

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям

по дисциплине «Технологические процессы технического обслуживания и
ремонта ТнТТМО»

для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(Направленность (профиль) «Автомобили и автомобильное хозяйство»)

ВВЕДЕНИЕ

Российский транспорт непрерывно пополняется автомобилями отечественного и зарубежного производства. В ближайшее десятилетие ожидается удвоение парка автомобилей. Развивается рынок услуг по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей. В современных экономических условиях создается сеть предприятий по текущему и капитальному ремонту автомобилей и их агрегатов.

Специалистам автомобильного транспорта необходимы прочные знания, умения и практические навыки по основам организации и технологии ремонта автотранспортных средств отечественного и зарубежного производства.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технологические процессы технического обслуживания и ремонта и ТТМО» для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» составлены в соответствии с программой дисциплины и рабочим учебным планом.

В методических указаниях содержатся теоретические положения и практические указания по выполнению лабораторных работ, связанных с основами обслуживания, диагностирования технического состояния автомобильного транспорта, оценкой конструктивной и эксплуатационной надежности, моделирования и оптимизации технической эксплуатации и ремонта подвижного состава.

Целью изучения материалов данного практикума является формирование у студентов знаний по основам оценки обеспечения поддержания и восстановления работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта.

Составители: к.т.н., доцент Ющенко Н. И.,

Рецензент: Бабич А. Г.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. Технологический процесс текущего ремонта, выполняемый на производственных участках.....	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. Техническое нормирование сверлильных работ.....	23
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. Техническое нормирование ремонтных работ.....	39
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4. Техническое нормирование шлифовальных работ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	71
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	73

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА,
ВЫПОЛНЯЕМЫЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКАХ**

(4 часа)

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения данной практической работы является изучение устройства и практическое закрепление методики разработки технологического процесса ремонта агрегата выполняемого на производственном участке.

Содержание работы:

Технологический расчет выполняемы на производственных участках.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:
практически закрепляет методики разработки технологического процесса

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:
разработка технологических карт на производственных участках.

Формируемые компетенции: Формируемые компетенции: ПК-12 -
Готов к разработке проектно-конструкторской и технологической документации в области технической эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов;

ПК-14 - Готов к разработке и составлению графиков работ, заказов, заявок, инструкций, пояснительных записок, технологических карт, схем и другой технической документации, а также установленной отчетности по утвержденным формам, следить за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов.

Актуальность темы:

С целью повышения производительности труда и качества выполняемых работ на ремонтных предприятиях необходимо проводить технологический расчет производственных участков. Инженер обязан знать технологический процесс технического обслуживания выполняемый на производственных участках.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

1 Организация и технология работ в агрегатном отделении

Отделение предназначено для текущего ремонта агрегатов снятых с автомобиля. Основными работами, выполняемыми в отделении, являются: разборочные, дефектовочные, сборочные и работы по испытанию агрегатов.

Замена неисправных агрегатов на исправные производится, в соответствии с принятым способом организации производства технического обслуживания и текущего ремонта по методу "снять - поставить". Неисправный агрегат поступает со специализированных постов текущего ремонта на оборотный склад, а с него в агрегатное отделение. Такая организация позволяет предотвратить простой отделения.

В агрегатном отделении проводят работы по техническому обслуживанию и ремонту агрегатов автомобилей. А именно проверку состояния и ремонт коробок передач, передних и задних мостов, карданных валов, редукторов задних мостов, тормозных и рулевых механизмов.

В процессе эксплуатации автомобиля могут возникнуть неисправности, неполадки и поломки тех или иных агрегатов. Для устранения неисправности возникает необходимость в снятии агрегата с автомобиля.

Снятие агрегата с автомобиля проводится на линиях в зоне ТР слесарем по ремонту автомобиля. Снятому с автомобиля агрегату производят наружную мойку и транспортируют в агрегатное отделение. В агрегатном отделении производится разборка агрегата на необходимом для этого стенде: для разборки коробок передач, для разборки тормозных камер и карданных валов. После разборки детали дефектуются, негодные детали выбраковываются, требующие ремонта восстанавливаются.

После этого комплектуются сборочные единицы, собираются агрегаты на стендах. Затем производится описание агрегатов. Отремонтированные агрегаты принимаются контролем ОТК и отправляются в зону ТР для установки на автомобиль или на оборотный склад.

В агрегатном отделении выполняется ремонт следующих агрегатов автомобиля: сцепления, коробки передач, карданной передачи, рулевого управления и переднего моста, ведущего моста, элементов тормозной системы и подвески.

Снятые с автомобиля агрегаты транспортируются на оборотный склад, с оборотного склада неисправные агрегаты транспортируются в моечный участок, где производится их мойка и очистка, а затем в агрегатное отделение. В отделении производится разборка поступивших агрегатов на узлы и детали, дефектовка и сортировка узлов и деталей, комплектовка, сборка и испытание агрегатов. Испытанные агрегаты отправляются на оборотный склад или, в случае необходимости, на специализированные посты текущего ремонта.

Детали, подлежащие ремонту и восстановлению, направляются в слесарно-механическое отделение для ремонта и восстановления, а детали, которые нельзя восстановить отправляются в утиль. При комплектации неисправные детали заменяются на восстановленные или новые, которые поступают в отделение со склада запасных частей.

Схема организации технологического процесса в агрегатном отделении приведена на рисунке 1.1.

2 Расчет уровня механизации

Степень охвата рабочих механизированным трудом определяется по формуле:

$$C_M = \frac{P_M}{P} \cdot 100, \quad (1.1)$$

$$C_{MP} = \frac{P_{MP}}{P} \cdot 100, \quad (1.2)$$

где C_M , C_{MP} - степень охвата рабочих механизированным и механизированно-ручным трудом;

P_M, P_{MP} - количество рабочих использующих машины и механизмы, использующих ручные механизмы;

P - общее число рабочих в отделении.

Уровень механизированного труда в общих трудовых затратах:

$$y_{MT} = \frac{\sum(P_M \cdot K)}{P} \cdot 100. \quad (1.3)$$

$$y_{MP} = \frac{\sum(P_{MP} \cdot И)}{P} \cdot 100. \quad (1.4)$$

где y_{MT}, y_{MP} - уровни механизированного и механизированно-ручного труда в общих трудовых затратах;

$K, И$ - коэффициенты механизации.

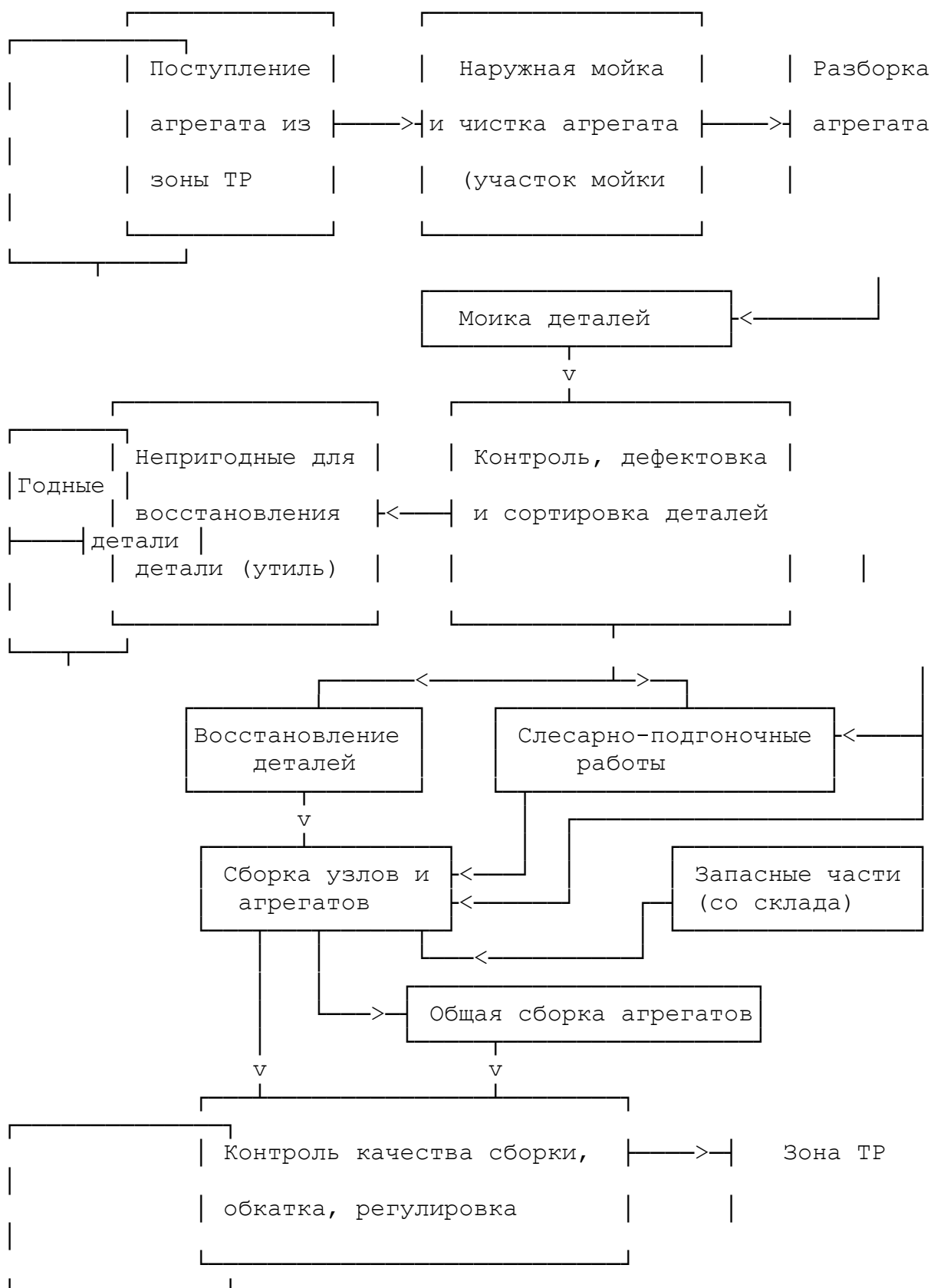


Рисунок 1.1 - Схема технологического процесса ремонта агрегатов в агрегатном отделении

$$Y_{MT} = \frac{2 \cdot (0,4 + 0,1)}{4} \cdot 100 = 25 \%$$

$$Y_{MP} = \frac{2 \cdot (0,1 + 0,02 + 0,05)}{4} \cdot 100 = 8,5 \%$$

Уровень механизации и автоматизации производственных процессов:

$$Y_{МП} = \frac{\sum(P_M \cdot K \cdot П)}{\sum(P_M \cdot K \cdot П) + P \cdot (1 - Y_{MT}/100)} \cdot 100. \quad (1.5)$$

$$Y_{ПР} = \frac{\sum(P_{MP} \cdot И \cdot П)}{\sum(P_{MP} \cdot И \cdot П) + P \cdot (1 - Y_{MP}/100)} \cdot 100. \quad (1.6)$$

где $Y_{МП}$, $Y_{ПР}$ - уровни механизации и автоматизации производственных процессов;

K - коэффициент механизации;

$И$ - коэффициент простейшей механизации;

$П$ - коэффициент производительности оборудования.

3 Планировочное решение

Разработка планировочного решения агрегатного отделения производится в соответствии с технологией работ, требованиями научной организации труда, ОНТИ-01-91 [5].

В соответствии с ОНТИ для выполнения отдельных видов работ ТР с учетом их противопожарной опасности и санитарных требований предусмотрено выполнение работ в агрегатном отделении в одном отдельном помещении, для снижения уровня шума в отделении испытательное оборудование необходимо закрыть защитными кожухами.

Расстановка оборудования в агрегатном отделении выполнено с учетом необходимых условий техники безопасности, удобства обслуживания и монтажа оборудования при соблюдении нормативных расстояний между оборудованием и элементами зданий (см. табл. 4.3 [1] или [5]).

Расчет площади агрегатного отделения производится двумя способами. По удельным площадям – на стадии технико-экономического обоснования и выбора объемно-планировочного решения, а также при предварительных расчетах (см. первый раздел).

Площадь участка рассчитывается по площади помещения занимаемой оборудованием и коэффициенту плотности его расстановки.

Площадь участка:

$$F_Y = f_{об} \cdot K_{II}, \quad (1.7)$$

где $f_{об}$ - суммарная площадь горизонтальной проекции по габаритным размерам оборудования, м²;

K_{II} - коэффициент плотности расстановки оборудования.

Для расчета F_Y предварительно на основе табеля [6] и каталогов технологического оборудования составлены ведомости (см. табл. 2.2, 2.3) после чего определяем площадь агрегатного отделения.

Значение коэффициента K_{II} для агрегатного производственного участка, согласно ОНТИ АТП СТО 80, $K_{II} = 4,0$.

4 Расчет коммуникаций

Годовой расход силовой энергии:

$$W_{\text{Э}} = D_{pg} \cdot T_{cm} \cdot K_{из} \cdot N_{\text{Э}}, \quad (1.8)$$

где $D_{pg} = 250$ дня – дни работы отделения в году;

$T_{см}$ - продолжительность смены, час;

$K_{иэ}$ - коэффициент использования электрооборудования в течении смены. Для оборудования периодического действия принимаем $K_{иэ} = 0,1$;

$N_{э}$ - суммарная мощность электрооборудования в агрегатном отделении.

