

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

И. А. Иващенко, В. А. Мартынов, И. Н. Косенко

ОПТИМИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Утверждено редакционно-издательским советом института
в качестве учебного пособия по курсовому и дипломному проектированию*

Ивашенко А. И., Мартынов В. А., Косенко И. Н.
*Оптимизация технологических процессов механической обработки
деталей двигателей летательных аппаратов: Учебное пособие.* —
Куйбышев: КуАИ, 1985. — 87 с.

В учебном пособии изложена методика оптимизации технологических операций механической обработки по критериям минимальной трудоемкости, минимальной технологической себестоимости и минимума приведенных затрат. Приведены расчетные уравнения для определения штучного и калькуляционного времени, основных элементов (затрат) технологической себестоимости операций механической обработки. Содержание и последовательность расчетов изложены в алгоритмической форме, удобной как для традиционного (ручного) расчета, так и для расчетов с использованием ЭВМ. Возможности машинного анализа обеспечиваются имеющимися в пособии алгоритмами общего процесса оптимизации, картой исходной информации и программой расчета на ЭВМ.

В приложении приведена нормативно-справочная информация, позволяющая выполнить оптимизацию для всех основных методов механической обработки, включая и обработку деталей на станках с ЧПУ.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 0537 «Авиационные двигатели», обучающихся по учебному плану целевой интенсивной подготовки специалистов (ЦИПС), а также для студентов технологической и конструкторской специализации при выполнении ими курсовых и дипломных проектов по технологической тематике. Пособие может быть также использовано слушателями факультета повышения квалификации руководящих работников и специалистов промышленности.

Ил. 9; табл. 24, библиогр. — 18 назв.

Рецензенты: д-р техн. наук проф. *Б. А. Кравченко*,
канд. техн. наук *Г. В. Иванов*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из главных направлений экономической политики КПСС на современном этапе является дальнейшее неуклонное повышение эффективности общественного производства, достижение высокого качества изделий при сокращении сроков их освоения и снижении стоимости.

Повышение эффективности производства двигателей летательных аппаратов на стадии технологической подготовки производства может быть достигнуто путем оптимизации технологических процессов или отдельных операций механической обработки деталей и сборки двигателей летательных аппаратов (ЛА).

Современное машиностроение располагает большим арсеналом методов и средств обработки заготовок. Это обуславливает возможность при разработке технологического процесса получать заданные по чертежу параметры детали или изделия не одним каким-либо, а различными методами с использованием оборудования и оснащения различной степени совершенства и производительности.

В связи с этим, технолог, проектируя технологический процесс, обязан включать в первоначальный его проект несколько наиболее целесообразных и технически возможных вариантов отдельных операций и всего процесса. Техническими ограничениями вариантов будет являться необходимость обеспечения заданного качества деталей. Для каждого варианта должны быть определены характеристики экономической эффективности (трудоемкость, себестоимость и т. п.). Сравнивая значения характеристик, можно отобрать оптимальный вариант каждой операции и всего процесса по одному или группе экономических критериев.

Метод принятия решений на основе оптимизации является крупным шагом на пути совершенствования методологии технологического проектирования, он позволяет отказаться от широко используемого в настоящее время принятия технологических

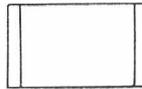
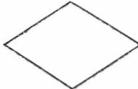
решений по аналогии, по опыту технолога или сложившейся практики, по интуиции.

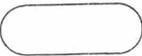
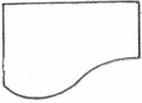
Задача оптимизации технологических процессов и отдельных операций давно уже является актуальной. Однако ранее она не находила должного решения из-за трудности вручную выполнить большой объем расчетов при определении трудоемкости, себестоимости и других экономических показателей. В настоящее время появились реальные возможности не только механизировать, но и автоматизировать технико-экономические расчеты путем использования ЭВМ. Передача на ЭВМ нетворческой, но большой по объему счетной работы дает возможность технологу без увеличения затрат времени и сроков проектирования находить оптимальные решения.

Предлагаемое учебное пособие поможет студентам овладеть методами и приемами оптимизации технологических операций при курсовом и дипломном проектировании, т. е. элементами современной методологии технологического проектирования. Предполагается, что в ходе курсового и дипломного проектирования каждый студент выполнит расчет технико-экономических показателей вариантов технологических операций как вручную, так и с использованием ЭВМ. Последнее, кроме того, будет способствовать овладению студентами современными методами инженерного труда, основанными на математическом моделировании и применении ЭВМ.

*УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА БЛОК-СХЕМАХ
АЛГОРИТМОВ*

Опыт ряда вузов показывает, что алгоритмическая форма представления методики является удобной не только при автоматизированном (машинном) методе расчета (проектирования), но и при традиционном — ручном. В связи с этим, в учебном пособии наряду с текстовой дается также алгоритмическая форма методики расчета показателей (критериев) оптимизации. На блок-схемах в соответствии с требованиями ГОСТ 19.003-80 приняты следующие условные обозначения.

| Обозначение блока | Наименование блока | Комментарий |
|---|-----------------------------|--|
|  | Ручной ввод | Ввод исходных данных вручную при помощи неавтоматизированных устройств |
|  | Процесс | Выполнение операции или группы операций, в результате которых изменяется значение, форма представления или расположения данных |
|  | Предопределенный процесс | Использование ранее созданных и отдельно описанных алгоритмов или программ |
|  | Анализ и выбор пути решения | Выбор направления выполнения алгоритма или программы в зависимости от некоторых переменных условий |

| Обозначение блока | Наименование блока | Комментарий |
|--|-----------------------------|--|
|  | Сортировка | Упорядочение множества по заданным признакам (в порядке возрастания или убывания величины и т. д.) |
|  | Начало, прерывание, останов | Начало, конец, прерывание процесса обработки данных или выполнение программы |
|  | Метка перехода, соединитель | Указание связи между прерванными линиями потока |
|  | Комментарии | Связь между элементами схемы и пояснением |
|  | Документ | Ввод-вывод данных, носителями которых служит бумага. При ручном расчете результаты предшествующего этапа должны быть сведены в таблицу |
|  | Соединитель | Указание связи между разъемными частями схем, алгоритмов и программ, расположенных на разных листах |

1. ЦЕЛИ, КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Важной характеристикой всякого метода проектирования является возможность получения оптимальных для заданных условий технологических процессов (ТП). Поэтому современные методы и системы разработки технологических процессов (ручные и автоматизированные) должны содержать этап оптимизации.

Математические методы оптимизации связаны с необходимостью разработки и применения математических моделей. Модель представляет собой отображение определенной системы, с помощью которой воспроизводятся наиболее существенные признаки реального технологического процесса или его элементов (операций, переходов и т. д.). Она может быть представлена в виде графиков, формул, макетов и т. п. При построении математической модели, в зависимости от характера операций технологического процесса, может быть использован математический аппарат различной сложности. В простейших случаях модель описывается простым алгебраическим уравнением. В более сложных, когда требуется рассмотреть процесс в динамике, применяется аппарат дифференциальных уравнений, обыкновенных и с частными производными.

Отметим также, что модели могут быть детерминированными и вероятностными. В детерминированных моделях параметры имеют вполне строгое, определенное значение, все зависимости здесь жестко зафиксированы, круг факторов весьма ограничен и абстрагирован от действия других неучтенных факторов.

В зависимости от структуры и содержания технологического процесса для математического описания его используются различные виды функций, например, $y = b_0 + bx$, $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$, $y = b_0 + b_1x + b_2x^2$ и др. В общем виде математическую модель технологического процесса обработки деталей на металлорежущих станках можно представить совокупностью многофакторных линейных и степенных функций вида

$$y = \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n b_i x_i^{p_i}, \quad (1)$$

где y — обобщенный критерий точности, качества и экономичности (целевая функция);

x_i — технологические параметры (режимы обработки, свойства обрабатываемого материала, геометрические параметры режущего инструмента, жесткость системы СПИД и др.);

a_i, b_i — коэффициенты, характеризующие зависимость точности, качества, экономичности от данного технологического фактора.

При построении математической модели важное значение имеет правильный выбор входных параметров (X), условия их ограничения (R) и целевой функции (E).

Основными параметрами технологического процесса при обработке деталей на металлорежущих станках являются режимы резания (v, t, S), жесткость системы СПИД, геометрические параметры и стойкость инструмента и др. Задачей моделирования является нахождение таких режимов и условий обработки, которые обеспечивали бы заданное качество обрабатываемых деталей (выполнение ограничений) и приводили бы целевую функцию к экстремальному значению. Главными ограничениями являются допустимые погрешности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, а также определенные требования к качеству поверхностного слоя (шероховатость, износ, остаточные напряжения).

Целевая функция является основным критерием выбора наиболее выгодного (оптимального) варианта обработки из множества описываемых моделью и должна отражать количественное и качественное влияние каждого из параметров на критерий оптимальности. В качестве целевой функции при построении оптимальной операции и выборе оптимальных режимов обработки могут быть приняты наименьшая технологическая себестоимость, максимальная производительность (минимальная трудоемкость) и обобщенный показатель наименьших приведенных затрат. В последнем случае целевая функция для операции имеет вид

$$C_{\text{пр оп } i} = C_{\text{оп } i} + E_n K_{\text{уд } i} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $C_{\text{пр оп } i}$ — приведенные затраты на i -ю операцию;

$C_{\text{оп } i}$ — технологическая себестоимость i -й операции;

$K_{\text{уд } i}$ — капитальные вложения по оборудованию и оснастке, отнесенные к одной детали;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

В некоторых случаях в качестве целевой функции бывает необходимо принимать и такие показатели, как например, максимально достижимую точность обработки, получение максимальной усталостной прочности обрабатываемой детали и др.

Решение задачи оптимизации многопараметрической модели технологического процесса состоит в определении экстремального значения целевой функции с учетом совокупности различных ограничений параметров. Для отыскания экстремума функции применяются аналитические и алгоритмические методы. Для аналитических методов характерно явное выражение целевой функции, что в практике моделирования ТП не всегда возможно. Поэтому для отыскания экстремума функций в условиях ограничений применяют численные или алгоритмические методы.

В зависимости от того, каким путем достигается экстремальное значение целевой функции, различают структурную, параметрическую и комплексную оптимизацию.

Применительно к технологическим операциям механической обработки, при структурной оптимизации экстремальное значение критерия достигается за счет варьирования методов обработки, оборудования, технологического оснащения, содержания операций. Примером структурной оптимизации, например, для обработки отверстия по 2-му классу точности (~ 7 -му качеству), будет сравнение выполнения операции обработки отверстия путем развертывания и шлифования по критериям минимальной трудоемкости, минимальной технологической себестоимости или минимума приведенных затрат.

При параметрической оптимизации наименее выгодный вариант достигается за счет изменения параметров процесса механической обработки, т. е. путем варьирования значений режимов резания (t , S , V), геометрии и стойкости инструмента. При обработке деталей на станках с адаптивным управлением оптимальные режимы обработки обеспечиваются встроенной системой автоматического управления за счет изменения подачи или жесткости системы СПИД [2].

Наилучшие результаты дает комплексная оптимизация, при которой оптимальный вариант процесса или операции получают за счет варьирования методов обработки, оборудования, оснащения, так и за счет изменения параметров процесса.

В предлагаемом учебном пособии излагается, в основном, методика структурной оптимизации операций при использовании общепринятых критериев максимальной производительности, (минимальной трудоемкости), минимальной технологической себестоимости и минимума приведенных затрат.

Следует различать оптимизацию технологического процесса и оптимизацию отдельных технологических операций. В подавляющем большинстве случаев экономическому анализу подвергаются варианты отдельных операций, а не процесса в целом. Это связано с трудностями проведения такого анализа для большого числа вариантов технологического процесса.

Пусть, например, необходимо установить оптимальный вариант обработки литой бронзовой втулки больших размеров. Наружную поверхность можно обработать тремя способами: на токарном, револьверном и многорезцовом станке; внутреннюю поверхность — пятью способами: расточкой на токарном или револьверном станке, зенкерованием или растачиванием на сверлильном станке или протягиванием. Нарезку резьбы можно осуществить тремя способами: на токарном, револьверном или резьбофрезерном станке [12]. Для упрощения полагаем, что каждая поверхность обрабатывается за одну операцию. Но и при этом технологический процесс будет иметь $3 \times 5 \times 3 = 45$ вариантов. Очевидно, что сравнение нескольких вариантов операции (по производительности или технологической себестоимости) нетрудно выполнить и при ручном анализе, в то время как экономический анализ 45 вариантов технологического процесса требует больших затрат времени и средств. В связи с этим, в настоящем пособии излагается методика оптимизации отдельных технологических операций. При необходимости выполнить экономический анализ процесса или группы операций, следует использовать уравнение для определения себестоимости ТП в целом.

2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМАЛЬНОЙ ТРУДОЕМКОСТИ

В ряде случаев (в опытном, ремонтном производстве и т. п.) на первый план при организации производства выдвигается требование сокращения времени на выполнение операций — требование минимальной трудоемкости.

В качестве критерия трудоемкости используется норма штучно-калькуляционного времени или, для краткости, калькуляционное время

$$t_{\text{кальк}} = t_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N_{\text{п}}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{шт}}$ — норма штучного времени, мин;

$T_{\text{пз}}$ — подготовительно-заключительное время, мин;

$N_{\text{п}}$ — количество заготовок в партии, шт.

Состав нормы штучного времени:

$$t_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{пер}}, \quad (4)$$

где t_0 — основное (при обработке на металлорежущих станках — машинное или машинно-ручное) время, затрачиваемое на непосредственное резание.

При обработке деталей на станках-автоматах, агрегатных станках и на станках с ЧПУ в состав t_0 включается время на поворот и перемещение револьверной головки, шпинделей, суппортов, стола, на смену инструмента и другие элементы, входящие в автоматический цикл. Машинное время определяется расчетом. Для многопереходных операций при ручном управлении станком основное время операции

$$t_0 = \sum_{i=1}^m t_{0i}, \quad (5)$$

где t_{0i} — основное время отдельных переходов;

m — число переходов (проходов).

Вспомогательное время, затрачиваемое на действия рабочего, сопровождающие и обеспечивающие основную работу,

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в уст}} + \sum_{i=1}^m (t_{\text{в пер}} + t_{\text{в изм}}), \quad (6)$$

где $t_{\text{в уст}}$ — время на установку, закрепление, раскрепление и снятие заготовки, величина его определяется по нормативам /15/;

$t_{\text{в пер}}$ — вспомогательное время, связанное с переходом (изменение подачи, числа оборотов, поворот револьверной головки или позиционного приспособления, перемещения суппорта с инструментом и др.); определяется по нормативам /16/;

$t_{\text{в изм}}$ — вспомогательное время на измерение, определяется также по нормативам /16/;

m — число переходов (проходов) в операции.

Время на техническое и организационное обслуживание рабочего места (смену инструмента вследствие притупления, подналадку станка, чистку и смазку станка, прием и сдачу смены)

$t_{\text{обс}}$ определяется по уравнению

$$t_{\text{обс}} = \alpha / 100 \cdot t_{\text{оп}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{в}}$ — оперативное время;

α — нормативный коэффициент на обслуживание рабочего места, определяется по нормативам /16/;

$t_{\text{пер}}$ — время перерывов на отдых и естественные надобности, определяется по уравнению

$$t_{\text{пер}} = \beta / 100 \cdot t_{\text{оп}}, \quad (8)$$

β — коэффициент, определяемый по нормативам /16/.

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз}}$ — время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с предстоящей работой, подготовку и наладку станка, приспособлений и инструментов, а также на снятие инструментов и приспособлений по окончании обработки партии деталей, определяется также по нормативам /16/.

Размер партии $N_{\text{п}}$ определяется в зависимости от типа производства, габарита, веса и степени сложности деталей, а также сложности используемого оборудования и оснастки. По одному из упрощенных методов размер партии определяется по соотношению /6, 17/

$$N_{\text{п}} = N_{\text{г}} / n_{\text{п}}, \quad (9)$$

где $N_{\text{г}}$ — годовая программа, шт;

$n_{\text{п}}$ — число партий (запусков) в год, значения $n_{\text{п}}$ приведены в табл. П1.

Блок-схема алгоритма определения $t_{\text{шт}}$ и $t_{\text{кальк}}$ приведена на рис. 1.

При оптимизации по критерию минимальной трудоемкости варьируемыми (изменяемыми) компонентами технологического процесса (аргументами целевой функции) могут быть: вид и способ получения заготовки, тип или типоразмер (модель) оборудования, тип и конструкция приспособлений, тип, конструкция, материал и геометрия режущих инструментов, параметры режимов резания, размер партии.

В зависимости от поставленной задачи оптимизация технологических операций может выполняться по следующим схемам.

1-я схема. На рис. 2 показана зависимость трудоемкости от количества обрабатываемых заготовок N для трех вариантов выполнения технологической операции:

$$T_{1 \text{ кальк}}^N = T_{1 \text{ пз}} + t_{1 \text{ шт}} N \text{ (кривая 1),}$$

$$T_{2 \text{ кальк}}^N = T_{2 \text{ пз}} + t_{2 \text{ шт}} N \text{ (кривая 2),}$$

$$T_{3 \text{ кальк}}^N = T_{3 \text{ пз}} + t_{3 \text{ шт}} N \text{ (кривая 3).}$$

В точках A_1 и A_2 кривые пересекаются. Критические значения $N_{\text{кр}}$, которым соответствуют узлы пересечения, можно определить из следующих соображений: в точке A_1 при значении $N = N_{1 \text{ кр}}$ имеет место равенство значений штучно-калькуляционного времени на партию для 1-го и 2-го вариантов операций:

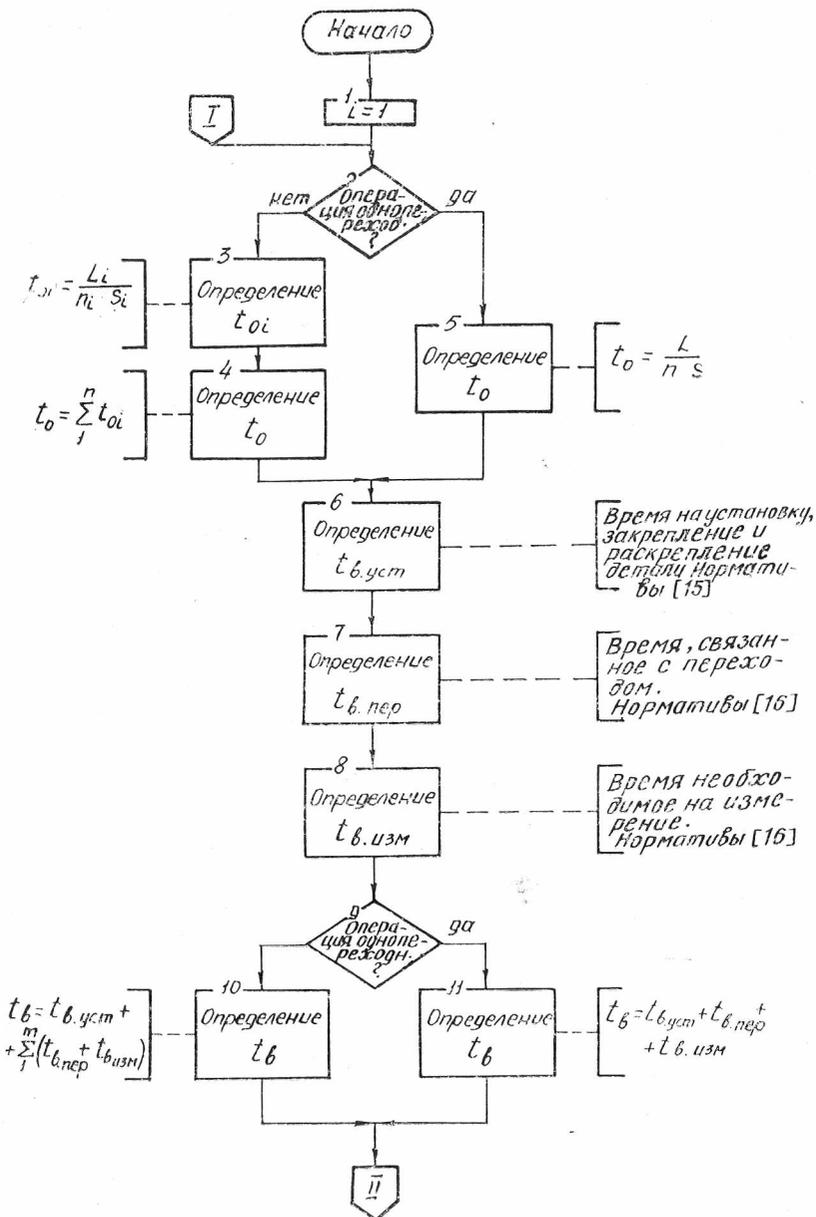
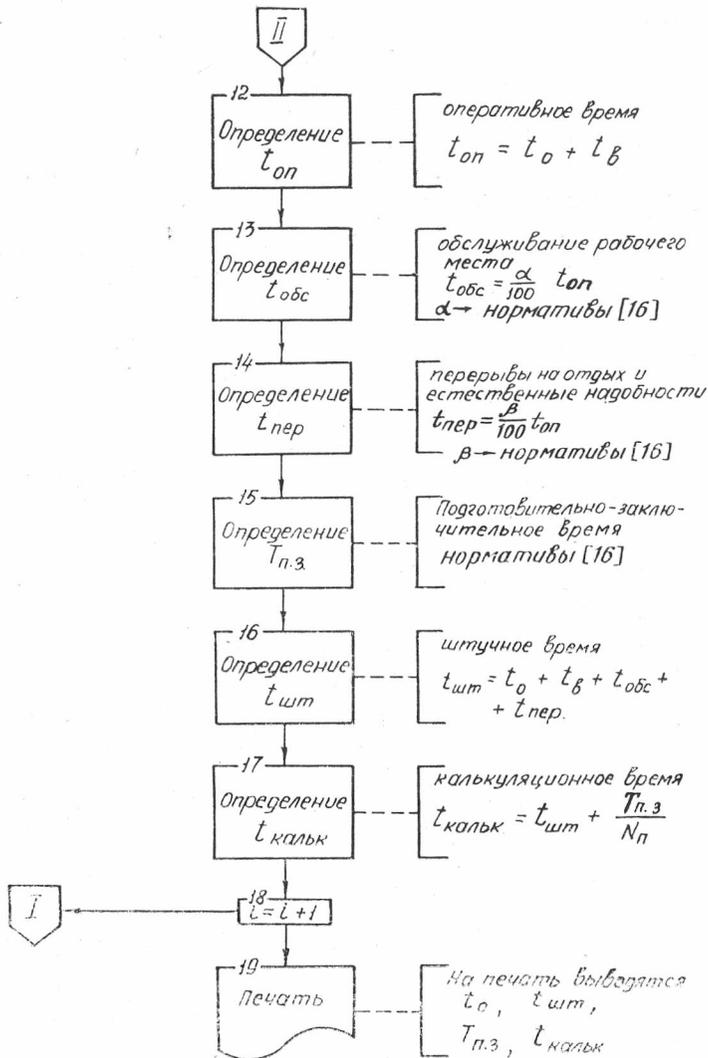


Рис. 1. Блок-схема алгоритма определения штучного и штучно-калькуляционного времени обработки детали



Р и с. 1. Окончание

$T_{1 \text{ кальк}}^N = T_{2 \text{ кальк}}^N$. Подставляя вместо $T_{1 \text{ кальк}}^N$ и $T_{2 \text{ кальк}}^N$ их значения, приведенные выше, получаем: $T_{1 \text{ пз}} + t_{1 \text{ шт}} N_{1 \text{ кр}} = T_{2 \text{ пз}} + t_{2 \text{ шт}} N_{1 \text{ кр}}$, откуда

$$N_{1 \text{ кр}} = \frac{T_{2 \text{ пз}} - T_{1 \text{ пз}}}{t_{1 \text{ шт}} - t_{2 \text{ шт}}}. \quad (10)$$

Аналогично для точки A_2 пересечения кривых для 2-го и 3-го вариантов выполнения технологической операции

$$N_{2 \text{ кр}} = \frac{T_{3 \text{ пз}} - T_{2 \text{ пз}}}{t_{2 \text{ шт}} - t_{3 \text{ шт}}}.$$

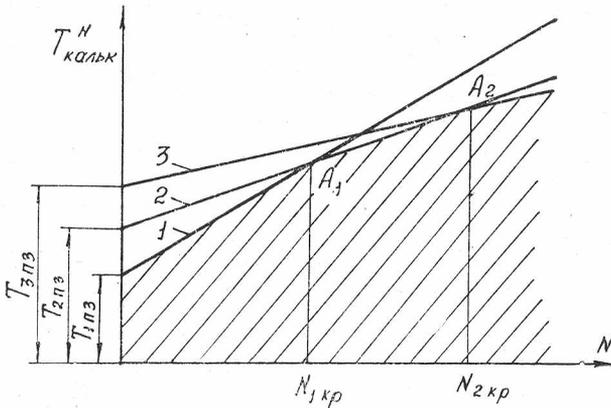


Рис. 2. Зависимость калькуляционного времени от программы выпуска для трех вариантов операции

Построив график, можно сделать вывод о том, что при размере партии $N_{\text{п}} < N_{1 \text{ кр}}$ оптимальным по критерию минимальной трудоемкости будет 1-й вариант технологической операции; при $N_{1 \text{ кр}} < N_{\text{п}} < N_{2 \text{ кр}}$ оптимальным будет 2-й вариант, а при $N_{\text{п}} > N_{2 \text{ кр}}$ — третий вариант.

