Уважаемые студенты!

Изучите предоставленный материал, в тетради по практическим занятиям выполните задание, напишите ответы на контрольные вопросы.

Оформленный отчет предоставьте преподавателю срок до 01.06.2023 года в отсканированном виде по электронной почте на адрес преподавателя (trekhlebinga@mail.ru).

В случае возникновения вопросов можно обратиться к преподавателю по телефону (072-503-67-40) с 8^{30} до 16^{30}.

Практическая работа

Тема: Нормирование работ на металлорежущих станках

Цель: практическое освоение методики нормирования технологических операций, выполняемых на металлорежущих станках.

Работа рассчитана на восемь академических часов.

Теоретические сведения

Под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы. Техническая норма времени, определяющая затраты времени на обработку (сборку), служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали и изделия. На основе технических норм времени рассчитываются длительность производственного цикла, необходимое количество станков, инструментов и рабочих, определяется производственная мощность цехов или участков. Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

При выполнении практического занятия и курсового проекта все операции механической обработки, для которых рассчитывались или выбирались режимы резания, обязательно подлежат техническому нормированию. При этом для трех разнотипных операций выполняется подробный поэлементный расчет штучного или штучно-калькуляционного времени, который приводится в расчетно-пояснительной записке. Для остальных операций рассчитанные нормы времени, без подробного пояснения, оформляются в таблицах расчетно-пояснительной записки и заносятся в операционные и маршрутные карты технологического процесса.

В единичном, мелкосерийном и среднесерийном производствах определяется норма штучно-калькуляционного времени ($t_{ш-к}$), а в массовом и крупносерийном – норма штучного времени ($t_{шт}$):

$$t_{ш-к} = t_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \text{ мин;}$$

$$t_{шт} = t_{о} + t_{в} + t_{об} + t_{от}, \text{ мин,}$$

где $T_{п-з}$ - подготовительно-заключительное время, определяемое на партию деталей, мин; $t_о$ - основное время, рассчитываемое для каждой операции на основании назначенных режимов резания, мин; $t_в$ - вспомогательное время, определяемое по нормативам, мин; об t - время на обслуживание рабочего места, мин; $t_{от}$ - время перерывов на отдых и личные физические потребности человека, мин.

Подготовительно-заключительное время ($T_{п-з}$) включает время на ознакомление рабочего с работой и на чтение чертежа; время на подготовку рабочего места, настройку станка, инструмента и приспособления для обработки заданной партии деталей; время на пробную обработку заготовок; время на снятие инструмента и приспособления со станка по окончании обработки данной партии деталей. Для определения величины подготовительно-заключительного времени при работе на станках с ручным управлением можно воспользоваться общемашиностроительными нормативами времени или технической литературой .

Подготовительно-заключительное время при работе на станках с ЧПУ, оснащенных устройством автоматической смены режущих инструментов, включает время на получение и изучение технологической документации, которое для всех моделей станков с ЧПУ принимается равным 12 мин; время на ввод управляющей программы с пульта оператора, равное примерно 25 мин, и привязку инструментов к системе координат станка (около 20 мин); время, необходимое для проверки управляющей программы в покадровом режиме (примерно 10 мин). Кроме того, в подготовительно-заключительное время, как и при работе на станках с ручным управлением, включается время на получение и сдачу инструментов, приспособлений, а также время на обработку пробных деталей. Ориентировочно величину $T_{п-з}$ при работе на станках с ЧПУ можно определить из технической литературы.

Основное время $t_о$ затрачивается на непосредственное изменение размеров, формы и качества обрабатываемой заготовки или на соединение деталей при сборке. Основное время может быть машинным, если процесс обработки совершается только станком, без непосредственного участия рабочего, и машинно-ручным или ручным, если процесс обработки ведется при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего. Расчет основного времени производится по формулам, установленным на основании кине-

матики используемого метода обработки и выбранных режимов резания, приведенных в литературе. В некоторых случаях допускается принимать основное время по данным хронометража. Как правило, это имеет место при закруглении или притирке зубьев зубчатых колец, зубострогании, круговом протягивании зубьев, суперфинишировании и внутреннем бесцентровом шлифовании.

