

Технология машиностроения

Лектор: Гаар Н.П.

Определение типового технологического процесса

Типовой технологический процесс – это технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками. Типовой технологический процесс характеризуется общностью содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы таких изделий и применяется как информационная основа при разработке технологического процесса и как рабочий технологический процесс при наличии все необходимой информации для изготовления детали, а также служит базой для разработки стандартов на типовые технологические процессы.

При изготовлении ответственных деталей массового производства обработку наиболее важных поверхностей обычно осуществляют за несколько операций: за три (черновая, получистовая и чистовая) или за две (черновая и чистовая). В процессе черновых (предварительных) операций снимают основную часть припусков на механическую обработку и обеспечивают минимально необходимую и постоянную величину припусков на окончательную обработку.

Разделение процесса обработки на предварительную и окончательную операции имеет очень важное значение для повышения точности размеров и геометрической формы обрабатываемых заготовок. Это объясняется следующими причинами.

1. При снятии основной части припуска во время черновых операций происходит значительное нагревание заготовок, препятствующее достижению высокой точности обработки. Однако конечная точность размеров деталей достигается в процессе чистовых операций и от тепловых деформаций заготовки при ее черновой обработке не зависит.

2. При снятии значительных припусков и литейных корок происходит удаление наиболее напряженных поверхностных слоев исходных заготовок. Это приводит к перераспределению внутренних напряжений, что, в свою очередь, может вызвать коробление заготовки после ее обработки. Разделение обработки на черновую, после которой может произойти коробление заготовки, и на чистовую, устраняющую погрешности, вызванные короблением, позволяет добиться высокой точности формы обрабатываемой заготовки.

.....

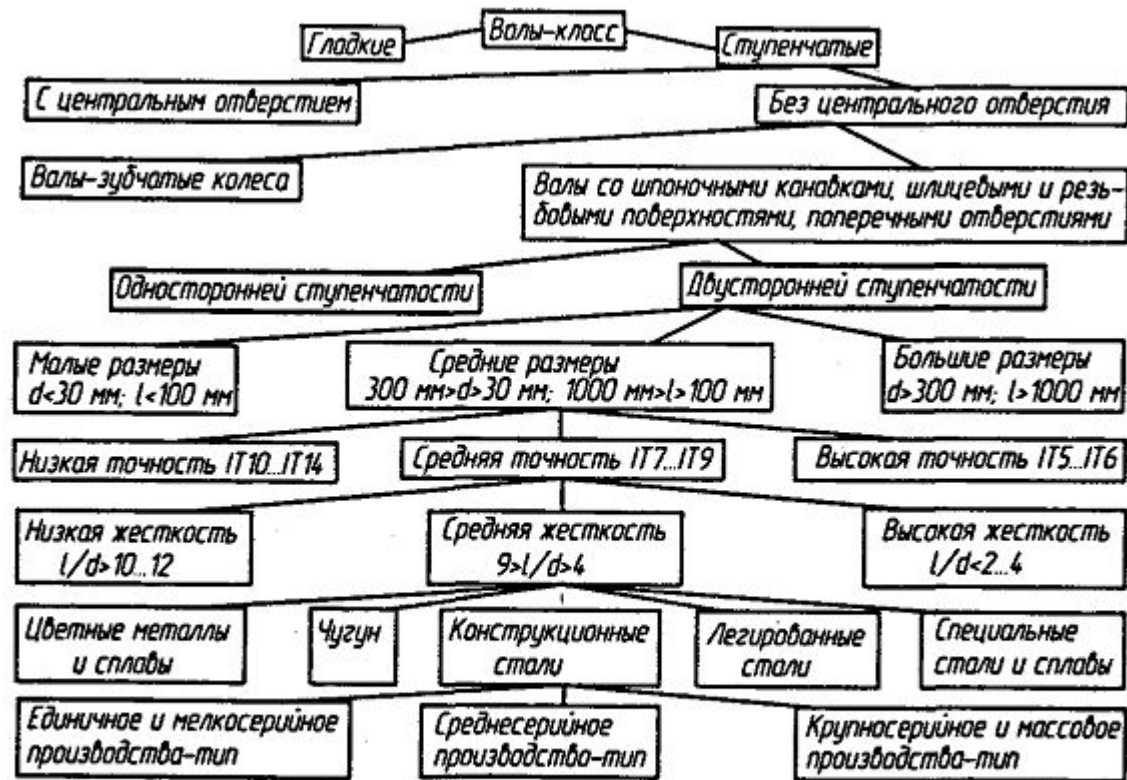
3. Рассеяние размеров заготовок, связанное с податливостью технологической системы и упругими отжатыми ее элементов, вызываемыми колебаниями твердости обрабатываемого материала, зависит не только от изменения сил резания, но и от абсолютных значений этих сил, возрастающих с увеличением сечения стружки (см. § 3.1). Если основная часть припуска удаляется во время черновых операций, то при чистовой обработке снижается минимальный припуск и развиваются сравнительно небольшие усилия резания, в результате чего обеспечивается требуемая точность. В связи с этим отжатыми в технологической системе, а следовательно, и погрешности обработки, связанные с рассеянием размеров, в данном случае невелики.

4. Выполнение чистовой обработки на специально закрепленных для этой цели более точных станках инструментом из материала и размерами, обеспечивающими достижение высокой точности и наименьшей шероховатости при снятии минимальных и постоянных по величине припусков, способствует повышению точности и качества обработанных поверхностей.

Таким образом, разделение процесса обработки на черновые и чистовые операции (или переходы) значительно повышает точность размеров и формы, а также качество поверхностей обрабатываемых заготовок. Связанное с таким разделением увеличение общего количества операций, а следовательно, и производственного цикла изготовления деталей компенсируется в массовом производстве созданием поточных, и особенно автоматических линий, с автоматизацией межоперационного контроля и транспортирования заготовок на конвейерах, исключающего необходимость складирования и межоперационного пролеживания заготовок.

Характеристика валов

В технологии машиностроения в понятие валы принято включать собственно валы, оси, пальцы, штоки, колонны и другие подобные детали машин, образованные наружными поверхностями вращения при значительном преобладании длины над диаметром. Конструктивное разнообразие валов вызывается различным сочетанием цилиндрических, конических, а также зубчатых (шлицевых), резьбовых поверхностей. Валы могут иметь шпоночные пазы, лыски, осевые и радиальные отверстия (рис. 1.1.).



Р и с. 1.1. Классификация валов

Точность размеров. Точными поверхностями валов являются, как правило, его опорные шейки, поверхности под детали, передающие крутящий момент. Обычно они выполняются по 6...7-му квалитетам.