Содержание и последовательность работы по оптимизации по критерию $T_{\text{кальк}}^N \text{ min}$ приведены на рис. 3. 1-я схема оптимизации выполняется по алгоритму, указанному на рис. 3,а.

2-я схема. Для сравниваемых вариантов технологической операции значения штучно-калькуляционного времени на годовую программу $N_{\text{г}}$ определяют по уравнению

$$T_{\text{кальк } i}^N_{\text{г}} = T_{i \text{ пз}} n_{\text{п}} + t_{i \text{ шт}} N_{\text{г}}; \quad (12)$$

здесь i — номер варианта операции;

$n_{\text{п}}$ — количество партий, запускаемых в производство в течение года.

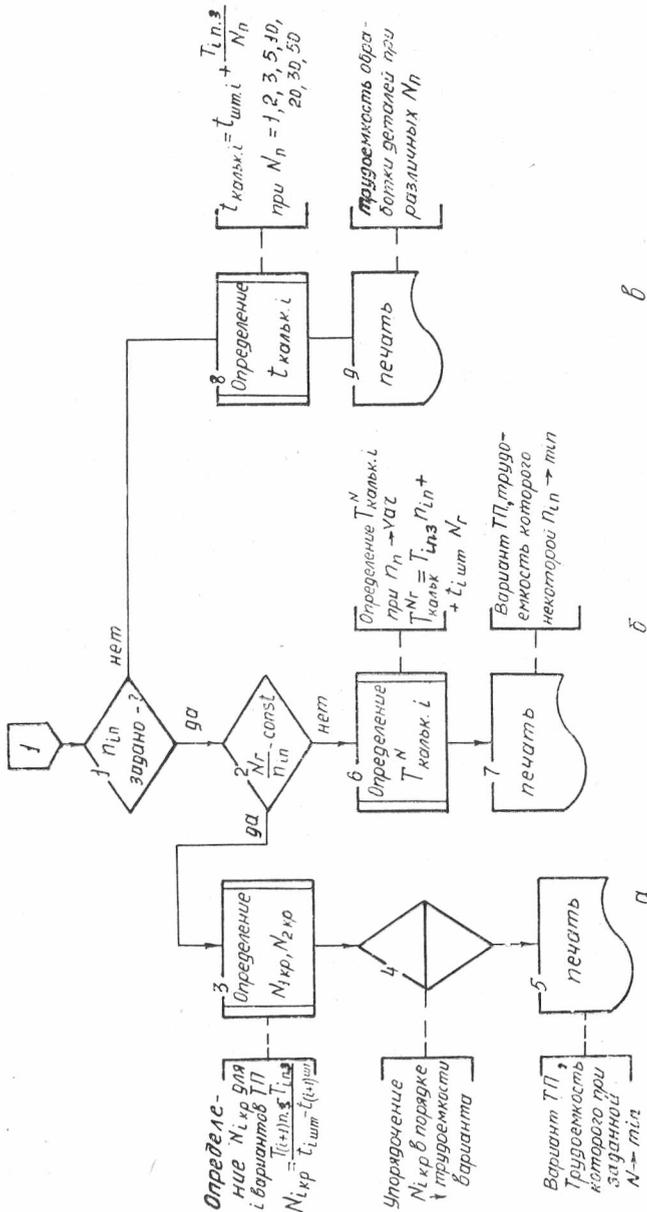


Рис. 3. Блок-схема алгоритма оптимизации технологического процесса по критерию $T_{кальк. min}$

Следует отметить, что при постоянном для всех сравниваемых вариантов значении числа партий $n_{п}$ за год результат решения будет аналогичным полученному в 1-й схеме. При различных значениях $n_{п}$ решения по 2-й схеме оптимизации будут отличными от полученных при первой схеме. 2-я схема оптимизации выполняется по алгоритму, показанному на рис. 3,б.

3-я схема. Используя уравнение (3), по ней определяют $t_{\text{кальк}}$ при значениях $N_{п} = 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50$ шт. (рис. 3,в) и строят график зависимости $t_{\text{кальк}} = f(N_{п})$ (рис. 4). Целесообразно на графике провести прямую — асимптоту для кривой на расстоянии $t_{\text{шт}}$ от оси $N_{п}$.

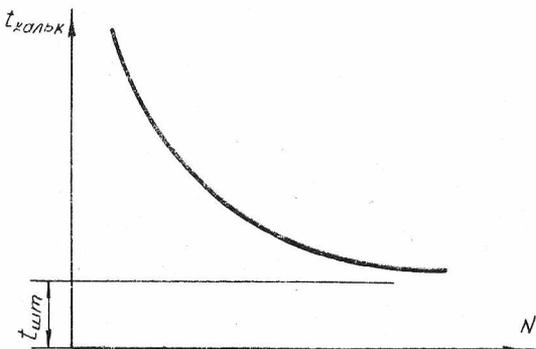


Рис. 4. Зависимость штучно-калькуляционного времени на обработку одной заготовки от программы выпуска

3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

3.1. СТРУКТУРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

В отличие от полной, технологическая себестоимость обработки заготовок содержит только те затраты, которые непосредственно связаны с данным вариантом технологической операции или технологического процесса.

Технологическая себестоимость одной операции по обработке одной детали включает следующие элементы затрат:

$$C_{\text{он}}^{\text{д}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{п}} + O_{\text{а}} + O_{\text{р}} + П + И_{\text{р}} + У_{\text{п}}, \quad (14)$$

где $Z_{\text{пр}}$ — заработная плата производственных рабочих с начислениями на соцстрах и др.;

- Z_n — заработная плата наладчиков;
 O_a — расходы на амортизацию оборудования;
 O_p — расходы на ремонт и модернизацию оборудования;
 P — затраты на эксплуатацию и амортизацию приспособлений;
 I_p — расходы на эксплуатацию и амортизацию режущих инструментов;
 Y_n — затраты на подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ.

В уравнении (14) не учтены затраты на измерительный инструмент, силовую электроэнергию, вспомогательные материалы, амортизацию и эксплуатацию производственных площадей и некоторые другие, ввиду слабой связи этих затрат с вариантом технологического процесса (операции) или вследствие их малости.

Технологическая себестоимость варианта технологического процесса будет:

$$C_{\text{тн}}^{\text{д}} = M + \sum_{i=1}^{m_0} (Z_{\text{пр}} + Z_n + O_a + O_p + P + I_p + Y_n), \quad (15)$$

где M — затраты на материал (заготовку);

m_0 — общее число формоизменяющих операций.

3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СЕБЕСТОИМОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИИ

Расчет затрат по оплате труда производственных рабочих (станочников, слесарей). В условиях единичного и серийного производства при выполнении операции на универсальном оборудовании, когда подготовку рабочего места осуществляет сам рабочий-станочник, оплата труда производится по штучно-калькуляционному времени $t_{\text{кальк}}$:

$$Z_{\text{пр}} = 1,32 \cdot Z_{\text{пр}}^{\text{ч}} k_{\text{ом}} \frac{t_{\text{кальк}}}{60}, \quad (16)$$

где 1,32 — коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату за перевыполнение норм, отчисления на соцстрах и оплату отпусков;

$Z_{\text{пр}}^{\text{ч}}$ — часовая тарифная ставка в руб. производственных рабочих; для определения $Z_{\text{пр}}^{\text{ч}}$ необходимо сначала по табл. П2 установить разряд работы для каждого варианта операции, а затем по табл. П3 для соответствующего разряда определить значение $Z_{\text{пр}}^{\text{ч}}$;

$k_{\text{ом}}$ — коэффициент, учитывающий численность бригады, обслуживающей станок (рабочее место), или число

единиц оборудования, обслуживаемого одним рабочим при многостаночном обслуживании (табл. П4, П5). При многостаночном обслуживании $k_{\text{бм}} < 1$, при бригадном $k_{\text{бм}} > 1$.

В условиях крупносерийного и массового производства при выполнении операции на станках со сложной наладкой (автоматы, многолезцовые, агрегатные, специальные станки, зубообрабатывающие и резьбообрабатывающие станки, а также станки с ЧПУ), когда подготовку рабочего места к выполнению операции осуществляют рабочие-наладчики, расчет зарплаты производственных рабочих должен производиться по штучному времени, т. е. по уравнению

$$З_{\text{пр}} = 1,32 \cdot З_{\text{пр}}^{\text{ч}} k_{\text{бм}} \frac{t_{\text{шт}}}{60}, \quad (17)$$

где $t_{\text{шт}}$ — штучное время выполнения операции в мин.

Затраты на оплату труда рабочих-наладчиков. Их определяют по формуле

$$З_{\text{н}} = 1,32 \cdot З_{\text{н}}^{\text{ч}} \frac{T_{\text{н}}}{60 N_{\text{н}}}, \quad (18)$$

где $З_{\text{н}}^{\text{ч}}$ — часовая тарифная ставка наладчика, руб;

$T_{\text{н}}$ — трудоемкость (длительность) наладки, мин;

$N_{\text{н}}$ — число деталей в партии, изготавливаемых при данной наладке, шт.

Для определения $З_{\text{н}}^{\text{ч}}$ сначала по табл. П6 устанавливают тарифный разряд наладки, а затем для соответствующего разряда по табл. П7 можно определить часовую тарифную ставку наладчика.

Размер партии запуска $N_{\text{н}}$ можно определить по уравнению (9) с использованием табл. П1.

Для определения трудоемкости (длительности) наладки $T_{\text{н}}$ рекомендуется использовать эмпирическую формулу /9/:

$$T_{\text{н}} = A_{\text{н}} + B_{\text{н}} N_{\text{рн}} + C_{\text{н}} t_{\text{шт}}, \quad (19)$$

здесь $A_{\text{н}}$, $B_{\text{н}}$, $C_{\text{н}}$ — коэффициенты, определяемые по табл. П8 в зависимости от категории оборудования;

$N_{\text{рн}}$ — количество режущих инструментов в наладке;

$t_{\text{шт}}$ — штучное время варианта операции, мин.

Следует иметь в виду, что если расчет зарплаты производственных рабочих производился по уравнению (16), то $З_{\text{н}} = 0$.

Затраты на амортизацию оборудования. Амортизационные отчисления за использование универсальных и специальных станков исчисляются по-разному.

При обработке заготовок на универсальном и переналаживаемом специальном оборудовании расходы на амортизацию будут определяться уравнением

$$O_{ay} = \frac{\Pi_{oy} (1 + k_{tm}) a_{oy}}{\Phi_r \cdot k_{ис}} \frac{t_{кальк}}{60}, \quad (20)$$

где Π_{oy} — отпускная цена универсального и переналаживаемого специального оборудования;

k_{tm} — коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и монтаж оборудования;

a_{oy} — норма амортизационных отчислений;

Φ_r — годовой фонд работы оборудования, ч.;

$k_{ис}$ — коэффициент использования (загрузки) оборудования.

Стоимость оборудования Π_o приведена в табл. П4, П5. Величину k_{tm} выбирают обычно в пределах от 0,075/12/ до 0,15/11/. Рекомендуется принимать для специальных станков и станков с ЧПУ $k_{tm} = 0,075$, для всех других станков $k_{tm} = 0,12$.

Норму амортизированных отчислений для универсального оборудования a_{oy} принимают от 0,075/6,7/ до 0,15/3/, а для специального — $a_{oy} = 0,33/12/$. Рекомендуется a_{oy} и $a_{сс}$ для универсального и специального оборудования определять в зависимости от числа смен работы по табл. П9.

Годовой фонд времени работы оборудования следует принимать по табл. П10 (при работе в одну смену $\Phi_r = 2030$, в две смены $\Phi_r = 4015$ ч и в три смены $\Phi_r = 5960$ ч.).

Коэффициент использования оборудования следует принимать для условий массового производства $k_{ис} = 0,9$, крупносерийного $k_{ис} = 0,8$ и серийного $k_{ис} = 0,7$ (табл. П11).

Обозначим

$$\frac{\Pi_{oy} (1 + k_{tm}) a_{oy}}{\Phi_r \cdot k_{ис}} = O_{ay}^ч, \quad (21)$$

$O_{ay}^ч$ — представляет собой стоимость амортизации за 1 ч использования (работы) оборудования. Тогда часть технологической себестоимости, связанной с затратами на амортизацию универсального оборудования, можно определить как

$$O_{ay} = O_{ay}^ч \frac{t_{кальк}}{60}. \quad (22)$$

Значения $O_{ay}^ч$, вычисленные при $a_{oy} = 0,122$, $\Phi_r = 4015$ и $k_{ис} = 0,7$ приведены в табл. П4, П5. Они приводятся также в ряде учебных и справочных пособий /7, 10, 12/. Следует отметить, что независимо от того, как производится расчет заработной платы производственных рабочих (по штучному или калькуля-

ционному времени), определение затрат на амортизацию оборудования всегда производится по $t_{\text{кальк}}$.

Затраты на амортизацию специального переналаживаемого оборудования определяют как

$$O_{\text{ас}} = \frac{Ц_{\text{ос}} (1 + k_{\text{тм}}) \cdot n_{\text{ос}}}{Л_0 N_{\text{г}}}, \quad (23)$$

где $Ц_{\text{ос}}$ — стоимость (цена) специального оборудования;

$Л_0$ — количество лет работы специального оборудования (2—5 лет);

$N_{\text{г}}$ — годовая программа, шт;

$n_{\text{ос}}$ — число единиц специального оборудования, определяется по уравнению

$$n_{\text{ос}} = \frac{N_{\text{г}} t_{\text{шт}}}{\Phi_{\text{г}} k_{\text{ис}} \cdot 60}. \quad (24)$$

Полученное при расчете $n_{\text{ос}}$ округляем до целого числа.

В настоящее время в машиностроении взят курс на создание гибких автоматизированных производственных систем на базе универсальных и специальных переналаживаемых станков. В том случае, если специальное оборудование является переналаживаемым и может быть использовано при обработке других однотипных деталей, затраты на его амортизацию следует определять по уравнениям (20) или (22). Примером такого оборудования могут служить специальные станки для обработки (шлифования, фрезерования или протягивания) замка одного типа, например типа «ласточкин хвост», у лопаток разных ступеней компрессора или турбины.

При расчете этой статьи технологической себестоимости возникают трудности при определении стоимости $Ц_{\text{ос}}$ специального оборудования. Рекомендуется принимать стоимость специального станка в 3—5 раз большей по сравнению с ценой универсального станка того же типа [12].

Расчет затрат на ремонт и содержание оборудования. Его производят по одним и тем же правилам как для универсального, так и для специального оборудования. Величину этих затрат, приходящуюся на обработку одной заготовки на рассматриваемой операции, будем определять как

$$O_{\text{р}} = \frac{Ц_0 (1 + k_{\text{тм}}) p_0 t_{\text{кальк}}}{\Phi_{\text{г}} k_{\text{ис}} \cdot 60}, \quad (25)$$

где $Ц_0$, $k_{\text{тм}}$, $\Phi_{\text{г}}$ и $k_{\text{ис}}$ — те же составляющие, что и в уравнениях (20) и (23);

p_0 — норма затрат на ремонт и содержание оборудования.

Рекомендуемые значения: $\rho_0 = 0,105$ — для универсальных станков /12/ и $\rho_0 = 0,05$ — для специальных /11/.

Обозначим

$$\frac{C_0 (1 + k_{гм}) \rho_0}{\Phi_r k_{ис}} = O_p^ч, \quad (26)$$

$O_p^ч$ — представляет собой стоимость ремонта и содержания оборудования, отнесенную к одному часу его работы. Тогда уравнение (25) можно привести к виду

$$O_p = O_p^ч \frac{t_{кальк}}{60}, \quad (27)$$

значение $O_p^ч$ при принятых значениях $\Phi_r = 4015$ ч; $k_{ис} = 0,7$, $\rho_0 = 0,105$ приведены в табл. П4.

Затраты на амортизацию и ремонт приспособлений. В зависимости от типа производства при механической обработке заготовок применяют различные приспособления, наиболее характерными из которых являются универсальные, универсально-сборочные (УСП) и специальные.

Затраты, связанные с использованием универсальных приспособлений сравнительно с другими элементами (статьями) $C_{оп}$ невелики, и при расчете технологической себестоимости их, как правило, не учитывают. Затраты на амортизацию и ремонт специальных приспособлений, включаемые в технологическую себестоимость операции, можно определить из уравнения

$$П_{\{ = \frac{C_{пс} (1 + k_{пр}) (a_{п} + \rho_{п})}{N_r}, \quad (28)$$

где $C_{пс}$ — стоимость (цена) изготовления приспособления. Для определения $C_{пс}$ можно использовать упрощенную формулу /11/:

$$C_{пс} = N_{дет} \times c_{дет},$$

где $N_{дет}$ — количество деталей в приспособлении без крепежа и малоценных деталей;

$c_{дет}$ — коэффициент, принимаемый в зависимости от группы сложности приспособления, он имеет размерность рублей за деталь (группу сложности приспособления и значение $c_{дет}$ определяют по табл. П12);

$k_{пр}$ — коэффициент, учитывающий стоимость проектирования и отладки приспособления, рекомендуется принимать $k_{пр} = 0,20 - 0,30$ /18/;

$a_{п}$ — коэффициент годовых отчислений на амортизацию приспособлений, зависит от числа лет службы приспособления $L_{п}$:

$$a_{\Pi} = 1 / \mathcal{L}_{\Pi}.$$

В свою очередь, срок службы зависит от группы сложности приспособления и типа производства и варьируется от 1 года для простых приспособлений /11/ до 5 лет для сложных и дорогостоящих /11, 12/;

p_{Π} — коэффициент, учитывающий расходы на ремонт приспособления, рекомендуется принимать $p_{\Pi} = 0,2-0,3$ /11, 12/.

Значения $k_{\text{пр}}$, \mathcal{L}_{Π} , a_{Π} и p_{Π} приведены в табл. П13. В табл. П14 приведены сведения о стоимости универсальных и некоторых видов специальных станочных приспособлений.

Расходы на амортизацию и эксплуатацию режущих инструментов. При использовании универсальных режущих инструментов расходы на их амортизацию и эксплуатацию, отнесенные к одной заготовке на заданной операции, будут определяться следующим образом:

$$I_{y} = \sum_{i=1}^{l_y} \frac{\mathcal{C}_{\Pi y} + m S_{\text{пер}}}{T(1+m)} t_{oi}, \quad (29)$$

где $\mathcal{C}_{\Pi y}$ — стоимость (цена) нового универсального режущего инструмента, руб;

m — количество переточек инструмента до полного износа;

$S_{\text{пер}}$ — стоимость одной переточки, руб;

T — стойкость инструмента, мин;

t_{oi} — основное (машинное) время работы инструмента, мин;

l_y — количество инструментов, используемых в операции.

Обозначим:

$$\frac{60 (\mathcal{C}_{\Pi y} + m S_{\text{пер}})}{T(1+m)} = I_y^{\text{ч}}, \quad (30)$$

$I_y^{\text{ч}}$ — выражает часовую стоимость работы режущего инструмента, руб/ч. Тогда уравнение (29) можно привести к виду:

$$I_y = \sum_{i=1}^{l_y} I_y^{\text{ч}} \frac{t_{oi}}{60}. \quad (31)$$

Значения $I_y^{\text{ч}}$ приведены в табл. П15, П16, они даны также во многих справочниках и учебных пособиях /6, 7, 12/.

Расчет затрат на амортизацию и эксплуатацию специальных режущих инструментов начинают с определения количества экземпляров каждого наименования на годовую программу:

$$n_{\text{ис}} = \frac{t_0 N_{\Gamma}}{T(1+m)}. \quad (32)$$

В уравнении (32) значения t_0 , T , m — те же, что и в уравнении (29).

Если на годовую программу требуется приобрести (изготовить) несколько экземпляров данного специального инструмента, т. е. при $n_{ис} \geq 1,0$, то расчет затрат на его амортизацию и эксплуатацию производится также по уравнению (29). Если $n_{ис} < 1,0$, то производится округление $n_{ис}$ до целого числа, и затраты на амортизацию и эксплуатацию будут определяться таким образом:

$$I_c = \sum_{i=1}^{l_i} \frac{C_{ис} + m S_{пер}}{N_r}, \quad (33)$$

где $C_{ис}$ — стоимость (цена) специального режущего инструмента, руб;

$S_{пер}$ — количество и стоимость переточек;

l_i — число инструментов, используемых на операции.

В табл. П15 приведены значения $(C_{ис} + m S_{пер})$ для некоторых специальных режущих инструментов. Обычно стоимость специального инструмента в 3—5 раз [12] больше стоимости аналогичного по назначению и конструкции универсального режущего инструмента. В то же время число m и стоимость $S_{пер}$ переточек будут такими же, как и для универсального инструмента.

Затраты на подготовку управляющих программ. Для станков с ЧПУ. эти затраты, отнесенные к одной детали, составляют

$$Y_n = \frac{1,1 \cdot C_{уп}}{L N_r}, \quad (34)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий затраты на восстановление программносителя (перфоленты, магнитной ленты);

$C_{уп}$ — стоимость (цена) подготовки одной программы (табл. П17), руб;

L — число лет использования программы (обычно принимают $L \leq 3$);

N_r — годовая программа, шт.

