечает за выпуск и хранение;
- как найти или восстановить записи;
- порядок обеспечения защиты записей от непредумышленного уничтожения, порчи, изменения.

Для выполнения записей могут применяться формы.

Форма – документ, в который вносятся данные, необходимые для СМК.

Запись - документ, содержащий достигнутые результаты или свидетельства осуществленной деятельности.

Записи установленного образца выполняются исполнителями работ с применением формы, которую разрабатывает и внедряет разработчик документа. Разработчик документа определяет необходимость отнесения записей к документам установленного образца исходя из внешних требований к определенному виду записей, а так же внутренних процедур применения этих записей (ведения, обработки и хранения).

Для обеспечения полноты заполняемого документа и точности указываемых в нем реквизитов, применяются образцы документов, где это установлено. Там, где применяются образцы документов, устанавливается порядок управления ими.

Вносимые в документ записи должны отражать:

- дату выполнения работ;
- результаты работ;
- подпись и идентификацию подписи исполнителя.

Выполнение записей должно проводиться:

- аккуратно (четко) и разборчивым подчерком (без помарок);
- пастой, тушью, чернилами (карандашом не допускается);
- соблюдением установленных граф (если графа не заполняется, ставится прочерк).

Исправления записей выполняются зачеркиванием с постановкой индексов в кружочке 1,2,3 рядом с исправлением (корректором не допускается). На свободном поле указывается должность, инициалы, фамилия, подпись, дата, при необходимости номер документа, в соответствии с которым выполнено исправление.

Сроки и место хранения записей определяются разработчиком документа, описывающего управление конкретным видом записей.

Примеры записей в СМК организации:

- записи, подтверждающие соответствие материалов, прошедших входной контроль;
- записи, подтверждающие соответствие деталей и сборочных единиц на этапах изготовления (отчеты о контроле);
- записи, отражающие последовательность выполнения работ по технологическому циклу изготовления и ремонта деталей и сборочных единиц, составных частей, изделия (сопроводительные карты, дела изделия, ...);
- записи по управлению специальными процессами (паспорта спецпроцессов, журналы регистрации параметров специальных процессов, ...);
- записи о компетентности персонала (протоколы аттестации, квалификационно аттестационные книжки, ...);
- записи о проверке оборудования (паспорта качества, формуляры).

### 3.6 Аудиты по качеству

Одним из принципов СМК является Улучшение: успешные организации постоянно нацелены на улучшение. Реализация этого принципа направлена на обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции (повышение удовлетворенности потребителей продукции) и эффективное функционирование компании (сокращение затрат).

Предпосылками к улучшениям могут служить:

- новые возможности;
- изменения;
- возникающие проблемы, несоответствия.

Для результативной работы с выявляемыми проблемами и несоответствиями важно выполнять анализ причин несоответствий, на основании которых разрабатывать корректирующие мероприятия:

- не только устраняющие обнаруженное несоответствие (коррекция),

- но и корректирующие действия, направленные на устранение коренных причин выявленного несоответствия и предупреждение его повторного появления.

Аудит - систематический, независимый и документируемый процесс получения объективных свидетельств и их объективного оценивания для установления степени соответствия критериям аудита.

В ходе проведения аудита выполняется проверка соблюдения требований внешних нормативных документов и документов СМК в проверяемой организации, подразделении или выполняемом процессе. Можно выделить три принципа аудита: независимость, объективность и плановость.

Аудит – это инструмент постоянного улучшения, а не средство поиска ошибок и несоответствий.

Проведение аудитов включают в себя ряд этапов:

- 1 Планирование (формируются графики аудитов).
- 2 Подготовка к аудиту аудиторами и в проверяемой организации, подразделения (выпускается уведомление об аудите и план аудита).

3 Проведение. Выявляемые несоответствия доводятся до руководителя подразделения в ходе проверки. Результаты аудита оформляются, выпускается отчет.

4 Улучшение. Все выявленные несоответствия анализируются, определяются их причины, разрабатываются, реализуются в установленный срок корректирующие мероприятия.

5 Контроль. Проводится проверка выполнения и результативность корректирующих действий.

При очередном аудите обязательно проверяется выполнение корректирующих мероприятий по результатам предыдущего аудита, если ранее были выявлены несоответствия.

Если при аудите выявляются несоответствия (невыполнение требований), аудитор устанавливает категорию несоответствия (первая, вторая и третья категории). Несоответствия бывают критические (существенные, первой категории). Критическое несоответствие ставит под сомнение возможность выпуска работоспособного и безопасного в эксплуатации изделия. Работа по устранению критических несоответствий должна выполняться оперативно в кратчайшие сроки.

Несоответствия бывают повторные, то есть выявлялись ранее при предыдущих проверках. Выявление повторных несоответствий свидетельствует о нерезультативности выполненных корректирующих мероприятий. Аудиторская деятельность обязательно документируется.

Аудиты бывают внутренние и внешние. Проводятся компетентными, объективными и беспристрастными аудиторами.

Внутренние аудиты проводятся аудиторами организации с целью постоянных улучшений на основе оценки соответствия, эффективности, результативности.

Внешние аудиты бывают 2-ой стороной (заказчика производства) и 3-ей стороной (сертификационные аудиты).

Аудиты заказчиками продукции проводятся для подтверждения соответствия товаров и услуг требованиям заказчика (контрактным требованиям).

Сертификационные аудиты проводятся для подтверждения соответствия системы менеджмента качества, условий производства и ремонта.

В случае необходимости аудиты проводятся внепланово.

Аудит - это всегда выборочная проверка, поэтому действия по устранению несоответствий должны быть применены везде, где это применимо.

### **3.7 Метрологическое обеспечение**

#### **3.7.1 Обеспечение единства измерений**

Работы по метрологическому обеспечению на предприятии являются неотъемлемой частью процессов разработки, производства, испытаний и эксплуатации ГТД.

Достоверность информации, точность и единство проводимых измерений непосредственно влияют на уровень технических характеристик изделий, их качество и конкурентоспособность.

*Единство измерений* - состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

*Работы по обеспечению единства измерений в России осуществляются на основе Федерального закона ФЗ "Об обеспечении единства измерений", а также нормативных документов Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).*

Понятие «Государственная система обеспечения единства измерений» устоялось в отечественной метрологической практике за более чем 35-летнюю историю своего существования.

*Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)* - это система обеспечения единства измерений в стране, реализуемая, управляемая и контролируемая федеральным органом исполнительной власти по метрологии - Феде-

ральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

*Назначение ГСИ* – управление, контроль и координация деятельности по обеспечению единства измерений в масштабах страны, направленные на *охрану прав законных интересов юридических и физических лиц, а также государства путем их защиты от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.*

*Технической основой ГСИ* является Государственные первичные эталоны единиц величин России, образующие эталонную базу РФ. В составе эталонной базы России, в настоящий момент, 162 государственных первичных эталона.

*Государственные первичные эталоны единиц величин воспроизводят, хранят и передают* единицы величин (шкалы величин) *с наивысшей в Российской Федерации точностью.*

Передача единиц величин осуществляется от государственных эталонов единиц величин, имеющих более высокие показатели точности, эталонам единиц величин с более низкими показателями точности при первичной аттестации и периодической аттестации эталонов единиц величин или средствам измерений при их поверке или калибровке (см. рисунок 183а).

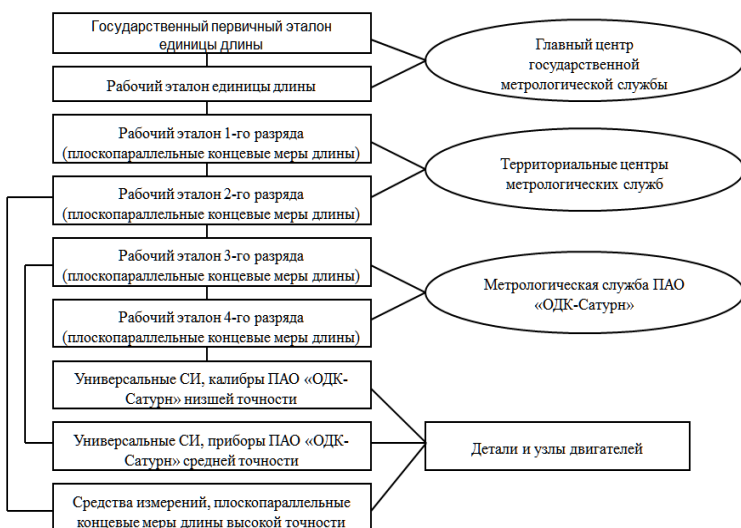


Рисунок 183а – Поверочная схема для средств измерений длины

Так как на предприятии содержатся и применяются эталоны единиц величин, мы обязаны их предоставлять во внешние организации для получения соответствующих единиц величин от эталонов единиц, имеющих более высокие показатели точности, в соответствии с государственными поверочными схемами в сроки, не превышающие межаттестационный интервал.

Передача единиц величины от государственного эталона единицы величины осуществляется в соответствии с методикой аттестации эталона единицы величины, методикой поверки средства измерений или методикой калибровки средства измерений при соблюдении условий применения эталона единицы величины.

Работы по обеспечению единства измерений на предприятии позволяют обеспечить:

- требуемые точность, полноту, своевременность и оперативность измерений;
- сопоставимость результатов измерений;
- достоверность контроля параметров и характеристик продукции.

Для этого на предприятии выполняется:

- организация и проведение поверки и калибровки СИ;
- первичная и периодическая проверка технологических и контрольных приспособлений, средств контроля, формообразующего и слесарно-монтажного инструмента;
- аттестация испытательного оборудования;
- проверка термического оборудования;
- метрологическая экспертиза технических заданий, конструкторской и технологической документации;
- аттестация методик выполнения измерений;
- проведение арбитражных измерений деталей;
- разработка и аттестация программ для контрольно-измерительного оборудования;
- метрологический надзор.



### 3.7.2 Поверка и калибровка средств измерений

Для осуществления измерения с необходимой точностью требуется наличие на предприятии средств измерений, своевременно проходящих процедуры поверки или калибровки.

При выполнении измерений работникам необходимо пользоваться только теми средствами измерений, которые находятся в исправном состоянии и имеют идентификацию их годности на текущий момент времени (бирка с актуальными сроками и запись в паспорте).

Для обеспечения уверенности в правомочности результатов измерения, средства измерения должны быть:

- поверены или откалиброваны через установленные периоды;
- идентифицированы;
- защищены от регулировок, повреждения и ухудшения состояния, которые сделали бы недействительными результаты измерений.

Поверка средств измерений является одной из форм государственного регулирования в области обеспечения единства измерений. Поверке в обязательном порядке подвергаются средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Поверка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

Результатом поверки является подтверждение пригодности средства измерений к применению или признание средства измерений непригодным к применению.

Проведение поверки выполняется во внешних организациях (юридические лица, а также индивидуальные предприниматели с аккредитацией в соответствующей сфере в национальной системе РФ).

Поверка завершается:

- положительными результатами, что подтверждается соответствующей записью в Федеральном информационном фонде обеспечения единства измерений. Дополнительно положительные результаты удостоверяются знаком поверки и (или) свидетельством и (или) записью в паспорте СИ;

- отрицательными результатами – выдачей извещения о непригодности СИ.

Результаты поверки действительны в течении межповерочного интервала, устанавливаемого при испытаниях СИ в целях утверждения типа и указывается в описании типа СИ, в свидетельстве об утверждении типа СИ, на сайте Федеральной государственной информационной системы и/или в методике поверки.

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке. Калибровка средств измерений выполняется также с использованием эталонов единиц величин.

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

Результаты калибровки оформляются записью в паспортах с указанием фамилии исполнителя, при необходимости (а в случае отсутствия протокола калибровки – обязательно) удостоверяются калибровочным клеймом и (или) сертификатом калибровки, и (или) записью в паспорте (формуляре) СИ, заверяемой подписью, фамилией исполнителя и знаком калибровки.

Результаты калибровки действительны в течении межкалибровочного интервала, устанавливаемого главным метрологом. Длительность межкалибровочных интервалов СИ устанавливается в зависимости от плановой загруженности СИ, интенсивности и условий эксплуатации с учетом обеспечения пригодности к применению СИ между калибровками.

Внеочередную поверку или калибровку выполняют при эксплуатации (хранении СИ) в следующих случаях:

- если результаты поверки (калибровки) СИ подтверждены только знаком поверки (калибровки), а этот знак поврежден;

- при вводе в эксплуатацию СИ после длительного хранения и ремонта;

- при известном или предполагаемом воздействии на СИ, которое потенциально могло привести к получению недостоверных результатов измерений;

- при наличии обоснованных сомнений в достоверности полученных результатов измерений.

С точки зрения проведения процедуры поверки и калибровки, они схожи, и заключаются в сличении показаний эталонного и исследуемого СИ для определения погрешности.