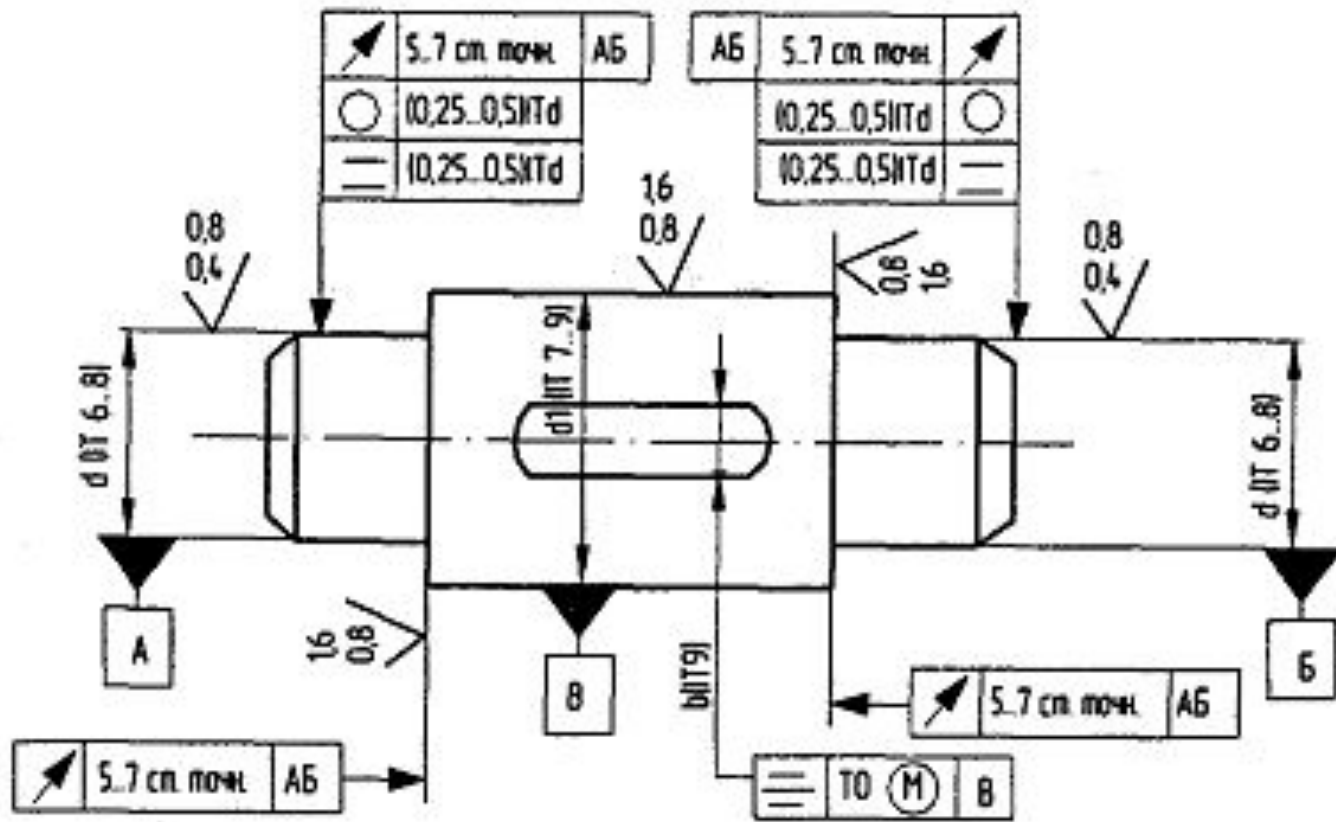
Точность формы. Наиболее точно регламентируется форма в продольном и поперечном сечениях у опорных шеек под подшипники качения. Отклонения от круглости и профиля в продольном сечении не должны превышать 0,25...0,5 допуска на диаметр в зависимости от типа и класса точности подшипника.

Точность взаимного расположения поверхностей. Для большинства валов главным является обеспечение соосности рабочих поверхностей, а также перпендикулярности рабочих торцов базовым поверхностям. Как правило, эти величины выбираются по V...VII степеням точности.

Качество поверхностного слоя. Шероховатость базовых поверхностей обычно составляет $Ra = 3,2...0,4$ мкм, рабочих торцов $Ra = 3,2...1,6$ мкм, остальных несоответственных поверхностей $Ra = 12,5...6,3$ мкм. Валы могут быть сырыми и термообработанными. Твердость поверхностных слоев, способ термообработки могут быть весьма разнообразными в зависимости от конструктивного назначения валов. Если значение твердости не превышает НВ 200...230,

то заготовки подвергают нормализации, отжигу или термически не обрабатывают. Для увеличения износостойкости валов повышают твердость их рабочих поверхностей. Часто это достигается поверхностной закалкой токами высокой частоты, обеспечивающей твердость $HRC_3,48...55$. Поверхности валов из низкоуглеродистых марок стали подвергают цементации на глубину 0,7...1,5 мм с последующей закалкой и отпуском. Таким способом можно достичь твердости $HRC_3,55...60$.

Наличие остаточных напряжений в поверхностных слоях и их знак регламентируются редко и в основном для очень ответственных валов.



Типовые маршруты изготовления валов

005 – Заготовительная.

Для заготовок из проката – рубка прутка на прессе или обрезка прутка на фрезерно-отрезном или другом станке.

Для заготовок, получаемых методом пластического деформирования – штамповать или ковать заготовку.

010 – Правильная.

Применяется только для проката.

Правка заготовок на прессе. В массовом производстве может производиться до отрезка заготовки. В этом случае правится весь пруток на правильно-калибровочном станке.

015 – Термическая.

Улучшение, нормализация.

020 – Подготовка технологических баз.

Обработка торцов и сверление центровых отверстий.

В зависимости от типа производства операцию производят:

Типовые маршруты изготовления валов

- *в единичном производстве*: подрезку торцов и центрования выполняют на универсальных токарных станках последовательно за два установа.

- *в серийном производстве*: подрезку торцов выполняют отдельно от центрования на продольно-фрезерных станках или горизонтально-фрезерных станках, а центрование – на одностороннем или двухстороннем центровальном станке). Могут применяться фрезерно-центровальные полуавтоматы последовательного действия с установкой заготовки по наружному диаметру в призма и базированием в осевом направлении по упору.

- *в массовом производстве*: применяют фрезерно-центровальные станки барабанного типа, которые одновременно фрезеруют и центруют две заготовки без съема их со станка.

Типовые маршруты изготовления валов

Форму и размеры центровых отверстий назначают в соответствии с их технологическими функциями по стандарту.

Размер и форма центровочного отверстия, если они не указаны конструктором на чертеже, выбирается по ГОСТ 14034 «Отверстия центровые. Размеры».

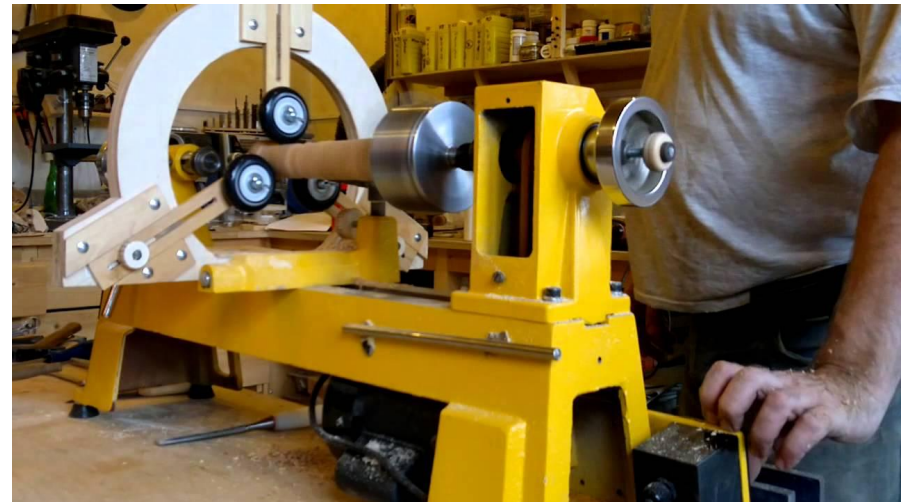
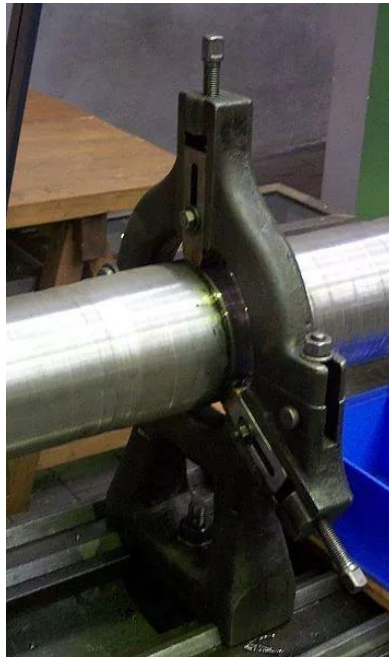
ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫБОРА ЦЕНТРОВЫХ ОТВЕРСТИЙ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ МАССЫ ИЗДЕЛИЙ (ЗАГОТОВОК)