Годовой расход осветительной электроэнергии определяем по формуле:

$$W_{OC} = q \cdot F_M \cdot D_{рг} \cdot T_{осв}, \quad (1.9)$$

где q - удельная плотность осветительной нагрузки, принимаем $q = 25 \text{ Вт} / \text{м}^2$;

F_M - площадь агрегатного отделения, м^2 ;

$T_{осв}$ - длительность работы светильников в течении смены. С учетом того, что в агрегатном отделении есть также естественное освещение, принимаем $T_{осв} = 6$ час.

Общий годовой расход электроэнергии:

$$W_{ОБЩ} = W_{э} + W_{OC}; \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (1.10)$$

Водоснабжение

В отделении имеется установка моечная ОМ 837Г. Кроме того, вода расходуется на санитарно-бытовые нужды.

Расход питьевой воды за год составит:

$$V_{П} = q_n \cdot D_{рг} \cdot P_{ш}, \quad (1.11)$$

где q_n - расход питьевой воды на санитарно-бытовые нужды на 1 человека в день, $q_n = 25 \text{ л}$;

$P_{ш}$ - штатное число рабочих в наиболее нагруженную смену, чел.

Отопление

На предприятии применяется водяное отопление от собственной котельной.

Расход топлива на отопление агрегатного отделения за год составляет:

$$Q = H_T \cdot \Phi_{OT} \cdot V_H, \quad (1.12)$$

где H_T - удельный расход тепла на отопление всего здания,
 $H_T = 12 \text{ ккал} / \text{м}^3$;

Φ_{OT} - длительность отопительного сезона в течении года. С учетом того, что АТП находится в умеренно-теплой зоне, $\Phi_{OT} = 4200 \text{ м}$ [8];

V_H - объем части производственного здания приходящийся на агрегатное отделение, м^3 .

$$V_H = F_H \cdot H_{зд}, \quad (1.13)$$

где $H_{зд}$ - высота здания, м.

Годовой расход топлива на отопление:

$$G_T = \frac{Q}{q}, \quad (1.14)$$

где q - теплотворная способность 1 кг топлива. При применении в качестве топлива мазута, $q = 8500 \text{ ккал/кг}$.

Сжатый воздух

Потребителем сжатого воздуха является воздуходувная колонка.

Годовой расход сжатого воздуха:

$$Q_{CB} = 60 \cdot D_{pz} \cdot T_{cm} \cdot K_n \cdot \partial_{\min}, \quad (1.15)$$

где K_n - коэффициент использования оборудования потребляющего сжатый воздух. Воздухораздаточная колонка является потребителем периодического действия, поэтому $K_n = 0,1$;

$\partial_{\min}$ - минутный расход сжатого воздуха, $\partial_{\min} = 0,12 \text{ м}^3/\text{мин}$.

5. Принципы разработки технологических карт

Виды и назначение технологических карт. Для наиболее рациональной организации работ по ТО, ремонту и диагностированию автомобилей, его агрегатов и систем составляются различные технологические карты.

На основании этих технологических карт определяется объем работ по техническим воздействиям, а также производится распределение работ (операций) между исполнителями.

Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя и, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения обслуживания или ремонта.

Технологическая карта составляется отдельно на вид обслуживания (ЕО, ТО-1, ТО-2), а внутри вида обслуживания по элементам. Например, по видам работ: контрольные, крепежные, регулировочные операции; электротехнические работы; обслуживание системы питания; смазочные, очистительные операции и др.

В технологических картах указывают перечень операций, место их выполнения (снизу, сверху или сбоку автомобиля), применяемое оборудование и инструмент, норму времени на операцию, краткие технические условия на выполнение работ, разряд работ и специальность исполнителей.

Технологические карты составляют в соответствии с перечнем основных операций, изложенных в первой или второй (нормативной) части

положения о ТО и ремонте. При разработке технологических карт необходимо предусмотреть:

- удобство установки, снятия и перемещения автомобиля или агрегатов в процессе выполнения операций;
- необходимое осмотровое, подъемно-транспортное оборудование;
- применение высокопроизводительного технологического оборудования, инструмента и приспособлений;
- создания удобных, безопасных и, гигиенических условий труда для рабочих в соответствии с требованиями НОТ;
- средства и способы контроля качества работ.

Формулировка операций и переходов должна указываться в строгой технологической последовательности, кратко, в повелительном наклонении, например «Установить автомобиль на пост, открыть капот...» и т. д.

Технологическая карта на вид работ (группу операций), специализированный пост ТО, диагностирования или переходящее звено рабочих помещается в технологической части проекта и в общем виде может быть выполнена по форме на специальном бланке. При этом размеры колонок по ширине принимаются учащимся самостоятельно с учетом удобства записи. Если работы выполняются одним рабочим или несколькими, но одной специальности и разряда, то колонку 4 исключают (операционная карта).

Эскизы к технологическим картам. Необходимые эскизы, поясняющие последовательность выполнения операций и переходов, выполняются аккуратно, от руки, карандашом на отдельных листах записки (формат А4) и вкладываются после технологической карты или выносятся на лист графической части проекта (формат А4 или А3) с угловыми штампами по ГОСТ 2.104—68. Эскизы обязательны при выполнении контрольных, регулировочных, разборочно-сборочных и других работ, так как при этом одного описания недостаточно для четкого представления о выполняемой операции или переходе.

Детали на эскизах обозначаются номерами (позициями), на которые делаются ссылки при описании операций или переходов в текстовой части технологической карты. Эскиз может быть представлен в изометрии, в виде чертежа с разрезами, сечениями, выносками, в виде схемы, иллюстрирующей последовательность операций, например, при проведении разборочно-сборочных работ.

Приспособления и инструмент, применяемый при проведении работ, показывается в рабочем положении, соответствующем окончанию операции.

6. Примеры технологических карт

В АТП технологические карты состоят из:

- специализированный пост зоны ТО (постовая карта);
- один из постов линии диагностирования (карта диагностирования Д-1, Д-2);
- специализированное переходящее звено (бригаду) рабочих при методе универсальных постов;
- определенный вид работ ТО, ремонта, диагностирования (часть постовых работ);
- операцию ТО, ремонта, диагностирования (операционная карта);
- операции, выполняемые одним или несколькими рабочими (карта на рабочее место).

Постовые карты. Выполнению постовых карт предшествуют:

- выбор метода организации процесса ТО, диагностирования;
- распределение объемов работ и исполнителей по постам поточной линии или специализированным переходящим звеньям, обеспечивающее синхронность работы постов;
- определение перечня работ (операций), выполняемых на данном посту ТО, ремонта, диагностирования, или перечня операций, выполняемых данным звеном рабочих.

Операционные карты. Состоят из нескольких переходов, приемов и представляют собой детальную разработку технологического процесса той

или иной операции ТО, диагностирования или ремонта. Операционная карта составляется по форме на специальном бланке на основные контрольно-диагностические, регулировочные, демонтажно-монтажные, разборочно-сборочные и другие работы, выполняемые на постах зон ТО, ремонта, диагностирования или в цехах (отделениях). Операции, на которые должны быть составлены карты, устанавливаются в задании или этот вопрос согласовывается с руководителем проекта в процессе проектирования. Карта на рабочее место содержит операции, выполняемые на рабочем месте (местах), и определяет круг обязанностей одного или нескольких рабочих.

Дополнительные указания по оформлению карт диагностирования Д-1, Д-2. Форма технологических карт для обслуживания является универсальной для составления карт любого назначения (названия), но для процесса диагностирования она несколько изменится. В частности, в заголовке записывается «Карта диагностирования» с указанием вида диагностирования (Д-1, Д-2) и номера поста, например «для поста № 2». В первой графе записывается «Наименование снимаемых параметров», а в четвертой графе проставляются условные обозначения исполнителей (СД или (и) МД) в зависимости от того — заняты этой работой (операцией) оба исполнителя или нет. На постах диагностирования одновременно работают, как правило, два исполнителя (диагноста): слесарь-диагност (СД) - IV разряда и мастер-диагност (МД) - V разряда по работам Д - 1, по работам Д - 2 - СД IV - V разряда, МД V - VI разряда (специальность и разряд указываются в строке «Исполнители»). При составлении карт диагностирования используется специальная литература по диагностики автомобилей.

Разработка технологического процесса восстановления или изготовления детали. Исходные данные. Разработка технологического процесса зависит от исходных данных, закладываемых в разрабатываемый процесс, и прежде всего от программы ремонтного предприятия. Для принятия технически грамотного решения при описании исходной информации необходимо:

- описать особенности конструкции детали (материал, термическую обработку, шероховатость и точность обработки, базовые поверхности);
- описать условия работы детали в узле (агрегате), указав вид трения, контактные нагрузки, знакопеременные нагрузки, усилия (растяжения, изгиба, сжатия), возможные изменения структуры, агрессивность среды и пр.;
- определить класс детали, к которому она относится, возможность обработки ее резанием, давлением, сваркой, указать механические свойства материала детали; выполнить ремонтный чертеж детали.

Ремонтный чертеж (рисунок) выполняется в соответствии с ЕСКД и учетом правил, регламентируемых ГОСТ 2.604—68. Места на детали, подлежащие восстановлению, выполняются на чертеже сплошной основной линией, остальные изображения сплошной тонкой линией.

На ремонтных чертежах предельные отклонения размеров проставляются в виде числовых значений, либо в виде условных обозначений (Н7, Н9, А6, К6 и т. п.), рядом с которыми в скобках помещают их числовые значения. Допуски на свободные размеры 14, 15 и 16 квалитетов проставляются на ремонтных чертежах с округлением до десятых долей миллиметра.

На ремонтных чертежах (за исключением чертежей на вновь изготавливаемые детали и сборочные единицы) изображаются только те виды, размеры и сечения, которые необходимы для проведения восстановления детали или сборочной единицы.

На чертеже детали, восстанавливаемой сваркой, наплавкой, нанесением металлопокрытия, рекомендуется выполнять эскиз подготовки соответствующего участка детали к ремонту.

При применении сварки, пайки на ремонтном чертеже указываются наименование, марка, размеры материала, используемого при ремонте, а также номер стандарта на этот материал.

На ремонтных чертежах категорийные (ремонтные) и пригоночные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя металла, обозначают буквами, а их числовые значения и другие данные указывают на выносных линиях или в таблице, помещаемой в правой верхней части чертежа. При этом для ремонтных размеров сохраняется класс точности и посадка, предусмотренные в рабочих чертежах.

Для определения способа ремонта на ремонтных чертежах деталей и сборочных единиц помещают технологические требования и указания.

Требования, относящиеся к отдельному элементу детали или сборочной единицы, помещают на ремонтном чертеже рядом с соответствующим элементом или участком детали (сборочной единицы).

Обозначения ремонтных чертежей получают добавлением к обозначениям детали или сборочной единицы буквы «Р» (ремонтный).

Исходным документом для разработки технологического процесса является также «Карта технических требований на дефектацию детали» (специальная форма).

Заполнение технологической документации. После разработки технологического процесса на восстановление (изготовление) детали или сборку узла (агрегата) заполняется маршрутная карта по ГОСТ 3.1118—82. Для разработки каждой операции составляются операционные карты:

операционная карта механической обработки по ГОСТ 3.1404—86, формы 1 и 1а;

операционная карта слесарных и слесарно-сборочных работ по ГОСТ 3.1407-86, формы 1 и 1а;

карта технологического процесса термической обработки по ГОСТ 3.1405—86, формы 1 и 1а;

карта типового технологического процесса нанесения химических, электрохимических покрытий и химической обработки по ГОСТ 3.1408—85, формы 1 и 1а;

карта типового технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий по ГОСТ 3.1408—85, формы 3 и 3а;

операционная карта технического контроля по ГОСТ 3.1502— 85, формы 1 и 1а;

карта регистрации результатов испытания по ГОСТ 3.1507— 84, формы 1 и 3.

Разработка технологического процесса сборки узла (агрегата).

Исходные данные:

- сборочный чертеж изделия на кальке, синьке или чертежной бумаге, помещаемой в записку:

- технические условия на сборку с указанием посадок сопряженных деталей, режимов испытания изделия, технологические инструкции на подбор деталей, сборку, контроль и регулировку сопряжений, сборочных единиц;

- данные об изменениях в эксплуатации и при ремонте размеров рабочих поверхностей сопрягаемых деталей;

- программа выпуска изделия;

- объем поставок по кооперации;

- документация по технологическому оборудованию и оснастке;

- образец собираемого изделия (желательно) для самостоятельной сборки и разборки его с целью детального изучения.