При определении основного времени многоинструментных работ и работ на многошпиндельных станках допускается введение корректирования (в сторону уменьшения) режимов резания для нелимитирующих по продолжительности обработки инструментов. Корректирование желательно осуществлять за счет некоторого уменьшения скорости резания. Снижение скорости на нелимитирующих инструментах значительно облегчает условия их работы и экономит время на смену или переточку. Определяя основное время, необходимо учитывать одновременность работы суппортов и не включать в расчет перекрывающиеся времена.

Вспомогательное время ($t_в$) затрачивается на различные действия, обеспечивающие выполнение основной работы. При определении величины вспомогательного времени суммируют следующие его элементы: время на установку и снятие заготовки; время на пуск и остановку станка, включение и выключение подачи, изменение частоты вращения, поворот и перемещение частей станка и приспособлений, смену инструмента, быстросменных кондукторных втулок и другие приемы, непосредственно обеспечивающие выполнение обработки; время на измерение деталей. При обработке на станках с ЧПУ вспомогательное время дополнительно может включать время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов станка, подвод и отвод режущих инструментов в зоне обработки, смену режущих инструментов. Эти составляющие вспомогательного времени зависят от скорости и длины перемещений рабочих органов, от компоновки основных элементов станка и конструкции вспомогательных устройств. Вспомогательное время может быть перекрываемым и неперекрываемым. Если вспомогательные работы выполняют не в процессе обработки заготовки, то такое вспомогательное время называют неперекрываемым. Если же часть вспомогательных работ выполняют в процессе обработки заготовки, то эта часть вспомогательного времени называется перекрываемой. При расчете нормы штучного или штучно-калькуляционного времени учитывают лишь ту часть вспомогательного времени, которая не может быть перекрыта основным машинным временем.

Определение вспомогательного времени производится по общемашиностроительным нормативам или технической литературе.

При использовании многооперационных станков, оснащенных многопозиционными столами со сменными паллетами – спутниками, вместо времени на установку и снятие заготовки во вспомогательное время включается время на смену паллеты и перемещение стола в рабочую позицию.

Сумма основного и вспомогательного времени называется оперативным временем.

$$t_{оп} = t_о + t_в, \text{ мин},$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{от}$) состоит из времени на техническое и организационное обслуживание. Время технического обслуживания затрачивается на смену затупившегося и отработавшего режущего инструмента, на правку шлифовального круга, на регулировку и подналадку станка во время работы, ввод исходных данных и коррекций в систему ЧПУ, уборку стружки из зоны резания.

Время на организационное обслуживание включает затраты времени на раскладку инструмента в начале смены и уборку его в конце смены, осмотр и опробование оборудования, получение инструктажа в течение рабочего дня, смазку и чистку станка, уборку рабочего места в конце смены.

Время на обслуживание рабочего места может устанавливаться по нормативам или определяться в процентах от оперативного времени: 4-8% - для станков с ручным управлением и 6-12% - для станков с ЧПУ. Время перерывов на отдых и личные физические потребности ($t_{от}$) зависит от массы обрабатываемой заготовки, величины оперативного времени, характера подачи (ручная или механическая), регламентируется законодательством и исчисляется в процентах к оперативному времени. Для механических цехов это время составляет 24% к оперативному времени.

Иногда в технической литературе задается суммарное значение времени на обслуживание рабочего места и перерывы на отдых и физические потребности, которое в зависимости от конкретных условий производства может составлять 8-14% от оперативного времени.

Необходимые данные по определению $t_в$, $t_{об}$, $t_{от}$ приведены в нормативах , там же подробно рассмотрены особенности нормирования на станках с ЧПУ.

Расчет режимов резания и основного времени

Рассчитанные или выбранные режимы резания при выполнении технологической операции должны обеспечивать требуемую точность обработки при максимальной производительности труда и минимальной себестоимости.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определѐнного порядка, т. е. при назначении и расчѐте режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал егорежущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

При расчѐте режимов резания сначала устанавливают глубину резания t в миллиметрах. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности, шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка S. Подачу назначают максимально возможную с учѐтом погрешности обработки жѐсткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности по нормативным таблицам. Величину по- дачи согласовывают с паспортными данными станка. От правильно выбранной подачи во многом зависят точность и качество обработкии производительность труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу.

После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания v по эмпирическим формулам с учѐтом жѐсткости технологической системы.

Аналитический расчѐт режимов резания производится с учѐтом необходимых поправочных коэффициентов на две технологические операции.