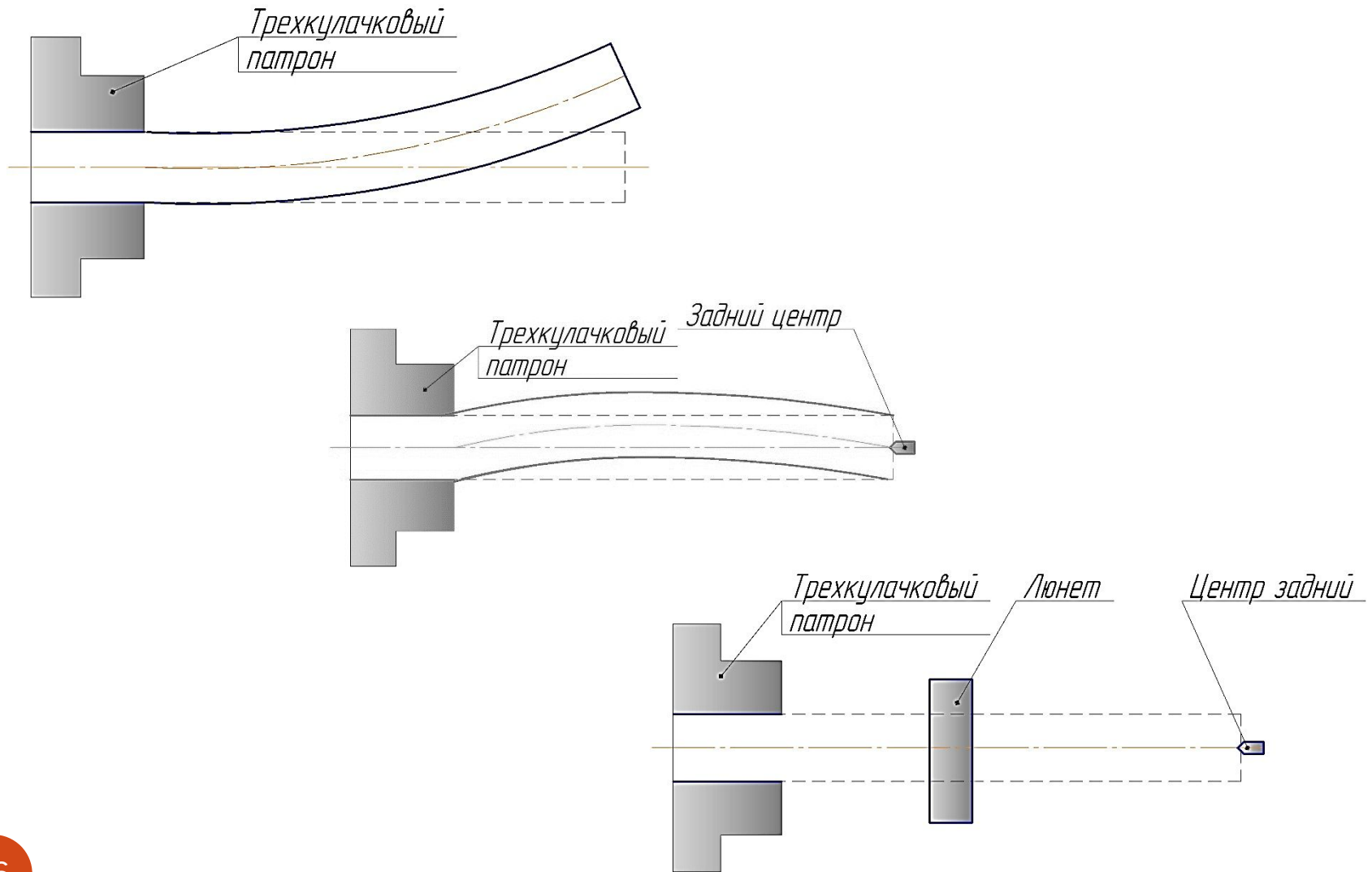
Масса изделия, кг, не более	d , мм	Форма центровых отверстий	Масса изделия, кг, не более	d , мм	Форма центро- вых отверстий
50	2	A, B, T	1500	8	C, E
80	2,5		3000	12	
90	3,15		9000	20	
100	4		20000	30	
200	5		35000	40	
360	6,3		80000	50	
500	8		120000	63	
800	10				
1500	12				
2500	16				
8000	20				
20000	25				

Типовые маршруты изготовления валов

Для нежестких валов (отношение длины к диаметру более 10-12) обработка шеек под люнет.



Типовые маршруты изготовления валов



Типовые маршруты изготовления валов

025 – Токарная.

Выполняется за два установка на одной операции или каждый установка выносится как отдельная операция . Производится точение наружных поверхностей (с припуском под чистовое точение и шлифование) и канавок. Это обеспечивает получение точности IT12, шероховатости Ra 6,3 мкм. В зависимости от типа производства операцию выполняют:

- *в единичном* производстве на токарно-винторезных станках;
- *в серийном* – на копировальных токарных станках, горизонтальных многорезцовых, вертикальных одношпиндельных полуавтоматах и станках с ЧПУ;
- *в крупносерийном и массовом* – на многошпиндельных многорезцовых полуавтоматах; мелкие валы могут обрабатываться на токарных автоматах.

Типовые маршруты изготовления валов

О30 – Токарная (чистовая).

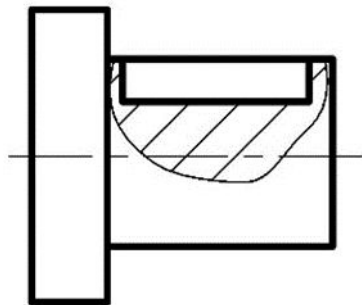
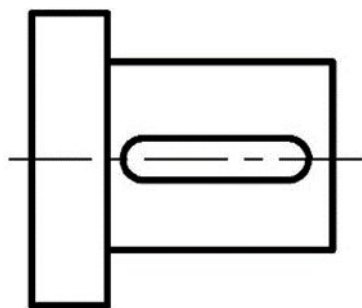
Аналогичная приведенной выше. Производится чистовое точение шеек (с припуском под шлифование). Обеспечивается точность IT11...10, Шероховатость Ra 3,2 мкм.