Порядок разработки технологического процесса сборки:

- установить, каким способом подобраны детали при их комплектовании, отдельно выделить детали, подобранные селективным способом;

- разбить изделие на сборочные единицы, составить комплектовочную карту по ГОСТ 3.1106—74, см. форму 7;

- сделать размерный анализ основных сопряжений с учетом изменений размеров в эксплуатации и при их ремонте;

- разработать технологические инструкции на сборку соединений, сборочных единиц, на контроль, регулировку и испытание сборочных единиц

и изделия в целом. Особое внимание надо уделить состоянию базовых деталей, поступающих на сборку, правильности подбора сопрягаемых деталей по размерным и массовым группам, точности взаимного положения деталей, выполнению необходимых пригоночных и регулировочных работ;

- разработать схемы технологического процесса сборки изделия из сборочных единиц, схему технологического процесса сборки отдельных сборочных единиц, укрупненную и развернутую схемы сборки изделия;

- определить состав и рациональную последовательность технологических и контрольных операций;

- выбрать организационную форму сборки. Возможны формы без пооперационного расчленения сборочного процесса (стационарная сборка) и с расчленением сборочного процесса на операции (поточная сборка). Сборка может быть выполнена либо непосредственно из деталей, либо из предварительно собранных узлов. Поточная сборка осуществляется как при неподвижном объекте, так и с его перемещением;

- выбрать технологическое оборудование и оснастку в соответствии с характером выполняемых работ, предусмотреть механизацию и активизацию производственных процессов. При этом применять транспортирующие устройства (конвейеры, тележки), грузоподъемные устройства (подъемники электрические, пневматические, винтовые и др.), прессовое оборудование (прессы ручные винтовые, эксцентриковые, пневматические, гидравлические), электрифицированный и пневматический сборочный инструмент (сверлильные машины, электрические напильники, инструмент для сборки резьбовых соединений);

- произвести нормирование процесса, определить профессии и квалификацию исполнителей. Учитывая, что разборочно-сборочный процесс состоит в основном из ручного и машинно-ручного труда, применение расчетно-аналитического метода нормирования затруднено. Для установления нормы времени можно рекомендовать аналитически-исследовательский метод, основанный на проведении фотографии рабочего

процесса, или нормирование по разработанным типовым нормам времени на разборку и сборку, например рекомендуется операцию разбивать на приемы и определять норму времени как сумму времени на выполнение приемов сборки, мин;

- оформить технологическую документацию на сборку.

При выполнении практической работы требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) плакаты по устройству автомобилей ЗИЛ, ГАЗ, КамАЗ;
- 2) нормативы времени на выполнение работ по ремонту агрегатов;
- 3) агрегаты и узлы автомобилей ЗИЛ, ГАЗ, КамАЗ;
- 4) комплект инструмента «Слесаря-ремонтника» большой.

3 ЗАДАНИЯ

Практическую работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) изучить устройство заданного узла или агрегата;
- 2) назначить последовательность выполнения работ по ремонту агрегата;
- 3) подобрать необходимый рабочий инструмент;
- 4) определить нормы времени выполнения работ;
- 5) разработать технологическую карту.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Для оценки уровня усвоения материала практической работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1. Для чего предназначено агрегатное отделение и какие основные работы производятся в нем?
2. Как организуется технологический процесс ремонта и обкатки агрегатов?
3. Назовите основные вредности выделяемые в агрегатном отделении.

4. Как определить степень охвата рабочих механизированным трудом?
5. Как определить уровень механизации и автоматизации производственных процессов?
6. Как определить площадь участка?
7. Назовите виды технологических карт.
8. В каких случаях обязательны эскизы к технологическим картам.
9. Какие исходные данные необходимы для разработки технологического процесса восстановления или изготовления детали.
10. Какие исходные данные необходимы для разработки технологического процесса сборки узла (агрегата).
11. Для чего предназначено моторное отделение, и какие основные работы производятся в нем?
12. Как организуется технологический процесс ремонта и обкатки двигателей?
13. Назовите основные вредности выделяемые в моторном отделении.
14. Назовите режимы обкатки двигателей.

Отчет по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения практической работы занятии. Защита отчета осуществляется после предварительной проверки и допуска к защите на занятии.

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ [1-4, 11-22].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ СВЕРЛИЛЬНЫХ РАБОТ (4 ЧАСА)

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения данного практического занятия является изучение и овладение методикой расчет технических норм времени на сверлильные работы.

Содержание работы:

Расчет технических норм времени на сверлильные работы

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:

понятия о технологическом процессе и операции расчета технических норм на сверлильные работы.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:

рассчитывать глубину резания, определение скорости резания, определение усилия резания, рассчитывать машинное (основное) время и просуммировать его по переходам на операцию.

Формируемые компетенции: **ПК-7** Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только технологию обработки на станках, но технологические операции дальнейшей обработки отверстий.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Расчет технических норм времени на сверлильные работы

Понятия о технологическом процессе и операции. Технологический процесс, охватывающий весь процесс изготовления и восстановления детали или сборки (разборки) изделия для обеспечения наиболее рационального построения делится на части, называемые технологическими операциями.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте (непрерывно до перехода к следующей детали). В задачу проектирования технологического процесса входит установление содержания и последовательности выполнения операций. Структурными элементами операции являются технологические и вспомогательные переходы.

Технологическим переходом называется часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательным переходом называется часть технологической операции, включающая действия человека или работу оборудования, которые не приводят к изменению формы размеров и шероховатости поверхностей, но необходимы для выполнения технологического перехода.

В задачу проектирования операции входит установление содержания и последовательности выполнения, вспомогательных и технологических переходов, подбор оборудования, приспособлений и инструмента, с помощью которых можно достичь цели операции, назначение режимов резания, установление технически обоснованной нормы времени и квалификации исполнителя.

Описание содержания операции выполняется в операционной карте по формам ГОСТ 3.1404-74; ГОСТ 3.1406-74; ГОСТ 3.1408-74.

Операция является основной и неделимой частью технологического процесса в организационном отношении. По операциям определяют трудоемкость процесса, требуемое число производственных рабочих,

материально-техническое снабжение, учет производительности труда, контроль качества. По операциям производят расчет технически обоснованных норм времени потому, что каждая операция (механическая, сварочная, слесарная и пр.) имеет свои особенности.

Техническое нормирование труда является основной частью организации труда и призвано изучать и рационализировать трудовые процессы измерением их во времени.

Последовательность расчета технической нормы времени на токарную (сверлильную, фрезерную, шлифовальную) операцию.

1 Подготовить исходные данные (твердость и предел прочности материала детали; требования к точности размера, формы, расположения и шероховатости поверхности) и уяснить цель операции. Данные занести в соответствующие разделы отчета, сделать операционный эскиз.

2 Спроектировать состав операции (цель технологических и вспомогательных переходов и последовательность их выполнения). Содержание перехода должно быть выражено в повелительном наклонении и включает в себя способ установки и крепления детали и производимую при переходе работу.

3 Подобрать оборудование, приспособления, инструмент, с помощью которых можно достичь поставленной задачи.

4 Пользуясь нормативными данными по видам обработки, назначить, а если необходимо рассчитать элементы режима резания в последовательности, установленной таблицей отчета. Данные записать в таблицу.

Глубина резания. В зависимости от общего припуска на обработку, частоты и точности обрабатываемой поверхности определяется глубина резания по формуле:

$$t = \frac{d_1 - d}{2}, \text{ мм} \quad (2.1)$$

где d_1 – диаметр заготовки, мм; d – диаметр детали после обтачивания, мм.

Выбор подачи. В зависимости от глубины резания, геометрии режущего инструмента, точности и чистоты обрабатываемой поверхности устанавливается по нормативам максимальная технологически допустимая подача резца за один оборот обрабатываемой детали – (S) мм / об.:

В таблицах 1, 2 приведено рекомендуемое значение подач при грубой и получистовой обтачки деталей на токарных станках.

Таблица 1 – Поддачи при грубом продольном обтачивании проходными резцами

Диаметр обрабатываемой детали d в мм	Глубина резания t в мм		
	до 5	> 5 – 8	> 8 – 12
	Подача S в мм / об		
10 – 18	до 0,25	–	–
18 – 30	0,20 – 0,50	–	–
30 – 50	0,40 – 0,80	0,30 – 0,60	–
50 – 80	0,60 – 1,20	0,5 – 1,00	–
80 – 100	1,00 – 1,60	0,70 – 1,30	0,50 – 1,00
120 – 180	1,40 – 2,00	1,10 – 1,80	0,80 – 1,50

Примечание. Большие значения подач следует брать при обработке мягких сталей при работе в центрах с отношением $\frac{L}{d} < 6$ или в патроне при $\frac{L}{d} < 2$, меньшие значения подач берутся при обработке твердой стали и чугуна.

При обтачивании закаленных сталей рекомендуется использовать следующие значения подач.

Прочность стали σ_b , кг / мм ²	Твердость по Роквеллу R_C	Среднее значение подач S , мм / об
160	49	0,10 – 0,30
180	54	0,07 – 0,20
200	58	0,05 – 0,15

Таблица 2 – Поддачи при получистовом обтачивании незакаленных сталей

Класс чистоты по ГОСТ 2789-51		Радиус при вершине резца r , мм	Скорость резания U , м / мм					
Обозначения	$H_{ск}$, мк		80	90	100	110	120	>130
			Подача S , мм / об					
▽▽4	12,5 до 6,3	0,5	0,54-0,46	0,55-0,48	0,55-0,49	0,55-0,49	0,55-0,49	0,55-0,49
		1,0	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57
		2,0	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67
▽▽5	6,3 до 3,2	0,5	0,29-0,23	0,31-0,26	0,34-0,29	0,36-0,32	0,39-0,34	0,41-0,37
		1,0	0,4-0,31	0,45-0,35	0,46-0,38	0,46-0,4	0,46-0,41	0,46-0,42
		2,0	0,52-0,44	0,53-0,47	0,54-0,48	0,54-0,48	0,54-0,48	0,54-0,48
▽▽6	3,2 до 1,6	0,5	0,15-0,11	0,16-0,13	0,18-0,14	0,2-0,16	0,22-0,18	0,25-0,21
		1,0	0,21-0,16	0,22-0,17	0,24-0,19	0,25-0,21	0,33-0,24	0,34-0,25
		2,0	0,28-0,21	0,3-0,23	0,32-0,25	0,35-0,28	0,38-0,32	0,39-0,35

Примечание. Значения подач, приведенные в таблице, предусматривают обработку стали с пределом прочности $\sigma_b = 70 \div 90$ кг / мм².

При обработке стали с другими значениями σ_b табличные значения подач следует умножать на поправочный коэффициент K .

σ_b , кг / мм ²	До 50	> 50 – 70	> 70 – 90	> 90 – 100
K	0,7	0,75	1,0	1,25

Определение скорости резания. После того как установлена глубина резания и подача в зависимости от принятой стойкости режущего инструмента, определяем скорость резания по формуле

$$v = \frac{C_v}{t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot K, \text{ м / мин}, \quad (2.2)$$

где C_v – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

s – подача на один оборот обрабатываемой детали в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, который в зависимости от основных факторов, влияющих на изменения скорости резания, может быть выражен следующим образом:

$$K = K_T \cdot K_m \cdot K_u \cdot K_\varphi, \quad (2.3)$$

где K_T – коэффициент, зависящий от стойки резца;

K_m – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;

K_u – коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента;

K_φ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_v и показателей степени при глубине резания x_v и подаче y_v приводятся в таблице 3

Таблица 3 – Значения коэффициента C_v и показателей степени x_v и y_v

Материал резца и его марка	Обрабатываемый металл и его механические свойства	Характер обработки	C_v	x_v	y_v
Твердый сплав Т 15 К 6	Сталь углеродистая, стальное литье $\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$	Получистовая $S \leq 0,3, \text{ мм}$	170	0,18	0,20
		Грубая $S > 0,3, \text{ мм}$	141	0,18	0,35
Твердый сплав В К 8	Чугун серый $H_B = 190$	Получистовая $S \leq 0,4, \text{ мм}$	77	0,13	0,20
		Грубая $S > 0,4, \text{ мм}$	68	0,20	0,40

Примечание. Значение коэффициентов и показателей степеней в приведенной таблице дано при обработке углеродистой стали, стального литья и серого чугуна резцами из твердых сплавов без охлаждения

В таблице 4 приводятся поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от стойкости резца, обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента и главного угла резца в плане.

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты на скорость резания

I. В зависимости от стойкости резца T											
Обрабатываемый материал	Стойкость резца T , мин.										
	20	30	45	60	75	90	120	150	180	240	360
	Поправочные коэффициенты на скорость резания										
Незакаленная сталь, чугун	1,33	1,24	1,15	1,08	1,04	1,00	0,94	0,91	0,87	0,82	0,76
II. В зависимости от обрабатываемого материала											
Наименование обрабатываемого материала	Механические свойства								Поправочные коэффициенты на скорость резания		
Углеродистые, легированные стали и стальное литье	116 – 146			40 – 50			2,15				
	146 – 174			> 50 – 60			1,60				
	174 – 203			> 60 – 70			1,25				
	203 – 230			> 70 – 80			1,00				
	230 – 260			> 80 – 90			0,84				
	260 – 288			> 90 – 100			0,73				
	288 – 317			> 100 – 110			0,62				
Серый чугун и медные сплавы	140 – 160			-			1,50				
	> 160 – 180			-			1,20				
	> 180 – 200			-			1,00				
	> 200 – 220			-			0,85				
	> 220 – 240			-			0,72				
	> 240 – 260			-			0,63				
Алюминий и силумин	-			7 – 16			6,00				
	-			17 – 28			5,00				
Дуралюмин	-			< 35			5,00				
	-			> 35			4,00				
III. В зависимости от марки твердого сплава											
Марка твердого сплава	Т 5 К 10		Т 15 К 6		Т 30 К 4		В К 8		В К 6		В К 3
Поправочный коэффициент на скорость резания	0,65		1,0		1,5		1,0		1,2		1,5
VI. В зависимости от главного угла в плане резца φ°											
Обрабатываемый материал	Главный угол резца в плане φ°										
	10	20	30	45	60	70	80				
	Поправочный коэффициент на скорость резания										
Углеродистые, легированные стали и стальное литье	1,55	1,30	1,13	1,00	0,92	0,86	0,81				
Серый чугун и медные сплавы	–	–	1,20	1,00	0,88	0,83	0,73				

Определение усилия резания. Усилие резания определяется по формуле:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot K, \text{ кг}, \quad (2.4)$$

где C_p – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, которые в зависимости от основных факторов, влияющих на изменение усилия резания, может быть выражены следующим образом: $K = K_m \cdot K_\varphi$;

K_m – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_φ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_p и показателей степени при глубине резания x_p и подаче y_p приводятся в таблице 5.