Для остальных операций технологического процесса механической обработки детали режимы резания определяются по табличным нормативам соответствующей учебной и справочной литературы.

Особенностью расчета режимов резания при многоинструментных наладках является необходимость согласования работы отдельных позиций, шпинделей, суппортов и отдельных инструментов между собой с подчинением расчета общему кинематическому параметру или времени обработки. Общими параметрами при точении на одно- шпиндельных многорезцовых станках являются общая для всех инструментов одного суппорта подача на оборот и общая частота вращения шпинделя станка; при обработке многошпиндельными сверлильными головками – одинаковая минутная подача всех инструментов, при работе на многошпиндельных станках – время обработки.

После назначения режимов резания необходимо провести проверку станка на мощность. Потребная мощность для резания не должна превышать фактической мощности электродвигателя станка. При недостаточной мощности привода станка рекомендуется уменьшить скорость резания или перенести обработку на более мощное оборудование.

При выполнении практических занятий подробный расчет ре- жимов резания, как правило, приводится в расчетно-пояснительной записке на три разнотипных операции. При использовании для обработки заготовки станков с ЧПУ, по согласованию с руководителем проекта, количество операций с подробным расчетом режимов резания может быть уменьшено. Методика расчета режимов резания при обработке на станках различных типов достаточно подробно изложена в технической литературе. На остальные операции технологического процесса режимы резания могут быть назначены по нормативам и сведены в таблицу без подробного пояснения.

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при резании в основном определяется видом обработки, а также характеристикой конструкционных и инструментальных материалов. Рекомендации по выбору СОЖ при механической обработке приведены всправочниках.

Режимы резания целесообразно рассчитывать на те технологические операции, в которые внесены изменения по сравнению с базовым вариантом технологического процесса. Назначенные режимы резания и последующее нормирование этих операций дают возможность выполнения экономического анализа вариантов операций

Расчет режимов резания и основного времени рекомендуется производить с помощью справочника или методических указаний . При одноинструментной обработке на токарных и фрезерных станках расчет выполняется в следующем порядке:

- расчет длины рабочего хода суппорта или стола $L_{расч}$, мм;
- назначение подачи на оборот шпинделя S_o, мм/об или на зуб фрезы Sz, мм/зуб;
- определение стойкости режущего инструмента, мин;
- расчет скорости резания υ, м/мин и частоты вращения шпинделя n об/мин, с последующим ее уточнением по паспорту станка;
- проверка выбранных режимов резания по мощности станка;
- расчет основного машинного времени обработки To, мин.

Для примера точения основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{расч}}{n \cdot S_0}, \text{ мин}$$

где Lрасч - расчетная длина рабочего хода, мм;

n – принятая частота вращения шпинделя по станку, об/мин;

S_o – значение подачи на один оборот шпинделя, мм/об, согласованная по паспортным данным станка.

При фрезеровании основное время можно определить по формуле:

$$T_o = \frac{L_{расч}}{n \cdot S_0} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}} = \frac{L_{расч}}{n \cdot z_{фр} \cdot S_z}, \text{ мин}$$

где Sмин – принятая минутная подача стола, мм/мин;

$z_{фр}$ – число зубьев фрезы, шт.

Проверка выбранных режимов резания по мощности для обоих видов обработки заключается в проверке соблюдения условия

$$N_{рез} \le 1{,}2 N_{дв} \cdot \eta,$$

где Nдв – мощность двигателя привода главного движения, кВт;

η – КПД станка, η=0,7-0,8; 1,2 – коэффициент запаса.

После расчета основного времени производится расчет штучного и штучно-калькуляционного времени.

Пример 1.

Определить норму штучного и норму подготовительно-заключительного времени на черновую токарную операцию в условиях мелкосерийного производства (рис. 1).