О35 – Фрезерная.

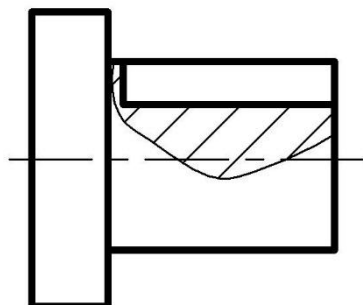
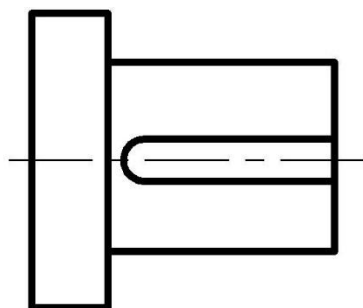
Фрезерование шпоночных канавок, шлицев, зубьев, всевозможных лысок.

Шпоночные пазы в зависимости от конструкции обрабатываются либо *дисковой фрезой* (если *паз сквозной*) на горизонтально-фрезерных станках, либо *пальцевой фрезой* (если *паз глухой*) на вертикально-фрезерных станках.

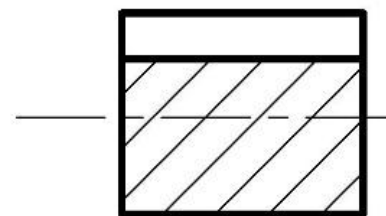
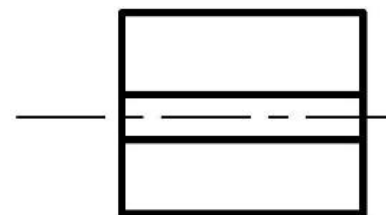
В серийном и массовом производствах для получения *глухих шпоночных пазов* применяют *шпоночно-фрезерные полуавтоматы*, работающие «*маятниковым*» методом.



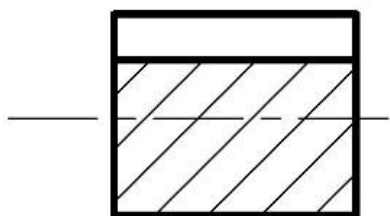
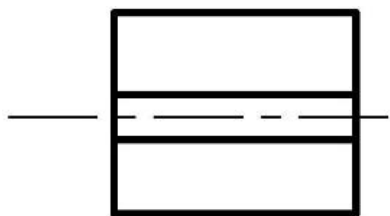
закрытый



полуоткрытый

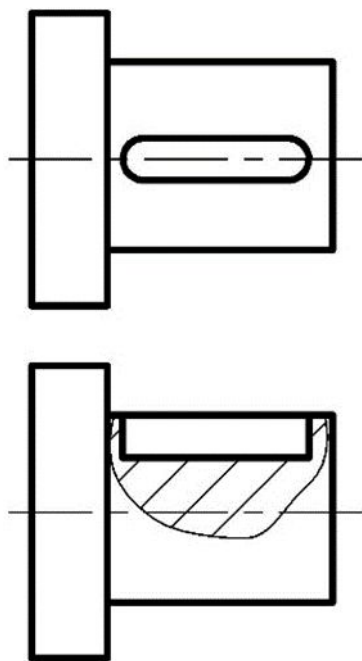


открытый

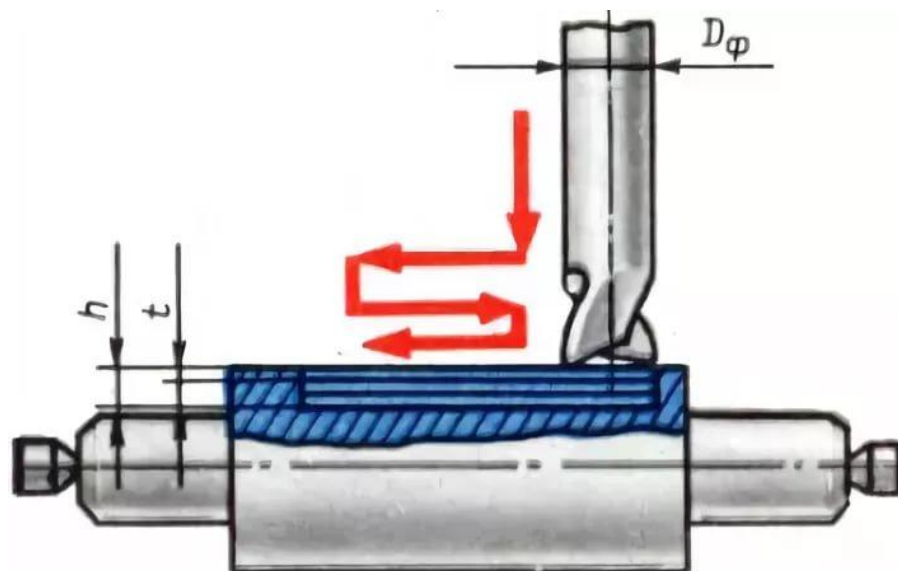


открытый





закрытый



Типовые маршруты изготовления валов

Шлицевые поверхности на валах чаще всего получают методом обкатывания червячной фрезой на шлицефрезерных или зубофрезерных станках. При диаметре шейки вала более 80 мм шлицы фрезеруют за два рабочих хода.

Шлицы получают: фрезерованием, строганием, протягиванием.

Выбор технологического процесса обработки шлицев зависит от метода центрирования шлицевого соединения (внутренний диаметр или наружный) и термической обработки.

Шлицы *закаливаемых* валов и *центрируемые по наружной поверхности* обрабатывают в следующей последовательности:

- Фрезерование шлицев;
- Термическая обработка;
- Чистовое наружное шлифование;
- Чистовое шлифование боковых поверхностей.

Типовые маршруты изготовления валов

Шлицы *незакаливаемых* валов *с центрированием по наружной поверхности*:

- Чистовое шлифование наружной поверхности;
- Чистовое фрезерование шлицев.

Шлицы *закаливаемых* валов, *центрируемые по внутреннему диаметру*:

- Фрезерование шлицев;
 - Чистовое шлифование боковых поверхностей и центрируемые по внутреннему диаметру.

Все термически обработанные шлицевые валы, а также валы, центрируемые по внутреннему диаметру, после нарезания шлицев подвергаются дальнейшей механической обработки.

Типовые маршруты изготовления валов

040 - Сверлильная.

Сверление всевозможных отверстий.

045 – Резьбонарезная.

На закаливаемых шейках резьбу изготавливают до термообработки.

Если *вал не подвергается закалке*, то резьбу нарезают *после окончательного шлифования шеек* (для предохранения резьбы от повреждений).

Мелкие резьбы у *термообрабатываемых* валов получают сразу на резьбошлифовальных станках.

Внутренние резьбы нарезают машинными метчиками на сверлильных, револьверных и резьбонарезных станках в зависимости от типа производства.

Типовые маршруты изготовления валов

Наружные резьбы нарезают в:

- *единичном и мелкосерийном* производствах на токарно-винторезных станках плашками, резьбовыми резцами или гребенками;
- *мелкосерийном и серийном* производствах резьбы не выше 7-ой степени точности нарезают плашками, а резьбы 6-й степени точности – резьбонарезными головками на револьверных и болторезных станках;
- *крупносерийном и массовом* производствах – гребенчатой фрезой на резьбофрезерных станках или накатыванием.