Сравнительный анализ процессов поверки и калибровки представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Сравнительный анализ процессов поверки и калибровки

| <b>Характеристики</b>            | <b>Поверка</b>  | <b>Калибровка</b>   |
|----------------------------------|---|---|
| <b>Форма регулирования</b>       | Государственная   | Ведомственная (заказчик, изготовитель, владелец, рынок)   |
| <b>Качество регулирования</b>    | Грубое (одинаковое для всех, управляется Росстандартом)         | Точное (адекватное конкретной задаче, управляется владельцем СИ)                                  |
| <b>Форма оценки соответствия</b> | Процедура подтверждения соответствия в интервал между поверками | Процедура установления действительных значений метрологических характеристик на момент калибровки |

Продолжение таблицы 18

| <b>Характеристики</b>  | <b>Поверка</b>  | <b>Калибровка</b>  |
|--|---|--|
| <b>Содержание регулирования</b>                              | Установление аккредитованными государством организациями показателей точности, межповерочных интервалов и методик поверки (одинаково для всех на весь срок эксплуатации)                      | Допустимую точность, объем и частоту калибровки определяет владелец СИ под конкретную задачу   |
| <b>Требования к СИ</b>                                       | Утвержденный тип  | Отсутствуют  |
| <b>Обязательность</b>  | Да  | Да   |
| <b>Прослеживаемость к государственным первичным эталонам</b> | Да  | Да   |
| <b>Форма регулирования</b>                                   | Межповерочный интервал устанавливается при испытаниях СИ для целей утверждения типа и указывается в описании типа СИ, дублируется в методике поверки и в свидетельстве об утверждении типа СИ | Межкалибровочный интервал СИ устанавливается главным метрологом. Межкалибровочный интервал не должен превышать межповерочный интервал для однотипных СИ. Длительность межкалибровочных интервалов СИ устанавливается в зависимости от плановой загруженности СИ, интенсивности и условий их эксплуатации с учетом обеспечения пригодности к применению СИ между калибровками |

*СТП 503.230 Метрологическое обеспечение. Поверка и калибровка средств измерений*

*СТП 503.229 Метрологическое обеспечение. Порядок приобретения, учета, хранения, эксплуатации, ремонта и списания средств измерений*

### **3.7.3 Проверка, испытание технологической оснастки и проверка средств контроля.**

Технологическая оснастка – средства технического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

Примерами технологической оснастки являются:

- технологические и контрольные приспособления;
- штампы, копиры, пресс-формы;
- средства контроля.

Средство контроля – техническое устройство, вещество и (или) материал для проведения контроля.

Технологическая оснастка предназначена для обработки и контроля деталей и сборочных единиц в цехах предприятия.

Технологическая оснастка должна подвергаться проверке для установления пригодности к применению.

Проверка изготовленной технологической оснастки должна проводиться работниками бюро технического контроля цеха-изготовителя технологической оснастки в соответствии с требованиями КД.

Первичная и периодическая проверка технологической оснастки в цехе-потребителе осуществляется работниками КПП в соответствии с требованиями КД.

Периодичность интервалов проверки технологической оснастки и СК устанавливается при составлении ежегодных графиков проверки мастерами контрольными КПП в зависимости от плановой загруженности, интенсивности и условий её

эксплуатации с учетом обеспечения пригодности оснастки к применению между проверками Информацию о плановой загрузке предоставляет начальник ПДБ. При необходимости длительность интервалов может корректироваться по результатам проверки технологической оснастки мастерами контрольными КПП.

В случае если оснастка не используется в период превышающий интервал между проверками для данного вида оснастки, оснастка направляется на длительное хранение.

Износ штампов, копиров и пресс-форм при эксплуатации в механических, кузнечных, литейных цехах определяется отсутствием ДСЕ с несоответствиями в изготовленной партии.

Идентификация годности технологической оснастки, признанной годной, выполняется одним из перечисленных способов:

1) наклеивается ярлык годности с указанием даты следующей проверки и подписью работника КПП (во всех случаях кроме п. 2 и п. 3);

2) наносится отметка синей краской на:

–оснастку, применяемую при обработке деталей с охлаждающей эмульсией и маслами;

–малогабаритную технологическую оснастку;

–технологические приспособления, используемые в сборочных операциях.

3) средства контроля, проверяемые ежедневно (включены в перечень ежедневной проверки) парафинируются по рабочим поверхностям:

–в белый парафин – новые и изношенные до 2/3 предела поля допуска на износ;

–в синий парафин – изношенные с 2/3 предела поля допуска на износ (применимы только на участках БТК/ОТК).

На средствах контроля, имеющих парафин по рабочим поверхностям допускается отсутствие ярлыка с отметкой о годности и отметки синей краской.

Допускается наклеивать ярлыки годности на пеналы (футляры), пакеты при вложении в них мелких средств контроля, с указанием даты годности, подписью работника КПП, индивидуального и порядкового номера средства контроля.

Перечисленные идентификаторы годности позволяют определить возможность использования технологической оснастки в процессе производства работниками предприятия.

Все СК должны иметь индивидуальный номер, в качестве которого допускается применять номер завода-изготовителя или инвентарный номер. При отсутствии индивидуальных номеров на СК, ответственные лица за состояние учета, хранения, эксплуатацию и списание СК в подразделениях, должны идентифицировать каждое СК способом, не влияющим на работоспособность СК, обеспечивающим сохранность маркировки на весь период использования и исключающим возможность непреднамеренного её удаления, например, электрографическим, лазерным, краской, маркером и т.д.

*СТП 503.108 Метрологическое обеспечение. приспособления технологические, контрольные и средства контроля. Правила эксплуатации*

*СТП 503.151 Оснастка технологическая. Порядок открытия заказов на изготовление, учета и обращения*

## Раздел 4: Выполнение операций контроля

### **4.1 Понятие, виды технического контроля продукции и исполнители контроля**

Технический контроль продукции – это проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Технический контроль направлен на подтверждение соответствия продукции и исключение движения несоответствующей продукции/брака по циклу производства.

Контроль по степени охвата бывает: сплошной и периодический.

Сплошной – контроль каждой единицы продукции.

Периодический – контроль, при котором поступление информации о контролируемых параметрах происходит через установленные интервалы времени.

В технологических процессах выделяют: входной, операционный и приемочный контроли.

Входной контроль – это контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю или заказчику и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации.

Операционный контроль – это контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции.

Приемочный контроль – это контроль продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставкам и (или) использованию.

С целью проверки эффективности ранее выполненного контроля проводится инспекционный контроль уполномоченным лицом.

Контролю подвергаются документация, внешний вид, геометрия, свойства и структура материала, функциональность изделия.

Выполняют контроль продукции работники БТК, работники ЦИЛ (центральной измерительной лаборатории), лаборанты УГМет (управления главного металлурга), а так же исполнители, кому делегировано право контроля продукции.

Периодический контроль продукции выполняется по картам периодического контроля (карты КПК), которые являются частью технологической документации. Карта КПК содержит информацию о периодичности и способах контроля. Для регистрации результатов контроля по картам КПК используется журнал, где фиксируются требуемые и фактические значения измеряемых величин. Часто для периодического контроля используется контроль на КИМ. Кроме того, указания о периодическом контроле могут содержаться в картах операционного контроля.



В этом случае регистрация результатов контроля выполняется согласно требованиям операционной карты.

Самоконтроль – это закрепление за исполнителем функций контроля продукции, предоставленное ему распоряжением директора по качеству, с постановкой личного клейма. Правом самоконтроля наделяются рабочие с достаточным уровнем знаний и опыта. При этом данные рабочие имеют право выполнять контроль продукции, которая ими изготовлена и указана в его обязательстве. Ежемесячно работник БТК выполняет контроль продукции за самоконтрольщиком и результаты заносит в документ личную карточку самоконтрольщика. Если выявляются у данного исполнителя нарушения, то его лишают права контроля продукции.

#### 4.2 Подготовка рабочего места контролера

Организация рабочего места должна обеспечивать рациональный трудовой процесс, качественное выполнение задания и безопасные условия труда.

Перед началом работы контролер должен:

- надеть средства индивидуальной защиты (СИЗ),
- подготовить к работе инструмент,
- проверить состояние рабочего места.

Проверка состояния рабочего места отражена в таблице 19.

Таблица 19-Состояние рабочего места

| Номер п/п | Объект                               | Требование   | Недопустимое состояние       |
|-----------|--------------------------------------|--|------------------------------|
| 1         | Состояние рабочего места             | Рациональное размещение ДСЕ, СИ, СК, исключающее повреждения | Загроможденность             |
| 2         | Освещение (общее/местное)            | Исправно   | Не достаточность/Отсутствие  |
| 3         | Вытяжная система (где предусмотрено) | Исправно   | Не достаточность/Не работает |

| <b>Номер п/п</b> | <b>Объект</b>   | <b>Требование</b>    | <b>Недопустимое состояние</b>                                    |
|------------------|---|----------------------|--|
| 4                | Пол   | Чистый               | Наличие масла, стружки, мусора.                                  |
| 5                | Тара, стол, подставки   | Исправно             | Сломаны  |
| 6                | Проходы   | Свободны             | Загроможденность   |
| 7                | Заземление, розетки, электрические провода (при использовании приборов контроля от электрической сети напряжением 220В)   | Исправно             | Оголенные (поврежденные провода, розетки, отсутствие заземления) |
| 8                | Параметры производственной среды (температура и влажность), в помещениях или отдельных рабочих местах/зонах, к которым предъявляются особые требования по нормированным параметрам производственной среды | Соответствуют        | Не соответствуют   |
| 9                | Документация (нормативная, конструкторская, технологическая, сопроводительная)  | Наличие Актуальность | Отсутствует<br>Не актуальна                                      |

| Номер п/п | Объект   | Требование   | Недопустимое состояние   |
|-----------|--|--|--|
| 10        | Средства измерения, приспособления/оснастка            | Наличие<br>Исправно/Годно<br>Рациональное размещение   | Отсутствие<br>Сломано/Истек срок годности/Навалом, рабочие поверхности соприкасается друг с другом |
| 11        | ДСЕ  | Рациональное размещение<br>Малогоборитные - в ячеистой таре (поддоне) на столе контролера).<br>Ящики (тара) с деталями у рабочего стола контролера - на полу или на устойчивой подставке | Загроможденность, соприкосновения друг с другом или с оснасткой/приспособлениями.                  |
| 12        | Подготовительные работы по контролю показаний приборов | Например, необходимо выполнить текущий контроль показаний приборов (тарирование) по образцовым мерам твердости), если это предусмотрено требованиями ТП/инструкции;                      | Не выполнено   |

При необходимости привести в порядок рабочее место.

Документация, СИ, СК, СИЗ, приспособления и оснастка, личные вещи работников БТК хранятся в тумбочках, шкафах и на стеллажах в соответствии с имеющейся визуализацией.

Обо всех выявленных недостатках сообщить непосредственному руководителю и до устранения их к работе не приступать.

*СТП 503.256 Культура производства. Организация работы*

*СТП 503.096 Контроль соблюдения технологической дисциплины. Порядок проведения на рабочих местах*

*041-0172 Технологические процессы с особыми требованиями к производственной среде. Перечень*

*191-81-1018 Инструкция по охране труда при выполнении технического контроля*

### **4.3 Продукция и сопроводительная документация**

Сопроводительная документация является доказательной документацией качества изготовленной продукции и отражает:

- прослеживаемость изготовления изделий;
- технологический маршрут изготовления;
- связь информации по идентификации материалов, заготовок и изделий;
- содержание операций, выполненных на изделии;
- ФИО исполнителей, руководящих и контролирующих лиц;
- даты выполнения операций и контроля.

Сопроводительная документация на ДСЕ должна оформляться таким образом, чтобы в любой момент времени, а особенно в случае отказа изделия при испытаниях, эксплуатации можно было установить необходимые сведения об изготовлении ДСЕ.

В производственных подразделениях при запуске в производство на заготовки и ДСЕ оформляются и выдаются сопроводительные документы.

### 4.3.1 Идентификация и прослеживаемость

Идентификация – нанесение маркировки, этикетки на сырьё, материалы, комплектующие изделия, готовую продукцию и техническую документацию на них.

Идентификация обеспечивает прослеживаемость возможных причин брака или недостатков изготовления, местонахождения продукции на всем протяжении жизненного цикла.

Идентификация может быть индивидуальной, либо партионной (групповой) как показано на рисунке 184.

Индивидуальная идентификация предполагает *маркировку, клеймение* и отслеживание непосредственно каждого предмета производства, материала, покупных заготовок, полуфабрикатов и комплектующих изделий.

Партионная идентификация предполагает *маркирование, клеймение* и отслеживание совокупности предметов производства, материала, покупных заготовок, полуфабрикатов, комплектующих изделий в размере партии.



Рисунок 184 – Пример идентификации индивидуальной/партионной (групповой)

*Прослеживаемость* – возможность проследить историю, применение или местонахождение объекта (рисунок 185).

*Прослеживаемость* продукции является установленным требованием и обеспечивается:

- маркированием, клеймением объекта идентификации;
- оформлением сопроводительных документов;
- регистрацией данных о действиях с продукцией по всему технологическому процессу.

Рисунок 185 – Пример обеспечения прослеживаемости

#### 4. 3.2 Виды сопроводительных документов

К сопроводительным документам относятся:

- паспорт;
- сопроводительная карта;
- перечень ДСЕ;
- карта сборки;
- дело сборочной единицы;
- дело составной части;
- дело сборки;
- дело испытаний;
- дело консервации и упаковки изделия;
- дело изделия;
- бирка сопроводительная, на которой оформлено маркирование и клеймение согласно КД;

–карта качества (если техническими условиями поставки продукции или каким либо другим документом предусмотрено оформление карты качества);

–декларация соответствия (для SaM 146, ПД-14).