Таблица 5 – Значение коэффициента C_p и показателей степени x_p и

y_p

Тип резца	Материал режущей части	Обрабатываемый материал					
		Сталь и стальное литье			Чугун серый		
		Механические свойства					
		$\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$			$H_B = 190$		
		C_p	x_p	y_p	C_p	x_p	y_p
Проходные сплавы	Твердые сплавы	190	1,00	0,75	92	1,00	0,75

В таблице 6 приводятся поправочные коэффициенты на усилие резания в зависимости от обрабатываемого материала и главного угла резца в плане.

Таблица 6 – Поправочные коэффициенты на усилие резания

I. В зависимости от состояния и группы материала									
Состояние и группа материала					Значение коэффициента			K_{cp_z}	
Холоднотянутые стали..... Горячекатаные, отожженные нормализованные и термообработанные стали..... Алюминий и силумин..... Дуралюминий.....					—			0,80	
					—			1,00	
					—			0,20	
					$\sigma_b = 25 \text{ кг / мм}^2$			0,30	
					$\sigma_b = 35 \text{ кг / мм}^2$			0,40	
					$\sigma_b = 35 \text{ кг / мм}^2$			0,50	
Поправочные коэффициенты для алюминиевых и магниевых сплавов отнесены к горячекатаной стали $\sigma_b = 70 \div 80 \text{ кг / мм}^2$.									
II. В зависимости от механических свойств обрабатываемого материала									
Сталь и стальное литье									
Прочность стали σ_b , кг / мм ²	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 70	70 – 80	80 – 90	90 – 100	100 – 110	110 – 120
Поправочный коэффициент	0,69	0,76	0,82	0,88	1,00	1,1	1,18	1,28	1,36
Серый чугун и медные сплавы									
Твердость H_B			80 – 100	100 – 120	120 – 140	140 – 160	160 – 180		
Поправочный коэффициент			0,67	0,74	0,81	0,88	0,94		
Твердость H_B			180 – 200	200 – 220	220 – 240	240 – 260	260 – 280		
Поправочный коэффициент			1,00	1,06	1,12	1,17	1,22		
III. В зависимости от главного угла в плане φ°									
Обрабатываемый материал	Главный угол в плане φ° в град.								
	10	20	30	45	60	70	90		
	Поправочный коэффициент на усилие резания K_φ								
Сталь, стальное литье, алюминиевые и магниевые сплавы	1,32	1,16	1,08	1,0	0,98	1,09	1,08		
Чугун и медные сплавы	—	—	1,05	1,0	0,96	0,94	0,92		

Определение мощности. Мощность, необходимая на резание, определяется по формуле:

$$N_9 = \frac{P_z \cdot v}{4500} \text{ л. с. или } N_9 = \frac{P_z \cdot v}{6120} \text{ кВт.} \quad (2.5)$$

Машинное время. При равномерном и прямолинейном перемещении (в данном случае режущей грани резца) время t_m равно пройденному пути l ,

деленному на скорость перемещения в единицу времени $n \cdot s$. В соответствии с этим машинное время при внешней обточке цилиндрических и конических поверхностей проходными резцами на токарных станках определяется по формуле:

$$t_m = \frac{l + y}{n \cdot s}, \text{ мин,} \quad (2.6)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в мм;

y – длина врезания резца в мм;

n – число оборотов детали в минуту;

s – подача на один оборот детали в мм.

Подставив вместо n его значение из формулы окружности скорости

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \text{ м /мин} \quad (2.7)$$

или

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ об / мин.} \quad (2.8)$$

Получим формулу для определения машинного времени через скорость резания

$$t_m = \frac{\pi \cdot d \cdot (l + y)}{1000 \cdot v \cdot s}, \text{ мин,} \quad (2.9)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности в мм (до обточки);

v – скорость резания в м / мин.

Величина врезания для проходных резцов (фигура 4.1) определяется следующим образом:

$$\frac{t}{y} = \operatorname{tg} \varphi, \text{ откуда } y = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (2.10)$$

где t – глубина резания в мм;

φ – главный угол резца в плане.

К величине резания y необходимо прибавлять 2 – 3 мм перебег резца (выход резца с обрабатываемой поверхности – при обтачивании на проход).

Рассчитать машинное (основное) время t_m , мин, и просуммировать его по переходам на операцию.

По таблицам нормативов, приведенных в книгах [1, 2], найти вспомогательное время t_{ϵ} , мин:

$$t_{\epsilon} = t_{\epsilon.y} + t_{\epsilon.n} + t_{\epsilon.u}, \quad (2.11)$$

где $t_{\epsilon.y}$, $t_{\epsilon.n}$, $t_{\epsilon.u}$ – вспомогательное время, связанное с установкой детали переходом и измерением детали, мин.

Вспомогательное время просуммировать на операцию.

Рассчитать дополнительное время на операцию t_d , мин:

$$t_d = t_{on} \frac{X}{100}, \quad (2.12)$$

где t_{on} – оперативное время, мин; X – норма дополнительного времени по нормативу, % [1, 2].

Рассчитать штучное время $t_{ш}$, мин:

$$t_{ш} = t_{on} + t_d. \quad (2.13)$$

По таблицам нормативов [1, 2] найти подготовительно-заключительное время $t_{п.з.}$, мин.

Рассчитать норму времени на операцию $t_{ш.к.}$, мин:

$$t_{ш.к.} = t_{ш} + \frac{t_{п.з.}}{n}, \quad (2.14)$$

где n – число деталей в партии, шт.

Полученные данные записать в таблицу отчета.

Пример. Рассчитать технически обоснованную норму времени на токарную операцию нарезания резьбы на шейке поворотного кулака автомобиля ГАЗ-24.

Деталь № 24-3001012, материал сталь 35Х (ГОСТ 4543-71), твердость НВ 269-321, предел прочности $\sigma_s = 70$ кгс/мм², резьба М24×1,5-4h. Шейка наплавлена до $d = 28$ мм, масса 4 кг, партия – 100 шт.

Решение

1 Состав операции

Установить поворотный кулак в центры станка, присоединить поводок (снять кулак).

1 Проточить наплавленную шейку под резьбу, $\varnothing 24_{-0,18}$ мм на длине $l = 20$ мм.

2 Проточить канавку шириной $f = 3$ мм на глубину $l_1 = 2$ мм.

3 Снять фаску $2 \times 45^\circ$ на конце шейки.

4 Нарезать резьбу $M24 \times 1,5-4h$.

2 Оборудование и инструмент

Станок типа 1 А 62, поводковая планшайба, передний и задний центры.

Резцы: проходной с пластинкой твердого сплава Т 5 К 10 с углом $\varphi = 45^\circ$, канавочный резец с пластинкой твердого сплава, резьбовой резец Р-18. Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166-80), шаблон резьбовой.

3 Режим резания (на переход 1)

1 Припуск на обработку $a = 2$ мм на сторону удаляем за один проход ($i = 1$). Глубина резания

$$t = \frac{d_1 - d}{2} = \frac{28 - 24}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2 Подача (S):

при обработке сталей $\sigma_s = 700 \text{ Н/мм}^2$, с t до 3 мм и $R_z = 40 \text{ мкм}$, подача по нормативам $S_T = 0,6 \text{ мм/об}$ [3, карта Т-2].

Примечание. При черновом точении требуется проверка подачи по лимитирующим факторам: прочности державки резца и пластинки твердого сплава, жесткости заготовки и осевой силе резания.

3 Корректируем подачу по паспортным данным станка, $S_\phi = 0,6 \text{ мм / об}$.

4 Назначаем период стойкости резца Т-50 мин [3, карта Т-3],

5 Определяем скорость резания

$$V_p = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $V_{табл.}$ – скорость резания по нормативу, м / мин;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, зависящие соответственно от обрабатываемого материала, стойкости марки твердого сплава, вида обработки;

$$V_{табл.} = 110 \text{ м / мин}; K_1 = 0,6; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0 [3, \text{ карта Т-4}];$$

$$V_p = 110 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 66 \text{ м / мин.}$$

6 Определяем частоту вращения шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 66}{3,14 \cdot 28} = 750 \text{ об / мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка, $n_\phi = 765 \text{ об / мин.}$

7 Рассчитываем фактическую скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 765}{1000} = 67,2 \text{ м / мин.}$$

8 Находим силу резания

$$P_z = P_{zтабл.} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $P_{zтабл.}$ – сила резания по нормативу, Н;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – от скорости резания и геометрии резца.

$$P_{zтабл.} = 2700 \text{ Н}; K_1 = 0,95; K_2 = 1,0 [3, \text{ карта Т-5}];$$

$$P_z = 2700 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 2620 \text{ Н.}$$

9 Определяем мощность, затрачиваемую на резание,

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{6120} = \frac{262 \cdot 67,2}{6120} = 2,86 \text{ кВт.}$$

Реализация назначенного режима возможна, так как $N_p > N_9$,
($2,86 < 5,85$), где N_9 – мощность на шпинделе станка, кВт.

$$N_9 = N \cdot \eta = 7,8 \cdot 0,75 = 5,85 \text{ кВт};$$

4 Нормы времени

а) машинное время

$$t_m = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ где } L - \text{длина рабочего хода, мм};$$

$L = l + l_1 + l_2$, где l – длина обрабатываемой поверхности, мм
($l = 20$ мм); l_1 – величина врезания резца, мм ($l_1 = 2$ мм [3, стр. 300]);
 l_2 – длина подвода и перебега резца, мм ($l_2 = 2$ мм [3, с. 300]);

$$L = 20 + 2 + 2 = 24 \text{ мм}; t_m = \frac{24}{765 \cdot 0,6} = 0,05 \text{ мин.}$$

б) вспомогательное время

на установку детали $t_{с.у} = 0,32$ мин [2, табл. 47];

на переход $t_{с.п} = 0,26$ мин [2, табл. 48, 49];

на измерение $t_{с.и} = 0,10$ мин [2, табл. 53];

$$t_с = 0,32 + 0,26 + 0,10 = 0,68 \text{ мин.}$$

5 Режимы резания нормы времени по переходам 2 и 3 получают аналогично, они приводятся в таблицу 6 отчета.

6 Режим резания и нормы времени на переход 4.

Припуск на сторону равен высоте профиля резьбы $H = 0,65 \cdot S$,
где S – шаг резьбы, $H = 0,65 \cdot 1,5 = 0,97$ мм.

Для резьбы до $\varnothing 52$ мм и шага 2 мм рекомендуется 6 – 10 проходов при глубине резания около 0,12 мм.

$$\text{Число проходов } i = \frac{H}{h} = \frac{0,97}{0,12} = 8,05.$$

Принимаем 8 проходов (4 черновых и 4 чистовых).

Скорость резания: для черновых проходов $V_{\text{черн.}} = 36 \text{ м / мин}$; для чистовых $V_{\text{чист.}} = 64 \text{ м / мин}$ [4, с. 214].

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{р.черн.}} = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 24} = 478 \text{ об / мин. Принято } n_{\phi} = 480 \text{ об / мин.};$$

$$n_{\text{р.чист.}} = \frac{1000 \cdot 64}{3,14 \cdot 24} = 850 \text{ об / мин. Принято } n_{\phi} = 765 \text{ об / мин.}$$

Машинное время

$$t_m = \frac{2 \cdot (l + l_1 + l_2)}{n \cdot S} \cdot i, \text{ где } l - \text{длина резьбы, мм } (l = 17 \text{ мм});$$

$$l_1 = (2 \div 3) \cdot S; l_1 = 3 \text{ мм}; f = 3 \text{ мм.}$$

$$t_{\text{м.черн.}} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{480 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,29 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{м.чист.}} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{765 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,09 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{м.общ.}} = 0,38 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$\text{на переход } t_{\text{в.п}} = 0,61 [2, \text{табл. 48, 49}];$$

$$\text{на изменение } t_{\text{в.и}} = 0,10 [2, \text{табл. 53}].$$

7 Нормы времени на операцию

машинное время четырех переходов

$$t_m = 0,05 + 0,033 + 0,009 + 0,38 = 0,47 \text{ мин};$$

вспомогательное время на установку и снятие, переходы и измерения

$$t_v = 0,32 + 0,26 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,61 + 0,10 = 2,51 \text{ мин};$$

дополнительное время (на обслуживание рабочего места и отдых рабочего)

$t_{\partial} = (t_m + t_{\epsilon}) \cdot \frac{X}{100}$, где X – процент дополнительного времени по нормативу; $X = 7,5\%$ [2, табл. 50];

$$t_{\partial} = (0,47 + 2,51) \cdot \frac{7,5}{100} = 0,22 \text{ мин.};$$

штучное время

$$t_{ш} = t_m + t_{\epsilon} + t_{\partial} = 0,47 + 2,51 + 0,22 = 3,20 \text{ мин.};$$

подготовительно-заключительное время $t_{н.з.} = 21 \text{ мин}$ [2, табл. 51];

нормируемое время

$$t_n = t_{ш} + \frac{t_{н.з.}}{n}, \text{ где } n \text{ – число деталей в партии, шт.};$$

$$t_n = 3,20 + \frac{21}{100} = 3,41 \text{ мин.}$$

Техническое нормирование сверлильной, фрезерной, шлифовальной операций производится так же, как и токарной операции, но с учетом особенностей конструкций инструмента (сверло, фреза, шлифовальный круг) и станков.