3.3. СХЕМЫ (ПРИЕМЫ) ОПТИМИЗАЦИИ ПО КРИТЕРИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

До изложения методики оптимизации отметим, что предполагается как традиционный расчет критериев оптимизации (вручную), так и машинный, с использованием ЭВМ. Во всех случаях число вариантов сравниваемых технологических операций, просчитываемых вручную, должно быть не менее двух, а при использовании ЭВМ — не менее 3-х, в том числе и тех, критерии оптимизации для которых рассчитываются вручную.

Для анализа по каждому варианту должны быть подготовлены (спроектированы, рассчитаны и т. п.):

технологические операционные карты, на которых указаны данные об оборудовании, приспособлениях, режущих и мерительных инструментах, режимы резания и основное (машинное) время по каждому переходу, штучное или штучно-калькуляционное время на операцию и разряд работы;

карты наладки или операционные эскизы с изображением положения режущих инструментов (графическая технология).

На основании этих технологических документов готовится таблица исходной информации. Часть включаемых данных определяется по соответствующим таблицам приложения. Исходная информация подразделяется на два вида — инвариантная и вариантная. К инвариантной относится информация, общая для всех сравниваемых вариантов технологических операций. В вариантную часть (табл. 1) записывается информация, индивидуальная для каждого варианта, причем, для большинства параметров (оборудование, приспособления, наладка станка) по каждому варианту заносятся значения параметров для операции в целом, а для режущих инструментов — по каждому инструменту отдельно. В целях сокращения объема информации в этой части таблицы, когда число инструментов более 6—7, рекомендуется объединять информацию по однотипным инструментам и заносить в таблицу обобщенные данные. Например, при обработке вала на многолезцовом полуавтомате используют следующие инструменты:

| | | |
|-----------------|-----|-------------------|
| резцы проходные | № 1 | $t_o = 2,0$ мин ; |
| —»— | № 2 | $t_o = 2,0$ мин ; |
| —»— | № 3 | $t_o = 2,0$ мин ; |
| —»— | № 4 | $t_o = 1,5$ мин ; |

$$\Sigma t_{oi} = 7,5 \text{ мин.}$$

| | | |
|-----------------|-----|-------------------|
| резцы подрезные | № 5 | $t_o = 0,5$ мин ; |
| —»— | № 6 | $t_o = 0,5$ мин ; |
| —»— | № 7 | $t_o = 1,0$ мин ; |

$$\Sigma t_{oi} = 2,0 \text{ мин.}$$

В таблицы должны быть записаны данные:

резец проходной $t_{oi} = 7,5$ мин ;

резец подрезной $t_{oi} = 2,0$ мин.

Исходная информация для расчета критериев оптимизации.

1. Инвариантная (общая для всех вариантов) информация.

- 1.1. Наименование детали.
- 1.2. Код детали.
- 1.3. Наименование операции.
- 1.4. Тип производства.
- 1.5. Число смен.
- 1.6. Годовая программа.
- 1.7. Количество партий запуска.
2. Информация по вариантам технологической операции.

Таблица 1

Вариантная информация

| Наименование параметров | Содержание вариантов операции | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Оборудование

Наименование
 Модель
 Код
 Цена (стоимость)

Приспособления

Наименование
 Код
 Группа сложности
 Число деталей
 в приспособлении
 Разряд работы
 Штучное время
 Калькуляционное
 время

Наладка станка

Количество инстру-
 ментов в наладке
 Время наладки
 Разряд наладчика

Режущие инструменты

$i=1$ Наименование
 Код
 Цена
 Основное время
 $i=2$ Наименование
 Код
 Цена
 Основное время
 $i=3$ Наименование
 Код
 Цена
 Основное время

Окончание табл. 1

| Наименование параметров | Содержание вариантов операции | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $i=4$ Наименование | | | | | |
| Код | | | | | |
| Цена | | | | | |
| Основное время | | | | | |
| $i=5$ Наименование | | | | | |
| Код | | | | | |
| Цена | | | | | |
| Основное время | | | | | |
| $i=6$ Наименование | | | | | |
| Код | | | | | |
| Цена | | | | | |
| Основное время | | | | | |
| $i=12$ Наименование | | | | | |
| Код | | | | | |
| Цена | | | | | |
| Основное время | | | | | |

Таблица 2
Технологическая себестоимость вариантов операции

| Статьи (элементы) себестоимости | Обозначения | 1-й вар. | | 2-й вар. | | 3-й вар. | |
|--|--------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| | | величина | % | величина | % | величина | % |
| Зарплата производственных рабочих | $Z_{пр}$ | | | | | | |
| Зарплата наладчиков | $Z_{н}$ | | | | | | |
| Амортизация универсального оборудования | $O_{ау}$ | | | | | | |
| Амортизация специального оборудования | $O_{ас}$ | | | | | | |
| Ремонт и содержание оборудования | $O_{р}$ | | | | | | |
| Амортизация и эксплуатация специального приспособления | P | | | | | | |
| Амортизация и эксплуатация универсального режущего инструмента | $P_{у}$ | | | | | | |
| Затраты на управляющую программу для станков с ЧПУ | $У_{п}$ | | | | | | |
| | $C_{д_{оп}}$ | | 100 | | 100 | | 100 |

Методически оптимизация по критерию технологической себестоимости может быть выполнена по различным схемам. По 1-й схеме, пользуясь уравнениями (16)—(34), определяют элементы (статьи) себестоимости, а затем, по уравнению (14) всю себестоимость $C_{оп}^D$ для двух или более вариантов выполнения технологической операции. Результаты вычислений сводятся в табл. 2. За оптимальный принимают вариант, для которого себестоимость $C_{оп}^D$ будет минимальной.

Приводимые в таблице удельные значения (в процентах) каждой статьи затрат позволяют оценить влияние каждого из производственных факторов на технологическую себестоимость.

На рис. 5 представлена блок-схема алгоритма вычисления элементов и всей технологической себестоимости. В конце расчета программа выдает табуляграмму по форме табл. 2.

2-я схема оптимизации по критерию технологической себестоимости заключается в графо-аналитическом определении критической программы (или критических программ, если вариантов операции три и более). С учетом содержания и структуры составляющих технологической себестоимости по уравнениям (16)—(34) перепишем уравнение (14) в следующем виде:

$$C_{оп}^D = Z_{пр} + Z_n + O_{ay} + O_{ac} + O_p + П + И_y + И_c + У_n. \quad (35)$$

В уравнении (35) элементы технологической себестоимости обработки одной детали на анализируемой операции представлены по источникам затрат, т. е. по факторам, влияющим на себестоимость.

Для дальнейшего анализа целесообразно классифицировать расходы на две группы.

Расходы, не зависящие непосредственно от количества подлежащих обработке деталей, т. е. затраты, которые производятся один раз на все количество изготавливаемых за год деталей, называют *единовременными* /10, 12/ или *постоянными* /7, 17/. Затраты, повторяющиеся при изготовлении каждой отдельной детали, прямо зависящие от количества обработанных заготовок, называют *текущими* /10, 12/ или *переменными* /7, 17/.

С учетом такой классификации зависимость величины технологической себестоимости на программу выпуска N можно представить уравнением

$$C_{оп}^N = B + AN, \quad (36)$$

где B — единовременные расходы;

A — текущие расходы.

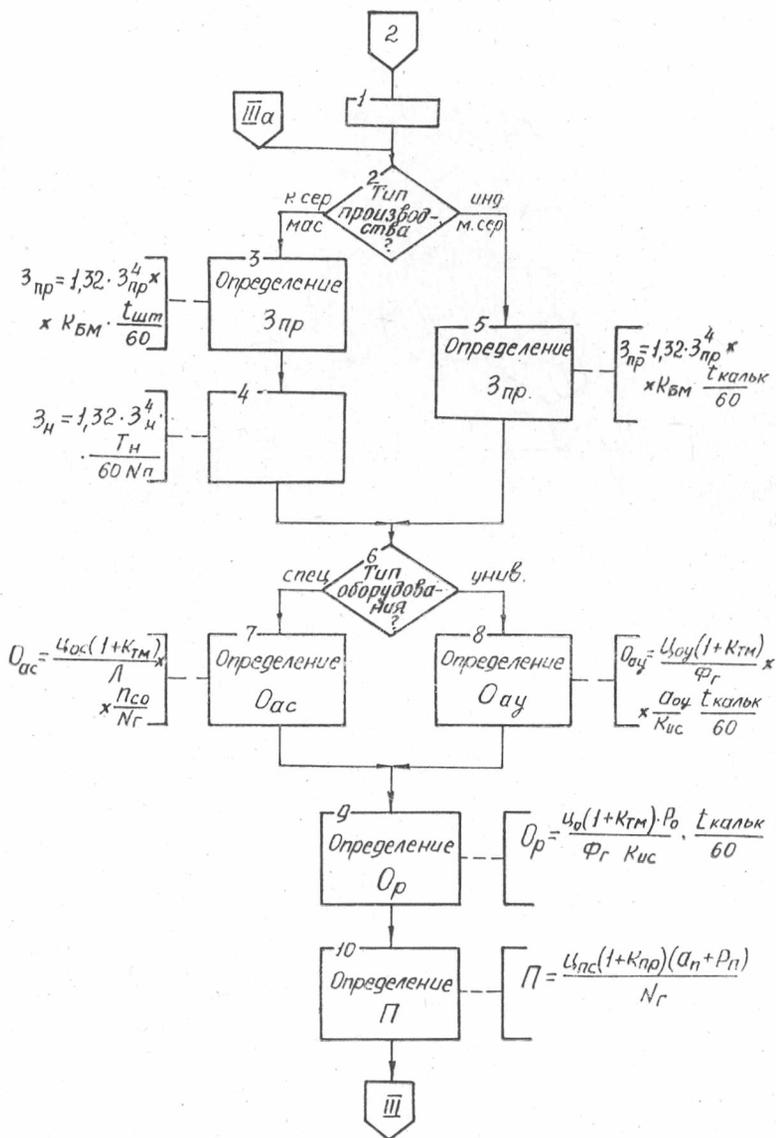
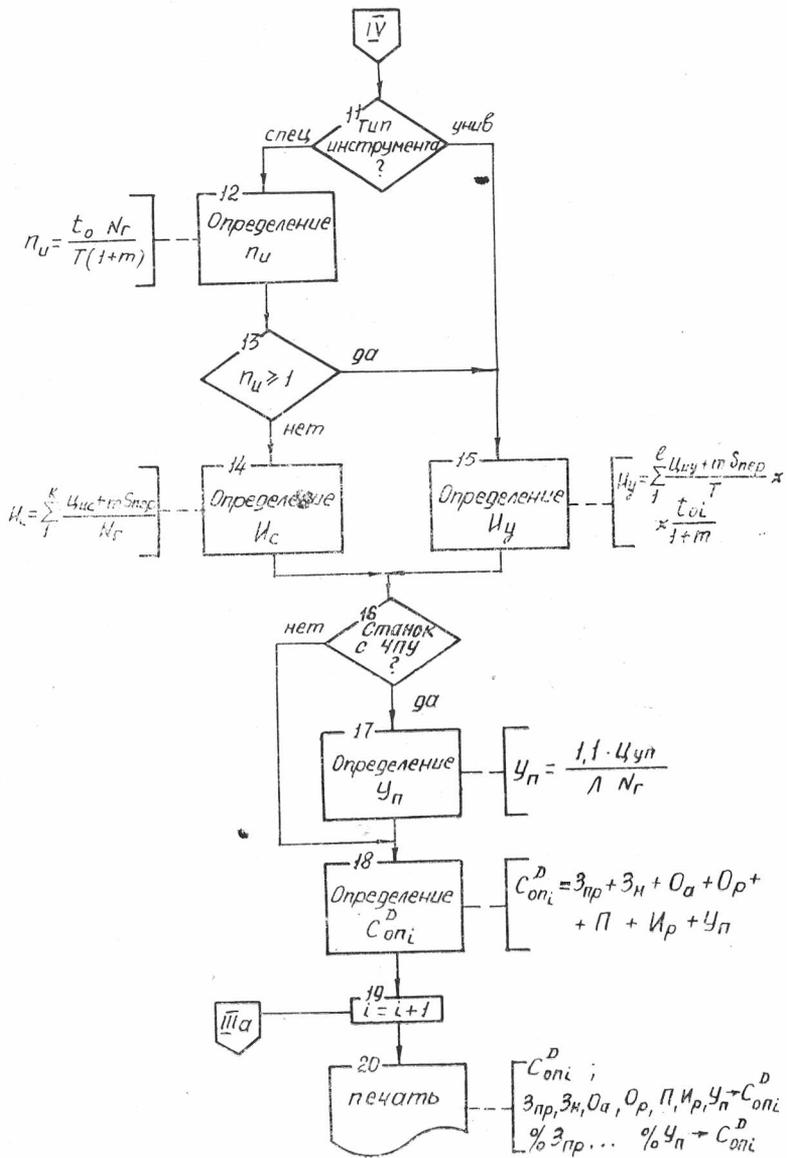


Рис. 5. Блок-схема алгоритма определения технологической себестоимости варианта операции



Р и с. 5. Окончание

К единовременным расходам относятся:

годовые расходы на амортизацию и эксплуатацию специальных приспособлений /12, 17/:

$$P_e = \Pi N_r = \Pi_{nc} (1 + k_{пр}) (a_n + p_n), \quad (37)$$

значения членов уравнения (37) те же, что и в уравнении (28);

годовые амортизационные отчисления со стоимости специального оборудования:

$$O_e = O_{oc} N_r = \Pi_{oc} (1 + k_{тм}) n_{co} a_{oc}, \quad (38)$$

значения членов уравнения (38) такие же, как и в уравнении (23);

годовые затраты на амортизацию управляющих программ для станков с ЧПУ:

$$Y_{nc} = Y_n \cdot N_r = \frac{\Pi_{уп}}{Л}, \quad (39)$$

Как уже отмечалось, число лет L использования управляющей программы принимают равным трем.

В некоторых учебниках и справочниках рекомендуется в группу единовременных расходов включать также годовые расходы по наладке станков /10, 17/ и расходы на амортизацию и эксплуатацию специальных режущих инструментов /2, 10, 12/. Покажем, что отнесение затрат на наладку и на специальные режущие инструменты к категории единовременных расходов неправильно, для этого обратимся к рис. 6.

На рис. 6 приведены кривые зависимости $C_{оп}^N = f(N)$ для одного варианта технологического процесса, но при различных приемах отнесения периодических затрат (на наладку, специальный инструмент и т. п.). Наиболее объективно, точно зависимость $C_{оп}^N = f(N)$ отражает ломаная 1. Ступени на этой кривой показывают периодические (а не один раз в год) затраты на наладку станка. На рис. 6 показан случай, когда число наладок за год равно четырем. Прямая 2 выражает также зависимость $C_{оп}^N = f(N)$ по уравнению (36), но уже при условии, что расходы на наладку станка отнесены к категории текущих (переменных). Прямая 2 очень хорошо (очень точно) аппроксимирует кривую 1. В то же время прямолинейная зависимость по уравнению (36) облегчает построение и анализ кривой. Следует также отметить, что величина единовременных расходов B_2 для прямой 2 мало отличается от единовременных расходов B_1 для кривой 1.

Если же затраты на наладку отнести к категории единовременных (постоянных), то эти расходы возрастут до $B_3 \gg B_1$, и

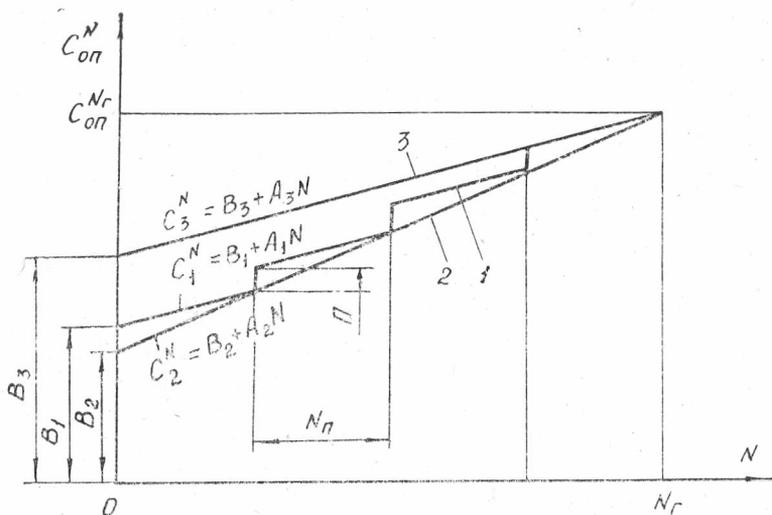


Рис. 6. Зависимость технологической себестоимости от программы выпуска при отнесении затрат на наладку к категории периодических (1), переменных (2), единовременных (3) затрат

зависимость $C_{\text{оп}}^N = f(N)$ будет выражаться прямой 3, которая аппроксимирует кривую 1 с недопустимо большим искажением.

Таким образом, проведенный анализ доказывает, что затраты на наладку станка следует отнести к категории текущих (переменных) расходов.

Аналогичные соображения можно высказать и в отношении затрат на специальные режущие инструменты. Действительно, специальные режущие инструменты используют, как правило, в условиях крупносерийного и массового производства, т. е. при большой программе выпуска изделий. При этом на годовую программу требуется не один, а несколько комплектов (экземпляров) инструмента, периодически, т. е. несколько раз в году изготавливаемого или приобретаемого. С учетом таких периодических затрат кривая $C_{\text{оп}}^N = f(N)$ будет ступенчатой, аналогичной кривой 1 (см. рис. 6). Число скачков и их величина будут соответствовать периодам и величинам затрат на инструмент. Поэтому затраты на специальный инструмент следует отнести к категории текущих (переменных).

С учетом сказанного к текущим (переменным) нужно отнести:

затраты на зарплату производственных $Z_{\text{пр}}$;

—» на зарплату рабочих-наладчиков $Z_{\text{н}}$;

—» на амортизацию универсального оборудования O_{ay} ;

затраты на эксплуатацию и ремонт оборудования O_p ;

—»— на амортизацию режущего инструмента И (универсального I_y и специального I_c).

Формулы для определения коэффициентов из уравнения (36) можно представить в следующем виде:

коэффициент одновременных расходов:

$$B = \Pi_e + O_e + Y_{pe} = \Pi_{п} \times a_{oc} + \frac{\Pi_{уп}}{L}; \quad + p_{п} + \Pi_{oc} (1 + k_{tm}) n_{co} \times \times a_{oc} + \frac{\Pi_{с}}{L}; \quad (40)$$

коэффициент текущих (переменных) расходов:

$$A = Z_{пр} + Z_{н} + O_{ay} + O_p + I_y + I_c. \quad (41)$$

Если нужно провести сравнение двух или большего числа вариантов выполнения операции, то для каждого из них определяются значения текущих A и одновременных B расходов. Вариантам рекомендуется присваивать номера в порядке возрастания значения B : первый номер варианту, у которого B имеет наименьшее значение и т. д.

На рис. 7 показана графическая интерпретация уравнения (36) для трех вариантов выполнения операции. В точке M , где пересекаются кривые для первого и второго вариантов,

$$C_{оп1}^N = A_1 N_{1кр} + B_1 = C_{оп2}^N = A_2 N_{1кр} + B_2.$$

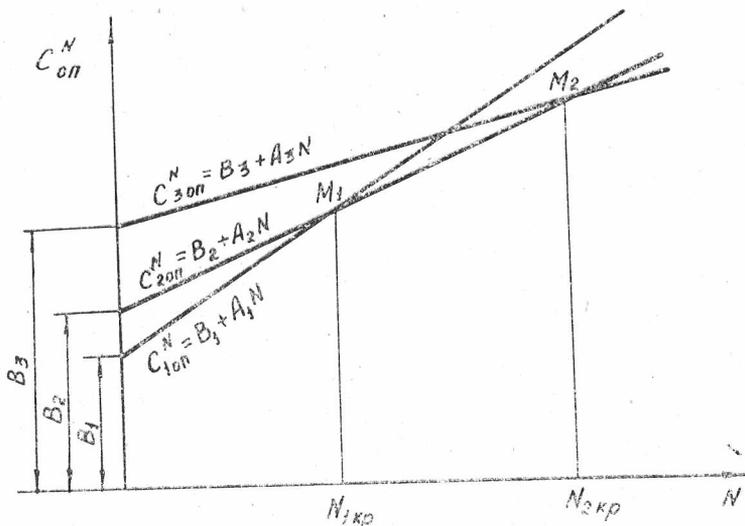


Рис. 7. Определение критических программ для сравнения вариантов операции по технологической себестоимости

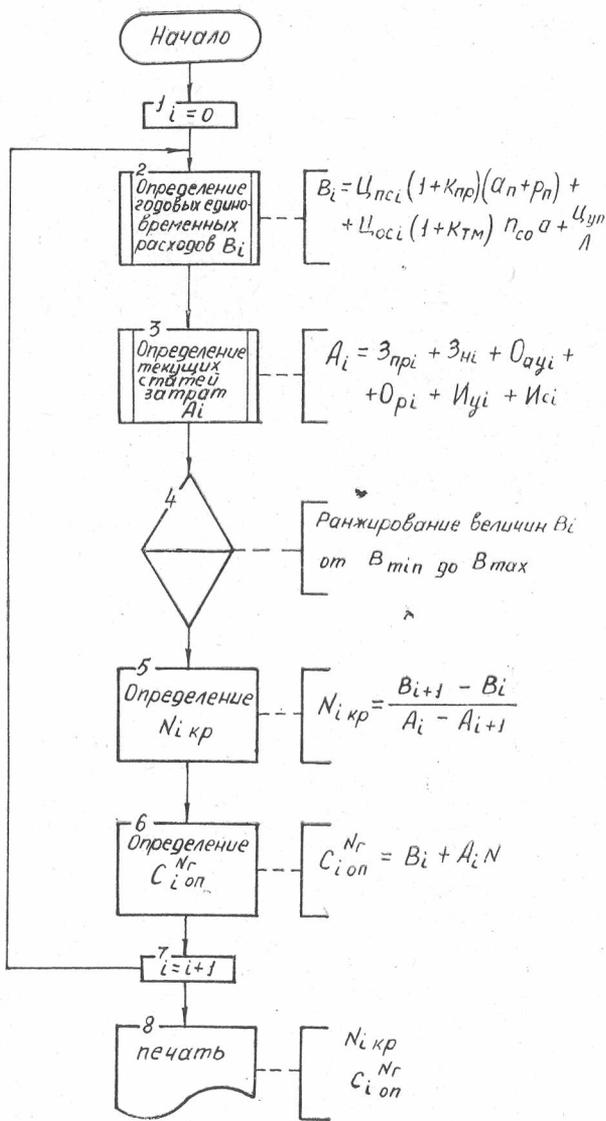


Рис. 8. Блок-схема алгоритма определения годовых единовременных и текущих затрат при графическом определении критических программ

Разрешая это уравнение относительно $N_{1\text{кр}}$, получим значение критической программы

$$N_{1\text{кр}} = \frac{B_2 - B_1}{A_1 - A_2}. \quad (42)$$

Аналогично рассуждая, определим значение 2-й критической программы

$$N_{2\text{кр}} = \frac{B_3 - B_2}{A_2 - A_3}. \quad (43)$$

Анализируя уравнения (42) и (43) и графические зависимости, приведенные на рис. 7, можно сказать, что при программе выпуска $N_r < N_{1\text{кр}}$ оптимальным будет первый вариант выполнения технологической операции; при $N_{1\text{кр}} < N_n < N_{2\text{кр}}$ оптимальным будет второй вариант, а при объеме производства $N_n > N_{2\text{кр}}$ — третий вариант.