Типовые маршруты изготовления валов

050 – Термическая

Закалка объемная или местная, согласно чертежу детали.

055 – Исправление центров (центрошлифовальная)

Перед шлифованием шеек вала центровые отверстия, которые являются технологической базой, подвергаются исправлению путем шлифования конусным кругом на центрошлифовальном станке за два установа.

Типовые маршруты изготовления валов

060 – Шлифовальная

Шейки вала шлифуют на круглошлифовальных или бесцентровошлифовальных станках.

Шлицы шлифуются в зависимости от центрирования по :

- наружной поверхности – наружное шлифование на круглошлифовальных станках и шлифование боковых поверхностей на шлицешлифовальном полуавтомате одновременно двумя кругами и делением;
- поверхности внутреннего диаметра – шлифование боковых поверхностей шлицев и шлифование внутренних поверхностей по диаметру либо профильным кругом одновременно, либо в две операции.

Типовые маршруты изготовления валов

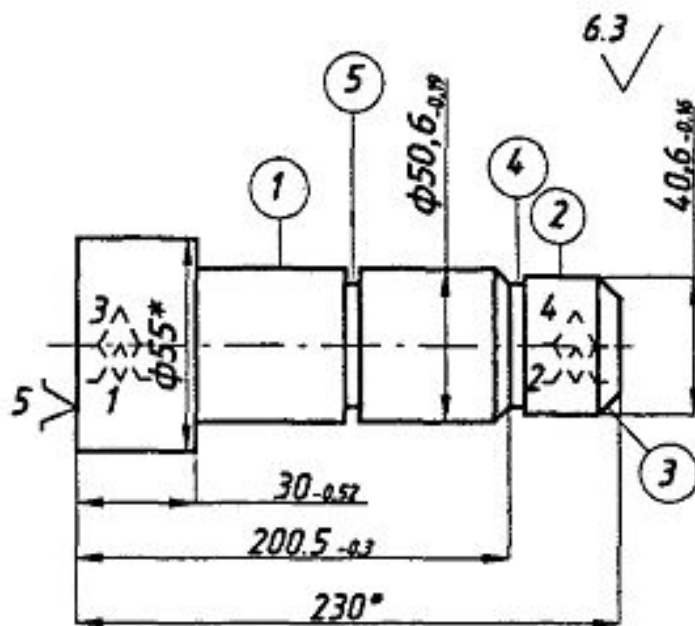
065 – Моечная

Промывка деталей на моечной машине.

070- Контрольная

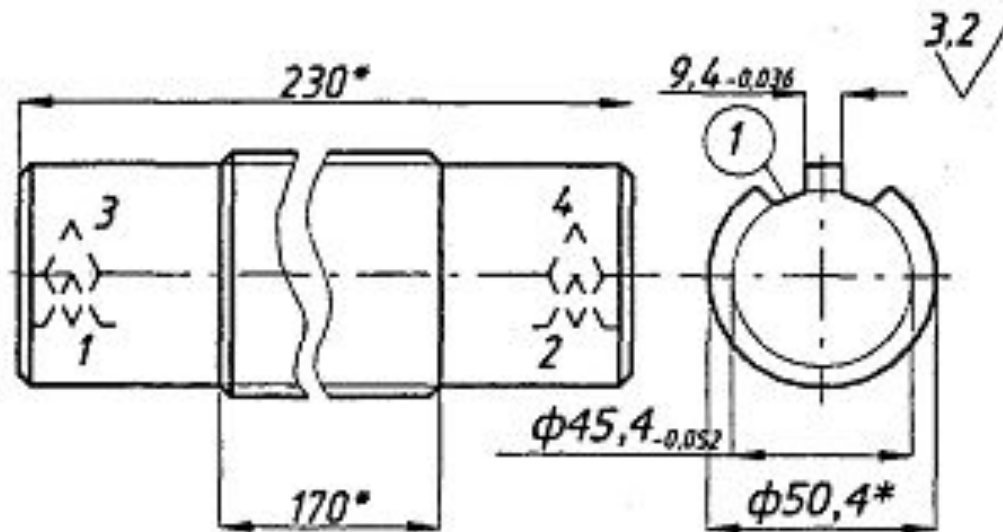
075 - Нанесение антикоррозионного покрытия

15. Токарно-винторезная. Выполняется в два установка на станке 16К20. Точить поверхности 1 и 2 (с припуском под шлифование), точить фаски 3, проточить канавки 4 и 5 (рис. 1.46). Второй установок, размеры фасок и канавок на рисунке не показаны.



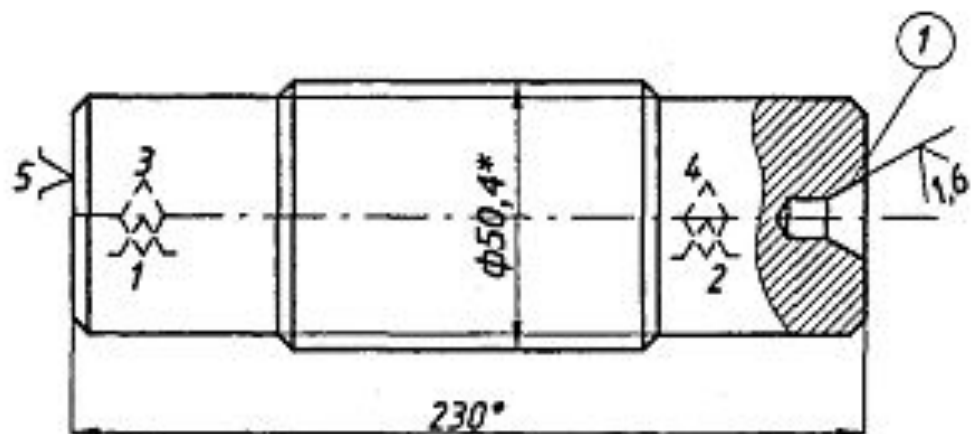
Р и с. 1.46. Операционный эскиз операции 15

20. Шлицефрезерная. Фрезеровать восемь шлицев 1 (с припуском под шлифование) на горизонтальном шлицефрезерном полуавтомате 5350 (рис. 1.47). Профиль и размеры канавок на рисунке не показаны.



Р и с. 1.47. Операционный эскиз операции 20

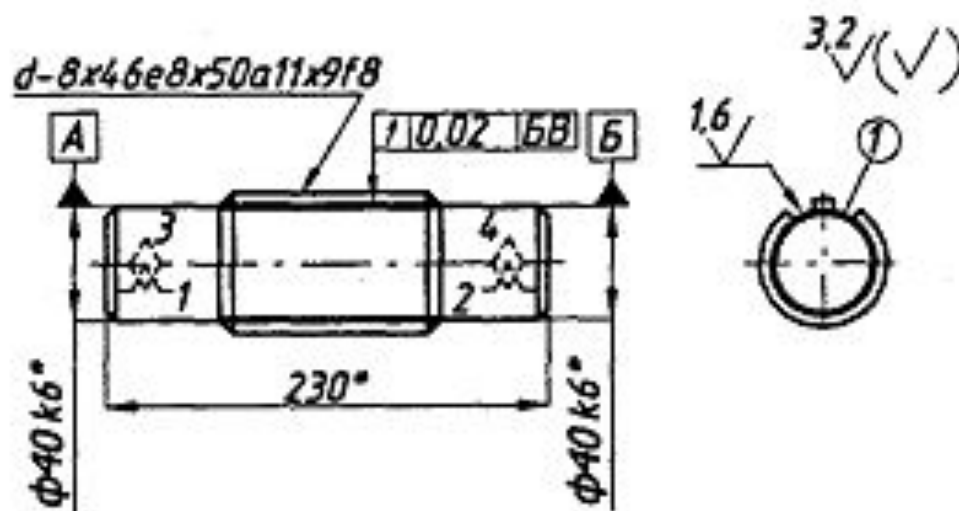
30. Центрошлифовальная.
Шлифовать фаски двух цент-
ровых отверстий 1. Выполня-
ется в два установка на цен-
трошлифовальной станке типа
МВ119 (рис. 1.48).