3 ЗАДАНИЯ

Рассчитать норму времени на:

сверлильную обработку:

отверстия под втулку коромысла клапана, резьбового отверстия в картере сцепления крепления коробки передач; заваренных резьбовых отверстий полуоси, отверстий под толкатели в блоке цилиндров.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Как определяются термины «Технологический процесс» и «Технологическая операция»?

2 Каков порядок проектирования операции?

3 Что называется технически обоснованной нормой времени?

4 Какова структура технически обоснованной нормы времени?

5 Как производят нормирование токарной (фрезерной, шлифовальной) операции?

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ [1-4, 11-22].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

(4 ЧАСА)

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения данного практического занятия является изучение и овладение методикой расчет технических норм времени токарных и фрезерных работ.

Содержание работы:

Расчет технических норм времени токарных и фрезерных работ.

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:

понятия о технологическом процессе и операции расчета технических норм токарных и фрезерных работ.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:

рассчитывать глубину резания, определение скорости резания, определение усилия резания, рассчитывать машинное (основное) время и просуммировать его по переходам на операцию.

Формируемые компетенции: **ПК-7** Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только технологию обработки на станках, но технологические операции дальнейшей обработки отверстий.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Расчет технических норм времени на токарные и фрезерные работы

Понятия о технологическом процессе и операции. Технологический процесс, охватывающий весь процесс изготовления и восстановления детали или сборки (разборки) изделия для обеспечения наиболее рационального построения делится на части, называемые технологическими операциями.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте (непрерывно до перехода к следующей детали). В задачу проектирования технологического процесса входит установление содержания и последовательности выполнения операций. Структурными элементами операции являются технологические и вспомогательные переходы.

Технологическим переходом называется часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательным переходом называется часть технологической операции, включающая действия человека или работу оборудования, которые не приводят к изменению формы размеров и шероховатости поверхностей, но необходимы для выполнения технологического перехода.

В задачу проектирования операции входит установление содержания и последовательности выполнения, вспомогательных и технологических переходов, подбор оборудования, приспособлений и инструмента, с помощью которых можно достичь цели операции, назначение режимов

резания, установление технически обоснованной нормы времени и квалификации исполнителя.

Описание содержания операции выполняется в операционной карте по формам ГОСТ 3.1404-74; ГОСТ 3.1406-74; ГОСТ 3.1408-74.

Операция является основной и неделимой частью технологического процесса в организационном отношении. По операциям определяют трудоемкость процесса, потребное число производственных рабочих, материально-техническое снабжение, учет производительности труда, контроль качества. По операциям производят расчет технически обоснованных норм времени потому, что каждая операция (механическая, сварочная, слесарная и пр.) имеет свои особенности.

Техническое нормирование труда является основной частью организации труда и призвано изучать и рационализировать трудовые процессы измерением их во времени.

Последовательность расчета технической нормы времени на токарную (сверлильную, фрезерную, шлифовальную) операцию.

1 Подготовить исходные данные (твердость и предел прочности материала детали; требования к точности размера, формы, расположения и шероховатости поверхности) и уяснить цель операции. Данные занести в соответствующие разделы отчета, сделать операционный эскиз.

2 Спроектировать состав операции (цель технологических и вспомогательных переходов и последовательность их выполнения). Содержание перехода должно быть выражено в повелительном наклонении и включает в себя способ установки и крепления детали и производимую при переходе работу.

3 Подобрать оборудование, приспособления, инструмент, с помощью которых можно достичь поставленной задачи.

4 Пользуясь нормативными данными по видам обработки, назначить, а если необходимо рассчитать элементы режима резания в

последовательности, установленной таблицей отчета. Данные записать в таблицу.

Глубина резания. В зависимости от общего припуска на обработку, частоты и точности обрабатываемой поверхности определяется глубина резания по формуле:

$$t = \frac{d_1 - d}{2}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

где d_1 – диаметр заготовки, мм; d – диаметр детали после обтачивания, мм.

Выбор подачи. В зависимости от глубины резания, геометрии режущего инструмента, точности и чистоты обрабатываемой поверхности устанавливается по нормативам максимальная технологически допустимая подача резца за один оборот обрабатываемой детали – (S) мм / об.:

В таблицах 1, 2 приведено рекомендуемое значение подач при грубой и получистовой обтачки деталей на токарных станках.

Таблица 1 – Подачи при грубом продольном обтачивании проходными резцами

Диаметр обрабатываемой детали d в мм	Глубина резания t в мм		
	до 5	> 5 – 8	> 8 – 12
	Подача S в мм / об		
10 – 18	до 0,25	–	–
18 – 30	0,20 – 0,50	–	–
30 – 50	0,40 – 0,80	0,30 – 0,60	–
50 – 80	0,60 – 1,20	0,5 – 1,00	–
80 – 100	1,00 – 1,60	0,70 – 1,30	0,50 – 1,00
120 – 180	1,40 – 2,00	1,10 – 1,80	0,80 – 1,50

Примечание. Большие значения подач следует брать при обработке мягких сталей при работе в центрах с отношением $\frac{L}{d} < 6$ или в патроне при $\frac{L}{d} < 2$, меньшие значения подач берутся при обработке твердой стали и чугуна.

При обтачивании закаленных сталей рекомендуется использовать следующие значения подач.

Прочность стали σ_b , кг / мм ²	Твердость по Роквеллу R_C	Среднее значение подач S , мм / об
160	49	0,10 – 0,30
180	54	0,07 – 0,20
200	58	0,05 – 0,15

Таблица 2 – Подачи при получистовом обтачивании незакаленных сталей

Класс чистоты по ГОСТ 2789-51		Радиус при вершине резца r , мм	Скорость резания V , м / мм					
Обозначения	$H_{ск}$, МК		80	90	100	110	120	>130
			Подача S , мм / об					
▽▽4	12,5 до 6,3	0,5	0,54-0,46	0,55-0,48	0,55-0,49	0,55-0,49	0,55-0,49	0,55-0,49
		1,0	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57
		2,0	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67
▽▽5	6,3 до 3,2	0,5	0,29-0,23	0,31-0,26	0,34-0,29	0,36-0,32	0,39-0,34	0,41-0,37
		1,0	0,4-0,31	0,45-0,35	0,46-0,38	0,46-0,4	0,46-0,41	0,46-0,42
		2,0	0,52-0,44	0,53-0,47	0,54-0,48	0,54-0,48	0,54-0,48	0,54-0,48
▽▽6	3,2 до 1,6	0,5	0,15-0,11	0,16-0,13	0,18-0,14	0,2-0,16	0,22-0,18	0,25-0,21
		1,0	0,21-0,16	0,22-0,17	0,24-0,19	0,25-0,21	0,33-0,24	0,34-0,25
		2,0	0,28-0,21	0,3-0,23	0,32-0,25	0,35-0,28	0,38-0,32	0,39-0,35

Примечание. Значения подач, приведенные в таблице, предусматривают обработку стали с пределом прочности $\sigma_b = 70 \div 90$ кг / мм².

При обработке стали с другими значениями σ_b табличные значения подач следует умножать на поправочный коэффициент K .

σ_b , кг / мм ²	До 50	> 50 – 70	> 70 – 90	> 90 – 100
K	0,7	0,75	1,0	1,25

Определение скорости резания. После того как установлена глубина резания и подача в зависимости от принятой стойкости режущего инструмента, определяем скорость резания по формуле

$$v = \frac{C_v}{t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K, \text{ м / мин}, \quad (3.2)$$

где C_v – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

S – подача на один оборот обрабатываемой детали в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, который в зависимости от основных факторов, влияющих на изменения скорости резания, может быть выражен следующим образом:

$$K = K_T \cdot K_M \cdot K_u \cdot K_\varphi, \quad (3.3)$$

где K_T – коэффициент, зависящий от стойки резца;

K_m – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;

K_u – коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента;

K_φ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_v и показателей степени при глубине резания x_v и подаче y_v приводятся в таблице 3

Таблица 3 – Значения коэффициента C_v и показателей степени x_v и y_v

Материал резца и его марка	Обрабатываемый металл и его механические свойства	Характер обработки	C_v	x_v	y_v
Твердый сплав Т 15 К 6	Сталь углеродистая, стальное литье $\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$	Получистовая $S \leq 0,3, \text{ мм}$	170	0,18	0,20
		Грубая $S > 0,3, \text{ мм}$	141	0,18	0,35
Твердый сплав В К 8	Чугун серый $H_B = 190$	Получистовая $S \leq 0,4, \text{ мм}$	77	0,13	0,20
		Грубая $S > 0,4, \text{ мм}$	68	0,20	0,40

Примечание. Значение коэффициентов и показателей степеней в приведенной таблице дано при обработке углеродистой стали, стального литья и серого чугуна резцами из твердых сплавов без охлаждения

В таблице 4 приводятся поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от стойкости резца, обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента и главного угла резца в плане.

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты на скорость резания

I. В зависимости от стойкости резца T											
Обрабатываемый материал	Стойкость резца T , мин.										
	20	30	45	60	75	90	120	150	180	240	360
	Поправочные коэффициенты на скорость резания										
Незакаленная сталь, чугун	1,33	1,24	1,15	1,08	1,04	1,00	0,94	0,91	0,87	0,82	0,76
II. В зависимости от обрабатываемого материала											
Наименование обрабатываемого материала	Механические свойства						Поправочные коэффициенты на скорость резания				
Углеродистые, легированные стали и стальное литье	116 – 146			40 – 50			2,15				
	146 – 174			> 50 – 60			1,60				
	174 – 203			> 60 – 70			1,25				
	203 – 230			> 70 – 80			1,00				
	230 – 260			> 80 – 90			0,84				
	260 – 288			> 90 – 100			0,73				
	288 – 317			> 100 – 110			0,62				
Серый чугун и медные сплавы	140 – 160			-			1,50				
	> 160 – 180			-			1,20				
	> 180 – 200			-			1,00				
	> 200 – 220			-			0,85				
	> 220 – 240			-			0,72				
	> 240 – 260			-			0,63				
Алюминий и силумин	-			7 – 16			6,00				
	-			17 – 28			5,00				
Дуралюмин	-			< 35			5,00				
	-			> 35			4,00				
III. В зависимости от марки твердого сплава											
Марка твердого сплава	Т 5 К 10		Т 15 К 6		Т 30 К 4		В К 8		В К 6		В К 3
Поправочный коэффициент на скорость резания	0,65		1,0		1,5		1,0		1,2		1,5
VI. В зависимости от главного угла в плане резца φ°											
Обрабатываемый материал	Главный угол резца в плане φ°										
	10	20	30	45	60	70	80				
	Поправочный коэффициент на скорость резания										
Углеродистые, легированные стали и стальное литье	1,55	1,30	1,13	1,00	0,92	0,86	0,81				
Серый чугун и медные сплавы	–	–	1,20	1,00	0,88	0,83	0,73				

Определение усилия резания. Усилие резания определяется по формуле:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot K, \text{ кг}, \quad (3.4)$$

где C_p – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, которые в зависимости от основных факторов, влияющих на изменение усилия резания, может быть выражены следующим образом: $K = K_m \cdot K_\varphi$;

K_m – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_φ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_p и показателей степени при глубине резания x_p и подаче y_p приводятся в таблице 5.

Таблица 5 – Значение коэффициента C_p и показателей степени x_p и

y_p

Тип резца	Материал режущей части	Обрабатываемый материал					
		Сталь и стальное литье			Чугун серый		
		Механические свойства					
		$\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$			$H_B = 190$		
		C_p	x_p	y_p	C_p	x_p	y_p
Проходные сплавы	Твердые сплавы	190	1,00	0,75	92	1,00	0,75

В таблице 6 приводятся поправочные коэффициенты на усилие резания в зависимости от обрабатываемого материала и главного угла резца в плане.