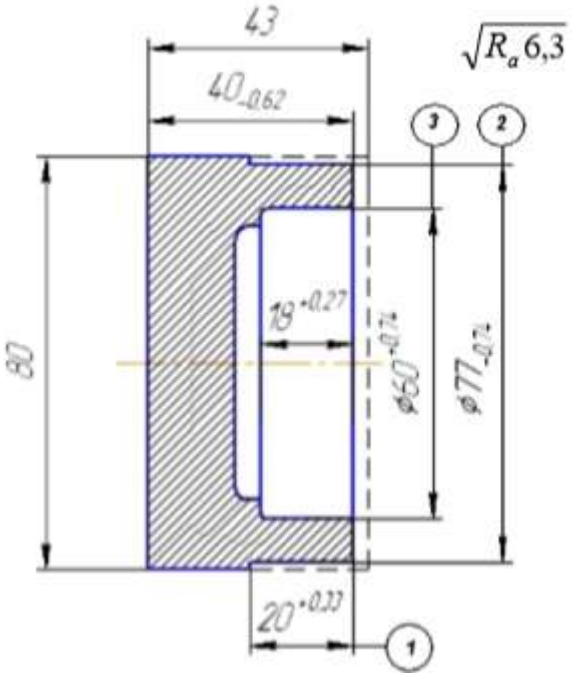

Рис.1 Эскиз обработки стакана

Исходные данные. Деталь – стакан. Материал – серый чугун С415, НВ 163…229. Заготовка – отливка. Масса детали - 0,7 кг. Оборудование – токарно-винторезный станок 16К20. Приспособление – 3-х кулачковый самоцентрирующий, пневматический. Обработка без охлаждения. Партия деталей 200 шт.

Организационные условия.

1. Получение и сдача инструмента и приспособлений производятся самим рабочим.

2. Заточка режущего инструмента централизованная.

3. Планировка рабочего места соответствует требованиям научной организации труда.

Содержание операции:

А. Установить и снять деталь.

1. Подрезать торец, пов. 1.

2. Точить пов. 2.

3. Расточить отверстие пов.

3. Режущий инструмент ВК6. Измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ-2.

Порядок расчета режимов резания выполним по справочнику [1].

Марку инструментального материала выбираем по табл. карты 4, стр. 33. Для точения серого чугуна по корке используем пластины из твердого сплава

ВК6.Главный угол в плане для подрезки торца пов. 1, для обтачивания пов. 2 и растачивания пов. 3 в упор φ=90º с радиусом при вершине r = 1,0 мм. Размеры обработки и расчетная длина обработки определяется для каждого перехода исходя из размеров детали согласно эскиза (рис.1).

Переход 1. Подрезка торца пов.

1. Определяем длину обрабатываемой поверхности.

$$l_{рез} = \frac{D-d}{2} = \frac{80-53}{2} = 13{,}5 мм$$

Расчетная длина обработки

$$L_{рх} = L_{рез} + y + L_{доп},$$

где y – составляющая длины рабочего хода, мм; Lдоп – дополнительная длина резания при работе по методу пробных ходов и промеров.

При использовании метода автоматического получения размеров это слагаемое в расчет не принимается.

Согласно [1] (табл. на стр. 300), при φ=90º и глубине резания t=3 мм, y = 3..5 мм; принимаем 4 мм. Следовательно Lрх=13,5+4 = 17,5 мм.

Назначаем подачу суппорта на оборот шпинделя S0 в мм/об. При D = 80 мм, резце ВК6 согласно табл. (стр. 23) рекомендуемая подача S = 0,8…1,2 мм/об при жесткой технологической системе. Принимаем значение подачи по паспорту Sст = 1,2 мм/об. Определяем скорость резания при поперечном точении согласно карты Т-4 (стр. 29-30). Табличное значение скорости резания для наших условий обработки V = 64 м/мин.

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 64}{3{,}14 \cdot 80} = 255 \ об/мин$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка $n_{ст}$ = 250 об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_{ф} = \frac{n_{сп} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{250 \cdot 3{,}14 \cdot 80}{1000} = 62{,}8 \ м/мин.$$

Минутная подача $S_м$ в мм определяется по формуле

$$S_м = S_{ст} \cdot n_{ст} = 1{,}2 \cdot 250 = 300 мм/мин.$$

При подрезке торца пов.1 весь припуск снимается за один проход.

Определим основное (технологическое машинное) время обработки

$$T_o = \frac{L_{расч}}{n_{ст} \cdot S_{ст}} \cdot i \quad \text{или}$$

$$T_o = \frac{L_{расч}}{S_м} \cdot i,$$

где i – число проходов при обработке.

$$T_o = \frac{17,5}{300} \cdot 1 = 0,06\ мин$$

Аналогично определим режимы резания при обтачивании пов. 2 и пов. 3

Переход 2.