Р и с. 1.48. Операционный эскиз операции 35

35. Круглошлифовальная предварительная. Выполняется в два установка на станке 3Б151. Шлифовать наружные поверхности 1 и 2 и торец 3 с припуском под чистовое шлифование.

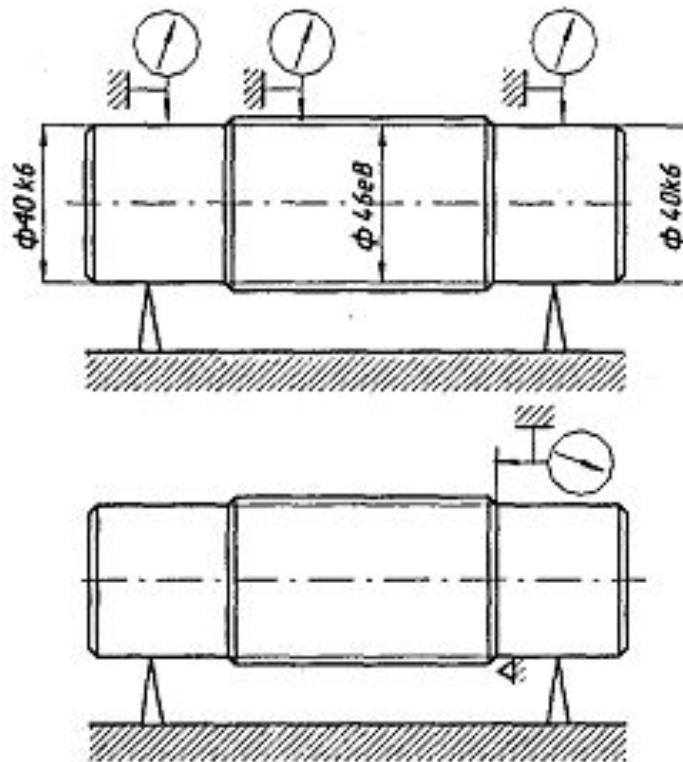
45. Шлицшлифовальная. Шлифовать восемь шлицев *I* по внутреннему диаметру и боковым сторонам одновременно (рис. 1.50).



Р и с. 1.50. Операционный эскиз операции 45

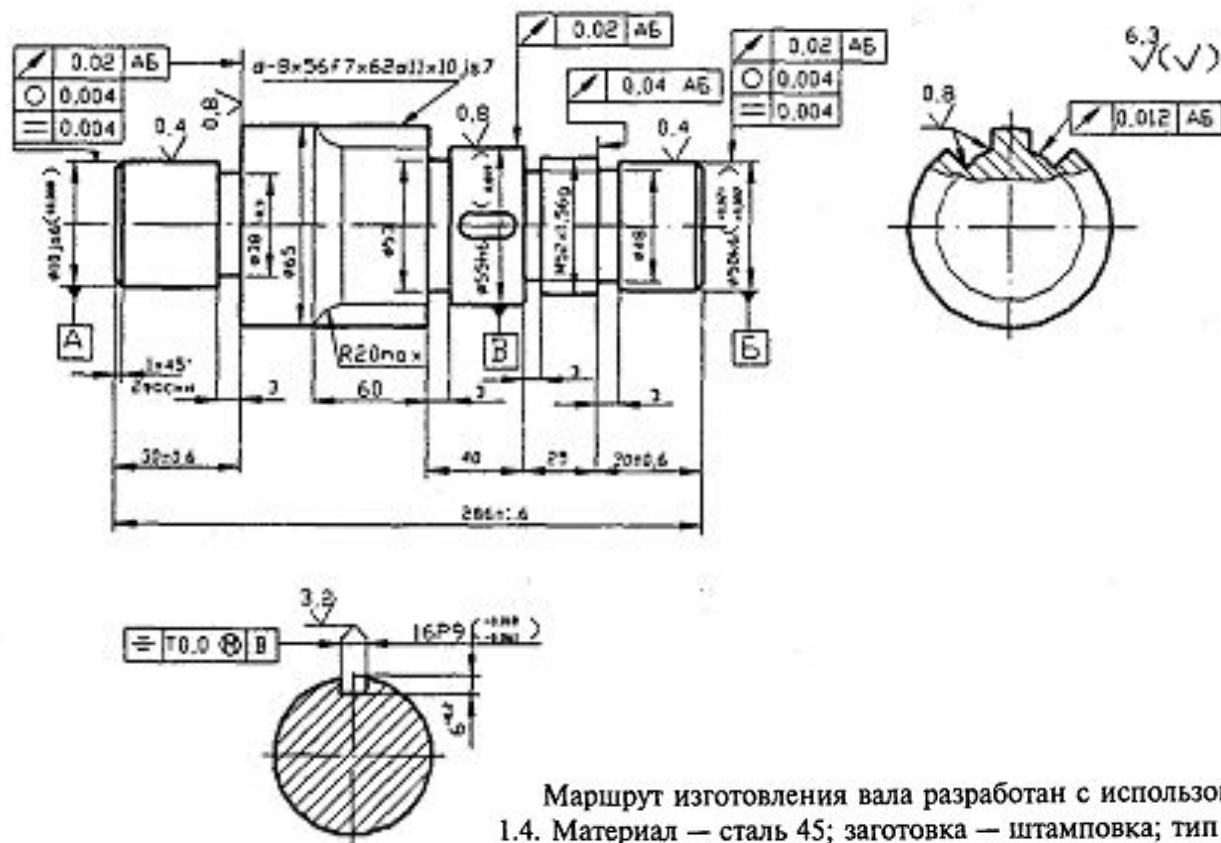
50. Промывка детали.

55. Контроль. В качестве примера приводятся схемы измерения радиального биения базовых поверхностей и торцов относительно общей оси двух базовых поверхностей (рис. 1.51).



Р и с. 1.51. Схема контроля точности взаимного расположения

Пример 2. Ниже приведено описание операций с указанием основных средств технологического оснащения для изготовления шлицевого вала со шпоночным пазом и наружной метрической резьбой [9] (рис. 1.52).