Таблица 6 – Поправочные коэффициенты на усилие резания

I. В зависимости от состояния и группы материала									
Состояние и группа материала					Значение коэффициента			K_{cp_z}	
Холоднотянутые стали..... Горячекатаные, отожженные нормализованные и термообработанные стали..... Алюминий и силумин..... Дуралюминий.....					—			0,80	
					—			1,00	
					—			0,20	
					$\sigma_b = 25 \text{ кг / мм}^2$			0,30	
					$\sigma_b = 35 \text{ кг / мм}^2$			0,40	
					$\sigma_b = 35 \text{ кг / мм}^2$			0,50	
Поправочные коэффициенты для алюминиевых и магниевых сплавов отнесены к горячекатаной стали $\sigma_b = 70 \div 80 \text{ кг / мм}^2$.									
II. В зависимости от механических свойств обрабатываемого материала									
Сталь и стальное литье									
Прочность стали σ_b , кг / мм ²	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 70	70 – 80	80 – 90	90 – 100	100 – 110	110 – 120
Поправочный коэффициент	0,69	0,76	0,82	0,88	1,00	1,1	1,18	1,28	1,36
Серый чугун и медные сплавы									
Твердость H_B	80 – 100		100 – 120		120 – 140		140 – 160		160 – 180
Поправочный коэффициент	0,67		0,74		0,81		0,88		0,94
Твердость H_B	180 – 200		200 – 220		220 – 240		240 – 260		260 – 280
Поправочный коэффициент	1,00		1,06		1,12		1,17		1,22
III. В зависимости от главного угла в плане φ°									
Обрабатываемый материал	Главный угол в плане φ° в град.								
	10	20	30	45	60	70	90		
	Поправочный коэффициент на усилие резания K_φ								
Сталь, стальное литье, алюминиевые и магниевые сплавы	1,32	1,16	1,08	1,0	0,98	1,09	1,08		
Чугун и медные сплавы	—	—	1,05	1,0	0,96	0,94	0,92		

Определение мощности. Мощность, необходимая на резание, определяется по формуле:

$$N_9 = \frac{P_z \cdot v}{4500} \text{ л. с. или } N_9 = \frac{P_z \cdot v}{6120} \text{ кВт.} \quad (3.5)$$

Машинное время. При равномерном и прямолинейном перемещении (в данном случае режущей грани резца) время t_m равно пройденному пути l ,

деленному на скорость перемещения в единицу времени $n \cdot s$. В соответствии с этим машинное время при внешней обточке цилиндрических и конических поверхностей проходными резцами на токарных станках определяется по формуле:

$$t_{\text{м}} = \frac{l + y}{n \cdot s}, \text{ мин}, \quad (3.6)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в мм;

y – длина врезания резца в мм;

n – число оборотов детали в минуту;

s – подача на один оборот детали в мм.

Подставив вместо n его значение из формулы окружности скорости

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \text{ м /мин} \quad (3.7)$$

или

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ об / мин.} \quad (3.8)$$

Получим формулу для определения машинного времени через скорость резания

$$t_{\text{м}} = \frac{\pi \cdot d \cdot (l + y)}{1000 \cdot v \cdot s}, \text{ мин}, \quad (3.9)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности в мм (до обточки);

v – скорость резания в м / мин.

Величина врезания для проходных резцов (фигура 4.1) определяется следующим образом:

$$\frac{t}{y} = \operatorname{tg} \varphi, \text{ откуда } y = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (3.10)$$

где t – глубина резания в мм;

φ – главный угол резца в плане.

К величине резания y необходимо прибавлять 2 – 3 мм перебег резца (выход резца с обрабатываемой поверхности – при обтачивании на проход).

Рассчитать машинное (основное) время t_m , мин, и просуммировать его по переходам на операцию.

По таблицам нормативов, приведенных в книгах [1, 2], найти вспомогательное время t_{ϵ} , мин:

$$t_{\epsilon} = t_{\epsilon.y} + t_{\epsilon.n} + t_{\epsilon.u}, \quad (3.11)$$

где $t_{\epsilon.y}$, $t_{\epsilon.n}$, $t_{\epsilon.u}$ – вспомогательное время, связанное с установкой детали переходом и измерением детали, мин.

Вспомогательное время просуммировать на операцию.

Рассчитать дополнительное время на операцию t_d , мин:

$$t_d = t_{on} \frac{X}{100}, \quad (3.12)$$

где t_{on} – оперативное время, мин; X – норма дополнительного времени по нормативу, % [1, 2].

Рассчитать штучное время $t_{ш}$, мин:

$$t_{ш} = t_{on} + t_d. \quad (3.13)$$

По таблицам нормативов [1, 2] найти подготовительно-заключительное время $t_{н.з.}$, мин.

Рассчитать норму времени на операцию $t_{ш.к.}$, мин:

$$t_{ш.к.} = t_{ш} + \frac{t_{н.з.}}{n}, \quad (3.14)$$

где n – число деталей в партии, шт.

Полученные данные записать в таблицу отчета.

Пример. Рассчитать технически обоснованную норму времени на токарную операцию нарезания резьбы на шейке поворотного кулака автомобиля ГАЗ-24.

Деталь № 24-3001012, материал сталь 35Х (ГОСТ 4543-71), твердость НВ 269-321, предел прочности $\sigma_s = 70$ кгс/мм², резьба М24×1,5-4h. Шейка наплавлена до $d = 28$ мм, масса 4 кг, партия – 100 шт.

Решение

1 Состав операции

Установить поворотный кулак в центры станка, присоединить поводок (снять кулак).

1 Проточить наплавленную шейку под резьбу, $\varnothing 24_{-0,18}$ мм на длине $l = 20$ мм.

2 Проточить канавку шириной $f = 3$ мм на глубину $l_1 = 2$ мм.

3 Снять фаску $2 \times 45^\circ$ на конце шейки.

4 Нарезать резьбу $M24 \times 1,5-4h$.

2 Оборудование и инструмент

Станок типа 1 А 62, поводковая планшайба, передний и задний центры.

Резцы: проходной с пластинкой твердого сплава Т 5 К 10 с углом $\varphi = 45^\circ$, канавочный резец с пластинкой твердого сплава, резьбовой резец Р-18. Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166-80), шаблон резьбовой.

3 Режим резания (на переход 1)

1 Припуск на обработку $a = 2$ мм на сторону удаляем за один проход ($i = 1$). Глубина резания

$$t = \frac{d_1 - d}{2} = \frac{28 - 24}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2 Подача (S):

при обработке сталей $\sigma_s = 700 \text{ Н/мм}^2$, с t до 3 мм и $R_z = 40 \text{ мкм}$, подача по нормативам $S_T = 0,6 \text{ мм/об}$ [3, карта Т-2].

Примечание. При черновом точении требуется проверка подачи по лимитирующим факторам: прочности державки резца и пластинки твердого сплава, жесткости заготовки и осевой силе резания.

3 Корректируем подачу по паспортным данным станка, $S_\phi = 0,6 \text{ мм / об}$.

4 Назначаем период стойкости резца Т-50 мин [3, карта Т-3],

5 Определяем скорость резания

$$V_p = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $V_{табл.}$ – скорость резания по нормативу, м / мин;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, зависящие соответственно от обрабатываемого материала, стойкости марки твердого сплава, вида обработки;

$$V_{табл.} = 110 \text{ м / мин}; K_1 = 0,6; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0 [3, \text{ карта Т-4}];$$

$$V_p = 110 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 66 \text{ м / мин.}$$

6 Определяем частоту вращения шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 66}{3,14 \cdot 28} = 750 \text{ об / мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка, $n_\phi = 765 \text{ об / мин.}$

7 Рассчитываем фактическую скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 765}{1000} = 67,2 \text{ м / мин.}$$

8 Находим силу резания

$$P_z = P_{zтабл.} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $P_{zтабл.}$ – сила резания по нормативу, Н;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – от скорости резания и геометрии резца.

$$P_{zтабл.} = 2700 \text{ Н}; K_1 = 0,95; K_2 = 1,0 [3, \text{ карта Т-5}];$$

$$P_z = 2700 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 2620 \text{ Н.}$$

9 Определяем мощность, затрачиваемую на резание,

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{6120} = \frac{262 \cdot 67,2}{6120} = 2,86 \text{ кВт.}$$

Реализация назначенного режима возможна, так как $N_p > N_9$,
($2,86 < 5,85$), где N_9 – мощность на шпинделе станка, кВт.

$$N_9 = N \cdot \eta = 7,8 \cdot 0,75 = 5,85 \text{ кВт};$$

4 Нормы времени

а) машинное время

$$t_m = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ где } L - \text{длина рабочего хода, мм};$$

$L = l + l_1 + l_2$, где l – длина обрабатываемой поверхности, мм
($l = 20$ мм); l_1 – величина врезания резца, мм ($l_1 = 2$ мм [3, стр. 300]);
 l_2 – длина подвода и перебега резца, мм ($l_2 = 2$ мм [3, с. 300]);

$$L = 20 + 2 + 2 = 24 \text{ мм}; t_m = \frac{24}{765 \cdot 0,6} = 0,05 \text{ мин.}$$

б) вспомогательное время

на установку детали $t_{с.у} = 0,32$ мин [2, табл. 47];

на переход $t_{с.п} = 0,26$ мин [2, табл. 48, 49];

на измерение $t_{с.и} = 0,10$ мин [2, табл. 53];

$$t_c = 0,32 + 0,26 + 0,10 = 0,68 \text{ мин.}$$

5 Режимы резания нормы времени по переходам 2 и 3 получают аналогично, они приводятся в таблицу 6 отчета.

6 Режим резания и нормы времени на переход 4.

Припуск на сторону равен высоте профиля резьбы $H = 0,65 \cdot S$,
где S – шаг резьбы, $H = 0,65 \cdot 1,5 = 0,97$ мм.

Для резьбы до $\varnothing 52$ мм и шага 2 мм рекомендуется 6 – 10 проходов при глубине резания около 0,12 мм.

$$\text{Число проходов } i = \frac{H}{h} = \frac{0,97}{0,12} = 8,05.$$

Принимаем 8 проходов (4 черновых и 4 чистовых).

Скорость резания: для черновых проходов $V_{\text{черн.}} = 36 \text{ м / мин}$; для чистовых $V_{\text{чист.}} = 64 \text{ м / мин}$ [4, с. 214].

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{р.черн.}} = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 24} = 478 \text{ об / мин. Принято } n_{\phi} = 480 \text{ об / мин.};$$

$$n_{\text{р.чист.}} = \frac{1000 \cdot 64}{3,14 \cdot 24} = 850 \text{ об / мин. Принято } n_{\phi} = 765 \text{ об / мин.}$$

Машинное время

$$t_m = \frac{2 \cdot (l + l_1 + l_2)}{n \cdot S} \cdot i, \text{ где } l - \text{длина резьбы, мм } (l = 17 \text{ мм});$$

$$l_1 = (2 \div 3) \cdot S; l_1 = 3 \text{ мм}; f = 3 \text{ мм.}$$

$$t_{\text{м.черн.}} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{480 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,29 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{м.чист.}} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{765 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,09 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{м.общ.}} = 0,38 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$\text{на переход } t_{\text{в.п}} = 0,61 [2, \text{табл. 48, 49}];$$

$$\text{на изменение } t_{\text{в.и}} = 0,10 [2, \text{табл. 53}].$$

7 Нормы времени на операцию

машинное время четырех переходов

$$t_m = 0,05 + 0,033 + 0,009 + 0,38 = 0,47 \text{ мин};$$

вспомогательное время на установку и снятие, переходы и измерения

$$t_v = 0,32 + 0,26 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,61 + 0,10 = 2,51 \text{ мин};$$

дополнительное время (на обслуживание рабочего места и отдых рабочего)

$$t_{\partial} = (t_m + t_{\epsilon}) \cdot \frac{X}{100}, \text{ где } X - \text{процент дополнительного времени по}$$

нормативу; $X = 7,5\%$ [2, табл. 50];

$$t_{\partial} = (0,47 + 2,51) \cdot \frac{7,5}{100} = 0,22 \text{ мин.};$$

штучное время

$$t_{ш} = t_m + t_{\epsilon} + t_{\partial} = 0,47 + 2,51 + 0,22 = 3,20 \text{ мин.};$$

подготовительно-заключительное время $t_{н.з.} = 21 \text{ мин}$ [2, табл. 51];

нормируемое время

$$t_n = t_{ш} + \frac{t_{н.з.}}{n}, \text{ где } n - \text{число деталей в партии, шт.};$$

$$t_n = 3,20 + \frac{21}{100} = 3,41 \text{ мин.}$$

Техническое нормирование сверлильной, фрезерной, шлифовальной операций производится так же, как и токарной операции, но с учетом особенностей конструкций инструмента (сверло, фреза, шлифовальный круг) и станков.

3 ЗАДАНИЯ

Рассчитать норму времени на:

токарную обработку:

отверстия под передний подшипник корпуса водяного насоса, наплавленного шлицевого конца полуоси, изношенной резьбы ведущего вала коробки передач автомобиля ГАЗ-53, отверстия под подшипник ступицы заднего колеса автомобиля ГАЗ-53, цапфа поворотная автомобиля ГАЗ-53;

фрезерную обработку:

привалочных плоскостей картера сцепления, стыковых поверхностей нижней головки шатуна, привалочной поверхности головки цилиндров, шпоночного паза распределительного вала.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Как определяются термины «Технологический процесс» и «Технологическая операция»?
- 2 Каков порядок проектирования операции?
- 3 Что называется технически обоснованной нормой времени?
- 4 Какова структура технически обоснованной нормы времени?
- 5 Как производят нормирование токарной (фрезерной, шлифовальной) операции?

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ [1-4, 11-22].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ РАБОТ (2 ЧАСА)

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью выполнения данного практического занятия является изучение и овладение методикой расчет технических норм шлифовальных работ.

Содержание работы:

Расчет технических норм времени на шлифовальные работы

Знания, приобретенные студентами в результате освоения темы:

понятия о технологическом процессе и операции расчета технических норм на шлифовальные работы.

Умения, приобретенные студентами в результате освоения темы:

рассчитывать глубину резания, определение скорости резания, определение усилия резания, рассчитывать машинное (основное) время и просуммировать его по переходам на операцию.

Формируемые компетенции: **ПК-7** Способен к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и технологических машин и оборудования;

ПК-10 - Владеет умением изучать и способен анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты

работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов;

ПК-20 - Способен использовать технологии текущего ремонта и технического обслуживания с использованием новых материалов и средств диагностики.