Алгоритм вычисления коэффициентов A и B уравнения (36) для анализируемых вариантов операции и значений критической программы $N_{1\text{кр}}$, $N_{2\text{кр}}$ и т. д., приведен на рис. 8.

4. ОПТИМИЗАЦИЯ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ И ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ ПО КРИТЕРИЯМ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Оптимизация технологических операций и процессов по критериям производительности (трудоемкости) и технологической себестоимости позволяет достаточно объективно оценить сравниваемые варианты и выбрать наиболее выгодный, особенно в тех случаях, когда затраты на технологическую оснастку и специальное оборудование различаются незначительно.

Если же для одного из сравниваемых вариантов требуется приобретение дорогостоящего специального оборудования или специальных приспособлений, сравнение вариантов операции или технологического процесса только по технологической себестоимости и трудоемкости обработки будет недостаточным. Высокопроизводительная оснастка и специальное оборудование часто обеспечивают меньшие затраты на выполнение операции, и сравнение вариантов по себестоимости и трудоемкости оказывается в пользу варианта с большими капитальными затратами.

В таких случаях целесообразность дополнительных капитальных затрат на оснащение технологического процесса может

быть оценена величиной коэффициента экономической эффективности капитальных вложений E :

$$E = \frac{C_{1оп}^{N_{\Gamma}} - C_{2оп}^{N_{\Gamma}}}{K_2 - K_1}, \quad (44)$$

где $C_{1оп}^{N_{\Gamma}}$, $C_{2оп}^{N_{\Gamma}}$ — себестоимость выполнения операции по первому и второму варианту на годовую программу, руб/год;

K_1 , K_2 — капитальные затраты, необходимые для осуществления вариантов, руб.

Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений E выражает величину годовой экономии на себестоимости деталей, связанной с применением нового оборудования и оснастки, на 1 руб. дополнительных капитальных вложений.

Затраты на приобретение и применение более дорогостоящей новой техники будут целесообразны, если выполняется условие:

$$E = \frac{C_{1оп}^{N_{\Gamma}} - C_{2оп}^{N_{\Gamma}}}{K_2 - K_1} \geq E_n, \quad (45)$$

где E_n — нормативное значение коэффициента экономической эффективности капитальных вложений.

Для машиностроения установлено $E_n = 0,15$. Технологическая себестоимость i -го варианта на годовую программу $C_{iоп}^{N_{\Gamma}}$ может определяться как через $C_{iоп}^D$:

$$C_{iоп}^{N_{\Gamma}} = C_{iоп}^D N_{\Gamma}, \quad (46)$$

так и по уравнению

$$C_{iоп}^{N_{\Gamma}} = B + A \cdot N_{\Gamma}. \quad (47)$$

Состав капитальных вложений по каждому варианту определяется как [5]

$$K_i = K_{оу} + K_{ос} + K_{пу} + K_{пе} + K_{ау} + K_{ас}. \quad (48)$$

В уравнении (48)

$K_{оу}$ — капитальные вложения в универсальное оборудование:

$$K_{оу} = Ц_{оу} (1 + k_{тм}) a_{зан}, \quad (49)$$

где $a_{зан}$ — коэффициент, характеризующий занятость оборудования на операции, он представляет собой долю годового фонда времени работы оборудования, приходящуюся на выполнение операции:

$$a_{зан} = \frac{t_{кальк} N_{\Gamma}}{\Phi_{\Gamma} 60 k_{ис} k_{вн}}; \quad (50)$$

K_{oc} — капитальные вложения в специальное оборудование:
$$K_{oc} = \Pi_{oc} (1 + k_{tm}) ; \quad (51)$$

$K_{пу}$ — капитальные вложения в универсальные приспособления:

$$K_{пу} = \Sigma \Pi_{пу} a_{зан} , \quad (52)$$

где $\Pi_{пу}$ — стоимость (цена) каждого из используемых на операции универсальных приспособлений;

$a_{зан}$ — коэффициент занятости каждого из приспособлений, определяется по уравнению (50);

$K_{пс}$ — капитальные вложения в специальные приспособления:

$$K_{пс} = \Sigma \Pi_{пс} (1 + k_{пр}) ; \quad (53)$$

$K_{ау}$ — капитальные вложения в универсальные средства механизации и автоматизации производства для анализируемой операции (процесса):

$$K_{ау} = \Pi_{ау} a_{зан} , \quad (54)$$

где $\Pi_{ау}$ — стоимость универсальных средств механизации и автоматизации;

$K_{ас}$ — капитальные вложения в специальные средства автоматизации и механизации:

$$K_{ас} = \Pi_{ас} (1 + k_{пр}) , \quad (55)$$

где $\Pi_{ас}$ — цена (стоимость) специальных средств автоматизации и механизации;

$k_{пр}$ — коэффициент, учитывающий затраты на проектирование.

С учетом уравнений (49) — (55), выражение для определения капитальных вложений на каждый из вариантов анализируемой операции получает вид

$$K_i = \Pi_{оу} (1 + k_{tm}) a_{зан} + \Pi_{oc} (1 + k_{tm}) + \Sigma \Pi_{пу} \times \quad (56) \\ \times a_{зан} + \Sigma \Pi_{пс} (1 + k_{пр}) + \Pi_{ау} a_{зан} + \Pi_{ас} (1 + k_{пр}).$$

В некоторых работах /6, 7/ авторы рекомендуют включать в состав капитальных затрат стоимость части здания, занятой оборудованием. Уравнение (56) не учитывает таких расходов, так как стоимость производственных зданий слабо связана с вариантами технологических операций. В работе /5/ в состав капитальных вложений рекомендуют включать затраты на универсальный и специальный режущий инструмент. Имея в виду, что стоимость инструмента, как правило, на один или два по-

рядка меньше стоимости оборудования, их в уравнение (56) не включают.

В ряде случаев оценку эффективности капитальных вложений целесообразно производить по показателю срока окупаемости капитальных вложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E} = \frac{K_2 - K_1}{C_{1\text{оп}}^N - C_{2\text{оп}}^N}, \quad (57)$$

при этом должно выполняться условие

$$T_{\text{ок}} \leq T_{\text{окн}}, \quad (58)$$

где $T_{\text{окн}}$ — нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

Синтетическим (включающим эксплуатационные и капитальные затраты) и наиболее объективным критерием оптимизации технологических операций и процессов является показатель приведенных затрат. Его можно определять по уравнению

$$Z_{\text{прз}} = C_{\text{оп}}^N + E_n K, \quad (59)$$

где $Z_{\text{прз}}$ — приведенные затраты на осуществление годового выпуска деталей, руб.

Как следует из уравнения (59), приведенные затраты складываются из технологической себестоимости годового выпуска $C_{\text{оп}}^N = C_{\text{оп}}^D N_r$ и нормативной годовой экономии $E_n K$, которая должна быть получена в данной отрасли промышленности при рациональном использовании капитальных вложений. Приведенные затраты дают возможность установить экономический смысл отвлечения капитальных средств от других объектов завода или отрасли и израсходовать их на осуществление проектируемого технологического процесса.

Приведенные затраты $Z_{\text{прз}i}$ определяются по каждому (i) из сравниваемых вариантов. Лучшим (оптимальным) будет вариант, в котором приведенные затраты минимальные ($Z_{\text{прз} \min}$).

Блок-схема алгоритма решения задачи оптимизации ТП по критериям эффективности капитальных вложений и приведенных затрат показана на рис. 9.

Годовой экономический эффект от внедрения лучшего варианта по сравнению с любым другим составит

$$\Delta_{\text{год}} = Z_{\text{прз}i} - Z_{\text{прз} \min}. \quad (60)$$

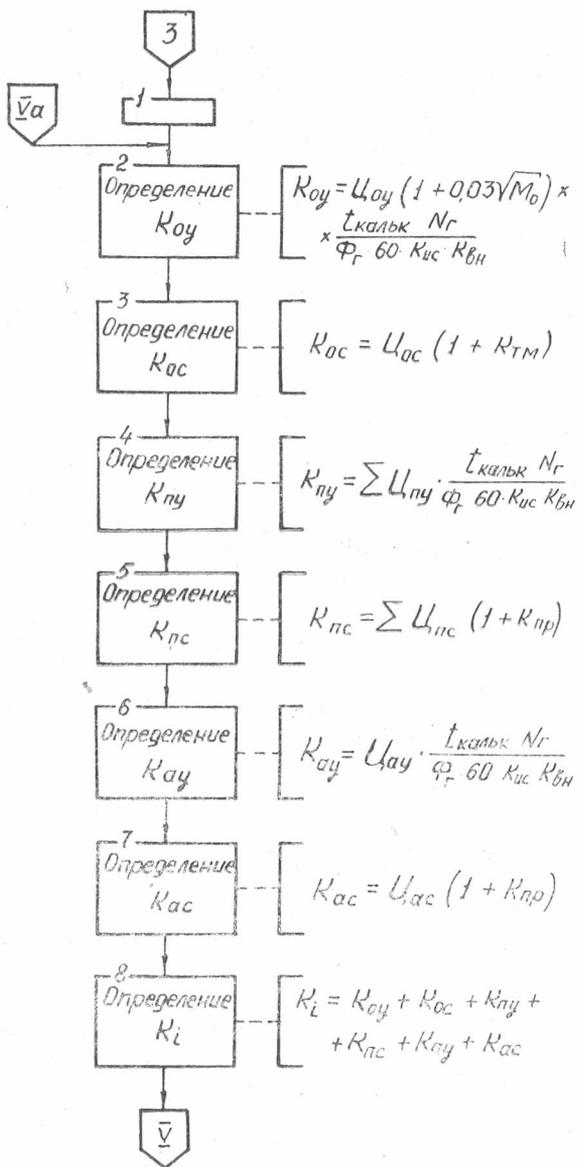
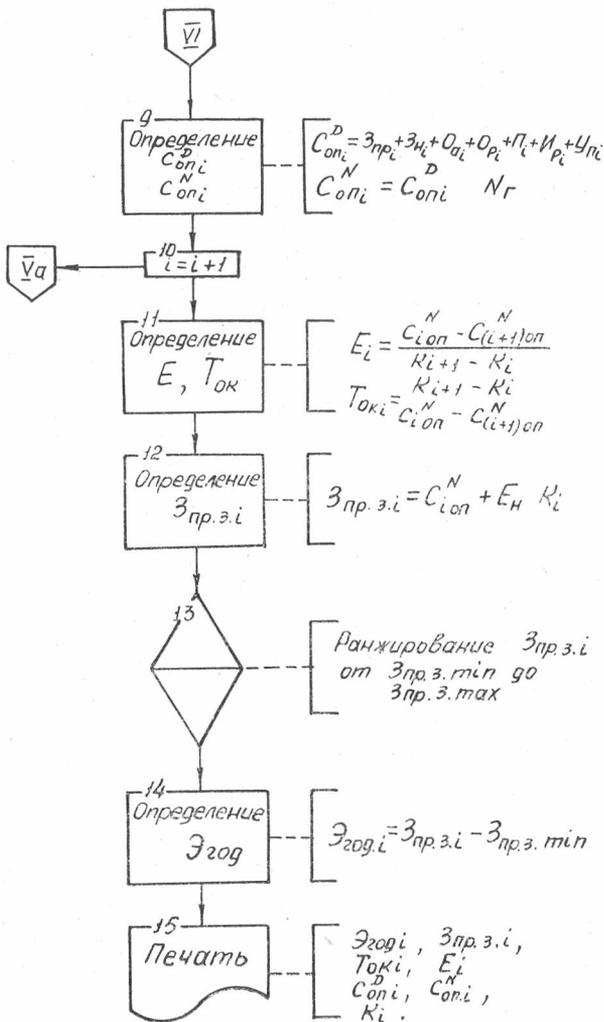


Рис. 9. Блок-схема алгоритма оптимизации технологического процесса по критериям эффективности капитальных вложений и приведенных затрат



Р и с. 9. Окончание

5. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ

5.1. ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ЕЕ СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И КОДИРОВАНИЕ

Использование вычислительной техники в целях оптимизации технологических процессов позволяет более эффективно использовать затрачиваемое на выполнение проекта время студента. При выполнении технико-экономических расчетов (и расчетов вообще) на ЭВМ необходима подготовка исходной информации.

Информацию, предназначенную для обработки на ЭВМ, принято классифицировать:

- по содержанию — на качественную и количественную;
- по характеру использования — на переменную и условно-постоянную (либо постоянную).

Качественная информация характеризует и отличает технологические предметы: наименование операций и переходов, используемое оборудование, приспособление, инструменты и т. д. Количественная информация содержит параметрические характеристики технологических предметов: мощность электродвигателя станка, вес, группу ремонтной сложности, число оборотов, подач, число деталей в приспособлении, стоимость оборудования, линейные и угловые размеры детали, требуемую шероховатость поверхностей и т. д.

К категории переменной относится информация, которая готовится каждый раз перед расчетом и однозначно отражает анализируемый вариант операции, ее содержание: используемое в операции оборудование и оснащение, трудоемкость выполнения операции, используемый режущий инструмент, программу выпуска деталей и др. Переменная информация представляет собой комплект исходных данных для расчета (см. «Подготовка исходных данных»).

Условно-постоянной называют нормативно-справочную информацию, необходимую для обеспечения расчетов, этот вид информации готовится один раз перед разработкой математического обеспечения и включает в себя характеристику производства, сведения о потенциально возможном оборудовании, приспособлениях, режущем инструменте для выполнения операции, часовые тарифные ставки производственных рабочих и наладчиков и т. д.

Подготовка исходной информации заключается в представлении ее в приемлемом для машинной обработки виде: качественная информация подвергается кодированию, количественная — представлению по правилам, регламентируемым используемым алгоритмическим языком программирования. В предлагаемом пособии для кодирования качественной информации о технологических предметах использована порядковая система кодирования, по которой каждому технологическому предмету присвоены одно-, двух- или трехзначные числовые коды.

Правила кодирования следующие: если число предметов, описывающих группу, менее десяти, то этим предметам присвоены однозначные коды (тип производства, сменность работы и т. д.), причем если содержательная часть предметов совпадает с общепринятой последовательностью чисел (разряд работы — 1, 2, 3 ..., сменность работы — 1, 2, 3), то у этих предметов содержание и код совпадают. Если число предметов в группе более 10, но не менее 100, то этим предметам присвоены двухзначные коды (например типы деталей), и наконец, предметам, число которых превышает 100, присвоены трехзначные коды (типоразмеры оборудования, приспособлений, инструментов и т. д.). Причем в последнем случае трехзначные коды разбиты на три группы:

| | |
|---|----------|
| универсальная и специализированная оснастка | 001—130; |
| инструменты | 300—585; |
| оборудование | 600—860. |

Таблицы, содержащие условно-постоянную информацию для выполнения расчетов по определению технологической себестоимости традиционным (ручным) способом, и информация на машинных носителях для автоматического счета — идентичны. Коды технологических предметов указаны в справочных таблицах.

Форма представления количественной информации совпадает с естественной формой записи числа, при которой в вещественных числах символ «.» заменен на «.» и цифра «0» записывается «Ø».

Переменная информация готовится с различной степенью полноты в зависимости от того, имеется ли информация об оборудовании и оснащении, которое необходимо для выполнения операций, указанных в табл. П12-П14, П16. Если в предлагаемом варианте операции должно быть использовано такое оборудование, приспособления и инструменты, которые не описаны в таблицах, то вариантная часть бланка исходных данных заполняется полностью, т. е. указывается и наименование технологического предмета (станка, приспособления, инструмента), и его

технические характеристики, и стоимость (вариант полного набора исходных данных).

Если в предлагаемом варианте выполнения операции используются технологические предметы, информация о которых содержится в таблицах, то в вариантную часть бланка исходных данных вполне достаточно занести только коды этих предметов (минимальный набор исходных данных).

В случае, если вариант обработки детали предусматривает использование нескольких станков или приспособлений (обработка в нескольких операциях), то исходные данные о таком варианте заносятся в несколько рядом стоящих столбцов бланка. Признаком, отделяющим информацию одного варианта выполнения операции от другого, является символ $\#$.

5.2. ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Для ввода в ЭВМ числовые данные записывают на специальном бланке в строгом соответствии с заданной последовательностью и форматами. Все данные записывают с использованием двух типов спецификаций формата: I и F . Для записи целых чисел используется спецификатор типа I . Он имеет форму $I\omega$, где ω — длина поля числа.

Например, $I5$ означает 5 — символьное поле.

Рассмотрим примеры:

| Спецификатор (формат) | Значение | Представление на бланке |
|--------------------------|----------|----------------------------|
| $I5$ | +1234 | <u> 1 2 3 4</u> |
| $I5$ | -1234 | <u>-1 2 3 4</u> |
| $I1$ | 7 | <u> 7</u> |
| $I2$ | 0 | <u> 0</u> |

Числа действительного типа записывают с помощью спецификатора F — это спецификатор десятичных чисел с фиксированной точкой. Он записывается в форме

$$F\omega \cdot d,$$

где ω — длина поля всего числа;

d — количество дробных десятичных разрядов.

Рассмотрим примеры:

| Спецификатор (формат) | Значение | Представление на бланке |
|--------------------------|----------|----------------------------|
| F 6.3 | 52,91 | 5 2 . 9 1 |
| F 5.2 | 1.3 | 1 . 3 |
| F 6.2 | φ | φ φ φ φ φ φ φ φ |
| F 6.3 | 34 | 3 . 4 φ φ φ φ φ φ φ φ |

Правила использования спецификаций следующие:
число в поле всегда располагается справа, и если поле
слишком велико, то левая часть заполняется пробелами;
если число отрицательное, то знак минус записывается слева
от старшей значащей цифры;
в случае необходимости справа от числа добавляются нули;
пробелы в числе обрабатываются ЭВМ как нули;
форма *F* отличается от обычной математической записи.

5.3. ОПИСАНИЕ БЛАНКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ПОРЯДОК ЕГО ЗАПОЛНЕНИЯ

Инвариантная часть бланка содержит информацию, представленную следующими форматами (табл. 3).

Таблица 3

| Номер строки бланка | Содержание | Позиции бланка | Формат описания |
|---------------------|---------------------------|----------------|-------------------------|
| 1 | Фамилия студента, группа | 1—18 19—22 | Порядок написания любой |
| 2 | Код детали | 1—3 | I 3 |
| | Код операции | 6—8 | I 3 |
| | Тип производства | 11 | I 1 |
| | Число смен | 14 | I 1 |
| | Годовая программа | 17—21 | I 5 |
| | Количество партий запуска | 24—25 | I 2 |

Для записи информации в вариантной части бланка используются следующие форматы (табл. 4).

Таблица 4

| Номер строки бланка | Описание оборудования | Позиции бланка | Формат описания |
|---|-----------------------------------|----------------|---|
| 3 | Модель | 1—10 | Порядок написания любой <i>I</i> 3 <i>I</i> 6 |
| | Код | 13—15 | |
| | Цена | 18—23 | |
| 4 | Код | 1—3 | <i>I</i> 3 |
| | Группа сложности | 6—7 | <i>I</i> 2 |
| | Число деталей в приспособлении | 10—15 | <i>I</i> 6 |
| | Разряд работы | 18 | <i>I</i> 1 |
| | Штучное время | 21—26 | <i>F</i> 6.2 |
| | Калькуляционное время | 29—34 | <i>F</i> 6.2 |
| 5 | Информация о наладке станка | | |
| | Количество инструментов в наладке | 1—2 | <i>I</i> 2 |
| | Время наладки | 5—10 | <i>F</i> 6.2 |
| | Разряд наладчика | 13 | <i>I</i> 1 |
| 6 и т. д. (количество строк равно числу инструмента в наладке) | Информация о режущих инструментах | | |
| | Код | 1—3 | <i>I</i> 3 |
| | Цена | 6—11 | <i>I</i> 6 |
| | Основное время | 14—19 | <i>F</i> 6.2 |
| | Знак конца варианта | 22 | <i>I</i> 1 |

В последней строке варианта в 22 позиции ставится знак $\#$, который свидетельствует о том, что следующая строка является первой строкой нового варианта.

5.4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

При выполнении проекта студент должен произвести экономический анализ 3—4-х вариантов операции технологического процесса, предполагающих использование различного оборудования и оснастки, сравнить эти варианты и выбрать оптимальный.

Расчеты по определению себестоимости одного варианта операции обязательно выполняют вручную в последовательности, указанной выше. А затем для всех вариантов готовят исходные данные для автоматического счета. Подготовка исходных данных заключается в кодировании информации, характеризующей операцию (коды содержатся в тех же таблицах, которые используют для ручного расчета, имеющих общепринятую форму описания качественной информации), и записи ее на бланк для дальнейшего переноса на машинный носитель.

Пример заполнения исходных данных показан на бланке (прил. 2).

Рассмотрим два варианта операции технологического процесса обработки детали типа втулки.

По первому варианту заготовка рассверливается на сверлильном станке 2Н150, а затем производится черновое обтачивание наружных поверхностей деталей на многолезцовом полуавтомате 1А425. *По второму варианту* обработка наружных и внутренних поверхностей заготовки производится на шестипиндельном токарном автомате 1А290-6.

Перед заполнением бланка исходных данных пользователь готовит информацию соответствующим образом.

Инвариантная информация. Фамилия пользователя — Смирнов Г. В., группа 252; код детали присваивается в соответствии с содержанием табл. П17, например: деталь типа втулки, код 02; код операции присваивается по табл. П19, например: операция токарная, код 01; тип производства по табл. П11, серийное, код — 03; число смен; принимаем в серийном производстве работу двухсменную — код 2; программа выпуска 40000 шт.; количество партий запуска определяется по табл. П1, для деталей типа втулок оно равно 4.

Перед заполнением бланка инвариантную информацию можно представить следующим образом:

1. Инвариантная информация.

1.1. Смирнов Г. В., 252

1.2. 02

1.3. 01

1.4. 03

1.5. 2

1.6. 40000

1.7. 4

Вариантная информация. Для выполнения обработки детали по первому варианту необходимо два станка (обработка в двух операциях) — вертикально-сверлильный 2Н150 и многолезцовый полуавтомат 1А425. Сведения об этом варианте будут занимать два столбца. Учитывая, что информация по

этим станкам содержится в табл. П4, записываются только их коды, 2Н150-647, 1А425-617.

Приспособления. Для выполнения операции сверления используют машинные тиски, которых нет в табл. П14, поэтому необходимо указать группу сложности приспособления 3, число деталей без крепежа — 16 шт.

Далее разряд работы по табл. П2. Операция черногого сверления выполняется рабочим 2-го разряда.

Калькуляционное время по нормативам (15, 16) — 1,92 мин.

Количество инструментов в наладке — 2.

Первый инструмент — сверло — код-314, оперативное время 0,9 мин.

Второй инструмент — зенкер — код-474, оперативное время 0,72 мин.

Для выполнения операции на многорезцовом полуавтомате необходим цанговый патрон, из табл. П14 записывается его код — 006. Разряд работы по табл. П2, операция чистового точения на полуавтоматах выполняется рабочим 3-го разряда.

Штучное время по нормативам /15, 16/ — 1,15 мин.

Количество инструментов в наладке — 2.

Время наладки станка по нормативам /16/ — 24 мин.

Разряд работы наладчика по наладке многорезцовых полуавтоматов — 4 (см. табл. П6).