Декларация соответствия заполняется на персональном компьютере, в исключительных случаях может быть заполнена от руки шариковой ручкой с пастой синего цвета разборчивым подчерком.

Декларация соответствия сопровождает ДСЕ (партию ДСЕ) в последующее производственное подразделение или на ЦСГД.

БТК цеха присваивает номер декларации соответствия по единому для цеха журналу произвольной формы, который должен содержать следующую информацию:

–дату присвоения номера;

–номер декларации соответствия;

–наименование и обозначение изделия;

–серийный номер изделия;

–инициалы, фамилию, и подпись лица, присвоившего номер.

Срок хранения журнала в БТК подразделения – не ограничен.

### **4.3.3 Ведение записей в сопроводительной документации**

Правилам ведения (заполнения) сопроводительной документации исполнители обучаются один раз в год.

При заполнении сопроводительной документации на бумажном носителе записи должны быть четкими, разборчивыми, выполненные пастой, тушью, чернилами без помарок.

Содержание записи, ее полнота и завершенность должна соответствовать требованиям, установленным разработчиком нормативной документации к соответствующему виду записи.

Исправление ошибочных записей о качестве производится способом зачеркивания работником, оформляющим документ, с постановкой индексов в кружочке 1, 2, 3 и т.д. рядом

с произведенным исправлением. При этом обязательно указывается должность лица, производившего исправления, его инициалы, фамилия, подпись и дата на свободном поле листа с учетом требований, установленных в документации к соответствующему виду записей (при необходимости указывается документ, на основании которого сделаны изменения).

Изменения не допускается выполнять с использованием корректора.

Для правильности заполнения документов в процессе изготовления оформляются образцы. На подлинниках образцов сопроводительных документов ставится штамп «Образец» за исключением подлинников титульных листов дела сборочной единицы, дела составной части, дело сборки изделия, дела испытания изделия, дела консервации и упаковки изделия, дела изделия, на которых ставится штамп «Эталон».

*Образец документа (образец записи) – форма документа, содержащая пример внесения информации согласно реквизитам.*

В производственные подразделения выдаются копии образцов сопроводительных документов и/или эталонных дел в которых рядом со штампом «Образец» или штампом «Эталон» на копиях ставиться штамп «Контрольный экземпляр № \_\_\_\_».

Образец сопроводительной карты оформляется в одном экземпляре и хранится в БТК производственного подразделения. Остальные образцы сопроводительных документов оформляются в одном экземпляре и передаются согласно технологическому маршруту для формирования эталонного дела сборки.

Перед выполнением работ исполнитель обязан проверить наличие отметок в сопроводительной документации выполнении предыдущих операций. По факту выполнения работ исполнитель ставит отметку о выполнении операции в сопроводительной документации, включающую:

- ФИО;
- дата;
- подпись;



- личное клеймо (при наличии);
- фактические параметры (при необходимости);
- отметку о годности.

При наличии в сопроводительной карте операций:

- повторяющихся;
- выполняемых, в определенных условиях;
- в случае, когда на предыдущих операциях работы выполнены с подтверждением годности, то техник по планированию перечеркивает незаполняемые графы.

При наличии в сопроводительной карте альтернативных операций в случае выполнения одной из них, по остальным операциям отметки о выполнении не требуются.

Все окончательно оформленные сопроводительные документы должны иметь отметку о годности ДСЕ, составной части, изделия с подписями контрольных и производственных мастеров с указанием фамилии и даты внесения записи. Сопроводительные карты, копии паспортов после сдачи готовых деталей, сборочных единиц на ЦСГД должны храниться в ПДБ или специально отведенном месте, На ООДСЕ, а так же на ДСЕ в КД которых указано «деталь или сборочная единица» паспортная - хранение в течении всего срока службы изделия. На другие категории деталей срок хранения 5 лет.

#### **4.3.4 Производственно-контрольная документация**

В процессе ремонта двигателя оформляется производственно-контрольная документация (ПКД), куда заносятся сведения о состоянии ДСЕ и двигателя до ремонта, способах и объемах выполненных работ и результатах контроля. ПКД обеспечивает прослеживаемость движения ДСЕ в процессе ремонта. Разработку форм ПКД, их уточнение выполняют технологи. На каждом этапе ремонта ответственность за правильность оформления ПКД несут исполнитель ремонтных работ, производственные мастера производственных групп (участков) механического, механосборочного, сборочного, испытательного цеха, цеха консервации и упаковывания, по принадлежности. В процессе контроля ответственность за правильность

оформления ПКД несет контролер и контрольный мастер ОТК (БТК).

Исполнители, оформляющие ПКД, должны быть ознакомлены с эталонным делом и составными частями эталонного дела ремонта с подписью в листе ознакомления.

Контроль оформления «Дела ремонта» или «Дела изделия» при переоборудовании двигателя на полноту, комплектность, правильность заполнения и на соответствие эталонному делу осуществляют контрольные мастера.

Записи производятся аккуратно, разборчиво с обязательным заполнением всех граф и разделов, предусмотренных формой. Фамилия, подпись, дата и клеймо должны быть четкими.

*СТП 503.014 Документация сопроводительная. Порядок ведения, учёта и обращения*

*СТП 503.283 Идентификация и прослеживаемость материалов и предметов производства. Порядок проведения работ*

*СТП 503.003 Управление записями в системе менеджмента качества*

*СТП 503.305 Ремонт газотурбинных двигателей. Порядок проведения*

*СТП 503.309 Ремонт авиационных газотурбинных двигателей. Управление производственно-контрольной документацией*

*191-05-0174 Декларация соответствия. Порядок оформления и управления*

*191-05-0102 Декларация соответствия. Порядок оформления и управления*

#### **4.4 Порядок предъявления и приемки продукции**

Для контроля должна предъявляться только комплектная и годная продукция или отдельные операции.

Годную продукцию на контроль предъявляют с комплектом необходимой технологической и сопроводительной документации (операционные и сопроводительные карты, протоколы испытаний и т.д.).

Предъявление продукции на технический контроль осуществляют поштучно либо партиями, либо совокупностью нескольких изделий или партий продукции, что отражают в журнале предъявления.

#### **4.4.1 Предъявление продукции БТК/ОТК**

Рабочий - исполнитель перед предъявлением продукции БТК проверяет соответствие ее технологической документации и предъявляет продукцию производственному мастеру.

Производственный мастер должен лично убедиться в качестве изготовленной продукции.

Контролер перед началом выполнения работ проверяет соблюдение условий предъявления продукции:

- зафиксирован должным образом факт приемки «первой детали» предъявленной партии уполномоченным лицом или «первая деталь» партии не была предъявлена;

- правильно и разборчиво оформлена сопроводительная или техническая документация;

- имеется необходимая сопроводительная или техническая документация;

- продукция соответствует требованиям технической и нормативной документации и/или контрольным образцам;

- количество предъявленной продукции соответствует указанному в сопроводительной документации;

- на продукции отсутствуют следы грязи, стружки, консервации и других подобных несоответствий.

Если выше перечисленные условия не выполнены, продукция отклоняется от приемки.

Предъявленная БТК (ОТК) продукция проверяется работниками БТК (ОТК) по всем параметрам, которые указаны для контроля в технологической документации.

По результатам проверки работник БТК (ОТК) должен сделать заключение о годности проверенной продукции или правильности выполнения технологической операции, что отражается в журнале предъявления и сопроводительной документации.

Продукция принимается с первого предъявления при отсутствии замечаний у работников БТК по качеству.

Продукция, отклоненная ранее от приемки БТК, после устранения замечаний по качеству продукции, предъявляется повторно.

Повторное предъявление продукции работнику БТК производится по «Предъявлению начальника цеха № \_\_\_» повторного предъявления.

#### **4.4.2 Предъявление ПЗ**

Представителю заказчика предъявляется годная продукция, принятая БТК (ОТК) и оформленная в соответствии с действующей документацией.

Предъявление изделия (партии продукции), ДСЕ, технологических операций производится работником УТК (БТК, ОТК) по извещению, подписанному зам. ГД-УД и начальником УТК - главным контролером (или уполномоченными лицами).

К извещению прилагаются документы, подтверждающие соответствие изделия (партии продукции), ДСЕ, технологических операций требованиям ТУ, требованиям ТД и КД на изделие (формуляр или паспорт, «Дело изделия» двигателя или «Дело ремонта» двигателя или сопроводительная и техническая документация и т.д.), а также протоколы предъявительских испытаний.

Работник БТК (ОТК) регистрирует предъявления продукции ПЗ в журнале и заносит сведения о продукции и результатах предъявления.

*СТП 503.045 Сдача продукции управлению технического контроля и представителю заказчика. Порядок предъявления и приемки*

#### **4.5 Регистрация результатов контроля**

Регистрация результатов контроля зависит от специфики производственных подразделений.

##### **4.5.1 Регистрация результатов контроля в заготовительных, сборочно-ремонтных, ремонтных, механических и механосборочных подразделениях**

В журнале регистрации предъявления должна содержаться следующая информация:

- дата предъявления ДСЕ;
- обозначение ДСЕ;
- наименование ДСЕ по чертежу;
- наименование и (или) номер операции;
- количество предъявленных ДСЕ;
- количество годных ДСЕ с первого предъявления;
- количество годных ДСЕ со второго предъявления;
- количество отклоненных ДСЕ с указанием причины отклонения (номер разрешения на отклонение, номер заявления о несоответствии, номер «Карты предъявления БТК (ОТК)» или др.).

##### **4.5.2 Регистрация результатов контроля в испытательном подразделении**

Предъявление продукции БТК в испытательном цехе должно быть зарегистрировано в журнале произвольной формы, содержащем следующие графы (заполняет работник БТК):

- дата;

- номер изделия;
- номер стенда;
- первое предъявление БТК (фамилия, инициалы производственного мастера, бригадира);
- первое предъявление представителю заказчика (фамилия, инициалы производственного мастера, бригадира, контролера, номер извещения).

При отклонении от приемки в испытательном цехе:

- причина отклонения, номер акта об анализе и устранении дефектов;
- второе предъявление БТК (фамилия, инициалы производственного мастера, бригадира);
- второе предъявление представителю заказчика (фамилия, инициалы производственного мастера, бригадира, контролера, номер извещения).

#### **4.5.3 Регистрация результатов контроля в сборочных подразделениях**

В сборочных подразделениях предъявление изделия БТК (ОТК) производится производственным мастером по картам сборки, оформленными в соответствии с эталонными картами сборки, входящими в состав эталонного дела изделия (эталонного дела ремонта).

При отклонении изделия от приемки работником БТК (ОТК) оформляется карта отклонения БТК (ОТК).

*СТП 503.045 Сдача продукции управлению технического контроля и представителю заказчика. Порядок предъявления и приемки*

#### **4.5.4 Регистрация результатов контроля в бюро входного контроля**

Результаты входного контроля материалов, полуфабрикатов и ПКИ работники ОВК регистрируют в информационной

системе и фиксируют в ярлыке - для ПКИ и в документе качестве поставщика – для остальной продукции (нормативную документацию см. в разделе 5.2.2).

#### **4.6 Клеймение, маркирование и пломбирование**

С целью обеспечения идентификации и прослеживаемости сборочные единицы, детали подлежат клеймению (рисунок 186) и маркированию (рисунок 187), путем нанесения отличительных знаков

*Клеймение – нанесение на изделие знаков, удостоверяющих его качество.*

Для подтверждения качества (годности) деталей применяются клейма операционного, приемочного и специальных видов контроля резиновые, ударные, трафареты.



Рисунок 186– Клеймение на ДСЕ

Для идентификации ДСЕ используется маркирование, путем нанесения знаков (см. рисунок 187).

*Маркирование – нанесение на изделие знаков, характеризующих это изделие.*

Маркирование ДСЕ производится путем нанесения непосредственно на продукцию или прилагаемую к продукции

сопроводительную бирку маркировочных знаков, отражающих отличительные признаки ДСЕ и позволяющие обеспечить их идентификацию и прослеживаемость.



Рисунок 187– Маркирование на ДСЕ

С целью исключения возможности случайного или преднамеренного нарушения целостности упаковки ДСЕ применяется пломбирование (рисунок 188).

Пломбирование – это установление пломб, предусмотренных документацией, исключающих возможность случайного или преднамеренного вскрытия, монтажа сборочной единицы в процессе их производства, транспортировки, хранения, реализации и эксплуатации.



Рисунок 188 - Пломбирование



Необходимость клеймения, маркирования и пломбирования деталей, сборочных единиц, изделий определяется конструкторской документацией и технологией, где указывается место и способ нанесения, содержание клейма и маркировки, размер шрифта, вид пломбы.

Буквенное обозначение способов нанесения маркировок и клейм указывают в технологии в соответствии с таблицей 20.