Актуальность темы:

В процессе обучения будущий инженер обязан знать не только технологию обработки на станках, но технологические операции дальнейшей обработки отверстий.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Расчет технических норм времени на шлифовальные работы

Понятия о технологическом процессе и операции. Технологический процесс, охватывающий весь процесс изготовления и восстановления детали или сборки (разборки) изделия для обеспечения наиболее рационального построения делится на части, называемые технологическими операциями.

Операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте (непрерывно до перехода к следующей детали). В задачу проектирования технологического процесса входит установление содержания и последовательности выполнения операций. Структурными элементами операции являются технологические и вспомогательные переходы.

Технологическим переходом называется часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Вспомогательным переходом называется часть технологической операции, включающая действия человека или работу оборудования, которые не приводят к изменению формы размеров и шероховатости поверхностей, но необходимы для выполнения технологического перехода.

В задачу проектирования операции входит установление содержания и последовательности выполнения, вспомогательных и технологических переходов, подбор оборудования, приспособлений и инструмента, с помощью которых можно достичь цели операции, назначение режимов резания, установление технически обоснованной нормы времени и квалификации исполнителя.

Описание содержания операции выполняется в операционной карте по формам ГОСТ 3.1404-74; ГОСТ 3.1406-74; ГОСТ 3.1408-74.

Операция является основной и неделимой частью технологического процесса в организационном отношении. По операциям определяют трудоемкость процесса, требуемое число производственных рабочих, материально-техническое снабжение, учет производительности труда, контроль качества. По операциям производят расчет технически обоснованных норм времени потому, что каждая операция (механическая, сварочная, слесарная и пр.) имеет свои особенности.

Техническое нормирование труда является основной частью организации труда и призвано изучать и рационализировать трудовые процессы измерением их во времени.

Последовательность расчета технической нормы времени на токарную (сверлильную, фрезерную, шлифовальную) операцию.

1 Подготовить исходные данные (твердость и предел прочности материала детали; требования к точности размера, формы, расположения и шероховатости поверхности) и уяснить цель операции. Данные занести в соответствующие разделы отчета, сделать операционный эскиз.

2 Спроектировать состав операции (цель технологических и вспомогательных переходов и последовательность их выполнения). Содержание перехода должно быть выражено в повелительном наклонении и включает в себя способ установки и крепления детали и производимую при переходе работу.

3 Подобрать оборудование, приспособления, инструмент, с помощью которых можно достичь поставленной задачи.

4 Пользуясь нормативными данными по видам обработки, назначить, а если необходимо рассчитать элементы режима резания в последовательности, установленной таблицей отчета. Данные записать в таблицу.

Глубина резания. В зависимости от общего припуска на обработку, частоты и точности обрабатываемой поверхности определяется глубина резания по формуле:

$$t = \frac{d_1 - d}{2}, \text{ мм} \quad (4.1)$$

где d_1 – диаметр заготовки, мм; d – диаметр детали после обтачивания, мм.

Выбор подачи. В зависимости от глубины резания, геометрии режущего инструмента, точности и чистоты обрабатываемой поверхности устанавливается по нормативам максимальная технологически допустимая подача резца за один оборот обрабатываемой детали – (S) мм / об.:

В таблицах 1, 2 приведено рекомендуемое значение подач при грубой и получистовой обтачки деталей на токарных станках.

Таблица 1 – Подачи при грубом продольном обтачивании проходными резцами

Диаметр обрабатываемой детали d в мм	Глубина резания t в мм		
	до 5	> 5 – 8	> 8 – 12
	Подача S в мм / об		
10 – 18	до 0,25	–	–
18 – 30	0,20 – 0,50	–	–
30 – 50	0,40 – 0,80	0,30 – 0,60	–
50 – 80	0,60 – 1,20	0,5 – 1,00	–
80 – 100	1,00 – 1,60	0,70 – 1,30	0,50 – 1,00
120 – 180	1,40 – 2,00	1,10 – 1,80	0,80 – 1,50

Примечание. Большие значения подач следует брать при обработке мягких сталей при работе в центрах с отношением $\frac{L}{d} < 6$ или в патроне при $\frac{L}{d} < 2$, меньшие значения подач берутся при обработке твердой стали и чугуна.

При обтачивании закаленных сталей рекомендуется использовать следующие значения подач.

Прочность стали σ_b , кг / мм ²	Твердость по Роквеллу R_C	Среднее значение подач S , мм / об
160	49	0,10 – 0,30
180	54	0,07 – 0,20
200	58	0,05 – 0,15

Таблица 2 – Подачи при полуступенчатом обтачивании незакаленных сталей

Класс чистоты по ГОСТ 2789-51		Радиус при вершине резца r , мм	Скорость резания U , м / мм					
Обозначения	$H_{ск}$, мк		80	90	100	110	120	>130
			Подача S , мм / об					
▽▽4	12,5 до 6,3	0,5	0,54-0,46	0,55-0,48	0,55-0,49	0,55-0,49	0,55-0,49	0,55-0,49
		1,0	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57	0,65-0,57
		2,0	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67	0,69-0,67
▽▽5	6,3 до 3,2	0,5	0,29-0,23	0,31-0,26	0,34-0,29	0,36-0,32	0,39-0,34	0,41-0,37
		1,0	0,4-0,31	0,45-0,35	0,46-0,38	0,46-0,4	0,46-0,41	0,46-0,42
		2,0	0,52-0,44	0,53-0,47	0,54-0,48	0,54-0,48	0,54-0,48	0,54-0,48
▽▽6	3,2 до 1,6	0,5	0,15-0,11	0,16-0,13	0,18-0,14	0,2-0,16	0,22-0,18	0,25-0,21
		1,0	0,21-0,16	0,22-0,17	0,24-0,19	0,25-0,21	0,33-0,24	0,34-0,25
		2,0	0,28-0,21	0,3-0,23	0,32-0,25	0,35-0,28	0,38-0,32	0,39-0,35

Примечание. Значения подач, приведенные в таблице, предусматривают обработку стали с пределом прочности $\sigma_b = 70 \div 90$ кг / мм².

При обработке стали с другими значениями σ_b табличные значения подач следует умножать на поправочный коэффициент K .

σ_b , кг / мм ²	До 50	> 50 – 70	> 70 – 90	> 90 – 100
K	0,7	0,75	1,0	1,25

Определение скорости резания. После того как установлена глубина резания и подача в зависимости от принятой стойкости режущего инструмента, определяем скорость резания по формуле

$$v = \frac{C_v}{t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K, \text{ м / мин}, \quad (4.2)$$

где C_v – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

S – подача на один оборот обрабатываемой детали в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, который в зависимости от основных факторов, влияющих на изменения скорости резания, может быть выражен следующим образом:

$$K = K_T \cdot K_M \cdot K_u \cdot K_\varphi, \quad (4.3)$$

где K_T – коэффициент, зависящий от стойки резца;

K_M – коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;

K_u – коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента;

K_φ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_v и показателей степени при глубине резания x_v и подаче y_v приводятся в таблице 3

Таблица 3 – Значения коэффициента C_v и показателей степени x_v и y_v

Материал резца и его марка	Обрабатываемый металл и его механические свойства	Характер обработки	C_v	x_v	y_v
Твердый сплав Т 15 К 6	Сталь углеродистая, стальное литье $\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$	Получистовая $S \leq 0,3, \text{ мм}$	170	0,18	0,20
		Грубая $S > 0,3, \text{ мм}$	141	0,18	0,35
Твердый сплав В К 8	Чугун серый $H_B = 190$	Получистовая $S \leq 0,4, \text{ мм}$	77	0,13	0,20
		Грубая $S > 0,4, \text{ мм}$	68	0,20	0,40

Примечание. Значение коэффициентов и показателей степеней в приведенной таблице дано при обработке углеродистой стали, стального литья и серого чугуна резцами из твердых сплавов без охлаждения

В таблице 4 приводятся поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от стойкости резца, обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента и главного угла резца в плане.

Таблица 4 – Поправочные коэффициенты на скорость резания

I. В зависимости от стойкости резца T											
Обрабатываемый материал	Стойкость резца T , мин.										
	20	30	45	60	75	90	120	150	180	240	360
	Поправочные коэффициенты на скорость резания										
Незакаленная сталь, чугун	1,33	1,24	1,15	1,08	1,04	1,00	0,94	0,91	0,87	0,82	0,76
II. В зависимости от обрабатываемого материала											
Наименование обрабатываемого материала	Механические свойства								Поправочные коэффициенты на скорость резания		
Углеродистые, легированные стали и стальное литье	116 – 146			40 – 50			2,15				
	146 – 174			> 50 – 60			1,60				
	174 – 203			> 60 – 70			1,25				
	203 – 230			> 70 – 80			1,00				
	230 – 260			> 80 – 90			0,84				
	260 – 288			> 90 – 100			0,73				
	288 – 317			> 100 – 110			0,62				
Серый чугун и медные сплавы	140 – 160			-			1,50				
	> 160 – 180			-			1,20				
	> 180 – 200			-			1,00				
	> 200 – 220			-			0,85				
	> 220 – 240			-			0,72				
	> 240 – 260			-			0,63				
Алюминий и силумин	-			7 – 16			6,00				
	-			17 – 28			5,00				
Дуралюмин	-			< 35			5,00				
	-			> 35			4,00				
III. В зависимости от марки твердого сплава											
Марка твердого сплава	Т 5 К 10		Т 15 К 6		Т 30 К 4		В К 8		В К 6		В К 3
Поправочный коэффициент на скорость резания	0,65		1,0		1,5		1,0		1,2		1,5
VI. В зависимости от главного угла в плане резца φ°											
Обрабатываемый материал	Главный угол резца в плане φ°										
	10	20	30	45	60	70	80				
	Поправочный коэффициент на скорость резания										
Углеродистые, легированные стали и стальное литье	1,55	1,30	1,13	1,00	0,92	0,86	0,81				
Серый чугун и медные сплавы	–	–	1,20	1,00	0,88	0,83	0,73				

Определение усилия резания. Усилие резания определяется по формуле:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot K, \text{ кг}, \quad (4.4)$$

где C_p – коэффициент, зависящий от условий работы и группы металла с определенной характеристикой его механических свойств;

t – глубина резания в мм;

K – коэффициент, характеризующий конкретные условия работы, которые в зависимости от основных факторов, влияющих на изменение усилия резания, может быть выражены следующим образом: $K = K_m \cdot K_\varphi$;

K_m – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_φ – коэффициент, зависящий от главного угла в плане резца.

Значение коэффициента C_p и показателей степени при глубине резания x_p и подаче y_p приводятся в таблице 5.

Таблица 5 – Значение коэффициента C_p и показателей степени x_p и

y_p

Тип резца	Материал режущей части	Обрабатываемый материал					
		Сталь и стальное литье			Чугун серый		
		Механические свойства					
		$\sigma_b = 75 \text{ кг / мм}^2$			$H_B = 190$		
		C_p	x_p	y_p	C_p	x_p	y_p
Проходные сплавы	Твердые сплавы	190	1,00	0,75	92	1,00	0,75

В таблице 6 приводятся поправочные коэффициенты на усилие резания в зависимости от обрабатываемого материала и главного угла резца в плане.

Таблица 6 – Поправочные коэффициенты на усилие резания

I. В зависимости от состояния и группы материала									
Состояние и группа материала					Значение коэффициента			K_{cp_z}	
Холоднотянутые стали..... Горячекатаные, отожженные нормализованные и термообработанные стали..... Алюминий и силумин..... Дуралюминий.....					—			0,80	
					—			1,00	
					—			0,20	
					$\sigma_b = 25$ кг / мм ²			0,30	
					$\sigma_b = 35$ кг / мм ²			0,40	
					$\sigma_b = 35$ кг / мм ²			0,50	
Поправочные коэффициенты для алюминиевых и магниевых сплавов отнесены к горячекатаной стали $\sigma_b = 70 \div 80$ кг / мм ² .									
II. В зависимости от механических свойств обрабатываемого материала									
Сталь и стальное литье									
Прочность стали σ_b , кг / мм ²	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 70	70 – 80	80 – 90	90 – 100	100 – 110	110 – 120
Поправочный коэффициент	0,69	0,76	0,82	0,88	1,00	1,1	1,18	1,28	1,36
Серый чугун и медные сплавы									
Твердость H_B			80 – 100	100 – 120	120 – 140	140 – 160	160 – 180		
Поправочный коэффициент			0,67	0,74	0,81	0,88	0,94		
Твердость H_B			180 – 200	200 – 220	220 – 240	240 – 260	260 – 280		
Поправочный коэффициент			1,00	1,06	1,12	1,17	1,22		
III. В зависимости от главного угла в плане φ°									
Обрабатываемый материал			Главный угол в плане φ° в град.						
			10	20	30	45	60	70	90
			Поправочный коэффициент на усилие резания K_φ						
Сталь, стальное литье, алюминиевые и магниевые сплавы			1,32	1,16	1,08	1,0	0,98	1,09	1,08
Чугун и медные сплавы			—	—	1,05	1,0	0,96	0,94	0,92

Определение мощности. Мощность, необходимая на резание, определяется по формуле:

$$N_z = \frac{P_z \cdot v}{4500} \text{ л. с. или } N_z = \frac{P_z \cdot v}{6120} \text{ кВт.} \quad (4.5)$$

Машинное время. При равномерном и прямолинейном перемещении (в данном случае режущей грани резца) время t_m равно пройденному пути l , деленному на скорость перемещения в единицу времени $n \cdot s$. В

соответствии с этим машинное время при внешней обточке цилиндрических и конических поверхностей проходными резцами на токарных станках определяется по формуле:

$$t_{\text{м}} = \frac{l + y}{n \cdot s}, \text{ мин}, \quad (4.6)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в мм;

y – длина врезания резца в мм;

n – число оборотов детали в минуту;

s – подача на один оборот детали в мм.