Первый инструмент в наладке, резец подрезной, код — 489, основное время — 0,41 мин; второй — проходной, код — 485, основное время — 0,65 мин.

Информация о первом варианте обработки поверхностей детали подготовлена. Необходимо поставить знак раздела вариантов #.

По второму варианту обработка детали производится на шестишпindelном токарном автомате 1А290-6. Ввиду отсутствия информации о токарном станке в табл. П4 в бланк необходимо занести: наименование оборудования — шестишпindelный автомат, модель — 1А290-6, оптовую цену — 23880 руб. Оставшаяся информация по второму варианту операции готовится по аналогии с первым вариантом, после чего все данные сводятся в общую табл. 5.

После этого подготовленные исходные данные вариантной и инвариантной частей переносятся на бланк «Фортрана» (см. прил. 2) и передаются оператору для последующей обработки.

Полученная по результатам расчета распечатка результатов (см. табл. 2), приведенные затраты по вариантам и сроки окупаемости, необходимый анализ полученных результатов, графические иллюстрации прилагаются к расчетно-пояснительной записке.

Таблица 5

Вариантная информация

| Наименование параметров | Содержание вариантов операций. Значение или код | | |
|----------------------------------|--|------|----------------------------------|
| <i>Оборудование</i> | | | Шестишпиндельный автомат 1A290-6 |
| Модель | | | |
| Код | 647 | 617 | |
| Цена | | | 23880 |
| <i>Приспособления</i> | | | |
| Наименование | Машинные тиски | | |
| Код | | 006 | 006 |
| Группа сложности | 3 | | |
| Число деталей в приспособлении | 16 | | |
| Разряд работы | 2 | 3 | 3 |
| Штучное время | | 1,15 | 2,39 |
| Калькуляционное время | 1,92 | | |
| <i>Наладка станка</i> | | | |
| Количество инструмента в наладке | 2 | 2 | 4 |
| Время наладки | | 24 | 36 |
| Разряд наладки | | 4 | 4 |
| <i>Режущий инструмент</i> | | | |
| <i>i=1</i> Наименование | | | |
| Код | 314 | 489 | 314 |
| Цена | | | |
| Основное время | 0,90 | 0,41 | 0,83 |
| <i>i=2</i> Наименование | | | |
| Код | 474 | 485 | 489 |
| Цена | | | |
| Основное время | 0,72 | 0,65 | 0,36 |
| <i>i=3</i> Наименование | | | |
| Код | | | 485 |
| Цена | | | |
| Основное время | | | 0,52 |
| <i>i=4</i> Наименование | | | |
| Код | | | 483 |
| Цена | | | |
| Основное время | | | 0,47 |
| .. | .. | ≠ | ≠ |
| <i>i=12</i> Наименование | | | |
| Код | | | |
| Цена | | | |
| Основное время | | | |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства/Под ред. *Н. М. Капустина*. — М.: Машиностроение, 1979, — 247 с.
 2. *Балакиин Б. С.* Основы технологии машиностроения. — М.: Машиностроение, 1979, — 559 с.
 3. *Барташев Л. В.* Справочник конструктора и технолога по технико-экономическим расчетам. — М.: Машиностроение, 1979, — 221 с.
 4. *Вишняков А. Е.* Технико-экономическое обоснование выбора способа получения заготовки. — Куйбышев: КуАИ, 1981, — 65 с.
 5. *Горбунов М. Н.* Основы технологии производства самолетов. — М.: Машиностроение, 1976, — 259 с.
 6. Дипломное проектирование по технологии машиностроения/Под общей ред. *В. В. Бабука*. — Минск: Высшая школа, 1979, — 464 с.
 7. *Добрянина Л. М.* Экономическая оценка вариантов технологических процессов. — Куйбышев: КуАИ, 1982, — 32 с.
 8. *Евстигнеев М. И., Подзей А. В., Сулима А. М.* Технология производства двигателей летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1982, — 264 с.
 9. *Марголит Р. П.* Наладка станков с программным управлением. — М.: Машиностроение, 1983, — 253 с.
 10. *Маталин А. А.* Точность механической обработки и проектирование технологических процессов. — Л., Машиностроение, 1970, — 316 с.
 11. Основы технологии машиностроения/Под ред. *В. С. Корсакова*. — М.: Машиностроение, 1977, — 416 с.
 12. *Подзей А. В., Новиков Н. Н., Зверев М. М.* Экономический анализ вариантов технологических процессов в авиадвигателестроении. — М.: МАИ, 1983, — 85 с.
 13. Станочные приспособления. Т. 2./Под ред. *Б. Н. Вардашкина и В. В. Данилевского*. — М.: Машиностроение, 1984, — 492 с.
 14. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Серийное производство. — М.: НИИ Труда, 1970, — 312 с.
 15. Общемашиностроительные нормативы времени для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Серийное производство. — М.: Машиностроение, 1967, — 188 с.
 16. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. — М.: Машиностроение, 1974, — 342 с.
 17. *Тиллес С. А.* Экономика технологических процессов механической обработки. — М.: Машиностроение, 1964, — 299 с.
 18. *Шманев В. А.* Приспособления для авиационного двигателестроения. — Куйбышев: КуАИ, 1980, — 78 с.
-

Приложение 1

Таблица П1

Количество партий запуска $n_{п}$ в год в авиадвигателестроении

| Типы деталей | $n_{п}$ |
|--|---------|
| Рабочие лопатки турбины и компрессора | 12 |
| Лопатки направляющих аппаратов | 6 |
| Диски турбин и компрессоров, направляющие аппараты | 12 |
| Балы крупногабаритные | 6 |
| Валы мало- и среднегабаритные | 4 |
| Шестерни | 12 |
| Корпуса крупногабаритные | 6 |
| Корпуса мало- и среднегабаритные | 4 |
| Арматура (втулки, стаканы) | 4 |
| Болты, винты, шпильки, штифты | 2 |

Таблица П2

*Средние разряды работ рабочих-станочников
основного производства (серийное производство) /6, 7/*

| Процессы обработки металлов резанием | Виды операций | Разряд |
|--|---|--------|
| Обработка на токарных, токарно-карусельных, токарно-расточных, фрезерных станках | Грубые и черновые операции (7—5 кл. точности) | 3—4 |
| | Чистовые и окончательные (4—3 кл. точности) | 4—5 |
| Обработка на револьверных, сверлильных, протяжных станках, автоматах и полуавтоматах | Черновые (5 кл. точности) | 2—3 |
| | Чистовые, окончательные | 3—4 |
| Шлифование (наружное, внутреннее, плоское, резьбо- и зубошлифование) | Предварительное (3—2а кл. точности) | 3—4 |
| | Окончательное, тонкое (2—1 кл. точности) | 4—5 |
| Зубофрезерование, зубодобление, резьбофрезерование | | 3—4 |
| Обработка на станках с ЧПУ | | 3—4 |

Т а б л и ц а ПЗ

*Часовые тарифные ставки рабочих-станочников
(сдельщиков с нормальными условиями труда),
З_{пр}^ч руб./ч, /6/*

| Разряды Код | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| З _{пр} ^ч руб. | 0,50 | 0,55 | 0,61 | 0,67 | 0,75 | 0,86 |

Техническая характеристика металлорежущих станков по прейскуранту № 18-01 1982 г.

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | Оч. ау | Оч. р | Кбм |
|--|-----|------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|--------|-------|------|
| Автоматы токарно-револьверные, прутковые одношпиндельные | | | | | | | | | |
| Д118АКС | 600 | Диаметр прутка 18 | 2,2 | 1100 | 3240 | 1640×740 | 0,125 | 0,108 | 0,25 |
| Е125 | 601 | —»— | 4 | 2650 | 12500 | 2160×1000 | 0,48 | 0,42 | 0,25 |
| Е140 | 602 | —»— | 5,5 | 2650 | 12500 | 2160×1000 | 0,48 | 0,42 | 0,25 |
| Автоматы токарные прутковые одношпиндельные | | | | | | | | | |
| М10А | 603 | Диаметр прутка 10 | 2,2 | 840 | 5240 | 1460×870 | 0,203 | 0,174 | 0,25 |
| П16 | 604 | —»— | 3 | 1200 | 3500 | 1985×945 | 0,135 | 0,116 | 0,25 |
| Д25В | 605 | —»— | 5,5 | 1600 | 9200 | 2600×1070 | 0,356 | 0,306 | 0,25 |
| Автоматы токарные многошпиндельные горизонтальные прутковые шестишпиндельные | | | | | | | | | |
| Д126 | 606 | Диаметр прутка 16 | 7,5 | 4000 | 15800 | 5385×1000 | 0,612 | 0,526 | 0,33 |
| А225-6 | 607 | —»— | 11 | 5700 | 14520 | 5700×1250 | 0,562 | 0,483 | 0,33 |
| Б240-6 | 608 | —»— | 15 | 11600 | 28930 | 6170×1700 | 1,154 | 0,992 | 0,33 |
| Б265-6К | 609 | —»— | 30 | 14500 | 30800 | 6200×1700 | 1,191 | 1,025 | 0,33 |
| Восьмишпиндельные горизонтальные | | | | | | | | | |
| Б265-8К | 610 | Диаметр прутка 80 | 30 | 14000 | 33230 | 4675×1825 | 1,286 | 1,105 | 0,33 |
| Б29П-8К | 611 | —»— | 30 | 18400 | 53600 | 4325×2475 | 2,074 | 1,784 | 0,33 |
| Полуавтоматы токарные многошпиндельные вертикальные | | | | | | | | | |
| К282-8 | 612 | Максимальный диаметр обработки 250 | 55 | 19000 | 27000 | 3070×2945 | 1,045 | 0,899 | 0,5 |
| Д283-8 | 613 | —»— | 100 | 20500 | 31640 | 3250×3065 | 1,224 | 1,053 | 0,5 |
| Д286-8 | 614 | —»— | 75 | 35000 | 50830 | 4970×4950 | 1,967 | 1,691 | 0,5 |
| Д286-8К | 615 | —»— | 75 | 35500 | 45320 | 4790×5020 | 1,754 | 1,508 | 0,5 |

Продолжение табл. П4

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина x ширина), мм | Оч. аэ | Оч. р | Абм |
|--|-----|------------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|--------|-------|-----|
| Станки полуавтоматы токарно-револьверные | | | | | | | | | |
| 1Е316П | 616 | Диаметр 18—250 | 3 | 1260 | 6280 | 4020×920 | 0,243 | 0,209 | 1 |
| 1А425 | 617 | —»— обработка | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— |
| Полуавтоматы токарные патронные шестипищельные | | | | | | | | | |
| 1Б240П-6К | 618 | Размер патрона 130 | 18 | 11600 | 23240 | 6170×1250 | 0,899 | 0,773 | 0,5 |
| 1Б265П-6К | 619 | —»— 160 | 30 | 14500 | 30380 | 6200×2435 | 1,175 | 1,011 | 0,5 |
| 1Б290П-6К | 620 | —»— 200 | 30 | 18400 | 50700 | 4325×2475 | 1,962 | 1,687 | 0,5 |
| Полуавтоматы токарно-револьверные цанговые - патронные с револьверной головкой и суппортом | | | | | | | | | |
| 1Е316П | 621 | Диаметр цанги 18 | 3 | 1260 | 6280 | 4020×920 | 0,243 | 0,209 | 0,5 |
| | | —»— патрона 250 | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— |
| 11340ПЦ | 622 | Диаметр цанги 40 | 6 | 6500 | 14050 | 4840×1120 | 0,544 | 0,468 | 0,5 |
| | | —»— патрона 400 | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— | —»— |
| Токарно-карусельные | | | | | | | | | |
| 1508 | 623 | Диаметр 800 | 22 | 9500 | 12500 | 2270×2365 | 0,483 | 0,416 | 1 |
| | | планшайбы | | | | | | | |
| 1510 | 624 | —»— 1000 | 22 | 10500 | 13270 | 2370×2365 | 0,513 | 0,442 | 1 |
| 1512 | 625 | —»— 1200 | 30 | 16500 | 21660 | 3926×2075 | 0,838 | 0,721 | 1 |
| 1516 | 626 | —»— 1600 | 30 | 2000 | 23320 | 3170×3025 | 0,902 | 0,776 | 1 |
| 1525 | 627 | —»— 2500 | 40 | 35500 | 36180 | 5070×5240 | 1,4 | 1,204 | 1 |
| Станки токарные и токарно-винторезные | | | | | | | | | |
| 16Т02П | 628 | Максимальный диаметр обработки 125 | 0,25 | 750 | 50070 | 695×520 | 0,022 | 0,019 | 1 |
| 16Б16А | 629 | —»— 320 | 4,6 | 2100 | 1830 | 2280×1060 | 0,071 | 0,061 | 1 |
| 1М61П | 630 | —»— 320 | 4 | 1260 | 2230 | 2055×1095 | 0,086 | 0,074 | 1 |

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | О ^ч _{ау} | О ^ч _р | К _{бм} |
|--------------------------------|-----|--------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 16К20М | 631 | Максимальный диаметр обработки | 400 | 3595 | 7750 | 3370×1565 | 0,299 | 0,258 | 1 |
| 1В62Г | 632 | —»— | 600 | 2300 | 5000 | 2800×1190 | 0,193 | 0,166 | 1 |
| 1М63Б | 633 | —»— | 630 | 5000 | 7570 | 4950×1780 | 0,293 | 0,252 | 1 |
| 1А64 | 634 | —»— | 800 | 11400 | 9399 | 5825×2000 | 0,363 | 0,312 | 1 |
| 165 | 635 | —»— | 1000 | 12500 | 9760 | 5825×2100 | 0,377 | 0,325 | 1 |
| Лоботокарные станки | | | | | | | | | |
| 1М692 | 636 | Максимальный диаметр обработки | 2000 | 29750 | 65680 | 5160×5765 | 2,542 | 2,186 | 1 |
| 1М692Б | 637 | —»— | 2000 | 29220 | 60800 | 7045×5765 | 2,352 | 2,023 | 1 |
| 1М693 | 638 | —»— | 3200 | 59160 | 84500 | 8250×5700 | 3,27 | 2,81 | 1 |
| 1А693 | 639 | —»— | 2300 | 52000 | 84500 | 8250×5700 | 3,27 | 2,87 | 1 |
| Резьботокарные станки | | | | | | | | | |
| 1Б922 | 640 | Максимальный диаметр обработки | 420 | 4800 | 28330 | 27500×1670 | 1,096 | 0,943 | 1 |
| 1Б922Г | 641 | —»— | 540 | 4000 | 23820 | 3020×1670 | 0,922 | 0,793 | 1 |
| Вертикально-сверлильные станки | | | | | | | | | |
| 2М103П | 642 | Максимальный диаметр обработки | 3 | 40 | 325 | 380×200 | 0,012 | 0,011 | 1 |
| 2М112 | 643 | —»— | 12 | 120 | 290 | 770×370 | 0,009 | 0,008 | 1 |
| 2Н118 | 644 | —»— | 18 | 450 | 770 | 770×590 | 0,030 | 0,026 | 1 |
| 2Н125 | 645 | —»— | 18 | 620 | 1040 | 870×780 | 0,040 | 0,035 | 1 |
| 2Н135 | 646 | —»— | 35 | 880 | 1420 | 2350×785 | 0,055 | 0,047 | 1 |
| 2Н150 | 647 | —»— | 50 | 1870 | 2360 | 2930×890 | 0,091 | 0,078 | 1 |
| Радиально-сверлильные станки | | | | | | | | | |
| 2К52 | 648 | Максимальный диаметр сверления | 25 | 620 | 1040 | 2350×785 | 0,040 | 0,035 | 1 |

Продолжение табл. П4

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | О _ч ау | О _ч р | К _{бм} |
|-------------------------------------|-----|---|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| 2M55 | 649 | Максимальный диаметр сверления 50 | 4,4 | 4700 | 6000 | 2665×1030 | 0,232 | 0,199 | 1 |
| 2M58-1 | 650 | —»—» | 13 | 18000 | 18980 | 4850×1830 | 0,734 | 0,632 | 1 |
| 2A931 | 651 | Фрезерно-центральные и центральные станки | 4,4 | 2930 | 18300 | 2000×1050 | 0,708 | 0,609 | 1 |
| 2A932 | 652 | | 3 | 2590 | 17870 | 2600×1050 | 0,691 | 0,595 | 1 |
| Горизонтально-расточные станки | | | | | | | | | |
| 2M614 | 653 | Стол 900×1000 | 6,7 | 9000 | 17690 | 4330×2590 | 0,685 | 0,589 | 1 |
| 2620B | 654 | Стол 1120×1250 | 10,2 | 12500 | 20800 | 5700×3600 | 0,805 | 0,692 | 1 |
| 2A622-1 | 655 | Стол 1120×1250 | 11 | 17000 | 51700 | 6100×3950 | 2,0 | 1,72 | 1 |
| 2622B | 656 | Стол 1120×1250 | 10,2 | 12200 | 19500 | 5700×3600 | 0,755 | 0,649 | 1 |
| Координатно-расточные станки | | | | | | | | | |
| 2431 | 657 | Стол 320×560 | 2,2 | 3355 | 19200 | 1780×1330 | 0,743 | 0,639 | 1 |
| 2E440A | 658 | —»—» 400×710 | 4,5 | 3880 | 13840 | 2440×2195 | 0,536 | 0,461 | 1 |
| 2D450 | 659 | —»—» 1120×630 | 6 | 8300 | 25870 | 2740×3306 | 1,001 | 0,861 | 1 |
| 2712A | 660 | —»—» 500×710 | 4 | 5000 | 42600 | 3250×1250 | 1,648 | 1,418 | 1 |
| Круглошлифовальные центровые станки | | | | | | | | | |
| 3A110B | 661 | Диаметр 140 | 2,2 | 3000 | 9870 | 1880×2025 | 0,382 | 0,328 | 1 |
| 3E12 | 662 | Ø 200 | 3 | 3500 | 8470 | 2300×2400 | 0,328 | 0,282 | 1 |
| 3V131 | 663 | Ø 280 | 5,5 | 5910 | 13730 | 5500×2585 | 0,531 | 0,457 | 1 |
| 3V132 | 664 | Ø 280 | 5,5 | 6700 | 13710 | 5500×2585 | 0,530 | 0,456 | 1 |
| 3V142 | 665 | Ø 400 | 7,5 | 7530 | 15500 | 6310×2585 | 0,599 | 0,516 | 1 |
| 3V144 | 666 | Ø 400 | 7,5 | 10000 | 17840 | 6920×2585 | 0,690 | 0,594 | 1 |
| 3M152B | 667 | Ø 200 | 10 | 6035 | 14750 | 4975×2337 | 0,571 | 0,491 | 1 |
| 3M173 | 668 | Ø 400 | 18,5 | 11800 | 18650 | 5800×2840 | 0,722 | 0,621 | 1 |
| 3M175 | 669 | Ø 400 | 18,5 | 14700 | 21290 | 8310×2840 | 0,824 | 0,708 | 1 |

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина x ширина), мм | О ^ч _{ау} | О ^р _р | К _{6М} |
|--|-----|-------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Бесцентрово-шлифовальные станки | | | | | | | | | |
| 3М182 | 670 | Ø 08—85 | 7,5 | 3470 | 8470 | 2230×1455 | 0,328 | 0,282 | 1 |
| 3М184 | 671 | Ø 3—80 | 10 | 6850 | 11480 | 2945×1885 | 0,444 | 0,382 | 1 |
| 3М185 | 672 | Ø 8—160 | 22 | 9290 | 17300 | 3250×2550 | 0,669 | 0,576 | 1 |
| 3Ш182 | 673 | Ø 2,5—40 | 6 | 4432 | 12660 | 2700×2300 | 0,490 | 0,421 | 1 |
| 3Ш184Д | 674 | Ø 6—80 | 10,5 | 8570 | 17280 | 3400×2855 | 0,669 | 0,576 | 1 |
| Внутришлифовальные станки | | | | | | | | | |
| 3К225В | 675 | l=50 | 0,76 | 2800 | 4830 | 2225×1775 | 0,187 | 0,161 | 1 |
| 3К227В | 676 | Ø 20—100 | 4 | 4300 | 11430 | 2815×1900 | 0,442 | 0,380 | 1 |
| 3К228В | 677 | Ø 500—200 | 5,5 | 6600 | 15410 | 3910×2200 | 0,596 | 0,513 | 1 |
| 3К228В | 678 | Ø 100—400 | 7,5 | 8600 | 18570 | 4570×2350 | 0,719 | 0,618 | 1 |
| Плоскошлифовальные станки | | | | | | | | | |
| 3Е710В | 679 | Ст.1 250×125 | 1,5 | 1000 | 6000 | 1310×1150 | 0,232 | 0,2 | 0,5 |
| 3Е711В-1 | 680 | —»— 400×200 | 4 | 3380 | 12900 | 1670×1800 | 0,499 | 0,429 | 0,5 |
| 3Д722 | 681 | —»— 1250×320 | 15 | 8700 | 16030 | 4100×2130 | 0,631 | 0,542 | 0,5 |
| 3Д725 | 682 | —»— 2000×630 | 30 | 15450 | 29860 | 5750×2960 | 1,116 | 0,960 | 0,5 |
| 3П740В | 683 | —»— 2500×750 | 35 | 5900 | 18900 | 2100×1970 | 0,731 | 0,629 | 0,5 |
| 3Е711ВФ2 | 684 | —»— 1000×300 | 5,5 | 3400 | 25600 | 4200×1800 | | | 0,33 |
| Резьбо- и червячно-шлифовальные станки | | | | | | | | | |
| 5К821В | 685 | l=125 | 3 | 4845 | 20700 | 1795×1910 | 0,801 | 0,689 | 0,5 |
| 5К822В | 686 | Ø 200 | 3 | 5345 | 24530 | 2200×2038 | 0,949 | 0,816 | 0,5 |
| 5К823В | 687 | Ø 320 | 5,5 | 8700 | 48330 | 3780×2510 | 1,874 | 1,611 | 0,5 |
| Шлифовальные станки | | | | | | | | | |
| 3451 | 688 | Ø 320 | 3 | 3900 | 11400 | 2600×1515 | 0,441 | 0,379 | 0,5 |
| 34516 | 689 | Ø 320 | 3 | 4630 | 12160 | 3450×1515 | 0,470 | 0,405 | 0,5 |