Таблица 20 – Способы нанесения маркировок и клейм

| Название   | Обозначение |
|--|-------------|
| Виброкарандаш  | ВК          |
| Гравирование механическое                                  | Г           |
| Краской или тушью (наносится кистью или резиновым штампом) | К           |
| Литье или давление (прессованием, штамповкой и т.д.)       | Л           |
| Лазерный   | ЛЗ          |
| Травление (кислотами, щелочами, химическими чернилами)     | Т           |
| Ударный  | У           |
| Электрографический   | Э           |
| Электроимпульсный  | ЭИ          |
| Электрохимический (процессы анодного растворения)          | ЭХ          |

Контролер проверяет наличие и качество клейм, маркировок, пломб согласно операционной карты технологического процесса.

#### 4.6.1 Учет клейм

Ведение клеймового хозяйства осуществляется в программной среде (ПС).

Ответственность за правильное ведение клеймового хозяйства в производственном подразделении возложена на начальника ОТК (БТК) подразделения.

Клейма выдаются начальником БТК или ответственным лицом, назначенным начальником БТК (ОТК), с заполнением личной карточки клеймового хозяйства на каждого работника из ПС. Личные карточки клеймового хозяйства работников

хранятся вместе с клеймами у начальника ОТК (БТК) в запираемом шкафу.

Клеймо выдается аттестованному исполнителю на право выполнения операций контроля. Работнику выдается только одно клеймо требуемого вида контроля.

#### **4.6.2 Ответственность за личное клеймо**

Клейма, выданные на руки должны храниться на рабочих местах, в запираемых и пломбируемых бумажной лентой ящиках столов (шкафов).

Запрещается оставлять личное клеймо контроля без присмотра, передавать свое клеймо другому работнику.

Запрещается ставить личное клеймо за контроль, выполненный другим работником.

При утере клейма, работник должен в течение 24 часов подать рапорт начальнику БТК.

При увольнении личное клеймо сдается ответственному лицу.

#### **4.6.3 Основные условные обозначения клейм, пломбиров**

Клеймо имеет характерные обозначения, формы и размеры.

Клеймо представляет собой определенную форму, обозначающую вид контроля. В верхней части клейма ставится код подразделения, а в нижней части ставится условный номер, состоящий из двух цифр от 01 до 99, присвоенный работнику УТК.

Клейма по видам контроля имеют различную форму знака клейма.

Клейма бывают: приемочного контроля; операционного контроля; входного контроля; операционного контроля, осуществляемого исполнителем, работающим на самоконтроле, клеймо брака; клеймо специального вида операционного контроля.



*СТП 503.013 Клейма контрольные. Порядок изготовления, учета, хранения и выдачи их в производство*

*СТП503.099 Клеймение и маркирование. Основные требования*

*СТП 503.238 Клейма для операционного и приемочного контроля, пломбирования и маркирования деталей, сборочных единиц и изделий. Форма, размеры, содержание*

## **4.7 Управление несоответствующей продукцией**

### **4.7.1 Несоответствующая продукция**

*Несоответствие* – невыполнение требования.

*Коррекция* – действие, предпринятое для устранения обнаруженного несоответствия.

*Корректирующее действие* – действие, предпринятое для устранения причины несоответствия и предупреждения его повторного возникновения.

Несоответствующая продукция может быть выявлена рабочим, мастером, работником ПДБ, технологом, конструктором, работниками УТК (БТК/ОТК/ОВК), представителем заказчика.

Несоответствующая продукция может быть выявлена:

- в процессе изготовления (в заготовительных, обрабатывающих, сборочных и испытательных цехах);
- при всех видах контроля (входном, операционном, приемочном и инспекционном);
- при испытаниях;
- при дефектации;
- при ремонте.

При выявлении несоответствующей продукции необходимо:

- 1) оформить и зарегистрировать заявление о несоответствии;
- 2) проставить отметку в сопроводительной документации (указать номер заявления о несоответствии в сопроводительной карте или карте сборки);

Контролер:

3) выполняет идентификацию несоответствующей продукции с помощью ярлыка на несоответствующую продукцию;

4) помещает несоответствующую продукцию на стол для несоответствующей продукции с сопроводительной документацией и ярлыком.

Несоответствующая продукция с сопроводительной документацией, ярлыком и заявлением о несоответствии перемещается со стола для несоответствующей продукции в изолятор брака или в специально отведенное место для крупногабаритной продукции в конце рабочей смены.

#### **4.7.2 Изолирование, хранение и учет несоответствующей продукции (брака)**

Для изоляции и хранения несоответствующей продукции (брака) в производственных подразделениях организованы:

- изоляторы брака, находящиеся в ответственности БТК (ОТК/ ОВК);

- специально отведенные места для хранения крупногабаритной продукции, находящиеся в ответственности производственного подразделения.

Выдача в производство несоответствующей продукции из изоляторов брака или специально отведенных мест выполняется ответственным лицом при наличии документа, определяющего дальнейшее применение продукции.

#### **4.7.3 Совет по качеству**

С целью оперативного решения проблем в производственных подразделениях создаются групповые Советы по качеству, которые состоят из: старшего мастера, технолога, контрольного мастера.

Групповые Советы по качеству готовят решения по рассматриваемым вопросам с определением причин появления несоответствующей продукции и мероприятий, направленных

на их устранение и повышения качества продукции. Подготовленное групповым Советом по качеству решение выносятся для утверждения на Совет по качеству подразделения.

Совет по качеству принимает решение о дальнейших действиях с несоответствующей продукцией:

- направить в дальнейшую обработку с последующим устранением несоответствия;
- переделать, доработать, отремонтировать;
- вернуть подразделению изготовителю;
- вернуть поставщику;
- оформить разрешение на отклонение, запрос на отклонение;
- забраковать;
- предъявить постоянно действующей комиссии по ремонту для принятия решения.

По результатам совещания Совета по качеству оформляется протокол совещания Совета по качеству.

#### **4.7.4 Оформление несоответствующей продукции.**

##### **Виды документов**

При подготовке производства в случае выявления невозможности выполнения требований КД и КДТП могут быть оформлены документы, разрешающие изготовление/ ремонт ДСЕ с отступлением от требований, к ним относятся:

- разрешение на несоответствие технологическому процессу;
- разрешение на производство при несоответствии конструкторской документации;
- разрешение на отступление.

В процессе изготовления/ремонта продукции в случае выявления несоответствий требованиям КД и КДТП оформляются документы:

- заявление о несоответствии/ заявление о несоответствии при ремонте работником выявившем несоответствие;
- разрешение на отклонение;

– запрос на отклонение/ запрос на отклонение при ремонте.

В процессе визуального контроля окончательно изготовленной продукции в случае выявления видимых невооруженным глазом нехарактерных внешних состояний оформляется форма «нехарактерного внешнего состояния поставляемой продукции» для некоторых изделий.

Если готовая продукция передана потребителю с документом, подтверждающим качество, но обнаружены факты поставки продукции потребителю с несоответствием, то оформляется уведомление о несоответствии поставленных изделий.

Совет по качеству определяет необходимость выпуска документа о несоответствии, за исключением документа «заявления о несоответствии», которое оформляется любым работником, обнаружившим несоответствие.

Принятие решения по действиям с несоответствиями выполняется уполномоченными лицами, входящими в состав полномочного органа КРМК (комиссия по рассмотрению материалов контроля). Только после оценки влияния несоответствий на безопасность и надежность работы двигателя в случаях несущественных отклонений комиссия может принять решение о допуске к постановке на изделие детали с несоответствиями.

#### **4.7.5 Брак в производстве**

*Брак* – продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов.

Документом для оформления несоответствующей продукции (брака) является «Акт брака». «Акт брака» выписывается работником БТК при решении Совета по качеству о забраковании или доработке (исправлении) несоответствующей продукции.

Ответственный за учет, выдачу и контроль за движением «Актов брака» назначается распоряжением по БТК (ОТК) из числа работников БТК (ОТК).

Окончательно забракованные детали, сборочные единицы:

- клеймятся клеймом «Брак» несмываемой краской работником БТК;
- нарезаются на наждачном круге, забиваются или деформируются лицом, допустившим брак или производственным мастером участка для исключения возможности их использования по назначению. Процедура выполняется под наблюдением работника БТК (ОТК).

Сопроводительные документы на окончательно забракованные детали и сборочные единицы сдаются ответственному за хранение, получение и выдачу их в производственном подразделении для регистрации и уничтожения (разорвать).

#### **4.7.6 Виды дефектов**

*Дефект* – каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией.

По происхождению дефекты изделий подразделяют на:

- *производственно-технологические* (литейные, металлургические, возникающие при прокатке);
- *технологические*, возникающие при изготовлении и ремонте деталей (сварке, наплавке, механической и термической обработке, калибровке и др.);
- *эксплуатационные, возникающие в процессе эксплуатации*.

Примеры дефектов и их внешний вид представлены в приложении 2 в конце справочника.

#### **4.7.7 Несоответствия при ремонте**

Для принятия решений по факту выявления несоответствующей продукции в ходе ремонта двигателя (по мере накопления в цехе ДСЕ, имеющих несоответствия) работает постоянно действующая комиссия по ремонту (ПДКР). Комиссия выдает заключение о дальнейших действиях с несоответствующей продукцией, а это:



- определение мероприятий, исключающих появление подобных дефектов;

- принятие решений о возможности дальнейшей эксплуатации с оформлением разрешения на отклонение или об утилизации ДСЕ и ПКИ с несоответствиями, или возможности проведения ремонта для устранения несоответствия;

– отработке новых видов ремонта, направленных на повышение ремонтпригодности деталей, что бы уменьшить их отбраковку.

Все решения оформляются документально.

*СТП 503.040 Управление несоответствующей продукцией. Порядок проведения работ*

*СТП 503.115 Брак в производстве. Порядок учета*

*СТП 503.297 Совет по качеству. Организация работ*

*191-13-0015 Изделие SaM146. Порядок оформления несоответствий*

*191-13-0022 Изделие SaM146. Порядок оформления несоответствующей продукции при техническом обслуживании и ремонте*

#### **4.7.8 Аутентичность продукции. Продукция, заподозренная как подделка**

При производстве/ремонте изделия должна использоваться аутентичная продукция.

Аутентичная продукция это – продукция, которая:

- соответствует документации разработчика и государства;
- изготовлена/ отремонтирована организацией наделенной соответствующими правами;
- допущена к применению уполномоченным лицом/организацией.

Если для продукции хотя бы одно требование соответствия, изготовления, допуска не выполняется, такая продукция попадает под подозрение.

Для исключения применения в изделии поддельных и контрафактных составляющих на предприятии предусмотрены

и выполняются ряд мероприятий, каждое из которых является барьером для использования контрафакта или подделки в составе двигателя.

Предотвращение использования (применения) контрафакта (подделки) в изделии выполняется как минимум на этапах:

- работы с поставщиками;
- входного контроля
- комплектования;
- приемочного контроля.

Продукция, заподозренная как контрафактная («подделка»), может быть выявлена любым сотрудником предприятия на любом этапе производственного и ремонтного цикла продукции.

Признаки контрафакта (подделки) могут встречаться при:

- осмотре тары и упаковки;
- проверке документации на поступившую продукцию;
- проверке маркировки изделия;
- осмотре внешнего вида;
- проверке одобрения поставщика.

К таким признакам можно отнести:

- сомнительный внешний вид (несоответствующий цвет, форма, маркировка, материал и др.);
- номер заказа отличается от номера в накладной на поставку;
- номер ДСЕ отличается от номера ДСЕ в документе на поставку;
- превышен срок годности продукции;
- ДСЕ не идентифицированы;
- маркировка ДСЕ располагается в необычном месте;
- визуальные дефекты (следы коррозии, наличие новой краски на старой);
- следы доработок несоответствий на ДСЕ, не заявленные в сопроводительных документах;
- неидентифицированная или неизвестная подпись на документах, сопровождающих ДСЕ;

- орфографические ошибки в документации;
- изменённые идентификационные таблички, бирки, этикетки;
- и др.

При обнаружении данной продукции сотрудник обязан предъявить продукцию непосредственному руководителю и работнику БТК, оформить Заявление о несоответствии и передать продукцию вместе с комплектом документов работнику БТК. Работник БТК выполняет идентификацию данной продукции ярлыком и изолирует в изолятор брака или специально отведенное место для крупногабаритной продукции до принятия решения.

Для принятия решения по продукции под подозрением проводится работа совета по качеству подразделения. В случае подтверждения подозрения на контрафакт или фальсификацию продукции руководитель подразделения, в котором обнаружена такая продукция информирует руководителей заинтересованных подразделений предприятия и организует совещание для:

- определения необходимости проведения дополнительного расследования;
- подтверждения / не подтверждения факта контрафактной, фальсифицированной продукции;
- назначения мероприятий, например, по перепроверке задела, осуществления претензионно-исковой деятельности, информирования заказчика продукции, поставщика, изготовителя и др.

*ГОСТ Р 57881 Система защиты от фальсификации и контрафакта. Термины и определения*

*СТП 503.040 Управление несоответствующей продукцией. Порядок проведения работ*

*СТП 503.086 Претензионно-исковая деятельность. Порядок выполнения работ*

## Раздел 5: Оценка и контроль работы производственного подразделения

### 5.1 Культура производства

#### 5.1.1 Общие сведения о культуре производства

Культура производства (КП) - это характеристика, отражающая совершенство производства в техническом, организационном, экономическом, эстетическом и социальном отношениях

Высокий уровень КП способствует обеспечению качества продукции и является одним из факторов безопасных условий труда.