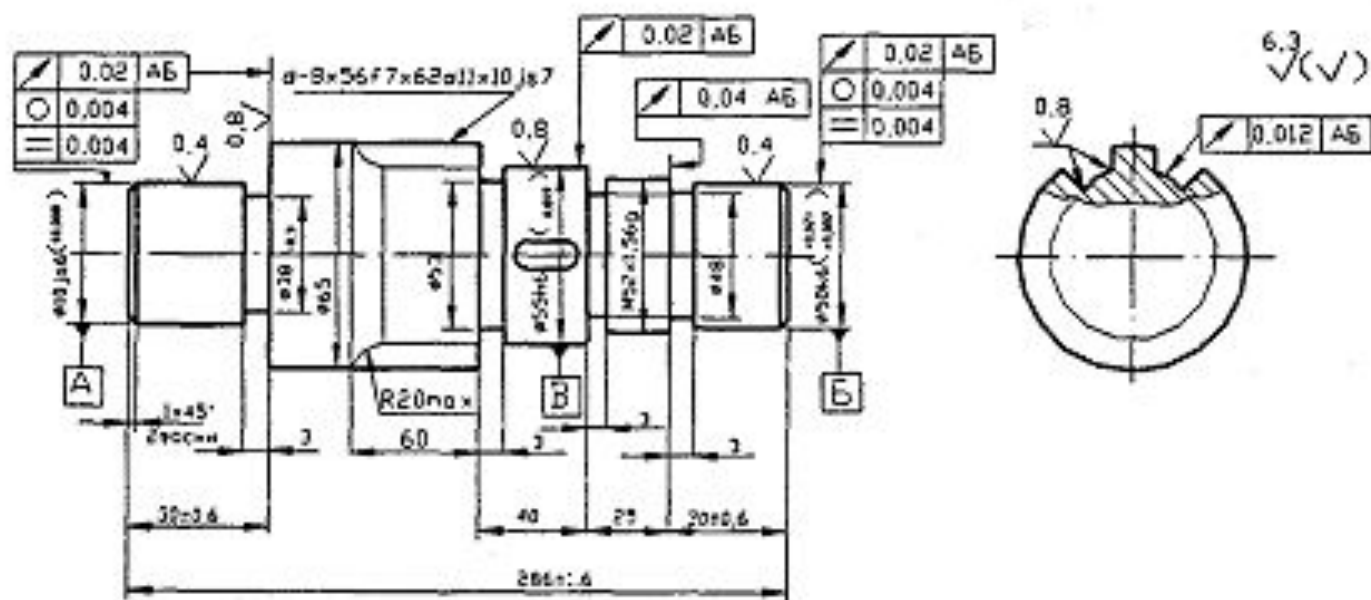
Маршрут изготовления вала разработан с использованием табл. 1.4. Материал — сталь 45; заготовка — штамповка; тип производства — среднесерийное.

Операция 005 — фрезерно-центровальная (код 4269). Фрезеровать торцы и сверлить центровое отверстие окончательно. Станок: фрезерно-центровальный мод. МР76М (код 381825). Приспособление: тиски с самоцентрирующимися губками призматической формы, привод пневматический (код 396131). Базирование: по наружным поверхностям и одному торцу заготовки. Инструменты: торцевые фрезы диаметром 100 мм с числом зубьев 12, материал режущей части Т14К8 (код 381855); центровочные сверла диаметром 5 мм, материал Р6М5 (код 391242). Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦІ, диапазон измерения 400 мм, цена деления нониуса 0,1 мм (код 393310 для наладки), шаблон для контроля длины $286 \pm 0,6$ (код 393610 для работы).

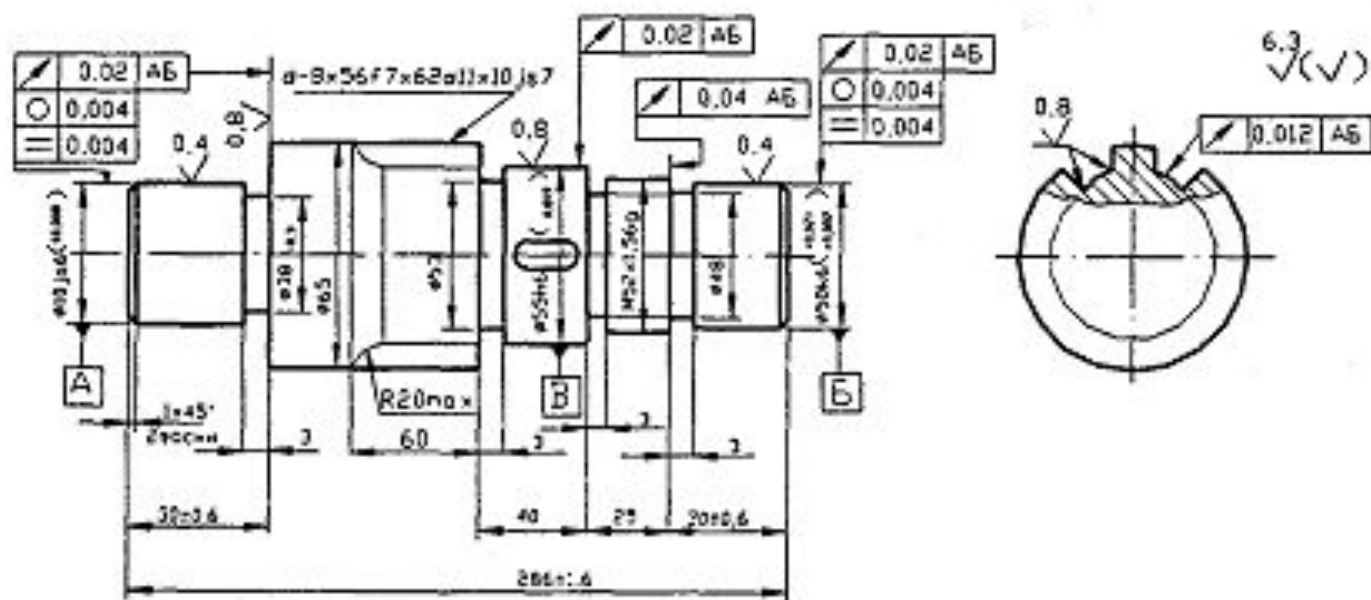
Операция 010 — токарно-копировальная (код 4117). Точить начерно поверхности диаметрами 50к6; 55к6; 52, 62 и 65 мм. Станок: токарно-гидрокопировальный полуавтомат мод. 1Н713 (код 381115). Приспособление: центры (код 382840) и патрон подводковый с пневмоприводом (код 396115). Инструмент: проходной резец, правый с сечением 25 × 20 мм; материал режущей части Т1458 с $\varphi = 45^\circ$, $\alpha = 8^\circ$ и $\gamma = 12^\circ$ (код 392101). Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ1, диапазон измерения 125 мм, цена деления нониуса 0,1 мм (код 393310 для наладки), калибры скобы 51, 5h14; 53; 5h14; 56; 5h14; 63; 5h14 (код 393120 для работы).

Операция 015 — токарно-копировальная (код 4117). Обточить поверхности диаметрами 40js6 и 65 мм начертно (остальные данные приведены в операции 010).