Продолжение табл. П4

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина х ширина), мм | Оч. аэ | Оч. р | к бм |
|---------------------------------------|-----|-------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|--------|-------|------|
| 34518 | 690 | $l=1400$ | 3 | 6200 | 13080 | 4450×1515 | 0.506 | 0.435 | 0.5 |
| 3451Г | 691 | $l=2090$ | 3 | 6800 | 14550 | 5250×1515 | 0.563 | 0.484 | 0.5 |
| 3В451ВФ20 | 692 | $l=1000$ | 3 | 8000 | 25000 | 5250×1515 | | | 0,33 |
| Станки для шлифования центровых гнезд | | | | | | | | | |
| МВ-119 | 593 | $l=до 1500$ | 0.55 | 1380 | 8750 | 1030×880 | 0.339 | 0.291 | 1 |
| Абразивно-отрезные станки | | | | | | | | | |
| 8А240 | 694 | $Ø 60, 60×60$ | 10 | 1300 | 2790 | 1370×1160 | 0.108 | 0.092 | 0.5 |
| Хонинговальные станки | | | | | | | | | |
| 3Е820 | 695 | $l=90$ | 0.75 | 1890 | 13100 | 2500×1300 | 0.507 | 0.436 | 1 |
| 3821 | 696 | $l=320$ | 1,1 | 2000 | 9550 | 2600×1850 | 0.369 | 0.318 | 1 |
| 3Г833 | 697 | $l=500$ | 3 | 1200 | 1970 | 1205×1180 | 0.076 | 0.065 | 1 |
| Станки доводочные и пригирочные | | | | | | | | | |
| 3803 | 598 | $70×70$ | 0.37 | 117 | 1590 | 700×454 | 0.061 | 0.053 | 1 |
| 3806П | 699 | $Ø 230$ | 2,2 | 2300 | 5380 | 1495×1120 | 0.208 | 0.179 | 1 |
| 3Д817 | 700 | $l=10-120$ | 6,7 | 3200 | 23900 | 2800×3000 | 0.925 | 0.795 | 1 |
| Зубофрезерные станки | | | | | | | | | |
| 5304П | 701 | $m=1,5$ | 1,5 | 2480 | 10600 | 1215×1195 | 0.410 | 0.353 | 0,33 |
| 5К301П | 702 | $m=2,5$ | 2,2 | 1840 | 7700 | 1320×1120 | 0.298 | 0.256 | 0,33 |
| 53А30 | 703 | $m=6$ | 4,2 | 6800 | 16200 | 2300×1500 | 0.627 | 0.539 | 0,33 |
| 53050Н | 704 | $m=8$ | 12,5 | 9850 | 18960 | 2670×1810 | 0.734 | 0.631 | 0,33 |
| 53А80Н | 705 | $m=10$ | 12,5 | 10300 | 21000 | 2897×1810 | 0.813 | 0.699 | 0,33 |
| 3Е32 | 706 | $m=6$ | 5,2 | 6800 | 18900 | 2300×1500 | 0.731 | 0.629 | 0,33 |
| 5Д32С-1 | 707 | $m=6$ | 5,2 | 7000 | 17200 | 2300×1500 | 0.666 | 0.572 | 0,33 |
| 5К32 | 708 | $m=10$ | 7 | 10600 | 22000 | 2890×1800 | 0.851 | 0.732 | 0,33 |

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | О ^ч _{ау} | О ^ч _р | кбм |
|--|-----|-------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------|
| 5K324 | 709 | m=8 | 7 | 9800 | 19200 | 2670×18010 | 0,743 | 0,639 | 0,33 |
| 5K328 | 710 | m=12 | 14 | 12500 | 2300 | 3200×1800 | 0,089 | 0,076 | 0,33 |
| 5K324П | 711 | m=8 | 7 | 9800 | 22500 | 2670×1810 | 0,870 | 0,749 | 0,33 |
| 5K32П | 712 | m=10 | 12,5 | 10600 | 25000 | 2890×1800 | 0,967 | 0,832 | 0,25 |
| E3-106 | 713 | m=3 | 18 | 13300 | 28000 | 3450×2500 | | | 0,25 |
| МА-84ФЧ | 714 | m=8 | 26 | 12000 | 30000 | 3850×2400 | | | 0,25 |
| Зубодолбежные станки | | | | | | | | | |
| 5122В | 715 | m=5 | 3,2 | 4400 | 11670 | 2000×1450 | 0,452 | 0,388 | |
| 5140 | 716 | Ø 500 | 4,7 | 4400 | 9710 | 1900×1450 | 0,376 | 0,323 | |
| 5M150 | 717 | Ø 800 | 7,5 | 10800 | 16760 | 4210×1800 | 0,649 | 0,558 | |
| Зубошвинговальные станки для цилиндрических колес | | | | | | | | | |
| 5701 | 718 | m=0,3—1,5 | 0,9 | 1560 | 6900 | 1450×870 | 0,267 | 0,230 | |
| 5702В | 719 | m=1,5—6 | 3,2 | 5300 | 9500 | 1920×1500 | 0,368 | 0,316 | |
| Зубошлицевальные станки для цилиндрических колес | | | | | | | | | |
| 5В830 | 720 | m=0,2—1,5 | 3 | 4480 | 20660 | 1950×2000 | 0,799 | 0,688 | |
| 5В833 | 721 | m=0,5—4 | 4 | 7000 | 23570 | 2400×2500 | 0,912 | 0,784 | |
| 5А841 | 722 | m=1,5—8 | 4,5 | 8000 | 31610 | 2850×2315 | 1,223 | 1,052 | |
| 5853 | 723 | m=2—12 | 7,5 | 7610 | 64560 | 3340×2165 | 2,498 | 2,149 | |
| 5А868Д | 724 | m=1,5—9 | 4,5 | 14000 | 80900 | 5600×3158 | 3,131 | 2,692 | |
| Полуавтоматы зубострогальные и зубофрезерные для прямозубых конических колес | | | | | | | | | |
| 5123В | 725 | m=1,5 | 1,1 | 3000 | 16800 | 1620×1050 | 0,650 | 0,559 | |
| 5236П | 726 | m=2,5 | 1,1 | 3000 | 14300 | 1620×1050 | 0,553 | 0,476 | |
| 5С276П | 727 | m=10 | 4 | 9000 | 45200 | 2940×2090 | 1,749 | 1,504 | |
| 5С267П | 728 | m=8 | 4 | 8800 | 46000 | 2940×2090 | 1,780 | 1,531 | |

Продолжение табл. П4

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | О ^н _{ау} | О ^п _р | кбм |
|---|-----|-------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------|
| Полуавтоматы зуборезные для конических колес с круговым зубом | | | | | | | | | |
| 5С23П | 729 | $m=2,5$ Ø 125 | 1,5 | 3100 | 19500 | 2040×1255 | 0,755 | 0,649 | 0,33 |
| 5С270П | 730 | $m=8$ Ø 500 | 4 | 9000 | 40400 | 2990×2090 | 1,563 | 1,344 | 0,33 |
| 5Б231 | 731 | $m=8$ Ø 500 | 7,5 | 7000 | 20600 | 2300×1850 | 0,797 | 0,686 | 0,33 |
| 5Б232 | 732 | $m=8$ Ø 500 | 3,6 | 7000 | 20400 | 2300×1850 | 0,789 | 0,679 | 0,33 |
| Полуавтоматы зубопригонные для конических колес с круговыми зубьями | | | | | | | | | |
| 5П722 | 733 | $m=6$ Ø 320 | 5,5 | 5120 | 22400 | 1540×1480 | 0,867 | 0,745 | 0,5 |
| 5722Е | 734 | $m=2,5-10$ Ø 500 | 5,5 | 5320 | 24700 | 1540×1480 | 0,956 | 0,822 | 0,5 |
| Станки для обработки торцов зубьев, зубчатых колес | | | | | | | | | |
| 5Б525 | 735 | $m=1,5-10$ Ø 500 | 0,12 | 320 | 1380 | 1050×870 | 0,053 | 0,046 | 0,33 |
| 5Б525-2 | 736 | $m=1,5-10$ Ø 500 | 0,12 | 350 | 1550 | 1050×870 | 0,060 | 0,052 | 0,33 |
| 5527 | 737 | $m=3×16$ Ø 400 | 0,12 | 695 | 3000 | 1660×1026 | 0,116 | 0,100 | 0,33 |
| Шлифрезерные станки | | | | | | | | | |
| 5350А | 738 | Ø 500 $l=1000$ $m=6$ | 7,5 | 4100 | 5590 | 2585×1550 | 0,216 | 0,186 | 0,5 |
| Резьбофрезерные станки | | | | | | | | | |
| 5Б63 | 739 | Ø 80 $l=50$ | 3 | 2560 | 7600 | 1825×1125 | 0,294 | 0,253 | 0,33 |
| 5Б63Г | 740 | Ø 80 $l=50$ | 2,2 | 2800 | 8060 | 2298×1085 | 0,312 | 0,268 | 0,33 |
| Станки для шлифования конических зубчатых колес | | | | | | | | | |
| 5А872 | 741 | Ø 800 $m=12$ | 4 | 12500 | 66360 | 2700×2184 | 2,568 | 2,208 | 0,5 |
| Горизонтально-фрезерные станки | | | | | | | | | |
| 6Р81Г | 742 | 250×1000 $5,5$ | 5,5 | 2530 | 3850 | 1480×2045 | 0,149 | 0,128 | 0,5 |
| 6Р82Г | 743 | 320×1250 $7,5$ | 7,5 | 2830 | 2850 | 2305×1950 | 0,110 | 0,095 | 0,5 |
| 6Р83Г | 744 | 400×1600 11 | 11 | 3700 | 3300 | 2560×2260 | 0,128 | 0,110 | 0,5 |

| Модель станка | Код | Основные параметры станка, мм | Мощность станка, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина x ширина), мм | О ^ч _{ау} | О ^р | К ^{бм} |
|---|-----|-------------------------------|----------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------|-----------------|
| Горизонтально-фрезерные универсальные станки | | | | | | | | | |
| 6P80 | 745 | 200×800 | 3 | 1260 | 3160 | 1525×1875 | 0,122 | 0,105 | 1 |
| 6P81 | 746 | 250×1000 | 5,5 | 2280 | 2650 | 1480×1990 | 0,102 | 0,088 | 1 |
| 6P82 | 747 | 320×1250 | 7,5 | 2900 | 2880 | 2305×1950 | 0,111 | 0,096 | 1 |
| Вертикально-фрезерные станки | | | | | | | | | |
| 6P10 | 748 | 200×800 | 3 | 1270 | 2850 | 1445×1875 | 0,110 | 0,095 | 1 |
| 6P11 | 749 | 250×1000 | 5,5 | 2360 | 2810 | 1480×1990 | 0,108 | 0,093 | 1 |
| 6P12Б | 750 | 320×1250 | 7,5 | 3120 | 3140 | 2305×1950 | 0,121 | 0,104 | 1 |
| 6P13 | 751 | 400×1600 | 11 | 4200 | 3820 | 2560×2260 | 0,148 | 0,127 | 1 |
| 6550 | 752 | 500×1250 | 10 | 7500 | 14850 | 2720×3205 | 0,575 | 0,494 | 1 |
| 6A56 | 753 | 800×2000 | 22 | 19100 | 31800 | 3960×5300 | 1,231 | 1,059 | 1 |
| Продольно-фрезерные станки | | | | | | | | | |
| 6605 | 754 | 500×1600 | 11 | 13600 | 20100 | 5400×3550 | 0,779 | 0,669 | 1 |
| 6606 | 756 | 630×2000 | 11 | 21500 | 31500 | 6200×3750 | 1,219 | 1,048 | 1 |
| Двухдисковые вертикально-притирочные станки для плоскостей | | | | | | | | | |
| 3803Е | 756 | Диаметр обрабатываемой детали | 60 | 1400 | 2300 | 1130×1405 | 0,089 | 0,076 | |
| 3814Б | 757 | —»— | 115 | 2000 | 2600 | 1500×1060 | 0,100 | 0,086 | |
| 3Б816 | 758 | —»— | 160 | 5,5 | 4650 | 1865×1812 | 0,143 | 0,123 | |
| 3817 | 759 | —»— | 320 | 7,5 | 8900 | 2440×2090 | 0,410 | 0,353 | |
| Односторонние вертикально-притирочные станки для плоскостей | | | | | | | | | |
| 3803 | 760 | Ø 100 | 1,2 | 180 | 720 | 700×450 | 0,028 | 0,024 | |
| 3806 | 761 | Ø 250 | 3,2 | 1500 | 2100 | 1470×1300 | 0,081 | 0,070 | |
| 3808Т | 762 | Ø 500 | 7,5 | 11000 | 12000 | 2725×1920 | 0,488 | 0,419 | |
| 3809 | 763 | Ø 800 | 11 | 14000 | 22500 | 3500×2500 | 0,871 | 0,749 | |
| Станки для притирки конической поверхности | | | | | | | | | |
| СК4000 | 764 | Ø 180 | 2,80 | 2260 | 4600 | 1800×975 | 0,178 | 0,153 | |
| 2СК990006 | 765 | Ø 75 | 1,9 | 1800 | 3700 | 300×660 | 0,143 | 0,123 | |

Таблица П5

Станки с числовым программным управлением

| Модель станка | Код | Основные параметры, мм | Магazine | Мощность электродвигателя, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | О _ч О _р | О _ч О _{ау} | К _{бм} |
|---------------|-----|------------------------|----------|--------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|---------------|-----|------------------------|----------|--------------------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|

Токарные центровые станки

| | | | | | | | | | | |
|------------|-----|--------------|-----|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----|
| 16Б16Ф3-05 | 766 | Ø 320 l=750 | 4—8 | 7,1 | 3200 | 11490 | 3385×1740 | 0,368 | 0,428 | 0,5 |
| 16К20Ф3 | 767 | Ø 400 l=1000 | 6 | 11 | 5400 | 39000 | 3360×1740 | 1,251 | 1,454 | 0,5 |
| 16К20Ф3-С5 | 768 | Ø 400 l=1400 | 6 | 11 | 4000 | 42000 | 3450×1700 | 1,347 | 1,567 | 0,5 |
| 16К20П-01 | 769 | Ø 400 l=1000 | 6 | 11 | 5400 | 35400 | 3360×1740 | 1,320 | 1,366 | 0,9 |
| 16К20РФ3 | 770 | Ø 400 l=1400 | 8 | 11 | 4250 | 42000 | 3450×1700 | 1,347 | 1,567 | 0,5 |
| 1М63-Ф3-01 | 771 | Ø 630 l=1400 | 4 | 23,5 | 4500 | 2250 | 3550×1690 | 0,839 | 0,722 | 1 |
| 16К30Ф3 | 772 | Ø 630 l=1400 | 4 | 31 | 7800 | 58440 | 5500×2530 | 1,875 | 2,180 | 1 |
| 16К500Ф3 | 773 | Ø 100 l=2000 | | 45 | 11500 | 62000 | 4000×2800 | 2,313 | 2,313 | 1 |
| 1П752МФ3 | 774 | Ø 500 l=1400 | 8 | 22 | 9500 | 60500 | 3740×1840 | 2,257 | 2,257 | 1 |
| 1Б732Ф3 | 775 | Ø 590 l=1400 | 6 | 40 | 11500 | 56800 | 4070×1800 | 1,822 | 2,119 | 1 |
| 1719МФ3 | 776 | Ø 630 l=1400 | 12 | 30 | 14000 | 44800 | 4070×1800 | 1,671 | 1,671 | 0,5 |
| МДВ23 | 777 | Ø 650 l=2500 | 10 | 30 | 16000 | 85000 | 5200×3500 | 3,171 | 3,171 | 0,5 |

Лоботокарные станки

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|--------------|----|-----|-------|-------|-----------|-------|-------|-----|
| АТ450А | 778 | Ø 800 l=550 | 12 | 30 | 11800 | 37160 | 6900×3450 | 1,386 | 1,386 | 0,5 |
| АТ800МС | 779 | Ø 1000 l=800 | 12 | 30 | 13900 | 44480 | 6450×4750 | 1,659 | 1,659 | 0,5 |
| АТ450Б | 780 | Ø 800 l=450 | 9 | 30 | 12000 | 37760 | 6900×3450 | 1,408 | 1,408 | 0,5 |
| МК6713 | 781 | Ø 1000 l=400 | 6 | 30 | 12800 | 38600 | 6400×4500 | 1,440 | 1,238 | 0,5 |
| РТ25Ф3 | 782 | Ø 630 l=150 | 6 | 195 | 8000 | 25000 | 2835×2300 | 0,955 | 0,821 | 0,5 |
| АТПР800Ф2 | 783 | Ø 800 l=450 | 12 | 145 | 13900 | 32000 | 6450×4750 | 1,194 | 1,194 | 0,5 |
| АТПР800Н | 784 | Ø 1000 l=450 | 12 | 145 | 8500 | 32000 | 2900×3930 | 1,194 | 1,194 | 0,5 |
| 1691МФ3 | 785 | Ø 1000 l=250 | 6 | 22 | 15000 | 40200 | 3200×2700 | 1,499 | 1,499 | 0,5 |

Токарно-карусельные станки

| | | | | | | | | | | |
|--------|-----|---------------|-----|----|-------|-------|-----------|-------|-------|-----|
| 1508Ф2 | 786 | Ø 800 h=800 | 5—4 | 22 | 10800 | 32400 | 2500×2300 | 1,039 | 1,208 | 0,5 |
| 1512Ф2 | 787 | Ø 1250 h=1000 | 5—4 | 30 | 16200 | 47200 | 2750×2975 | 1,761 | 1,761 | 0,5 |
| 1516Ф2 | 788 | Ø 1600 h=1000 | 5—4 | 30 | 19500 | 49500 | 3100×4350 | 1,588 | 1,846 | 0,5 |

| Модель станка | Код | Основные параметры, мм | Мага- зин | Мощность эл/двиг- гателя, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | О ^ч О ^р | О ^ч О ^{ау} | К _{бм} |
|---------------------------------|-----|---------------------------|--------------|--|------------------------|-------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1525Ф2 | 789 | ∅ 250 h=1600 | 5—4 | 40 | 35500 | 86740 | 5065×5340 | 2,782 | 3,235 | 0,5 |
| 1A516MФ3 | 790 | ∅ 1600 h=1600 | 10 | 30 | 20500 | 56200 | 3100×4350 | | | 0,5 |
| Токарные патронные полуавтоматы | | | | | | | | | | |
| АППРЯМ12СН | 791 | ∅ 250 l=100 | 12 | 10,2 | 4000 | 42000 | 2240×1750 | 1,347 | 1,567 | 0,33 |
| 173Ф3 | 792 | ∅ 320 l=200 | 4+4 | 20,4 | 4000 | 45000 | 2050×2310 | 1,428 | 1,660 | 0,33 |
| 1П752МФ3 | 793 | ∅ 500 l=250 | 9 | 22 | 9500 | 50050 | 3740×1840 | 1,894 | 2,203 | 0,33 |
| КП141Ф3 | 794 | ∅ 400 l=100 | 12 | 13 | 5350 | 51000 | 2165×5050 | 1,636 | 1,902 | 0,33 |
| 1П756ДФ3 | 795 | ∅ 630 l=320 | 4+8 | 22 | 8800 | 56400 | 2975×2470 | 1,809 | 2,104 | 0,5 |
| 1П732Ф4 | 796 | ∅ 400 l=450 | 12 | 14,5 | 10500 | 60740 | 3800×2600 | 1,948 | 2,266 | 1 |
| АТ320МС | 797 | ∅ 500 l=300 | 9 | 22 | 6500 | 52700 | 3230×1400 | 1,691 | 1,966 | 0,5 |
| МДВ10 | 798 | ∅ 500 l=300 | 10 | 18 | 6000 | 50400 | 3500×2100 | 1,617 | 1,880 | 0,5 |
| МДВ20 | 799 | ∅ 730 l=440 | 10 | 25 | 7200 | 62000 | 3750×2100 | 1,989 | 2,313 | 0,5 |
| АПР800Н | 800 | ∅ 1000 l=450 | 12 | 14,5 | 8500 | 32000 | 2900×3930 | 1,026 | 1,194 | 0,5 |
| АТ320МН | 801 | ∅ 320 l=300 | 12 | 17 | 6000 | 50000 | 3200×3400 | 1,604 | 1,865 | 0,5 |
| Е100 | 802 | ∅ 600 l=800 | 32 | 30 | 12500 | 75000 | 5200×4500 | 2,406 | 2,797 | 0,5 |
| Токарно-револьверные станки | | | | | | | | | | |
| 11540ПФ4 | 803 | ∅ 40 | 16 | 15 | 2950 | 21000 | 3500×1810 | 0,673 | 0,783 | 0,5 |
| 1В340Ф30 | 804 | ∅ 40 | 16 | 4,2 | 2700 | 25600 | 3650×1900 | 0,821 | 0,955 | 0,5 |
| 1Е365ПФ3 | 805 | ∅ 50 | 16 | 15 | 4200 | 32400 | 3700×2100 | 1,039 | 1,208 | 0,5 |
| 1П426ДФ3 | 806 | ∅ 500 l=200 | 16 | 20 | 8200 | 45000 | 4200×2300 | | | 0,5 |
| 1325Ф30 | 807 | ∅ 25 l=80 | 16 | 5 | 2595 | 22000 | 4355×1200 | | | 0,5 |
| Роботизированный комплекс | | | | | | | | | | |
| 16К20Ф3 | 808 | ∅ 500 l=900 | 6 | 11 | 4500 | 35000 | 4500×1450 | | | 0,33 |
| 1720ПФ30 | 809 | ∅ 400 l=1500 | 12 | 18 | 8000 | 42500 | 3750×1800 | | | 0,33 |
| АТМ1П725 | 810 | ∅ 500 l=500 | 12 | 20 | 22000 | 62000 | 7945×6310 | | | 0,33 |
| КС.10.01 | 811 | ∅ 40 l=70 | 12 | 6 | 5500 | 37500 | 6000×2800 | | | 0,33 |