КП обеспечивается и оценивается как на каждом отдельном рабочем месте рабочего/ контролера/ служащего, так и в группе/на участке, цехе и всей территории предприятия.

Обеспечивает КП на своем рабочем месте непосредственно рабочий/контролер/сотрудник, выполняющий на нем работу. Соответственно обеспечение КП в группе/ на участке/ в подразделении/ в цехе закреплено за мастером или руководителем, организующим работы.

Проверка КП выполняется работниками БТК, заводской комиссией там, где это определено.

Особенности КП в отдельных подразделениях предприятия определяются в цеховых инструкциях.

#### 5.1.2 Основные принципы КП

К основным принципам КП относят:

1 Соблюдение чистоты.

2 Соблюдение порядка и идентификация, где установлено.

3 Отсутствие на рабочем месте неиспользуемого на текущий момент в работе. Его размещение в специально выделенных зонах.

4 Не допускается наличие лишнего.

### 5.1.3 Объекты КП на рабочем месте

К объектам обеспечения чистоты и порядка на рабочем месте относятся:

- ✓ Оборудование.
- ✓ Оснастка.
- ✓ Документация.
- ✓ Детали, заготовки.
- ✓ Тара.
- ✓ Вспомогательные материалы.
- ✓ Отходы.

Оборудование должно быть чистое, окрашенное, исправное, без течи. Запчасти и материалы для ремонта оборудования должны отсутствовать на рабочем месте и располагаться в специально отведенном месте.

Оснастка должна быть чистая, исправная как на рабочем месте, так и в местах хранения. На рабочем месте допускается только наличие используемой в работе оснастки, не используемая на текущей операции должна находиться в специально выделенных зонах. Неисправная оснастка не должна храниться в свободном доступе.

Документация, используемая в работе, должна быть чистая, неповрежденная, легко читаемая. Документация для выполнения других работ не должна находиться на рабочем месте, должна быть размещена в специально выделенных местах. Неактуальная, непригодная документация не должна храниться в свободном доступе.

Детали и заготовки должны быть чистыми, неповрежденными. При наличии в них внутренних поверхностей, полости должны быть заглушены. Размещение ДСЕ должно выполняться соразмерно таре или месту хранения. На рабочем месте не должны находиться «неидущие» ДСЕ, заготовки и их необоснованный запас. Размещение таковых должно быть выполнено на специально выделенных зонах. Хранение несоответствующей продукции на рабочих местах и в свободном доступе на производственных площадях не допускается.

Тара должна быть чистая, исправная, соразмерна ДСЕ и заготовкам. Не допускается на рабочем месте необоснованный запас тары и нахождение неисправной тары в рабочей зоне.

Вспомогательные материалы должны содержаться в чистоте и порядке, не допускается в них наличие мусора и грязи. Где необходимо, должна быть обеспечена целостность упаковки вспомогательных материалов. Не допускается на рабочих местах наличие материалов с истекшим сроком годности и необоснованных запасов. Запасы должны храниться в специально отведенных местах.

Для соблюдения чистоты и порядка отходы производства складироваться в урны для мусора/ емкости для отходов. Уборка мусора и отходов должна выполняться по мере накопления, но не реже 1 раза в смену. Не допускается наличие на рабочих местах наличие отходов, превышающее допустимое количество.

#### **5.1.4 Объекты КП в рамках группы/участка/цеха**

В рамках группы/ участка/ цеха к объектам обеспечения чистоты и порядка относятся:

- 1 Места хранения.
- 2 Проходы, проезды.
- 3 Транспортировочные тележки, транспорт.
- 4 Двери, перегородки, остекление, полы, электрощиты.
- 5 Вент. система.
- 6 Санитарно-бытовые помещения.
- 7 Хоз. инвентарь.

Места хранения деталей/заготовок, материалов, оснастки, документов, тары, инвентаря должны быть организованы с учетом обеспечения сохранности объектов хранения и исключения затрат времени на поиск необходимого.

Проходы и проезды в цехе должны быть свободны и содержаться в чистоте. Не допускается грязь, мусор, течь масла, стружка, загромождения тарой/ДСЕ/ оснасткой. Везде, где установлено необходимо наличие разметки.

Транспортировочные тележки должны быть чистые, окрашенные, исправные. Не допускается на них наличие повреждений. Где предусмотрено, должна быть нанесена разметка.

Двери, перегородки, остекление, полы, электрощиты, вентиляционные системы, санитарно-бытовые помещения должны содержаться в чистоте и порядке, быть исправными. Не допускается наличие масла, грязи, стружки, пыли. Везде, где установлено, необходимо своевременно обновлять покрытия.

Хозяйственный инвентарь должен быть чистым для обеспечения поддержания чистоты, его наличие в доступном месте должно быть достаточным.

### **5.1.5 Последствия несоблюдения КП**

Несоблюдение установленных правил может приводить к:

- перепутыванию материала, заготовок;
- повреждению ДСЕ;
- опрокидыванию ДСЕ;
- засору внутренних полостей узлов;
- приостановке сборки двигателя;
- съемам двигателя с испытаний;
- претензиям от потребителей;
- печальным последствиям.

Для обеспечения культуры производства предусмотрено:

1) применение Системы 5S-организация рабочего пространства с помощью пяти взаимосвязанных принципов: Сортируй, Создай порядок, Содержи в чистоте, Стандартизируй, Следуй и Совершенствуй.

2) проведение санитарных дней, не реже 2 раз в месяц.

### **5.1.6 Ответственность за обеспечение КП**

1. Ответственность за состояние КП на рабочем месте возлагается на исполнителя, работавшего на данном рабочем месте.

2. Ответственность за состояние КП производственного участка (группы), за выполнение корректирующих действий по выявленным несоответствиям возлагается на руководителя производственного участка (группы).

3. 1 за состояние КП на участках контроля несут работники БТК. Работники БТК оценивают культуру производства согласно чек-листам.

4. Ответственность за проведение санитарных дней несет руководитель структурной единицы подразделения, а в целом по производственному подразделению и на закрепленной территории - руководитель подразделения

### **5.1.7 Требования к комплектности инструментальных ящиков (бортсумки)**

Каждый комплект инструментов должен храниться в отдельных инструментальных ящиках запираемых под ключ. Инструментальные ящики должны быть замаркированы порядковым номером инструментального ящика. Маркировку выполняют работники БИХ.

Состояние технологической оснастки, инструмента в инструментальных ящиках и их комплектность согласно описи должны ежедневно проверяться ответственным лицом и контролером в начале смены и в конце рабочего дня с отметкой в журнале произвольной формы.

Данные требования применимы в подразделениях, выполняющих сборку и испытание двигателей.

Состояние инструментального ящика (бортсумки) показан на рисунке 189.



Рисунок 189- Инструментальный ящик (бортсумка)



*СТП 503.256 Культура производства. Организация работы*

*ТИ 007-01-0042 Чистота и культура производства*

## **5.2 Технологическая дисциплина**

*Технологическая дисциплина:* Соблюдение работниками организации требований нормативной, конструкторской и технологической документации, в соответствии с которой осуществляется изготовление, ремонт деталей и узлов, сборка агрегатов и изделия, контроль и испытание, транспортировка, консервация, хранение и другие операции производственного процесса.

*Систематический (ежедневный) контроль технологической дисциплины (КТД)* на рабочих местах должен осуществляться контролерами производственных подразделений по закрепленным участкам под руководством контрольного мастера. При этом должны участвовать все контролеры группы (участка). При систематическом КТД на рабочих местах заполняется журнал регистрации результатов КТД.

Контрольные мастера каждого производственного участка (группы) должны устанавливать контролерам ежедневные задания по номенклатуре ДСЕ согласно сменному заданию на производство.

Контролер выполняет проверку технологической дисциплины непосредственно по тех. процессу, а именно: оборудование, режимы, оснастку, тару, сопроводительную документацию, режущий и измерительный инструмент, аттестацию исполнителя.

При выявлении несоответствий требованиям КТД - контролёр, проводивший проверку, немедленно информирует о нарушении контрольного и производственного мастера.

*СТП 503.096 Контроль соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах.*

### 5.2.1 Оборудование, оснастка, средства контроля (СК), средства измерения (СИ)

Оборудование, задействованное в технологическом процессе подлежит проверке на точность.

Основной задачей проверки оборудования на точность является своевременное выявление отклонений от норм точности.

Проверка оборудования на точность проводится в соответствии с утвержденным графиком.

На исправном оборудовании, механиком, закрепленным за подразделением, должна быть установлена табличка проверки оборудования на точность, с указанием даты проверки и заключением о годности (годен до ДД.ММ.ГГГГ). Действительные результаты проверок на точность заносятся механиком, в журнал периодической проверки оборудования на технологическую точность и в паспорт качества.

Контроль за результатами проверки на точность оборудования выполняет работник БТК подразделения ежемесячно, с записью в журнале периодической проверки оборудования на технологическую точность.

В случае отклонений от норм точности оборудования собирается комиссия производственного подразделения, в состав которой входит начальник БТК (ОТК). Комиссия принимает решение по вопросу о влиянии точности оборудования на качество обрабатываемых и ранее обработанных деталей.

После устранения выявленных отклонений от норм точности выполняется повторная проверка точности оборудования механиком подразделения с записью в журнале периодической проверки и паспорте качества, с участием работника БТК.

*Подтверждение годности оснастки, средств измерения и средств контроля* проводится управлением главного метролога.

В процессе изготовления и эксплуатации приспособления и средства контроля должны подвергаться первичной и периодической проверке на установление их годности, согласно графикам проверки.

Рабочий и контролер перед применением СИ и СК должен убедиться в их годности.

Применение СИ и СК с истекшим сроком поверки (калибровки) не допускается. Годность оснастки и средств контроля подтверждается биркой, синей краской, белым парафином, СИ с отметкой в паспорте. Оснастка с красной отметкой к применению не допускается.

*СТП 503.114 Обеспечение точности оборудования. Порядок проведения работ*

*СТП 503.108 Метрологическое обеспечение. Приспособления технологические, контрольные и средства контроля. Правила эксплуатации*

## **5.2.2 Материалы. Основные и вспомогательные. ПКИ**

Конструкторская и технологическая документация определяют требования к материалам, деталям, заготовкам и комплектующим изделиям, используемым при изготовлении и ремонте деталей, сборочных единиц и двигателя. Исходные материалы, заготовки, а также некоторые детали и комплектующие изделия приобретаются в сторонних организациях.

Для обеспечения рабочих мест годными материалами, заготовками, комплектующими изделиями, на предприятии выполняются работы по:

- взаимодействию с поставщиками;
- предъявлению, обеспечению и проверке соблюдения требований к покупной продукции и условиям, в которых она хранится и применяется.

### **5.2.2.1 Взаимодействие с поставщиками продукции, используемой при производстве и ремонте ДСЕ/ двигателей**

Перед заключением договора с поставщиком на поставку продукции на предприятии проводится процедура оценки и одобрения поставщика в случаях приобретения материалов, полуфабрикатов, готовых изделий, входящих в состав двигателя; а так же вспомогательных материалов для неразрушающих методов контроля. Результаты оценки и одобрения отражаются в программном средстве с указанием конкретной области одобрения (изделия, поставляемая продукция и др.).

Процедура оценки и утверждения не распространяется на поставщиков вспомогательной продукции, использующейся для технологических нужд (в т.ч. вспомогательных материалов для спецпроцессов), а так же давальческой продукции (материал, передаваемый заказчиком, для изготовления продукции по контракту).

Продукция для производства и ремонта ДСЕ/ двигателей приобретается только у утвержденных поставщиков на основании заключенных договоров.

### **5.2.2.2 Продукция, используемая при производстве и ремонте ДСЕ/ двигателей**

Продукция, получаемая от поставщика подразделяется на основные и вспомогательные материалы.

Основные материалы (рисунок 190):

- полуфабрикаты: штамповки, поковки, отливки, сварные и раскатные кольцевые заготовки.

- металлические материалы: прутки, листы, полосы, трубы, проволока, припой, чушки из черных и цветных металлов и сплавов, порошковые материалы.

- неметаллические материалы: резиновые смеси, лакокрасочные материалы, клеи, герметики.

-комплектующие изделия: ДСЕ, агрегаты, подшипники, стандартные детали.



Рисунок 190- Основные материалы

Вспомогательные материалы - это неметаллические материалы: химикаты, растворители, смазочно-охлаждающие жидкости, масла и смазки, газы (см. рисунок 191):



Рисунок 191 – Вспомогательные материалы

Поступающая продукция приходит на предприятие с документами качества поставщика, подтверждающими её соответствие установленным требованиям. Вид документа определяет изготовитель продукции:

- декларация соответствия;
- сертификат;
- паспорт;
- этикетка;
- карта качества.

На участке входного контроля имеются образцы документов качества поставщика, которые используются при выполнении входного контроля.

Вся поступившая на предприятие продукция работниками склада:

- принимается по количеству и проверяется на целостность упаковки совместно с работниками приёмной комиссии;
- учитывается в информационной системе;
- идентифицируется ярлыком;
- размещается и хранится на ЦМС в соответствии с условиями хранения.