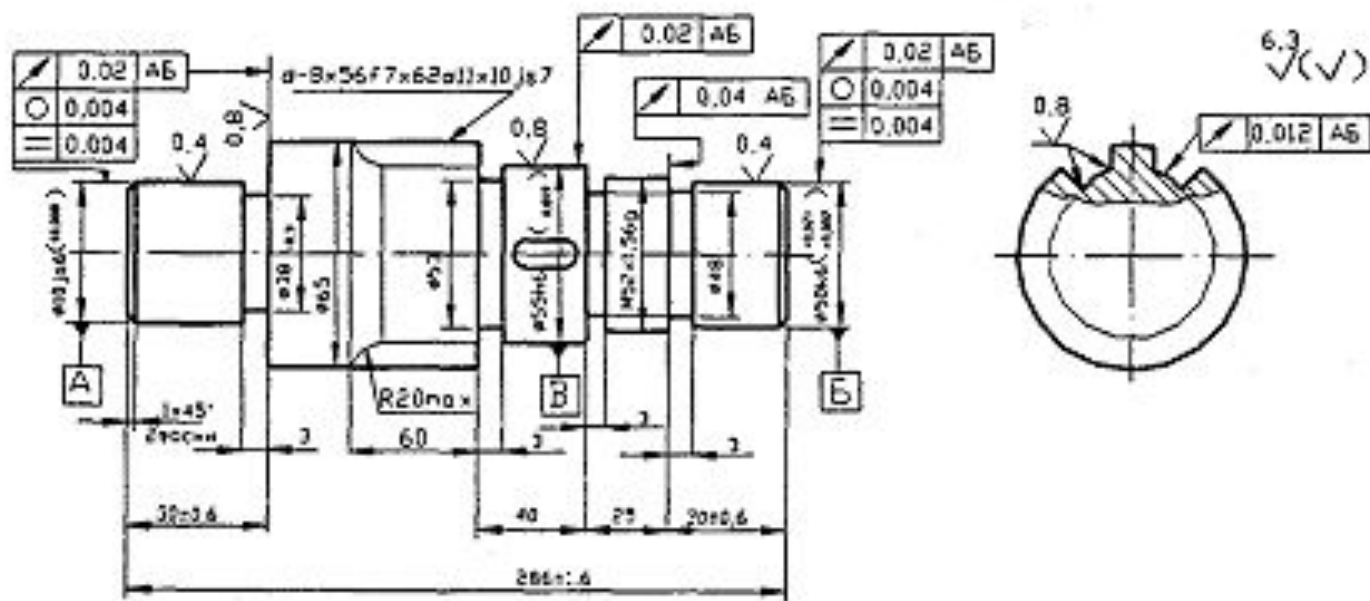
Операция 020 — токарная с программным управлением. Обточить поверхности диаметрами 50к6, 55h6, 40js6 с припуском на шлифование, диаметрами 65, 60a11, 52; точить поверхности диаметром 38, 48, 53, 58 мм и фаски $1 \times 45^\circ$ окончательно. Станок: токарный мод. 16K20T с ЧПУ (код 381021). Приспособление: поводковый плавающий центр с диаметром поводковой части 36 мм (код 392840).



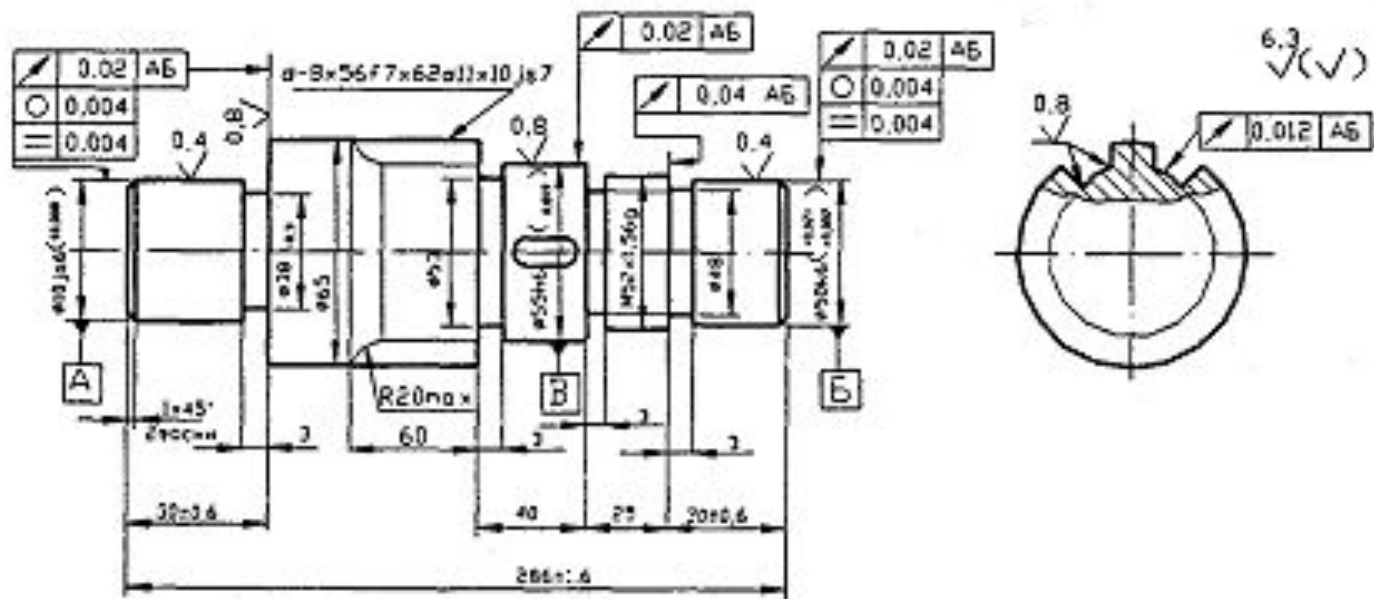
Базирование заготовки по центровым отверстиям и левому торцу диаметром 40 мм. Инструменты: проходные резцы, правый и левый с сечениями 20 × 25 мм; материал режущей части Т14К8, $\varphi = 90^\circ$ (код 392110), проходной резец, ширина режущей части 3 мм, материал режущей части Т14К8 (код 392112); фасонные резцы левый и правый с $\varphi = 90^\circ$ (код 392114). Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ1 для наладки; калибры — скобы для работы 40, 3h9, 50, 60a11, 65_{-0,3}, 4h9.



Операция 025 — шпоночно-фрезерная (код 42/2). Фрезеровать шпоночный паз 16s9 окончательно. Станок: шпоночно-фрезерный полуавтомат мод. 692А (код 381610). Приспособление: тиски с призматическим основанием и пневматическим приводом (код 396131). Базирование: по поверхности диаметром 58h6 и торцу диаметром 62 мм. Инструмент: шпоночная фреза диаметром 16 мм, материал режущей части Т14К8 или Р6М5 (код 391826 или 391856). Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ1 (код 393310); калибр-пробка 16S9 (код 393110).



Операция 030 — шлицефрезерная (код 4260). Фрезеровать шлицы с припуском на шлифование. Станок: шлицефрезерный мод. 5350Б (код 381630). Приспособления: поводковое устройство (код 396115); центры (код 392840). Базирование: по центровым отверстиям. Инструмент: червячная шлицевая фреза марки Р6К5, $\alpha - 8 \times 56 \times 7 \times 62a11 \times 11js7$ (код 391810). Измерительный инструмент: комплексный калибр-втулка (код 393180).



Операция 045 — резьбофрезерная (код 4271). Фрезеровать резьбу $M52 \times 1,5-8g$ окончательно. Станок: резьбофрезерный (код 391632) мод. 5Б63Г. Приспособление: центры (код 392840); поводковое устройство (код 396115). Базирование: по центровым отверстиям. Инструмент: резьбовая гребенчатая фреза марки Р6М5 (код 391810). Измерительный инструмент: резьбовые калибра-кольца $M52 \times 1,5-8g$ (код 393140).