Подставив вместо n его значение из формулы окружности скорости

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}, \text{ м /мин} \quad (4.7)$$

или

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ об / мин.} \quad (4.8)$$

Получим формулу для определения машинного времени через скорость резания

$$t_{\text{м}} = \frac{\pi \cdot d \cdot (l + y)}{1000 \cdot v \cdot s}, \text{ мин}, \quad (4.9)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности в мм (до обточки);

v – скорость резания в м / мин.

Величина врезания для проходных резцов (фигура 4.1) определяется следующим образом:

$$\frac{t}{y} = \operatorname{tg} \varphi, \text{ откуда } y = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (4.10)$$

где t – глубина резания в мм;

φ – главный угол резца в плане.

К величине резания y необходимо прибавлять 2 – 3 мм перебег резца (выход резца с обрабатываемой поверхности – при обтачивании на проход).

Рассчитать машинное (основное) время t_m , мин, и просуммировать его по переходам на операцию.

По таблицам нормативов, приведенных в книгах [1, 2], найти вспомогательное время t_{ϵ} , мин:

$$t_{\epsilon} = t_{\epsilon.y} + t_{\epsilon.n} + t_{\epsilon.u}, \quad (4.11)$$

где $t_{\epsilon.y}$, $t_{\epsilon.n}$, $t_{\epsilon.u}$ – вспомогательное время, связанное с установкой детали переходом и измерением детали, мин.

Вспомогательное время просуммировать на операцию.

Рассчитать дополнительное время на операцию t_d , мин:

$$t_d = t_{on} \frac{X}{100}, \quad (4.12)$$

где t_{on} – оперативное время, мин; X – норма дополнительного времени по нормативу, % [1, 2].

Рассчитать штучное время $t_{ш}$, мин:

$$t_{ш} = t_{on} + t_d. \quad (4.13)$$

По таблицам нормативов [1, 2] найти подготовительно-заключительное время $t_{н.з.}$, мин.

Рассчитать норму времени на операцию $t_{ш.к.}$, мин:

$$t_{ш.к.} = t_{ш} + \frac{t_{н.з.}}{n}, \quad (4.14)$$

где n – число деталей в партии, шт.

Полученные данные записать в таблицу отчета.

Пример. Рассчитать технически обоснованную норму времени на токарную операцию нарезания резьбы на шейке поворотного кулака автомобиля ГАЗ-24.

Деталь № 24-3001012, материал сталь 35Х (ГОСТ 4543-71), твердость НВ 269-321, предел прочности $\sigma_s = 70$ кгс/мм², резьба М24×1,5-4h. Шейка наплавлена до $d = 28$ мм, масса 4 кг, партия – 100 шт.

Решение

1 Состав операции

Установить поворотный кулак в центры станка, присоединить поводок (снять кулак).

1 Проточить наплавленную шейку под резьбу, $\varnothing 24_{-0,18}$ мм на длине $l = 20$ мм.

2 Проточить канавку шириной $f = 3$ мм на глубину $l_1 = 2$ мм.

3 Снять фаску $2 \times 45^\circ$ на конце шейки.

4 Нарезать резьбу $M24 \times 1,5-4h$.

2 Оборудование и инструмент

Станок типа 1 А 62, поводковая планшайба, передний и задний центры.

Резцы: проходной с пластинкой твердого сплава Т 5 К 10 с углом $\varphi = 45^\circ$, канавочный резец с пластинкой твердого сплава, резьбовой резец Р-18. Измерительный инструмент: штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 (ГОСТ 166-80), шаблон резьбовой.

3 Режим резания (на переход 1)

1 Припуск на обработку $a = 2$ мм на сторону удаляем за один проход ($i = 1$). Глубина резания

$$t = \frac{d_1 - d}{2} = \frac{28 - 24}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2 Подача (S):

при обработке сталей $\sigma_s = 700 \text{ Н/мм}^2$, с t до 3 мм и $R_z = 40 \text{ мкм}$, подача по нормативам $S_T = 0,6 \text{ мм/об}$ [3, карта Т-2].

Примечание. При черновом точении требуется проверка подачи по лимитирующим факторам: прочности державки резца и пластинки твердого сплава, жесткости заготовки и осевой силе резания.

3 Корректируем подачу по паспортным данным станка, $S_\phi = 0,6 \text{ мм / об}$.

4 Назначаем период стойкости резца Т-50 мин [3, карта Т-3],

5 Определяем скорость резания

$$V_p = V_{табл.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $V_{табл.}$ – скорость резания по нормативу, м / мин;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты, зависящие соответственно от обрабатываемого материала, стойкости марки твердого сплава, вида обработки;

$$V_{табл.} = 110 \text{ м / мин}; K_1 = 0,6; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0 [3, \text{ карта Т-4}];$$

$$V_p = 110 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 66 \text{ м / мин.}$$

6 Определяем частоту вращения шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 66}{3,14 \cdot 28} = 750 \text{ об / мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка, $n_\phi = 765 \text{ об / мин.}$

7 Рассчитываем фактическую скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 765}{1000} = 67,2 \text{ м / мин.}$$

8 Находим силу резания

$$P_z = P_{zтабл.} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $P_{zтабл.}$ – сила резания по нормативу, Н;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – от скорости резания и геометрии резца.

$$P_{zтабл.} = 2700 \text{ Н}; K_1 = 0,95; K_2 = 1,0 [3, \text{ карта Т-5}];$$

$$P_z = 2700 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 2620 \text{ Н.}$$

9 Определяем мощность, затрачиваемую на резание,

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_\phi}{6120} = \frac{262 \cdot 67,2}{6120} = 2,86 \text{ кВт.}$$

Реализация назначенного режима возможна, так как $N_p > N_9$,
($2,86 < 5,85$), где N_9 – мощность на шпинделе станка, кВт.

$$N_9 = N \cdot \eta = 7,8 \cdot 0,75 = 5,85 \text{ кВт};$$

4 Нормы времени

а) машинное время

$$t_m = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ где } L - \text{длина рабочего хода, мм};$$

$L = l + l_1 + l_2$, где l – длина обрабатываемой поверхности, мм
($l = 20$ мм); l_1 – величина врезания резца, мм ($l_1 = 2$ мм [3, стр. 300]);
 l_2 – длина подвода и перебега резца, мм ($l_2 = 2$ мм [3, с. 300]);

$$L = 20 + 2 + 2 = 24 \text{ мм}; t_m = \frac{24}{765 \cdot 0,6} = 0,05 \text{ мин.}$$

б) вспомогательное время

на установку детали $t_{с.у} = 0,32$ мин [2, табл. 47];

на переход $t_{с.п} = 0,26$ мин [2, табл. 48, 49];

на измерение $t_{с.и} = 0,10$ мин [2, табл. 53];

$$t_с = 0,32 + 0,26 + 0,10 = 0,68 \text{ мин.}$$

5 Режимы резания нормы времени по переходам 2 и 3 получают аналогично, они приводятся в таблицу 6 отчета.

6 Режим резания и нормы времени на переход 4.

Припуск на сторону равен высоте профиля резьбы $H = 0,65 \cdot S$,
где S – шаг резьбы, $H = 0,65 \cdot 1,5 = 0,97$ мм.

Для резьбы до $\varnothing 52$ мм и шага 2 мм рекомендуется 6 – 10 проходов при глубине резания около 0,12 мм.

$$\text{Число проходов } i = \frac{H}{h} = \frac{0,97}{0,12} = 8,05.$$

Принимаем 8 проходов (4 черновых и 4 чистовых).

Скорость резания: для черновых проходов $V_{черн.} = 36$ м / мин; для чистовых $V_{чист.} = 64$ м / мин [4, с. 214].

Частота вращения шпинделя:

$$n_{р.черн.} = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 24} = 478 \text{ об / мин. Принято } n_{\phi} = 480 \text{ об / мин.};$$

$$n_{р.чист.} = \frac{1000 \cdot 64}{3,14 \cdot 24} = 850 \text{ об / мин. Принято } n_{\phi} = 765 \text{ об / мин.}$$

Машинное время

$$t_m = \frac{2 \cdot (l + l_1 + l_2)}{n \cdot S} \cdot i, \text{ где } l - \text{длина резьбы, мм } (l = 17 \text{ мм});$$

$$l_1 = (2 \div 3) \cdot S; l_1 = 3 \text{ мм}; f = 3 \text{ мм.}$$

$$t_{м.черн.} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{480 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,29 \text{ мин.};$$

$$t_{м.чист.} = \frac{2 \cdot (17 + 3 + 3)}{765 \cdot 1,5} \cdot 4 = 0,09 \text{ мин.};$$

$$t_{м.общ.} = 0,38 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$\text{на переход } t_{в.п} = 0,61 [2, \text{табл. 48, 49}];$$

$$\text{на изменение } t_{в.и} = 0,10 [2, \text{табл. 53}].$$

7 Нормы времени на операцию

машинное время четырех переходов

$$t_m = 0,05 + 0,033 + 0,009 + 0,38 = 0,47 \text{ мин};$$

вспомогательное время на установку и снятие, переходы и измерения

$$t_v = 0,32 + 0,26 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,46 + 0,10 + 0,61 + 0,10 = 2,51 \text{ мин};$$

дополнительное время (на обслуживание рабочего места и отдых рабочего)

$t_{\partial} = (t_m + t_{\epsilon}) \cdot \frac{X}{100}$, где X – процент дополнительного времени по нормативу; $X = 7,5\%$ [2, табл. 50];

$$t_{\partial} = (0,47 + 2,51) \cdot \frac{7,5}{100} = 0,22 \text{ мин.};$$

штучное время

$$t_{ш} = t_m + t_{\epsilon} + t_{\partial} = 0,47 + 2,51 + 0,22 = 3,20 \text{ мин.};$$

подготовительно-заключительное время $t_{п.з.} = 21 \text{ мин}$ [2, табл. 51];

нормируемое время

$$t_n = t_{ш} + \frac{t_{п.з.}}{n}, \text{ где } n \text{ – число деталей в партии, шт.};$$

$$t_n = 3,20 + \frac{21}{100} = 3,41 \text{ мин.}$$

Техническое нормирование сверлильной, фрезерной, шлифовальной операций производится так же, как и токарной операции, но с учетом особенностей конструкций инструмента (сверло, фреза, шлифовальный круг) и станков.

3 ЗАДАНИЯ

Рассчитать норму времени на:

шлифование:

опорных шеек распределительного вала, юбки толкателя клапана, нажимного диска сцепления, посадочной поверхности гильзы цилиндра.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Как определяются термины «Технологический процесс» и «Технологическая операция»?
- 2 Каков порядок проектирования операции?
- 3 Что называется технически обоснованной нормой времени?
- 4 Какова структура технически обоснованной нормы времени?
- 5 Как производят нормирование токарной (фрезерной, шлифовальной) операции?

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ [1-4, 11-22].

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Техническая эксплуатация автомобилей /Под ред. Е.С. Кузнецова-М.: Транспорт, 2005.

Дополнительная литература.

2. Сергеев Л.Г. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта. Учебное пособие. М.: Транспорт, 2001.
3. Техническая эксплуатация автомобилей /Под ред. Е.С. Кузнецова-М.: Транспорт, 2001.
4. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. Учебник. М.: Транспорт, 1999.
5. Смирнов Б.А. и др. Инженерная психология. Учебник. М.: Экономика, 1999.
6. Базовая система микроэлементных нормативов времени. Методические и нормативные материалы. М.: НИИ труда, 1999.
7. Определение нормативной трудоемкости обслуживания и управление производством. М.: Экономика, 1999.
8. Проников А.С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1999. - 12-9.1.2. Список дополнительной литературы.
9. Александров А.А. Техническое нормирование труда на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1976.
10. Методические рекомендации по организации нормирования труда на автомобильном транспорте. Центротрудавтогранс Минавтотранса РСФСР. М.: 1988.

11. Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КрАЗ в условиях автотранспортных предприятий. М.: Экономика, 1989.
12. ГОСТ 15608-81Е. Пневмоприводы поршневые. Технические условия.
13. ГОСТ 617-90. Трубы медные. Технические условия.
14. ГОСТ 8733-74. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования. – М., 1974.
15. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – М., 1971.
16. ГОСТ 8734-75. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент. – М., 1975.
17. ГОСТ 494-90. Трубы латунные. Технические условия. – М., 1990.
18. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – М., 1985.
19. ГОСТ 380-88. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – М., 1988.
20. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной концентрической стали. Общие технические условия. – М., 1988.
21. ГОСТ 2.104-68. ЕСКД. Основные надписи. – М., 1968.
22. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы. – М., 1996.

ПРИЛОЖЕНИЯ

[illegible]

[illegible]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических занятий по дисциплине «Технологические процессы технического обслуживания и ремонта ТиТТМО» для студентов направления 190600.62 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов"

Составители: Н. И. Ющенко,

Редактор:

Подписано к печати 15.09.08

Формат 60x84 1/16 Усл. п. л. Уч.-изд. л.

Бумага газетная. Печать офсетная. Заказ . Тираж 50 экз.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»

355028, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

Издательство Северо-Кавказского федерального университета»

Отпечатано в типографии СКФУ