До получения результатов входного контроля металлопродукция размещается отдельно на участке карантинного хранения или идентифицируется табличкой «Карантин», если она находится вне участка карантинного хранения.

Продукция поставщика, предназначенная для производства и ремонта изделий, передаваемых потребителю (двигателей, ДСЕ) хранится отдельно от материалов, предназначенных для изготовления и ремонта технологической оснастки, оборудования, вспомогательных работ и других нужд предприятия.

### **5.2.2.3 Входной контроль продукции поставщика**

Продукция, поступающая от поставщика, предназначенная для производства и ремонта изделий, передаваемых потребителю (двигателей, ДСЕ) проходит входной контроль в ОВК и в подразделениях предприятия в соответствии с назначенными объемами контроля.

*Входной контроль* - это контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю или заказчику и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или экс-

-платации продукции.

Объем входного контроля установлен в инструкциях предприятия согласно НД и КД на поставку материалов и полуфабрикатов.

*Виды входного контроля:*

1) контроль сопроводительных документов, удостоверяющих качество продукции;

2) контроль внешних параметров качества продукции (упаковка, внешний вид, комплектность, маркировка);

3) дублирующий контроль продукции - контроль параметров, указанных в сопроводительном документе поставщика;

4) отборочный контроль - проверка продукции на соответствие нормам, дополнительно ограничивающим значения параметров, предусмотренных НД на продукцию и связанных с особенностью ее дальнейшего применения;

5) контроль дополнительных параметров качества - проверка металлопродукции по параметрам, не предусмотренным НД на продукцию и связанных с особенностями изделий или технологических процессов его изготовления;

6) контроль на однородность качества - проведение анализов на дополнительном количестве образцов для определения однородности металлопродукции.

#### **5.2.2.4 Порядок работ при выполнении входного контроля продукции поставщика**

Подготовка и проведение работ по входному контролю выполняются по операционным картам входного контроля на участке входного контроля и по техпроцессам в производственных подразделениях, разработанных на основании КД и перечней продукции, подлежащей входному контролю.

К входному контролю допускается металлопродукция, принятая техническим контролем предприятия поставщика и поступившая с сопроводительной документацией, удостоверяющей качество.

При проведении входного контроля контролер ОВК выполняет работы в соответствии с требованиями операционных

карт входного контроля:

1 Проверка сопроводительной документации на поставляемую продукцию.

2 Оценка соответствия области одобрения поставщика.

3 Внешний осмотр продукции в состоянии поставки.

4 Проверка комплектности.

5 Проверка соответствия маркировки поступившего материала сопроводительной документации и НД.

6 Проверка соответствия марки материала на стилоскопе.

7 Контроль за отбором проб и направлением их в лабораторию для анализа (при необходимости для металлических и неметаллических материалов и заготовок).

8 Внесение результатов контроля в информационные системы.

9 Согласование выдачи годной продукции в производственные подразделения.

При проверке сопроводительной документации контролеры ОВК проверяют:

- легитимность поставки с целью исключения фальсифицированных, контрафактных (неучтенных) материалов и полуфабрикатов;

- соответствие оформления документации образцам документов поставщиков, наличие необходимых подписей и печатей;

- соответствие сопроводительной документации установленной маркировке и клеймению;

- наличие в документации гарантийного срока, если предусмотрено НД;

- наличие штампа АО «РТ-Техприемка» или ВП-НИ (где установлено)

- одобрение поставщика и изготовителя металлопродукции согласно назначения продукции на конкретное изделие;

- наличие заявления о соответствии (где установлено);

- наличие договора/контракта на поставку

При выполнении отдельных операций входного контроля в производственных подразделениях предприятия по



контролю технических характеристик и параметров (УЗК, замер геометрии и т.п.) поступившей продукции результаты контроля передаются в ОВК для принятия окончательного решения о годности поступившей продукции и оформления результатов входного контроля.

Пробы и образцы направляются в лаборатории УГМет для проведения анализов и испытаний. Результаты контроля передаются в ОВК для принятия окончательного решения о годности поступившей продукции и оформления результатов входного контроля.

КИ, для выполнения операций входного контроля (контроля технических характеристик и параметров) передаются в сборочные подразделения, по завершении которых результаты входного контроля предъявляются представителю заказчика.

#### **5.2.2.5 Оформление результатов входного контроля продукции.**

Удовлетворительные результаты входного контроля оформляются контролером ОВК или БТК путем проставления отметок в документе о качестве поставщика или ярлыке (для КИ).

В документе о качестве поставщика (сертификат, паспорт, декларация соответствия и пр.) проставляется штамп о прохождении входного контроля с указанием инструкции, по которой проведен входной контроль, подписи, личного клейма контролера ОВК и даты, а так же номера протокола (для продукции, контролируемой представителем заказчика). Для продукции, имеющей срок хранения, указывается дата, до которой разрешается использование продукции.

Копия документа о качестве поставщика, с отметкой о проведении входного контроля размещается контролером ОВК в информационной системе.

В ярлыке для складского хранения на материал, заготовку (полуфабрикат) проставляется отметка о годности путем простановки подписи с указанием фамилии, личного клейма, даты и назначение материала в соответствии с областью одоб-

рения поставщика на свободном поле ярлыка.

В ярлыке/карте качества на КИ указываются номера протоколов входного контроля контролёрами ОВК и БТК подразделения, заверяются подписями с указанием даты и личными клеймами.

### **5.2.2.6 Применение и хранение продукции поставщика при производстве и ремонте ДСЕ/ двигателей в подразделениях предприятия.**

В производстве используется продукция поставщика только с отметкой о проведении входного контроля в соответствии с назначением продукции.

Перед выдачей в производственные подразделения продукции поставщика работниками ЦМС выполняется маркировка материалов (листов и прутков) после технической приемки (где определено). Контролеры ОВК выполняют контроль маркировки.

Начиная с момента поступления и до применения в двигателе материалы, заготовки, комплектующие изделия хранятся и применяются в соответствии с установленными на них в нормативных документах условиями и сроками хранения. Для этого:

- 1 На складах предприятия и в кладовых производственных подразделений обеспечивается и контролируется соблюдение необходимой температуры и влажности. Регистрация параметров окружающей среды выполняется в журналах с установленной периодичностью.

- 2 Выполняется идентификация материалов, заготовок, комплектующих изделий на ярлыках и бирках с указанием наименования, номера партии, срока хранения, документа и др. Перед началом применения продукции поставщика при производстве/ремонте ДСЕ/ двигателей в соответствии с технологией контролеры/ ответственные работники производственных подразделений (комплектовщики, производственные мастера) убеждаются в годности продукции поставщика, проверив:

- наличие документа о качестве поставщика со штампом о прохождении входного контроля;

- идентификацию продукции ярлыком, маркировкой.

Запрещено применение в работе материалов, заготовок, комплектующих изделий без документа о годности, отметки о прохождении входного контроля, без идентификации, с несоблюдением условий хранения.

Контроль за соблюдением условий и сроков хранения и применения материалов выполняют контролеры ОВК на ЦМС по графику, контролеры БТК/ОТК в производственных подразделениях по заданию контрольного мастера.

### **5.2.2.7 Действия при выявлении несоответствий продукции поставщика**

Иногда на входном контроле, а так же при применении продукции поставщика в производстве и ремонте в цехах, а также по результатам эксплуатации двигателя выявляются различные несоответствия продукции поставщика (по размерам, химическому составу, внешнему виду и пр.). Порядок оформления, идентификации, хранения несоответствующей продукции см. раздел 4.8.

В случае принятия решения советом по качеству о том, что несоответствие относится к зоне ответственности поставщика:

- работник ОВК, БТК/ОТК подразделения, выявившего несоответствие, оформляет акт несоответствия, на основании которого оформляется и направляется поставщику уведомление;

- по факту получения ответа поставщика оформляется акт брака и рекламационный акт для предъявления несоответствующей продукции поставщику;

- поставщик принимает решения: об исправлении несоответствия/ замене продукции/ возмещении затрат, а так же разрабатывает и реализует корректирующие действия.

*СТП 503.063 Входной контроль покупных и поставляемых потребителем комплектующих изделий. Организация контроля. Порядок проведения.*

*СТП 503.068 Входной контроль. Правила проведения и испытания металлических материалов и полуфабрикатов.*

*СТП 503.071 Входной контроль неметаллических материалов, ферросплавов и металлических порошков. Правила приемки и испытания. Общие положения*

*СТП 503.294 Оценка и выбор поставщиков. Порядок проведения работ*

*СТП 503.295 Рекламационная деятельность при работе с поставщиками. Порядок проведения работ*

*131-07-0002 Объем и виды входного контроля металлических материалов и полуфабрикатов, применяемых при изготовлении изд. SaM146, LEAP-1B, CFM-56*

*131-10-0222 Входной контроль неметаллических материалов. Общие положения, правила приемки и испытания*

*131-10-0225 Входной контроль неметаллических материалов для изделия SaM146. Общие положения, правила приемки и испытания*

*131-10-0226 Входной контроль неметаллических материалов изделий общего назначения. Общие положения, правила приемки и испытания*

*131-10-0232 Объем и виды входного контроля металлических материалов и полуфабрикатов*

*131-10-0233 Входной контроль металлических материалов и полуфабрикатов изделий общего назначения. Объем и виды*

*276-13-0011 Несоответствующая продукция. Порядок оформления документации и организация отправки поставщикам*

### **5.2.3 Аттестация исполнителей**

Рабочие, контролеры, дефектовщики и дефектоскописты допускаются к выполнению работ после проведения обучения и аттестации.

Обслуживающий персонал моечного, прокатного и испытательного оборудования должен пройти специальную подготовку и быть аттестован на выполнение всех видов работ на оборудовании.

*Аттестация* проводится с целью подтверждения соответствия профессиональной подготовленности персонала уровню выполняемой ими работы.

Устанавливаются следующие *виды аттестации*:

- периодическая (очередная);
- внеочередная;
- повторная.

Персонал, выполняющий зрительно напряженные работы, острота зрения которого влияет на качественный выпуск продукции, проходит проверку зрения один раз в два года. Результаты медицинского осмотра отмечаются врачом-офтальмологом в справке об осмотре (обследовании). Справка хранится у мастера участка или вкладывается в квалификационно-аттестационную книжку.

Для проведения аттестации персонала выпускается приказ об аттестации, создаются аттестационные комиссии, составляется программа.

Аттестация может проводиться непосредственно на рабочем месте аттестуемого.

Для проведения аттестации в подразделении утверждается график проведения аттестации, назначается дата, место проведения аттестации.

Приказ об аттестации, программа подготовки и аттестации доводится до аттестуемого не менее чем за один месяц до даты проведения аттестации под подпись.

Уровень профессиональной подготовленности аттестуемого комиссия должна оценить одной из следующих оценок:

- «хорошо» - с очередной аттестацией через год;
- «удовлетворительно»— с внеочередной аттестацией через шесть месяцев;
- «неудовлетворительно» - с проведением повторной аттестации через месяц.

Дата проведения повторной аттестации сообщается аттестуемому под подпись. При проведении повторной аттестации контролера, дефектоскописта УТК – в комиссию приглашается начальник УТК (главный контролер ОЗ) или его заместитель.

Аттестационная оценка и предложения (рекомендации) заносятся в протокол и квалификационно-аттестационную книжку. Результаты аттестации сообщаются под подпись аттестуемому.

После прохождения аттестации выпускается приказ начальника УТК /Главного контролера ОЗ о допуске аттестуемого к работе, с данными аттестованных (фамилии, инициалы, табельный номер, профессия, работы, к выполнению которых они допускаются, срок действия допуска).

Контролеры, дефектовщики, дефектоскописты, не прошедшие очередную аттестацию, не имеют права выполнять контрольные операции по данной квалификации.

*СТП 503.058 Аттестация рабочих, контролеров, дефектовщиков, дефектоскопистов. Книжка квалификационно-аттестационная. Порядок ведения*

#### **5.2.4 Актуальность технологической документации**

Технологическая документация, применяемая на рабочем месте для изготовления, сборки, технического обслуживания, ремонта продукции должна быть актуальной на дату применения. Для чего технолог производственного подразделения:

-проводит изменение всех копий технологической документации в соответствии со сроком изменения, указанным в извещении

-ежегодно в декабре месяце сверяет рабочий экземпляр комплекта документов технологического процесса с экземпляром технолога на предмет соответствия экземпляру технолога (допускается выполнять сверку КДТП до 31 января следующего года в случае, если ДСЕ подлежат изготовлению

согласно номенклатурному плану с февраля и позже.)

Отметка о соответствии рабочего экземпляра экземпляру технолога («Действительно на ...год», с указанием ФИО проверившего и даты проверки) ставится на рабочих экземплярах:

–КДТП (на титульном листе);

–операционных картах особо ответственных операций и специальных процессов (на обратной стороне);

–картах контроля (на обратной стороне).

При использовании в работе комплектов документов технологических процессов с ограниченными сроками действия (временных; опытных) и временных технологических указаний (ВТУ) срок актуальности данных документов указан в этих документах.

Каждый раз перед началом выполнения работ исполнитель (рабочий, контролер) должен убедиться в актуальности и сроке действия на текущий год КДТП.