Продолжение табл. П5

| Модель станка | Код | Основные параметры, мм | Маг-зин | Мощность-эл/двигателя, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб | Габариты станка (длина × ширина), мм | О _{ау} | О _р | К _{бм} |
|--|-----|------------------------|---------|----------------------------|------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Многооперационные станки вертикальной компоновки | | | | | | | | | | |
| 243ВМФ2 | 812 | Стол 320×500 | 30 | 2,2 | 3500 | 17500 | 15900×1640 | 0,653 | 0,561 | 0,5 |
| 245ВМФ2 | 813 | Стол 1120×630 | 30 | 5,5 | 8200 | 41000 | 3300×1800 | 1,529 | 1,315 | 0,5 |
| КС12-500 | 814 | Стол 600×500 | 28 | 2,4 | 4100 | 20500 | 2000×1000 | 0,765 | 0,658 | 0,5 |
| 2254ВМФ4 | 815 | Стол 630×400 | 30 | 5,5 | 6200 | 45000 | 3500×2050 | 1,660 | 1,428 | 0,5 |
| Многооперационные станки горизонтальной компоновки | | | | | | | | | | |
| 6904ПМФ2 | 816 | Стол 400×500, 360° | 30 | 4,5 | 7000 | 851200 | 2650×1950 | 31,749 | 27,305 | 0,33 |
| 6906ПМФ2 | 817 | 630×800, 360° | 30 | 8 | 10000 | 78200 | 3100×2500 | 2,917 | 2,508 | 0,33 |
| ИР320ПМФ4 | 818 | 320×320, 360° | 36 | 7,5 | 10000 | 198600 | 3800×2300 | 7,408 | 6,371 | 0,25 |
| ИР500ПМФ4 | 819 | 500×500, 360° | 30 | 14 | 11370 | 214700 | 4450×4650 | 8,008 | 6,887 | 0,25 |
| ИР800МПФ4 | 820 | 800×800, 360° | 30 | 14 | 12500 | 232000 | 5385×4635 | 8,654 | 7,442 | 0,25 |
| Горизон 3 | 821 | 1500×1050, 360° | 32 | 50 | 27000 | 250000 | 6300×6250 | 9,325 | 8,019 | 0,33 |
| Горизон 4 | 822 | 1800×1050, 360° | 32 | 50 | 28000 | 265000 | 8370×6250 | 9,884 | 8,501 | 0,33 |
| 2А459АМФ4 | 823 | 1000×1000 | 40 | 14 | 21200 | 240000 | 4040×3970 | 8,952 | 7,699 | 0,25 |
| 21105Н7Ф4 | 824 | 800×500 | 30 | 8 | 8650 | 220000 | 6040×5000 | 8,206 | 7,057 | 0,25 |
| 2Е450АМФ4 | 825 | 1120×630 | 30 | 7,3 | 10000 | 185000 | 3600×3000 | 6,901 | 5,934 | 0,25 |
| 2623ПМФ4 | 826 | 1250×1120, 360° | 50 | 15 | 31000 | 270000 | 8300×7500 | 10,071 | 8,661 | 0,25 |
| Вертикально-фрезерные станки | | | | | | | | | | |
| 6Р11Ф3 | 827 | 250×1000 | 1 | 5,5 | 3030 | 12000 | 2320×1650 | 0,448 | 0,385 | 0,5 |
| 6Н13Ф3 | 828 | 400×1600 | 1 | 7,5 | 4800 | 16000 | 2375×2160 | 0,597 | 0,513 | 0,5 |
| 6М13ГН1 | 829 | 400×1600 | 1 | 7,5 | 4800 | 16000 | 1375×2180 | 0,597 | 0,513 | 0,5 |
| 6Р13РФ3 | 830 | 400×1600 | 5 | 7,5 | 7000 | 16000 | 2575×2180 | 0,597 | 0,513 | 0,5 |
| 6306МФ4 | 831 | 630×1600 | 24 | 10,0 | 13000 | 18000 | 2680×2210 | 0,671 | 0,577 | 0,5 |
| 6504РФ3 | 832 | 400×1000 | 6 | 12 | 9550 | 20000 | 4200×3530 | 0,746 | 0,642 | 0,5 |
| ФП-4 | 833 | 400×1600 | 1 | 7,5 | 7200 | 16500 | 2600×2200 | 0,615 | 0,529 | 0,5 |
| 6540РФ3 | 834 | 400×1600 | 6 | 13 | 7500 | 18600 | 4200×3530 | 0,694 | 0,597 | 0,5 |
| ФП-8М | 835 | 1100×2000 | 1 | 12 | 8600 | 22500 | 4500×3700 | 0,839 | 0,722 | 0,5 |

| Модель станка | Код | Основные параметры, мм | Магнитопитание, кВт | Мощность электродвигателя, кВт | Масса станка, кг | Оптовая цена, руб. | Габариты станка (длина × ширина), мм | О _{ау} | О _р | К _{бм} |
|---------------------------------|-----|------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Горизонтально-расточные станки | | | | | | | | | | |
| 2Б622ПМФ2 | 836 | 1120×1250, 360° | 100 | 30 | 23400 | | 8730×5250 | | | |
| 2Б11Ф2 | 837 | 800×900, 360° | 30 | 9,2 | 13500 | 65000 | 4200×5700 | 2,424 | 2,085 | 0,33 |
| СМ308Ф2 | 838 | 100×1600 | 30 | 8,7 | 26000 | 150000 | 5000×3500 | 5,595 | 4,811 | 0,33 |
| 2А622ПФ1 | 839 | 1120×1250, 360° | 30 | 25 | 23400 | 64600 | 8730×5250 | 2,410 | 2,072 | 0,33 |
| 2Б23ПМФ4 | 840 | 1120×1250 | 100 | 30 | 25000 | 180000 | 8750×5250 | 6,710 | 5,770 | 0,33 |
| 2206ВМФ4 | 841 | 800×630 | 30 | 21 | 120700 | 80000 | 3470×3170 | 2,984 | 2,566 | 0,33 |
| Бесцентрово-шлифовальные станки | | | | | | | | | | |
| 3Е184БФ2 | 842 | Ø 10—80 | | 30 | 7130 | 54000 | 3200×2400 | | | |
| Вертикально-сверлильные станки | | | | | | | | | | |
| 2Н118Ф2 | 843 | Ø 18 280×400 | 1 | 1,5 | 1720 | 19200 | 1400×1400 | 0,716 | 0,616 | 0,5 |
| 2Р118Ф2 | 844 | Ø 18 400×630 | 6 | 2,2 | 3500 | 20150 | 2350×1850 | 0,752 | 0,646 | 0,5 |
| 2Н135Ф2 | 845 | Ø 35 400×630 | 1 | 4 | 2600 | 21400 | 1685×1725 | 0,798 | 0,686 | 0,5 |
| 2Р135Ф2 | 846 | Ø 35 400×630 | 6 | 4 | 3500 | 23600 | 2500×1800 | 0,880 | 0,757 | 0,5 |
| 2Н55Ф2 | 847 | Ø 50 630×800 | 1 | 5,1 | 7000 | 25800 | 3675×2730 | 0,962 | 0,828 | 0,5 |
| Ауктор800/3М | 848 | Ø 40 840×580 | 12 | 6,5 | 6000 | 45000 | 4000×2800 | 1,678 | 1,443 | 0,5 |
| МА655 | 849 | Ø 30 500×1250 | 12 | 8 | 7000 | 53000 | 4100×3000 | 1,305 | 1,123 | 0,5 |
| Круглошлифовальные центры | | | | | | | | | | |
| 3А151Ц | 850 | Ø 200×700 | 1 | 11 | 5500 | | 3100×2100 | | | 1 |
| 3М151Ф2 | 851 | Ø 200×700 | 1 | 10 | 6500 | | 4900×2450 | | | 1 |
| 3М163Ф2Н1В | 852 | Ø 280×1250 | 1 | 10 | 9500 | | 5900×2950 | | | 1 |
| 3В164БФ2 | 853 | Ø 400×1400 | 1 | 14 | 11400 | | 4850×2700 | | | 1 |
| Плоскошлифовальные | | | | | | | | | | |
| 3Е711В | 854 | 400×200 | 1 | 10,5 | 4740 | 35000 | 3560×1400 | 1,305 | 1,123 | 0,5 |
| Снеголочные станки | | | | | | | | | | |
| 4Р22Ф2 | 855 | | | | 38600 | | | 1,440 | 1,238 | 0,5 |
| 4Р22Ф | 856 | | | | 41500 | | | 1,548 | 1,331 | 0,5 |
| 4222 | 857 | | | | 14300 | | | 0,533 | 0,459 | 0,5 |
| Электроэрозионные станки | | | | | | | | | | |
| 4732Ф3 | 858 | | | | 33000 | | | 1,231 | 1,058 | 0,5 |
| 4610ВФ3-1 | 859 | | | | 7290 | | | 0,272 | 0,234 | 0,5 |

Т а б л и ц а П 6

Тарифные разряды наладчиков /6, 12/

| Категории налаживаемых станков | Разряды |
|---|---------|
| Центровочные, вертикально-сверлильные, строгальные, горизонтально-протяжные | 2 |
| Токарные, радиально-сверлильные, горизонтально- и вертикально-фрезерные, круглошлифовальные, плоскошлифовальные | 3 |
| Токарно-револьверные, продольно-фрезерные, внутришлифовальные, многолезцовые токарные | 4 |
| Токарные автоматы одно- и многошпиндельные, зуборезные, резьбофрезерные станки. Станки с ЧПУ | 5 |
| Зубошлифовальные, резьбошлифовальные. Станки с программным управлением | 6 |

Т а б л и ц а П 7

Часовые тарифные ставки наладчиков станков основного производства,

 $Z_n^ч$ руб/ч /6/

| Разряд работы наладчика | Часовая тарифная ставка |
|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 0,54 |
| 2 | 0,58 |
| 3 | 0,63 |
| 4 | 0,70 |
| 5 | 0,78 |
| 6 | 0,92 |

Т а б л и ц а П 8

Значения коэффициентов в уравнении для определения трудоемкости настройки станков $T_n = A_n + B_n \cdot N_{pн} + C_n t_{шт}$ /9/

| Категории налаживаемых станков | Код | Значения | | | |
|--------------------------------|-------------|-----------|-------|-------|-----|
| | | A_n | B_n | C_n | |
| Станки с ЧПУ | Сверлильные | 843...849 | 28 | 1 | 1 |
| | Расточные | 836...841 | 47 | 1 | 1,5 |
| | Фрезерные | 812...835 | 36 | 1 | 1,5 |
| | Токарные | 766...807 | 36 | 3 | 2,0 |

Т а б л и ц а П 9

Нормативы затрат на амортизацию, ремонт и содержание оборудования $a_{ос}$, $a_{ор}$, P_0

| Вид оборудования | Код оборудования | Затраты на амортизацию | | Норма затрат на ремонт и содержание оборудования, P_0 |
|--|------------------|------------------------|-------|---|
| | | Сменность работы | | |
| | | 1 | 2 | |
| Универсальные станки, агрегатные станки, автоматические линии, автоматы, полуавтоматы, специализированные станки с ЧПУ, специализированные переналаживаемые станки | | 0,075 | 0,122 | 0,105 |
| Специальные станки | | 0,2 | 0,33 | 0,05 |

Т а б л и ц а П 10

Годовой фонд времени работы оборудования Φ_T

| Сменность работы оборудования | Годовой фонд времени работы оборудования, ч |
|-------------------------------|---|
| 1 | 2030 |
| 2 | 4015 |
| 3 | 5960 |

Т а б л и ц а П 11

Значение коэффициента использования (загрузки) оборудования $k_{ис}$

| Тип производства | Код | Коэффициент использования оборудования |
|------------------|-----|--|
| Массовое | 01 | 0,9 |
| Крупносерийное | 02 | 0,8 |
| Серийное | 03 | 0,7 |

Т а б л и ц а П 12

Укрупненные данные по себестоимости специальных приспособлений $C_{пс} = N_{дет} C_{дет} / 11, 13/$

| Группа сложности | Характеристика | Число деталей $N_{дет}$ (без крепежа и арматуры) | Себестоимость $C_{пс}$, руб | Значение $C_{дет}$ |
|------------------|---|--|---|--------------------|
| I | Мелкие приспособления простой и средней сложности (подставки, простые оправки, сменные губки и др.) | Менее 5 | Не более 8,5 | 2,0 |
| II | Средние приспособления с простыми корпусами и мелкие приспособления с корпусами средней мощности (патроны для инструментов, разжимные оправки и др.) | 3—5 5—10 10—15 | 8,5—17 17—30 30—45 | 3,0 |
| III | Мелкие приспособления с корпусами средней сложности сложного или средней сложности принципа действия, с зажимами простыми и средней сложности | 10—15 15—20 20—25 | 45—62 62—80 80—95 | 4,0 |
| IV | Мелкие приспособления сложного или средней сложности действия. Крупные и средние приспособления простого действия с различными зажимами | 20—25 25—30 30—35 35—40 | 125—145 145—175 175—190 190—215 | 5,5 |
| V | Средние и крупные приспособления со сложными корпусами простого и средней сложности действия, с зажимами простыми и средней сложности | 35—40 40—45 45—50 50—55 | 300—325 335—360 360—390 390—415 | 8,0 |
| VI | Крупные и средние приспособления с электромагнитным, пневматическим или гидравлическим действием. Крупные приспособления преимущественно сложного действия, с зажимами сложными и простого действия | 50—60 60—70 70—80 80—90 90—95 | 610—690 690—765 765—850 850—925 925—965 | 11 |

Таблица П13

Коэффициенты для расчета затрат на специальные приспособления

| Тип производства | Группа сложности приспособлений | Код | Значения коэффициентов | | | |
|----------------------------|---------------------------------|-----|------------------------|----------|----------|----------|
| | | | L_{II} лет | a_{II} | p_{II} | k_{II} |
| Крупно-серийное и массовое | 1,2 | 1 | 2 | 0,5 | | |
| | 3,4 | 2 | 3 | 0,33 | | |
| | 5,6 | 3 | 4 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Серийное | 1,2 | 4 | 3 | 0,33 | | |
| | 3,4 | 5 | 4 | 0,25 | | |
| | 5,6 | 6 | 5 | 0,2 | | |

Таблица П14

Стоимость универсальной и специализированной оснастки /12/

| Наименование | Код | Основные размеры | Стоимость, руб |
|--------------|-----|------------------|----------------|
|--------------|-----|------------------|----------------|

Для крепления детали

| | | | |
|--|-----|-------------|-----|
| Патроны самоцентрирующие с при- водом: | | | |
| ручным | 001 | ∅ 100...400 | 65 |
| гидравлическим | 002 | ∅ 100...400 | 210 |
| пневматическим | 003 | ∅ 100...400 | 240 |
| электромагнитным | 004 | ∅ 100...400 | 160 |
| Патроны быстроперенастраиваемые | 005 | ∅ 100...250 | 225 |
| Патроны цанговые | 006 | ∅ 20...250 | 125 |
| Комплект цанг | 007 | ∅ 10...100 | 80 |
| Планшайбы токарные | 008 | до ∅ 200 | 190 |
| Гидропатроны к зубодолбежным станкам | 009 | до ∅ 100 | 160 |
| Оправки для нарезания зубчатых колес | 010 | ∅ 16...18 | 13 |
| Машинные тиски: | | | |
| с ручным зажимом | 011 | 250...350 | 55 |
| с пневматическим зажимом | 012 | 250...350 | 80 |
| самоцентрирующие | 013 | 250...350 | 60 |
| универсальные | 014 | 250...350 | 200 |
| Тиски для токарно-карусельных стан- ков | 015 | 250...350 | 900 |
| Столы поворотные: | | | |
| с ручной подачей | 016 | до ∅ 350 | 120 |
| с механической подачей | 017 | до ∅ 500 | 350 |
| Столы с поворотом на угол | 018 | 400×400 | 125 |

Продолжение табл. П14

| Наименование | Код | Основные размеры | Стоимость, руб |
|---|-----|------------------|----------------|
| Столы делительные: | 019 | 400×800 | 2000 |
| простые | 019 | 400×800 | 2000 |
| оптические | 020 | 400×800 | 8000 |
| Приспособления с ручным зажимом деталей: | | | |
| одноместные | 021 | 100×100 | 25 |
| | 022 | 250×250 | 40 |
| | 023 | 450×450 | 70 |
| многоместные | 024 | 400×400 | 90 |
| | 025 | 600×600 | 120 |
| | 026 | 800×800 | 170 |
| Приспособления с гидравлическим и пневматическим зажимом деталей: | | | |
| одноместные | 027 | 300×250 | 165 |
| многоместные | 028 | 500×350 | 245 |
| Кондукторы накладные: | | | |
| простые | 029 | ∅100...500 | 35 |
| сложные | 030 | 200×600 | 65 |
| Кондукторы передвижные | 031 | 200×400 | 45 |
| —»— каптующиеся | 032 | 400×400 | 58 |
| —»— поворотные на одной или двух стойках | 033 | 700×1250 | 175 |
| Кондукторы для горизонтально-расточных станков | 034 | 400×1000 | 150 |
| Кондукторы с пневматическим зажимом для нескольких отверстий | 035 | 450×300 | 400 |
| Кондукторы универсальные скальчатые с одной и двумя стойками | 036 | 150×200 | 40 |
| <i>Для крепления инструмента</i> | | | |
| Многоспindleльные сверлильные головки: | | | |
| специальные | 101 | | 350 |
| универсальные (2-х—4-х шп) | 102 | | 150 |
| Напильники: | | | |
| для сверл | 103 | ∅ 5...15 | 1,50 |
| для метчиков | 104 | M12—M36 | 7,50 |
| для плашек | 105 | | 9,50 |
| для концевых фрез | 106 | до ∅ 20 | 7,5 |
| Переходные втулки с конусом Морзе | 107 | ∅ 2...5 | 0,75 |
| Оправки для фрез к станкам: | | | |
| горизонтально-фрезерному | 108 | ∅ 27...40 | 16,0 |
| вертикально-фрезерному | 109 | ∅ 27...40 | 8,5 |
| Державки для резцов к револьверному станку: | | | |
| простые | 110 | | 7,50 |
| сложные | 111 | | 15,0 |
| Резцедержатель для резб: | | | |
| наружных | 112 | | 150 |
| внутренних | 113 | | 200 |

Окончание табл. П14

| Наименование | Код | Основные размеры | Стоимость, руб |
|---|-----|------------------|----------------|
| <i>Для автоматизации станков</i> | | | |
| Автооператоры к станкам | 120 | | 750 |
| Бункеры к станкам: | | | |
| вибрационные | 121 | | 275 |
| средней сложности | 122 | | 400 |
| сложные | 123 | | 1000 |
| Магазины к станкам: | | | |
| средней сложности | 124 | | 75 |
| сложные | 125 | | 200 |
| Транспортер для уборки стружки | 126 | | 500 |
| <i>Для станков с ЧПУ</i> | | | |
| Патрон трехкулачковый | 050 | Ø 200...400 | 220 |
| —»— с электромеханическим приводом | 051 | Ø 200 | 770 |
| Приспособления для настройки инструментов в блоках: | | | |
| для токарных станков | 052 | | 3800 |
| для фрезерных станков | 053 | | 2500 |
| инструментальный блок | 054 | | 45 |
| державки концевой инструмента | 055 | | 220 |

Таблица П15

Стоимость эксплуатации инструмента

| Наименование инструмента по ГОСТу | Кол | Основные размеры | | Цена нового инструмента, руб | Число переточки | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|---|-----|------------------|-------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | диаметр | длина | | | | |
| <i>Сверла из быстрорежущей стали</i> | | | | | | | |
| Спиральные с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 10902-77) | 301 | 0,2 | 6 | 0,53 | 5 | 0,032 | 0,115 |
| | 302 | 0,6 | 40 | 0,12 | 8 | 0,005 | 0,020 |
| | 303 | 4,3 | 50 | 0,22 | 12 | 0,006 | 0,022 |
| | 304 | 6,1 | 60 | 0,36 | 15 | 0,007 | 0,029 |
| | 305 | 7,6 | 100 | 0,80 | 25 | 0,009 | 0,039 |
| | 306 | 13,3 | 115 | 1,65 | 28 | 0,020 | 0,074 |
| | 307 | 17,2 | 130 | 2,30 | 30 | 0,023 | 0,096 |
| Спиральные с коническим хвостовиком (ГОСТ 12121-77) | 310 | 5,0 | 55 | 0,58 | 17 | 0,01 | 0,042 |
| | 311 | 10,0 | 90 | 1,00 | 23 | 0,13 | 0,054 |
| | 312 | 20,0 | 130 | 2,35 | 30 | 0,024 | 0,099 |
| | 313 | 30,0 | 175 | 5,50 | 33 | 0,050 | 0,210 |
| | 314 | 50,0 | 220 | 16,80 | 37 | 0,140 | 0,578 |
| | 315 | 80,0 | 260 | 70,00 | 37 | 0,560 | 2,387 |
| Центровочные комбинированные (ГОСТ 14952-75) | 316 | 1,0 | 2,0 | 0,12 | 4 | 0,009 | 0,031 |
| | 317 | 2,0 | 3,3 | 0,16 | 6 | 0,008 | 0,030 |
| | 318 | 4,0 | 6,2 | 0,42 | 7 | 0,018 | 0,068 |
| | 319 | 5,0 | 7,5 | 0,82 | 8 | 0,030 | 0,118 |
| | 320 | 8,0 | 11,5 | 1,85 | 10 | 0,055 | 0,218 |
| | 321 | 10,0 | 14,2 | 3,40 | 12 | 0,085 | 0,340 |
| | 322 | 3,0 | 32 | 0,30 | 6 | 0,015 | 0,043 |
| Спиральные с цилиндрическим хвостовиком для станков с ЧПУ | 323 | 5,0 | 52 | 0,50 | 12 | 0,013 | 0,050 |
| | 324 | 8,0 | 75 | 1,10 | 15 | 0,022 | 0,089 |
| | 325 | 10,0 | 90 | 1,95 | 20 | 0,029 | 0,120 |
| | | | | | | | |

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инстру- мента, руб | Число перето- чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|--|-----|------------------|-------|--|-------------------------|---|---|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Спиральные с цилиндрическим хвостовиком для станков с ЧПУ | 326 | 15,0 | 115 | 3,60 | 28 | 0,038 | 0,160 |
| | 327 | 20,0 | 140 | 5,80 | 30 | 0,058 | 0,243 |
| | 328 | 6,0 | 60 | 1,05 | 14 | 0,023 | 0,091 |
| | 328 | 10,0 | 90 | 2,00 | 20 | 0,030 | 0,124 |
| | 330 | 15,0 | 115 | 3,20 | 28 | 0,034 | 0,134 |
| | 331 | 20,0 | 140 | 4,65 | 30 | 0,047 | 0,195 |
| | 332 | 25,0 | 150 | 6,90 | 33 | 0,063 | 0,264 |
| | 333 | 30,0 | 175 | 11,00 | 40 | 0,083 | 0,349 |
| Спиральные с коническим хво- стовиком и отверстиями для ЖСО | 334 | 18,0 | 125 | 16,10 | 30 | 0,161 | 0,675 |
| | 335 | 20,0 | 135 | 19,00 | 31 | 0,184 | 0,772 |
| | 336 | 25 | 170 | 26,50 | 38 | 0,209 | 0,883 |
| | 337 | 35 | 185 | 29,50 | 40 | 0,221 | 0,935 |
| Комбинированные с зенкером | 338 | 20 | 50 | 19,50 | 15 | 0,390 | 1,584 |
| | 339 | 25 | 60 | 24,50 | 16 | 0,459 | 1,873 |
| | 340 | 30 | 80 | 37,00 | 18 | 0,617 | 2,532 |
| <i>Сверла спиральные цельные твердосплавные</i> | | | | | | | |
| Средняя серия (ГОСТ 17275-71) | 341 | 3,0 | 25 | 1,70 | 10 | 0,051 | 0,268 |
| | 342 | 5,0 | 36 | 2,55 | 12 | 0,064 | 0,340 |
| | 343 | 8,0 | 50 | 3,45 | 14 | 0,074 | 0,398 |
| | 344 | 10,0 | 60 | 4,70 | 16 | 0,088 | 0,479 |
| | 345 | 12,0 | 70 | 6,05 | 20 | 0,090 | 0,498 |
| Спиральные, оснащенные твердо- сплавными пластинками (ГОСТ 22753-77) | 346 | 5,0 | 36 | 0,60 | 12 | 0,015 | 0,080 |
| | 347 | 10,0 | 60 | 1,05 | 16 | 0,020 | 0,113 |
| | 348 | 15,0 | 75 | 1,90 | 20 | 0,029 | 0,157 |