Точение наружной поверхности ø77-0,74 мм. Диаметр заготовки D = 80 мм, длина обрабатываемой поверхности lрез=20 мм. Расчетная длина обработки Lрасч=20+4=24 мм.

Глубина резания

$$t = \frac{D_{заг} - d_{дет}}{2} = \frac{80 - 77}{2} = 1,5мм$$

При t = 1,5 мм, $D_{заг}$=80 мм, резце ВК6 рекомендуемая продольная подача S = 0,8..1,2 мм/об. Принимаем по паспорту станка Sст=1,2 мм/об. Скорость резания продольного обтачивания при НВ143…229, t = 1,5 мм, S = 1,2 мм/об, φ=90º рекомендуется V = 62..64 м/мин. Принимаем V = 63 м/мин.

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 63}{3,14 \cdot 80} = 251\ об/мин$$

По паспорту станка $n_{ст}$ = 250 об/мин.

Фактическая скорость резания

$$V_ф = \frac{250 \cdot 3,14 \cdot 80}{1000} = 62,8\ м/мин$$

Минутная подача Sм=1,2·250=300 мм/мин.

Число проходов при обтачивании i = 1.

Определяем основное время

$$T_o = \frac{24,0}{300} \cdot 1 = 0,08\ мин.$$

Переход 3. Растачивание отверстия ø60+0,74 мм на длину 18 мм.

Расчетная длина обработки Lрасч=18+4=22 мм. Глубина резания

$$t = \frac{D - D_{дет}}{2} = \frac{60 - 53}{2} = 3,5мм$$

Величина подачи суппорта при t = 3,5 мм рекомендуется S = 0,15… 0,2 мм/об. Принимаем значение подачи по паспорту станка Sст=0,18 мм/об. Рекомендуемая скорость резания Vтабл = 93 м/мин ([1], стр. 30).
Определим частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 93}{3{,}14 \cdot 60} = 494\ об/мин$$

и корректируем по паспорту станка nст = 500 об/мин.
Фактическая скорость резания

$$V_ф = \frac{500 \cdot 3{,}14 \cdot 60}{1000} = 94{,}2\ м/мин$$

Минутная подача составит $S_м = S_{ст} \cdot n_{ст} = 0{,}18 \cdot 500 = 90$ мм/мин.

Основное время $T_o = \frac{22{,}0}{90} \cdot 1 = 0{,}24\ мин$.

Суммарное основное время при выполнении трех переходов

$$T_0 = \sum_1^3 T_o = 0{,}06 + 0{,}08 + 0{,}24 = 0{,}38 мин.$$

Определение вспомогательного времени на операцию [1].
а) Вспомогательное время на установку и снятие детали tуст определяется по табл. карты 11. При установке заготовки массой до 1 кг в самоцентрирующем патроне с пневмозажимом без выверки tуст=0,18 мин.
б) Вспомогательное время, связанное с переходом tпер определяется по табл. карты 12, лист 1.
Переход 1. При поперечном точении с установкой положения резца по лимбу tпер=0,15 мин.
Переход 2. При продольном точении с установкой резца по лимбу измеряемый размер до 100 мм tпер=0,12 мин.
в) Вспомогательное время, связанное с переходом на приемы, не вошедшие в комплексы tпер определяется по табл. карты 12, лист 3.
Переход 1. После растачивания предыдущей детали необходимо изменить частоту вращения шпинделя 0,035 мин, изменить величину 0,04 мин, повернуть резцовую головку 0,05 мин.
Переход 2. В каждом переходе число оборотов шпинделя и подача остаются теми же, что и в переходе 1. Необходимо только повернуть резцовую головку 0,05 мин.
Переход 3. Перед растачиванием отверстия необходимо изменить частоту вращения шпинделя 0,035 мин; изменить величину подачи 0,04 мин; повернуть резцовую головку 0,05 мин.
Вспомогательное время, рассчитанное по элементам, суммируется для каждого перехода операции.

Переход А. $t_{уст}$=0,18 мин.

Переход 1. $t_{пер}+\Sigma t'_{пер}$ = 0,15+0,035+0,04+0,05=0,275 мин.

Переход 2. $t_{пер}+\Sigma t'_{пер}$ = 0,12+0,05=0,17 мин.