*При контроле продукции должны учитываться даты изготовления продукции и даты внедрения изменений в КДТП.*

Рабочие экземпляры КДТП, операционные карты, ВТУ выдаются на рабочие места перед началом выполнения работ и по окончании рабочего дня возвращаются в место хранения.

Рабочие экземпляры КДТП, операционные карты хранятся в инструментально раздаточной кладовой (ИРК) производственного подразделения или специально отведенном месте.

Ознакомление исполнителей с актуальными КДТП, операционными картами и их изменениями производится мастерами групп.

*СТП 503.213 Технологические процессы. Правила разработки. Порядок внедрения*

*СТП 503.184 Технологическая документация. Правила и порядок внесения изменений*

*129-09-0129 Технологическая документация, предназначенная для изготовления опытного образца (опытной партии). Правила разработки, согласования, утверждения, размножения, хранения и изменения*

*131-05-0050 Документация технологическая на процессы металлургической и химико-термической обработки. Комплектность и правила заполнения при автоматизированном проектировании*

*454-05-0005 Технологические процессы. Правила разработки, согласования, утверждения, хранения и изменения документов на технологические процессы для изделий на стадии НИР и ОКР*

### **5.2.5 Контроль первой детали**

При изготовлении деталей партиями должна быть установлена годность первой ДСЕ, изделия (далее сокращенно – «первая деталь»).

Установление годности «первой детали» осуществляется для: оценки готовности рабочего места и исполнителя к выполнению технологической (производственной) операции и с целью предотвращения изготовления и выпуска несоответствующей продукции.

Технологическое бюро подразделения разрабатывает и ежегодно уточняет перечень наименований ДСЕ и номера операций, для которых требуется установление «первой детали». Перечень должен быть согласован начальником БТК (ОТК).

Допускается не разрабатывать перечень в случае, когда для всех деталей, изготавливаемых в цехе, требуется установление «первой детали». В этом случае сопроводительная или технологическая документация должна содержать указание о приемке «первой детали».

Руководитель подразделения ежегодно в первом квартале выпускает приказ по подразделению, согласованный с начальником БТК (ОТК), с перечислением должностных лиц и исполнителей, имеющих право принимать «первую деталь» и оформлять акт.



*СТП 503.045 – Сдача продукции управлению технического контроля и представителю заказчика. Порядок предъявления и приемки*

### **5.3 Порядок делегирования полномочий по самоконтролю**

*Самоконтроль* - это закрепление за исполнителем определенных функций контроля продукции, предоставленное ему УТК, с постановкой личного клейма.

Исполнитель, претендующий на самоконтроль, должен подать заявление, с просьбой передачи ему функций контроля и выдачи личного клейма. Далее оформляется «обязательство», в котором указывается перечень работ. После аттестации работника на данные операции, готовится распоряжение ДК. После утверждения распоряжения, работнику выдается личное клеймо. С этого момента исполнитель получает право работы на самоконтроле.

*СТП 503.052 – Порядок передачи исполнителям функций контроля продукции.*

### **5.4 Инспекционный контроль за исполнителями с правом самоконтроля и контролерами**

*Инспекционный контроль.* На производственных участках по заданию начальника БТК (ОТК) или контрольного мастера не реже одного раза в месяц работниками БТК (ОТК) проводится инспекционный контроль. Целью инспекционного контроля является подтверждение качества ранее проведенного контроля, а также соответствия продукции установленным требованиям.

Основанием для проведения инспекционного контроля являются:

- выявленные факты пропуска несоответствующей продукции на последующие операции;

- проверка уровня профессионального мастерства работников, участвующих в процессе контроля.

Работники БТК (ОТК), выполняющие инспекционный контроль, должны быть аттестованы и обязаны проводить контроль в соответствии со спецификой выполняемых ими работ (разряд работ, допуск на выполнение работ). Задание по проведению инспекционного контроля устанавливает начальник БТК (ОТК) или контрольный мастер с записью в журнале. Частоту и объем контроля объекта устанавливает начальник БТК (ОТК) или контрольный мастер в зависимости от требований, но не реже одного раза в месяц.

*СТП 503.192 – Контроль технический деталей и сборочных единиц. Порядок проведения.*

## Список сокращений

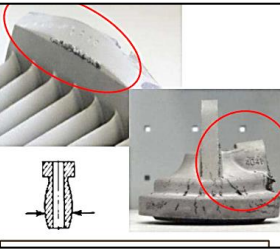
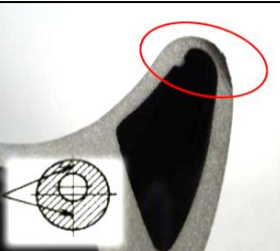
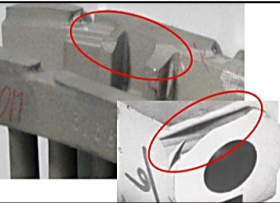
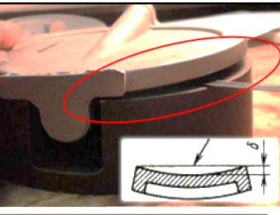
- ПАО «ОДК-Сатурн» – публичное акционерное общество «ОДК-Сатурн»  
БТК – бюро технического контроля  
ВП ТВЭ – вакуумная плазменная технология высоких энергий  
ВТУ – временное технологическое указание  
ГТД – газотурбинный двигатель  
ДСЕ – деталь, сборочная единица  
ИРК – инструментально-раздаточная кладовая  
К – класс точности  
КД – конструкторская документация  
КДТП – комплект документов технологического процесса  
КИ – комплектующие изделия  
КИМ – координатно-измерительные машины  
КПП – контрольно-поверочные пункты  
НД – нормативная документация  
НИР – научно-исследовательская работа  
ОГСв – отдел главного сварщика  
ОВК – отдел входного контроля  
ОЗ – опытный завод  
ОК – операционная карта  
ОКР – опытно-конструкторская работа  
ООДСЕ – особо ответственные ДСЕ  
ОТК – отдел технического контроля  
ПДБ – планово-диспетчерское бюро  
ПКИ – покупные комплектующие изделия  
СБ – сборочный чертёж  
СИ – средства измерения  
СИЗ – средства индивидуальной защиты  
СК – средства контроля  
СМК – система менеджмента качества  
СОЖ – смазочно-охлаждающая жидкость  
СП – специальный технологический процесс  
ТД – технологическая документация  
ТО – техническое обслуживание

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт  
ТП – технологический процесс  
ТТ – технические требования  
УГМет – управление главного металлурга  
УТК – управление технического контроля  
ЦМС – центральный материальный склад  
ЦСГД – центральный склад готовых деталей  
ЧПУ – числовое программное управление  
ЭИ – электроимпульсный (метод маркировки)  
ЭФХО – электрофизические и электрохимические методы  
обработки  
ЭХ – электрохимический (метод маркировки)  
ЭХО – электрохимическая обработка  
ЭЭО – электроэрозионная обработка

Виды дефектов

Таблица 22-Виды дефектов

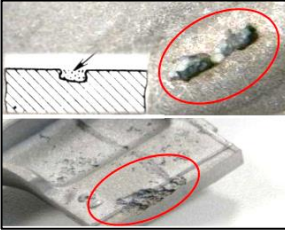
| 1 Производственно-технологические дефекты |   |   |
|---|---|---|
| 1.1 Литейные дефекты                      |   |   |
| Вид дефекта                               | Описание дефекта  | Изображение дефекта   |
| Недолив                                   | Во время заливки металл не до конца заполняет керамическую форму, что приводит к недоливу |   |
| Неслитина или неспай                      | Несоединение металла во время слияния двух потоков.                                       |   |
| Обжим                                     | Выплеск металла наружу, или углубление (в случае дефекта формы).                          |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>Поду-<br/>тость<br/>или<br/>раздутие</p> | <p>Утолщение отливки вслед-<br/>ствие распираания формы.</p>   |     |
| <p>Разно-<br/>стенность</p>                 | <p>Уменьшение или увеличе-<br/>ние толщины стенки, в том<br/>месте, где этого быть не<br/>должно.</p>          |    |
| <p>Зарез</p>                                | <p>Повреждение контура отлив-<br/>ки при отрезке литников,<br/>обрубке, зачистке</p>                           |    |
| <p>Короб-<br/>ление</p>                     | <p>Искажение конфигурации<br/>отливки под влиянием<br/>напряжений, возникающих<br/>при охлаждении отливки.</p> |  |

|         |  |  |
|---------|--|--|
| Незалив | Дефект представляет собой нечеткость контура отливки, имеющей закругленные края, в местах где металл не полностью заполнил форму |  |
|---------|--|--|

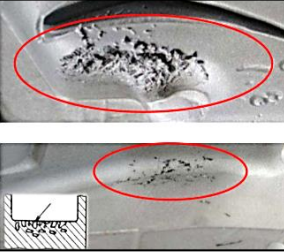
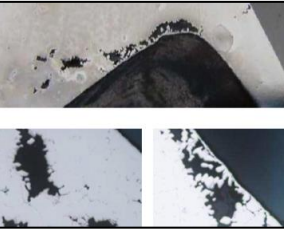
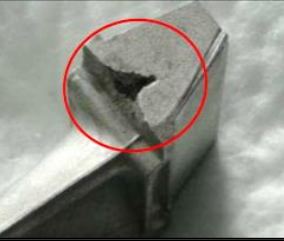
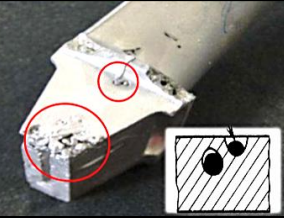
**1. 2 Литейные дефекты поверхности**

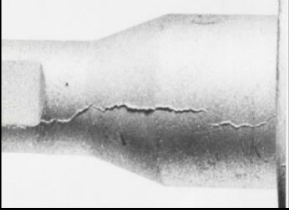
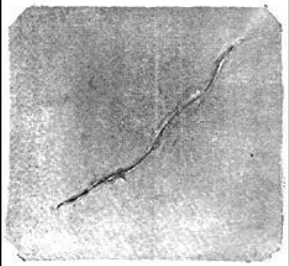
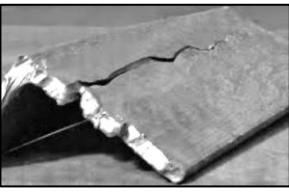
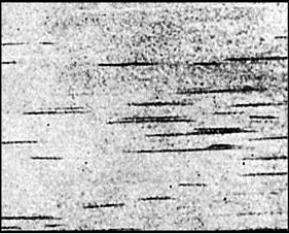
| Вид дефекта | Описание дефекта   | Изображение дефекта   |
|-------------|--|---|
| Пригар      | Слой на поверхности отливки, состоящий из оплавившихся частиц формы, пропитанных основным металлом |   |
| Спай        | Углубление с закругленными краями на поверхности отливки.  |  |

|                       |   |   |
|-----------------------|---|---|
| <p>Нарост</p>         | <p>Выступ произвольной формы, образовавшийся из загрязненной формовочными материалами металла вследствие местного разрушения литевой формы.</p>   |    |
| <p>Залив</p>          | <p>Тонкий выступ, возникающий при проникновении жидкого металла в зазоры формы, стержней или стержневых знаков.</p>                               |    |
| <p>Засор</p>          | <p>Дефект в виде внедрения в отливку частиц формовочного материала</p>  |    |
| <p>Окисная пленка</p> | <p>Дефект в виде самостоятельного металлического или окисного слоя на поверхности отливки, образовавшегося при недостаточно спокойной заливке</p> |  |





|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>Поверхностное повреждение</p>                       | <p>Дефект в виде искажения поверхности, возникшего при выбивке отливки из формы, очистке и транспортировании</p> |    |
| <p><b>1.3 Литейные несплошности в теле отливки</b></p> |  |  |
| <p>Вид дефекта</p>                                     | <p>Описание дефекта</p>  | <p>Изображение дефекта</p>   |
| <p>Горячая трещина</p>                                 | <p>Разрыв тела отливки усадочного происхождения.</p>   |    |
| <p>Холодная трещина</p>                                | <p>Разрыв тела затвердевшей отливки вследствие внутренних напряжений или механического воздействия.</p>          |    |
| <p>Газовая раковина</p>                                | <p>Полость в теле отливки, образованная выделившимися из металла или внедрившимися в металл газами.</p>          |   |
| <p>Усадочная раковина</p>                              | <p>Открытая или закрытая полость в теле отливки с грубой шероховатостью, иногда окисленной поверхностью.</p>     |  |

|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
| Усадочная пористость          | Дефект в виде мелких пор, образовавшихся вследствие усадки металла во время его затвердевания.                |    |
| Рыхлота                       | Скопление мелких усадочных раковин. Представляет собой губчатую структуру                                     |   |
| Утяжина                       | Углубление с закругленными краями на поверхности отливки, образовавшееся вследствие усадки при затвердевании. |   |
| <b>1.4 Литейные включения</b> |   |  |
| Королек                       | Дефект в виде шарика металла, отдельно застывшего и не сплавившегося с отливкой.                              |  |

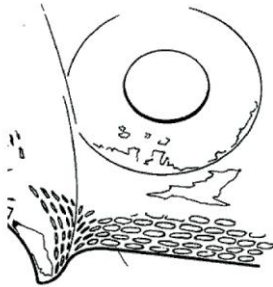
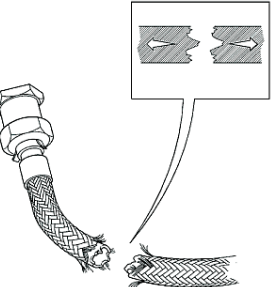
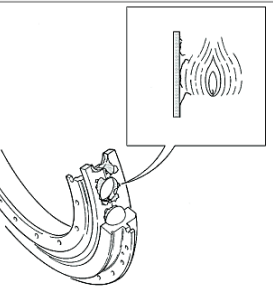
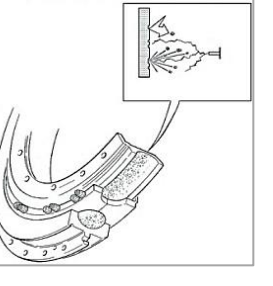
|   |  |  |
|---|--|--|
| <p>Разъеда-<br/>ние<br/>(червя-<br/>ки)</p>               | <p>Местное скопление химиче-<br/>ских элементов или соедине-<br/>ний в теле отливки, возника-<br/>ющих в результате избира-<br/>тельной кристаллизации при<br/>затвердевании</p>   |    |
| <p><b>1.5 Дефекты прокатного и ковального металла</b></p> |  |  |
| <p>Штам-<br/>повоч-<br/>ные<br/>трещины</p>               | <p>Трещины горячего деформа-<br/>ционного происхождения<br/>связаны с пониженной пла-<br/>стичностью материала и<br/>имеют, как правило, извили-<br/>стый характер.</p>  |    |
| <p>Трещи-<br/>ны<br/>напря-<br/>жения</p>                 | <p>Дефект, представляющий со-<br/>бой направленную вглубь<br/>металла, часто под прямым<br/>углом к поверхности, трещи-<br/>ну.</p>  |    |
| <p>Волосо-<br/>вины</p>                                   | <p>Мелкие внутренние или вы-<br/>ходящие на поверхность<br/>трещины, образовавшиеся из<br/>газовых пузырей или неме-<br/>таллических включений при<br/>прокате или ковке. Они<br/>направлены вдоль волокон<br/>металла и в поперечном из-<br/>ломе видны как точки или<br/>линии небольшой высоты.</p> |  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Расслоения</p>                            | <p>Нарушения сплошности внутри прокатанного металла, представляющие собой раскатанные крупные дефекты слитка</p>  |     |
| <p>Плены</p>                                 | <p>Сравнительно тонкие плоские отслоения на поверхности прокатанного или ковального металла.</p>                  |    |
| <p><b>1.6 Дефекты сварных соединений</b></p> |   |   |
| <p>Трещины в наплавленном металле</p>        | <p>Продольные и поперечные. В изломе имеют темный цвет, сильно окисленные или светлые, с цветами побежалости.</p> |    |
| <p>Непровар</p>                              | <p>Отсутствие сплавления между основным и наплавленным металлом.</p>  |    |
| <p>Подрез</p>                                | <p>Дефект, который характеризуется наличием углубления между основным и наплавленным металлом.</p>                |   |
| <p>Прожоги</p>                               | <p>Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве.</p>   |  |

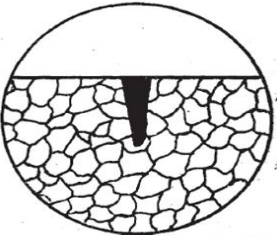

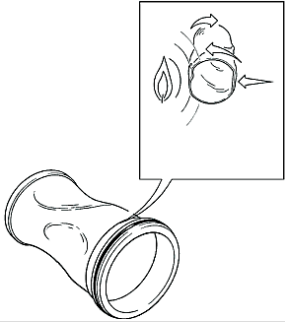

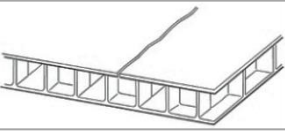
|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>Поры и раковины</p>                     | <p>Пузыри (обычно сферической формы) различной величины, заполненные газами (водород, окись углерода)</p>                |   |
| <p>Шлаковые включения</p>                  | <p>Небольшие объемы, заполненные неметаллическими веществами (шлаками, окислами).</p>                                    |   |
| <p><b>1.7 Механические повреждения</b></p> |  |   |
| <p>Вид дефекта</p>                         | <p>Описание дефекта</p>  | <p>Изображение дефекта</p>  |
| <p>Забойна, зарубка, выбоина, щербина</p>  | <p>Повреждение с острыми краями на поверхности или ребре детали, образующееся при ударе о деталь какого-либо объекта</p> |   |
| <p>Царапина, насечка</p>                   | <p>Небольшая поверхностная насечка, образованная острым предметом или частицей, как правило, без удаления материала.</p> |  |

## 2 Эксплуатационные повреждения поверхности

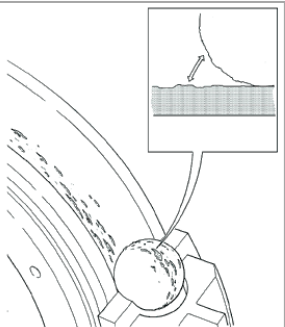
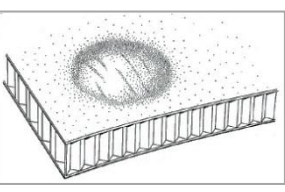
|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>Вмятина</p>                            | <p>Повреждения поверхности детали при ударе о предмет. Материал деформирован, но не удалён</p>  |    |
| <p>Истирание, надир, износ, выработка</p> | <p>Повреждение, вызванное трением материалов деталей, под давлением друг о друга. Состояние, в процессе которого излишнее трение между двумя высокими точками дает в результате локальное сваривание с дальнейшим выкрашиванием и огрубением трущихся поверхностей одной или двух соприкасающихся деталей</p> |    |
| <p>Задир</p>                              | <p>Царапина или царапины большой глубины (с удалением материала) возникающие в результате взаимодействия детали с острым объектом</p>   |   |
| <p>Слом, излом</p>                        | <p>Отделение от детали под воздействием нагрузки одной или более части.</p>   |  |

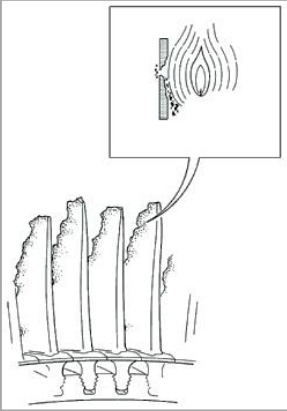
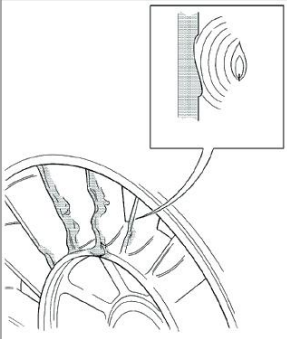
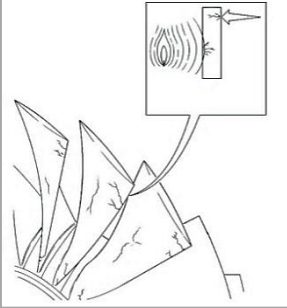
|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>Эрозия</p>                                      | <p>Состояние, при котором материалы горячей части разъедаются от горячих газов и от носимых воздухом загрязняющих веществ, бьющих о нагретую поверхность</p> |    |
| <p>Разрыв</p>                                      | <p>Нарушение непрерывности материала детали (материал разывается на части).</p>  |    |
| <p>Отслаивание, шелушение</p>                      | <p>Вид дефекта, при котором происходит отделение (отпадание) кусочков покрытия или частиц материала, вызванные дефектами покрытия или нагрузкой</p>          |   |
| <p>Коррозионное точечное повреждение (питтинг)</p> | <p>Локальная коррозия, развивающаяся в глубину металла, при этом глубина больше ширины (диаметра) на поверхности металла</p>                                 |  |



|                     |  |   |
|---------------------|--|---|
|                     |  | <br> |
| Деформа-ция         | <p>Повреждение, меняющее исходную форму контура или материала. Обычно вызвано ударом, нагреванием материала или напряжениями в конструкции</p>   |    |
| Выкраши-вание, скол | <p>Грубая, нарушенная зона на поверхности материала. Обычно появляется из-за поверхностных трещин или других дефектов под действием нагрузки</p> |   |
| Раскол              | <p>Результат распространения трещины до момента полного отделения части от узла</p>  |    |



|                              |  |   |
|------------------------------|--|---|
| <p>Налипание,<br/>наплыв</p> | <p>Материал с одной поверхности прилипает на другую. Обычно вызывается при трении двух поверхностей без наличия должного количества смазки</p> |    |
| <p>Вздутие<br/>(краски)</p>  | <p>Пузырение, предваряющее отслаивание.</p>  |   |
| <p>Срез</p>                  | <p>Возникает при движении двух деталей вдоль одной оси в противоположном направлении. При этом происходит разрыв скрепляющей их детали.</p>    |  |

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| <p>Признаки выгорания, прогар</p> | <p>Полное нарушение конфигурации детали и структуры материала из-за высоких температур</p>              |   |
| <p>Оплавление</p>                 | <p>Отклонение от первоначальной формы, вызванное нагревом, нарушением теплоизоляции, трением.</p>       |   |
| <p>Трещина</p>                    | <p>Разрыв материала, который увеличивается под циклическими тепловыми или вибрационными нагрузками.</p> |  |

|                            |  |  |
|----------------------------|--|--|
| <p>Искривление</p>         | <p>Угловое отклонение от исходной формы или контура. Обычно причиной искривление является приложение боковой нагрузки.</p>         |   |
| <p>Провал</p>              | <p>Проседания на поверхности, изменение первоначальной формы обычно вследствие больших разностей давления</p>                      |   |
| <p>Фреттинг – коррозия</p> | <p>Коррозия при колебательном перемещении двух поверхностей относительно друг друга в условиях воздействия коррозионной среды.</p> |  |

## ПАМЯТКА КОНТРОЛЕРУ

1. Участвуй в «*пятиминутке*» перед началом смены.
2. Получи *задание* от контрольного мастера или ознакомься с ним в журнале, и *спланируй* свою работу.
3. Подготовь свое *рабочее место* для выполнения задания
4. Проверь культуру производства на рабочих местах по заданию контрольного мастера.
5. Проверь соблюдение технологической дисциплины по заданию контрольного мастера.
6. Проверь правильность оформления сопроводительной документации за предыдущие операции.
7. Выполни операционный или окончательный контроль.
8. Правильно и четко оформи сопроводительную документацию.
9. При выявлении несоответствий:
  - зарегистрируй несоответствие в сопроводительной документации;
  - выполни действия по изоляции деталей с несоответствиями;
  - сообщи контрольному и производственному мастеру.
10. Приведи в конце работы рабочее место в порядок.

## **Правильный итог работы контролера – годная продукция, переданная на сборку или потребителю!**

*Над созданием и редактированием справочника контролера работала экспертная группа в составе:*

- ✓ Петров Александр Сергеевич – заказчик проекта;
- ✓ Гречин Валерий Геннадиевич – заказчик проекта.
- ✓ Сменцарева Татьяна Александровна – общее руководство работами; автор разделов: 2.6, 2.7, 4.2, 5.2.3; соавтор разделов: 2.3.
- ✓ Беляева Елена Сергеевна – общее руководство работами; автор разделов: 1, 2.2, 2.11, 3, 4.1, 5.1, 5.2.2; соавтор разделов: 2.7, 2.12, 3.7, 4.8.
- ✓ Белова Нина Александровна – автор разделов: 2.8, 2.9, 2.10, 4.3; соавтор раздела 2.11.
- ✓ Макшакова Ольга Николаевна – автор разделов: 4.5, 4.6, 5.1, 5.2.1; соавтор разделов: 1; 2.12.
- ✓ Дементьева Ирина Александровна – автор разделов: 2.2, 5.2.4.
- ✓ Смирнова Юлия Юрьевна – автор раздела 4.8, приложения 2.
- ✓ Кузьмин Александр Михайлович – редактирование справочника, ред.2019; соавтор раздела 1.3.
- ✓ Кочкина Майя Леонидовна – редактирование справочника, ред.2023; соавтор разделов: 1.1, 2.12, 4.2, 4.5, приложения 1.
- ✓ Ильичева Ольга Борисовна – соавтор разделов: 2.2, 2.6, 2.7, 2.9, 4.3, 4.7.
- ✓ Мещанинов Глеб Сергеевич – соавтор раздела 5.2.2.
- ✓ Петрова Елена Васильевна – автор раздела 2.3.
- ✓ Костельнюк Елена Александровна – автор разделов: 2.1, 2.5.
- ✓ Бардинова Светлана Николаевна – автор раздела 2.4.
- ✓ Новикова Ольга Викторовна – соавтор приложения 2.
- ✓ Розина Ольга Александровна – автор раздела 2.12.
- ✓ Степанова Анастасия Сергеевна – автор раздела 3.7, соавтор раздела 2.12.
- ✓ Коробейничева Ирина Валентиновна – автор раздела: 2.3.10.
- ✓ Рогозина Жанна Владимировна – соавтор разделов: 2.2.1, 5.2.3, 5.2.4.