Переход 3. $t_{пер}+\Sigma t'_{пер}$ = 0,12+0,035+0,04+0,05=0,245 мин.

2) Вспомогательное время на контрольные измерения tизм устанавливается по табл. карты 63, лист 7, измерение штангенциркулем: поверхности 1 – 0,08 мин; поверхности 2 – 0,1 мин; поверхности 3 – 0,12 мин.

Периодичность контроля определяется по табл. карты 64, лист 1: при установке резца по лимбу для размеров заготовки до 200 мм коэффициент периодичности равен 0,3.

Таким образом, получим

$$t_{изм}= (0,08+0,1+0,12)\cdot 0,3=0,09 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от размера партии деталей определяется по табл. карты 63, лист 2. При размере партии n = 20 шт и оперативном времени на одну деталь

$$T_{оп}=T_о+T_в = 0,38+0,96 = 1,34 \text{ мин.}$$

$$K_{tв} = 1,0$$

Вспомогательное время на операцию

$$T_В =(t_{уст}+ \Sigma t_{пер} +\Sigma t'_{пер} +\Sigma t_{изм}) K_{tв} =$$

$$(0,18+0,275+0,17+0,245+0,09)\cdot 1,0 = 0,96, \text{ мин.}$$

Определим время на обслуживание рабочего места

$$T_{обс} = (T_о + T_В)\frac{a_{обс}}{100} = (0,38 + 0,96)\frac{3}{100} = 0,04 мин,$$

где $a_{обс}$ – время обслуживания рабочего места в процентах от оперативного времени, определяемое по табл. карты 13, $a_{обс}$ = 3%.

Время перерывов на отдых и личные надобности

$$T_{о.л.н.} = (T_о + T_В)\frac{a_{отд}}{100} = (0,38 + 0,96)\frac{4}{100} = 0,05 мин,$$

где $a_{о.л.н.}$. – время перерывов на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени, определяемое по табл. [2], составляет 4%.

Тогда штучное время составит

$$T_{шт} = T_о+T_в+T_{обс}+T_{о.л.н} = 0,38+0,96+0,04+0,05 = 1,43 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время Тп.з. определяется по табл. карты 13. Тп.з. = 22 мин.

Штучно-калькуляционное время

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n_з} = 1,43 + \frac{22}{200} = 1,53 \text{ мин.}$$

Задание:

Определить штучное и штучно-калькуляционное время на сверлильную операцию в условиях серийного производства.

Деталь – колодка ручного тормоза (рис.2).

Заготовка – отливка из ковкого чугуна КЧ37-1, 130…170 НВ

Операция:

1. Сверлить до Ø 18,5 на проход.
2. Зенкеровать до Ø $19{,}7^{+0{,}15}$ мм на проход
3. Развернуть до Ø $20^{+0{,}033}$ мм.

Оборудование: вертикально-сверлильный станок, модели 2С135.

Приспособление: кондуктор с эксцентриковым зажимом и быстросменными втулками

Инструмент: сверло Р6М5 Ø18,5 мм с нормальной заточкой, зенкер Ø19,7 мм, развертка Ø20 мм. Партия 400 шт

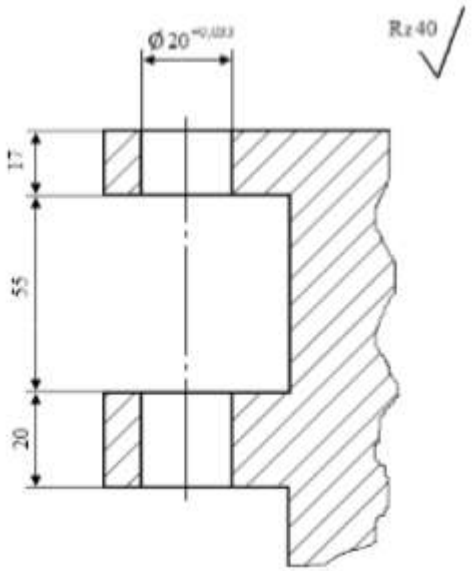

Рис.2. Эскиз обработки

Справочно:

1.Режимы резания металлов: Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1972. 407 с.

2. Нормирование станочных работ: Метод. указ. к выполнению курсовых и дипломных проектов и практическим занятиям. / Куйбыш. политехн. ин-т; Сост. А. Н. Филин. Куйбышев 1989. – 42с.