Продолжение табл. П15

| Наименование инструмента по ГОСТу | Кол | Основные размеры | | Цена нового инструмента, руб | Число переточек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|---|-----|------------------|---------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | диаметр | длина | | | | |
| <i>Резьбобразующий инструмент из быстрорежущих сталей</i> | | | | | | | |
| Метчики машино-ручные метрические (ГОСТ 3266-71) | 350 | 1,0 | 6 | 0,32 | 3 | 0,032 | 0,104 |
| | 351 | 4,0 | 12 | 0,34 | 5 | 0,020 | 0,073 |
| | 352 | 12,0 | 28 | 0,68 | 7 | 0,029 | 0,110 |
| | 353 | 20,0 | 36 | 1,55 | 12 | 0,039 | 0,155 |
| | 354 | 30,0 | 40 | 3,40 | 13 | 0,078 | 0,315 |
| | 355 | 50,0 | 65 | 7,60 | 14 | 0,163 | 0,659 |
| Метчики машино-ручные дюймовые (ГОСТ 3449-71) | 356 | 1/2' | 28 | 3,35 | 7 | 0,144 | 0,545 |
| | 357 | 3/4' | 28 | 3,75 | 7 | 0,161 | 0,609 |
| | 358 | 1' | 36 | 6,40 | 10 | 0,192 | 0,583 |
| | 359 | 1,5' | 36 | 11,30 | 10 | 0,339 | 1,335 |
| | 360 | 2' | 36 | 18,00 | 10 | 0,54 | 1,636 |
| | 361 | 6 | 1,0 | 0,28 | 0,28 | 7 | 0,012 |
| Плашки круглые для метрической резьбы | 362 | 10 | 1,5 | 0,85 | 12 | 0,021 | 0,084 |
| | 363 | 12 | 1,75 | 1,40 | 12 | 0,035 | 0,140 |
| | 364 | 20 | 2,0 | 2,05 | 12 | 0,051 | 0,205 |
| | 365 | 30 | 3,0 | 5,10 | 12 | 0,128 | 0,510 |
| | 366 | 40 | 3,0 | 9,20 | 12 | 0,230 | 0,928 |
| | 367 | 4—14 | 0,5—2,0 | 34,50 | 12 | 0,863 | 3,450 |
| Головка винторезная с круглыми гребенками (ГОСТ 21760-76) | 368 | 9—24 | 0,5—0,3 | 39,50 | 12 | 0,988 | 3,950 |
| | 369 | 24—60 | 1,0—4,0 | 81,00 | 12 | 2,025 | 8,100 |
| Гребни круглые (ГОСТ 21761-76) | 370 | 4—10 | 0,5—1,5 | 15,40 | 12 | 0,385 | 1,540 |
| | 371 | 12—42 | 1,0—3,0 | 17,80 | 12 | 0,445 | 1,780 |
| | 372 | 24—60 | 1,0—4,0 | 26,00 | 12 | 0,650 | 2,600 |
| | | | | 26,00 | 12 | 0,650 | 2,600 |

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмента, руб | Число переточки, чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|--|-----|------------------|----------|------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Ролики резбонакатные для метрической резьбы диаметром 3...45 мм из стали X12M, X12Ф1 | 373 | 3-6 | 0,5-1,0 | 41,00 | 12 | 1,025 | 3,153 |
| | 374 | 6-14 | 1,0-1,5 | 45,00 | 12 | 1,125 | 4,500 |
| | 375 | 16-30 | 1,0-1,5 | 56,00 | 12 | 1,400 | 5,600 |
| | 376 | 30-39 | 1,5-2,0 | 60,00 | 12 | 1,513 | 6,050 |
| | 377 | 39-45 | 2,0-3,0 | 85,00 | 12 | 2,125 | 8,500 |
| Метчики твердосплавные метрические ручные | 378 | 4 | 12 | 11,70 | 5 | 0,702 | 3,380 |
| | 379 | 6 | 20 | 13,30 | 7 | 0,570 | 2,882 |
| | 380 | 8 | 20 | 15,00 | 8 | 0,563 | 2,889 |
| | 381 | 10 | 25 | 19,00 | 10 | 0,570 | 2,994 |
| <i>Фрезы из быстрорежущих сталей</i> | | | | | | | |
| Резьбовые насадные (ГОСТ 1336-77) | 382 | 32 | 1,0-1,5 | 8,80 | 15 | 0,176 | 0,715 |
| | 383 | 40 | 1,0-1,5 | 11,60 | 15 | 0,232 | 0,943 |
| | 384 | 50 | 1,5-3,0 | 13,10 | 15 | 0,260 | 1,063 |
| | 385 | 80 | 1,5-4,0 | 32,50 | 15 | 0,710 | 2,697 |
| | 386 | 100 | 2,0-5,0 | 59,00 | 15 | 1,180 | 4,794 |
| Резьбовые хвостовые (ГОСТ 1336-77) | 387 | 10 | 0,5-1,5 | 5,20 | 12 | 0,130 | 0,520 |
| | 388 | 16 | 0,5-2,0 | 5,70 | 12 | 0,142 | 0,569 |
| | 389 | 20 | 0,75-3,0 | 6,0 | 12 | 0,150 | 0,600 |
| | 390 | 32 | 1,0-3,0 | 8,20 | 12 | 0,205 | 0,820 |
| Торцовые насадные со вставными ножами (ГОСТ 1092-69) | 391 | 80 | 36 | 7,00 | 12 | 0,175 | 0,700 |
| | 392 | 125 | 40 | 13,50 | 12 | 0,337 | 1,350 |
| | 393 | 200 | 45 | 28,00 | 14 | 0,600 | 2,427 |
| | 394 | 250 | 45 | 38,50 | 16 | 0,722 | 2,944 |

Продолжение табл. П15

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инстру- мента, руб | Число перето- чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|--|-----|------------------|-------|--|-------------------------|---|---|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Торцовые насадные, (ГОСТ 9304-69) | 395 | 40 | 40 | 2,90 | 8 | 0,109 | 0,419 |
| | 396 | 50 | 40 | 4,65 | 10 | 0,139 | 0,549 |
| | 397 | 80 | 40 | 12,00 | 14 | 0,257 | 1,039 |
| | 398 | 100 | 40 | 19,40 | 16 | 0,364 | 1,484 |
| Трехсторонние насадные со встав- ными ножами (ГОСТ 1669-78) | 399 | 80 | 25 | 8,50 | 12 | 0,212 | 0,849 |
| | 400 | 125 | 32 | 10,90 | 12 | 0,272 | 1,089 |
| | 401 | 200 | 50 | 14,40 | 14 | 0,308 | 1,247 |
| | 402 | 250 | 50 | 26,50 | 16 | 0,497 | 2,027 |
| Двухсторонние, трехсторонние, насадные, цельные (ГОСТ 1695- 80) | 403 | 50 | 22 | 6,30 | 8 | 0,236 | 0,910 |
| | 404 | 80 | 40 | 16,80 | 12 | 0,420 | 1,680 |
| | 405 | 125 | 50 | 41,50 | 18 | 0,692 | 2,840 |
| | 406 | 200 | 50 | 102,00 | 20 | 1,530 | 6,314 |
| Цилиндрические насадные, цель- ные с торцевым зубом (ГОСТ 3752-71) | 407 | 40 | 40 | 7,90 | 7 | 0,338 | 1,283 |
| | 408 | 80 | 40 | 16,80 | 12 | 0,420 | 1,680 |
| | 409 | 120 | 40 | 29,50 | 14 | 0,632 | 2,556 |
| | 410 | 150 | 40 | 42,00 | 16 | 0,788 | 3,212 |
| Цилиндрические насадные, цель- ные (ГОСТ 3752-71) | 411 | 40 | 40 | 5,50 | 7 | 0,236 | 0,894 |
| | 412 | 80 | 40 | 14,70 | 12 | 0,367 | 1,469 |
| | 413 | 120 | 40 | 22,50 | 14 | 0,482 | 1,450 |
| | 414 | 150 | 40 | 28,00 | 15 | 0,525 | 2,141 |
| Концевые с коническим хвостови- ком, цельные (ГОСТ 4675-71) | 415 | 20 | 65 | 5,30 | 6 | 0,265 | 0,984 |
| | 416 | 40 | 65 | 14,90 | 8 | 0,559 | 2,152 |
| | 417 | 50 | 115 | 27,50 | 12 | 0,687 | 2,750 |
| | 418 | 63 | 125 | 40,50 | 14 | 0,868 | 3,510 |

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмента, руб | Число переточек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|--|-----|------------------|-------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Концевые с цилиндрическим хвостовиком, цельные (ГОСТ 17024-71) | 419 | 20 | 60 | 3,90 | 6 | 0,195 | 0,724 |
| | 420 | 40 | 80 | 12,40 | 8 | 0,465 | 1,791 |
| | 421 | 50 | 80 | 17,80 | 10 | 0,534 | 2,104 |
| Концевые для станков с ЧПУ (ГОСТ 23247-78) | 422 | 10 | 16 | 3,30 | 6 | 0,165 | 0,613 |
| | 423 | 20 | 100 | 9,00 | 8 | 0,338 | 1,300 |
| | 424 | 40 | 125 | 26,00 | 12 | 0,650 | 2,600 |
| | 425 | 50 | 180 | 37,00 | 16 | 0,693 | 2,829 |
| | 426 | 60 | 180 | 51,00 | 18 | 0,858 | 3,523 |
| Концевые цилиндрические, копирные | 427 | 14 | 32 | 2,20 | 6 | 0,110 | 0,409 |
| | 428 | 20 | 44 | 3,60 | 7 | 0,154 | 0,585 |
| | 429 | 40 | 50 | 17,20 | 10 | 0,516 | 2,033 |
| | 430 | 60 | 80 | 36,00 | 12 | 0,900 | 3,600 |
| | | 80 | 80 | 36,00 | 12 | 0,900 | 3,600 |
| Дисковые, заточиваемые, фасонные по чертежам потребителя | 431 | 50 | 20 | 9,00 | 8 | 0,337 | 1,299 |
| | 432 | 80 | 20 | 15,80 | 8 | 0,592 | 2,381 |
| | 433 | 100 | 20 | 28,00 | 10 | 0,840 | 3,309 |
| | | 60 | 60 | 79,00 | 12 | 1,975 | 7,900 |
| | 435 | 160 | 60 | 125,00 | 14 | 2,678 | 10,832 |
| | 436 | 200 | 80 | 181,00 | 18 | 3,016 | 12,383 |
| | | 200 | 80 | 181,00 | 18 | 3,016 | 12,383 |
| Прорезные (шлицевые) и отрезные | 437 | 32 | 2,0 | 0,46 | 6 | 0,023 | 0,085 |
| | 438 | 50 | 2,0 | 0,67 | 8 | 0,025 | 0,096 |
| | 439 | 80 | 2,0 | 1,20 | 8 | 0,045 | 0,173 |
| | 440 | 125 | 3,0 | 3,60 | 12 | 0,090 | 0,360 |
| | 441 | 200 | 4,0 | 13,20 | 16 | 0,247 | 1,008 |

Продолжение табл. П15

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмента, руб | Число переточки, чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|--|--|------------------|-------|------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Червячные для шлицевых валов с прямобочным профилем (ГОСТ 8027-60) | 442 | 63 | 50 | 21,00 | 12 | 0,525 | 2,100 |
| | 443 | 100 | 80 | 52,00 | 12 | 1,300 | 5,200 |
| | 444 | 125 | 125 | 105,00 | 14 | 2,250 | 9,100 |
| | 445 | 140 | 112 | 122,00 | 16 | 2,287 | 9,328 |
| Червячные для шлицевых валов с эвольвентным профилем (ГОСТ 6637-80) | 446 | 1,0 — 2,5 | 2,5 | 22,50 | 10 | 0,675 | 2,659 |
| | 447 | 3,0 — 5,0 | 5,0 | 54,00 | 12 | 1,350 | 3,400 |
| | 448 | 6,0 — 10,0 | 10,0 | 184,00 | 14 | 3,943 | 15,946 |
| | 449 | 1,0 — 1,75 | 1,75 | 33,00 | 12 | 0,825 | 3,300 |
| Червячные однозаходные для эвольвентных зубчатых колес при работе на зуборезных станках (ГОСТ 9324-80) | 450 | 2,0 — 3,0 | 3,0 | 45,50 | 14 | 0,975 | 3,943 |
| | 451 | 4,0 — 5,0 | 5,0 | 88,00 | 16 | 1,650 | 6,729 |
| | 452 | 6,0 — 9,0 | 9,0 | 111,00 | 18 | 1,850 | 8,000 |
| | 453 | 1,0 — 2,75 | 2,75 | 14,80 | 12 | 0,370 | 1,449 |
| Дисковые, зуборезные, модуль-ные (ГОСТ 10996-64) | 454 | 3,0 — 5,0 | 5,0 | 62,00 | 14 | 1,328 | 5,372 |
| | 455 | 6,0 — 10,0 | 10,0 | 196,00 | 18 | 3,266 | 13,409 |
| | 456 | 45 | 12 | 195,00 | 10 | 5,850 | 23,045 |
| Пальцевые, зуборезные, модуль-ные | 457 | 60 | 16 | 241,00 | 12 | 6,025 | 24,100 |
| | 458 | 70 | 18 | 255,00 | 14 | 5,464 | 22,099 |
| | <i>Развертки из быстрорежущих сталей</i> | | | | | | |
| Машинные, цельные с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 1672-80) | 459 | 2 | 20 | 0,30 | 3 | 0,030 | 0,097 |
| | 460 | 6 | 20 | 0,55 | 3 | 0,055 | 0,178 |
| | 461 | 10 | 30 | 1,05 | 4 | 0,079 | 0,273 |
| | 462 | 20 | 40 | 3,80 | 5 | 0,228 | 0,823 |
| | 463 | 40 | 40 | 7,00 | 6 | 0,350 | 1,300 |
| | 464 | 50 | 50 | 13,00 | 8 | 0,487 | 1,877 |

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмен- та, руб | Число перето- чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|--|-----|------------------|--------|---|-------------------------|---|---|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Машинные, цельные с коническим хвостовиком (ГОСТ 1523-65) | 465 | 10 | 16—100 | 2,30 | 3 | 0,230 | 0,747 |
| | 466 | 20 | 20—130 | 4,10 | 4 | 0,307 | 1,065 |
| | 467 | 30 | 45—110 | 9,10 | 5 | 0,546 | 1,971 |
| | 468 | 40 | 55—290 | 10,50 | 6 | 0,525 | 1,950 |
| 469 | 50 | 60—80 | 14,10 | 6 | 0,705 | 2,618 | |
| Машинные, цельные насадные (ГОСТ 1523-65) | 470 | 25 | 30—40 | 6,80 | 4 | 0,510 | 1,768 |
| | 471 | 50 | 48 | 14,10 | 5 | 0,846 | 3,055 |
| | 472 | 80 | 60 | 22,10 | 6 | 1,105 | 4,104 |
| Машинные, насадные со вставля- ми ножами (ГОСТ 883-71) | 473 | 45 | 40 | 7,85 | 8 | 0,294 | 1,133 |
| | 474 | 60 | 40 | 10,00 | 10 | 0,300 | 1,181 |
| | 475 | 90 | 50 | 14,80 | 10 | 0,444 | 1,749 |
| | 476 | 100 | 50 | 16,00 | 12 | 0,400 | 1,600 |
| Машинные насадные, оснащенные пластинами из твердого сплава | 477 | 32 | 30 | 4,05 | 5 | 0,243 | 0,877 |
| | 478 | 40 | 30 | 4,90 | 5 | 0,294 | 1,061 |
| | 479 | 50 | 40 | 5,90 | 6 | 0,295 | 1,095 |
| <i>Резцы с капайными пластинками из твердого сплава</i> | | | | | | | |
| Расточные державочные для рас- тачивания глубоких отверстий (ГОСТ 9795-73) | 480 | 6 | 6 | 0,68 | 8 | 0,025 | 0,097 |
| | 481 | 10 | 10 | 0,77 | 8 | 0,029 | 0,111 |
| | 482 | 16 | 16 | 1,00 | 10 | 0,030 | 0,118 |
| | 483 | 25 | 25 | 1,50 | 12 | 0,037 | 0,149 |
| Токарные проходные (ГОСТ 18877-73) | 484 | 10 | 10 | 1,36 | 8 | 0,013 | 0,051 |
| | 485 | 16 | 12 | 0,48 | 10 | 0,014 | 0,056 |
| | 486 | 20 | 20 | 1,10 | 12 | 0,027 | 0,109 |
| | 487 | 32 | 20 | 1,65 | 14 | 0,035 | 0,142 |

Продолжение табл. П15

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмен- та, руб | Число перето- чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|--------------------------------------|-----|------------------|-------|---|-------------------------|---|---|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Токарные 18880-73) | 488 | 16 | 10 | 0,31 | 10 | 0,009 | 0,036 |
| | 489 | 20 | 16 | 0,38 | 10 | 0,011 | 0,044 |
| | 490 | 25 | 20 | 0,80 | 12 | 0,020 | 0,080 |
| | 491 | 32 | 25 | 1,30 | 14 | 0,027 | 0,111 |
| Токарные 18882-73) | 492 | 16 | 12 | 0,65 | 10 | 0,019 | 0,076 |
| | 493 | 20 | 16 | 0,81 | 10 | 0,024 | 0,095 |
| | 494 | 25 | 20 | 1,30 | 12 | 0,032 | 0,129 |
| | 495 | 32 | 25 | 2,15 | 14 | 0,046 | |
| Токарные отрезные (ГОСТ 18884-73) | 496 | 16 | 10 | 0,35 | 10 | 0,010 | 0,040 |
| | 497 | 20 | 12 | 0,37 | 10 | 0,011 | 0,043 |
| | 498 | 25 | 16 | 0,40 | 12 | 0,010 | 0,040 |
| | 499 | 32 | 20 | 0,56 | 14 | 0,012 | 0,052 |
| Токарные резьбовые | 500 | 16 | 16 | 0,38 | 10 | 0,011 | 0,044 |
| | 501 | 20 | 12 | 0,50 | 12 | 0,012 | 0,049 |
| | 502 | 25 | 16 | 0,80 | 12 | 0,020 | 0,080 |
| | 503 | 32 | 20 | 0,95 | 14 | 0,020 | 0,082 |
| Строгальные (ГОСТ 18891-73) | 504 | 20 | 16 | 0,45 | 12 | 0,011 | 0,044 |
| | 505 | 25 | 20 | 0,75 | 14 | 0,016 | 0,064 |
| | 506 | 32 | 25 | 1,10 | 14 | 0,023 | 0,094 |
| Автоматные | 507 | 4 | 4 | 0,90 | 6 | 0,045 | 0,167 |
| | 508 | 8 | 8 | 1,10 | 6 | 0,055 | 0,204 |
| | 509 | 10 | 10 | 1,12 | 6 | 0,056 | 0,208 |
| | 510 | 12 | 12 | 1,15 | 8 | 0,043 | 0,166 |
| | 511 | 16 | 16 | 1,50 | 10 | 0,045 | 0,177 |

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмен- та, руб | Число перето- чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|---|-----|------------------|----------|---|-------------------------|---|---|
| | | диаметр | длина | | | | |
| <i>Резцы с напайками пластинами из быстрорежущих сталей</i> | | | | | | | |
| Расходные державочные для рас- тачивания глубоких отверстий (ГОСТ 10044-73) | 512 | 6 | 6 | 0,55 | 8 | 0,020 | 0,078 |
| | 513 | 10 | 10 | 0,78 | 8 | 0,029 | 0,112 |
| | 514 | 12 | 12 | 1,00 | 10 | 0,030 | 0,118 |
| | 515 | 16 | 16 | 1,50 | 12 | 0,037 | 0,149 |
| | 516 | 10 | 10 | 0,61 | 8 | 0,023 | 0,067 |
| Токарные проходные и подрез- ные (ГОСТ 18869-73) | 517 | 16 | 10 | 0,68 | 10 | 0,020 | 0,080 |
| | 518 | 16 | 16 | 0,77 | 12 | 0,019 | 0,076 |
| | 519 | 20 | 16 | 0,48 | 14 | 0,010 | 0,041 |
| | 520 | 10 | 10 | 0,63 | 8 | 0,023 | 0,090 |
| Токарные отрезные (ГОСТ 18874- 73) | 521 | 25 | 16 | 0,81 | 10 | 0,024 | 0,095 |
| | 522 | 32 | 20 | 1,00 | 12 | 0,025 | 0,100 |
| | 523 | 4 | 4 | 0,78 | 6 | 0,039 | 0,144 |
| Автоматные | 524 | 10 | 10 | 0,83 | 6 | 0,041 | 0,153 |
| | 525 | 12 | 12 | 1,25 | 8 | 0,047 | 0,180 |
| | 526 | 16 | 16 | 1,45 | 10 | 0,043 | 0,170 |
| | 527 | 20 | 12 | 0,55 | 10 | 0,016 | 0,064 |
| Строгальные (ГОСТ 18887-73) | 528 | 25 | 16 | 0,65 | 10 | 0,019 | 0,076 |
| | 529 | 32 | 20 | 1,10 | 12 | 0,027 | 0,109 |
| <i>Доляки из быстрорежущих сталей</i> | | | | | | | |
| Чашенные, зуборезные для валов и шлицевых эвольвентных отвер- стий (ГОСТ 6762-79) | 530 | 50 | 1,0—3,5 | 18,70 | 10 | 0,561 | 2,210 |
| | 531 | 75 | 2,0—3,5 | 25,30 | 10 | 0,705 | 2,777 |
| | 532 | 100 | 3,0—10,0 | 39,00 | 12 | 0,975 | 3,900 |

Продолжение табл. П15

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмен- та, руб | Число перето- чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|---|-----|------------------|------------|---|-------------------------|---|---|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Хвостовые зуборезные эвольвент- ные (ГОСТ 9323-79) | 533 | 25 | 0,3 — 0,9 | 13,60 | 5 | 0,816 | 3,354 |
| | 534 | 25 | 1,0 — 3,0 | 23,00 | 8 | 0,862 | 3,321 |
| | 535 | 38 | 3,0 — 4,0 | 46,00 | 10 | 1,380 | 5,436 |
| Дисковые зуборезные эвольвент- ные (ГОСТ 9323-79) | 536 | 40 | 0,3 — 0,9 | 16,00 | 8 | 0,600 | 2,311 |
| | 537 | 80 | 1,0 — 3,0 | 16,70 | 12 | 0,417 | 1,669 |
| | 538 | 100 | 1,0 — 6,0 | 21,00 | 12 | 0,525 | 2,100 |
| | 539 | 125 | 2,0 — 12,0 | 40,00 | 14 | 0,857 | 3,466 |
| Шевры дисковые (ГОСТ 10222- 62) | 540 | 85 | 0,3 — 0,5 | 31,00 | 10 | 0,390 | 3,663 |
| | 541 | | 0,55 — 0,9 | 28,00 | 10 | 0,600 | 3,090 |
| Шевры дисковые | 542 | 280 | 3,0 — 6,0 | 183,00 | 15 | 3,660 | 14,868 |
| | 543 | | 6,5 — 8,0 | 203,00 | 20 | 3,045 | 12,666 |
| | 544 | | 9,0 — 12,0 | 269,00 | 25 | 2,508 | 10,450 |
| Резы зубострогальные для кони- ческих колес | 545 | | 0,3 — 0,8 | 1,60 | 100 | 0,004 | 0,019 |
| | 456 | | 1,0 — 2,0 | 1,70 | 100 | 0,005 | 0,021 |
| | 547 | | 2,0 — 3,0 | 1,80 | 100 | 0,005 | 0,022 |
| | 548 | | 4,0 — 5,0 | 3,20 | 100 | 0,006 | 0,037 |
| | 549 | | 6,0 — 10,0 | 4,80 | 120 | 0,012 | 0,051 |
| <i>Протяжки из быстрорежущих сталей</i> | | | | | | | |
| Круглые | 550 | 20 | 600 | 29,30 | 12 | 0,732 | 2,929 |
| | 551 | 40 | 800 | 48,80 | 12 | 1,220 | 4,880 |
| | 552 | 60 | 900 | 51,50 | 14 | 1,103 | 4,462 |
| | 553 | 80 | 900 | 59,80 | 14 | 1,281 | 5,182 |

| Наименование инструмента по ГОСТу | Код | Основные размеры | | Цена нового инструмен- та, руб | Число перето- чек | Стоимость одной переточки, руб | Стоимость машинного времени, руб |
|---------------------------------------|-----|------------------|-------|---|-------------------------|---|---|
| | | диаметр | длина | | | | |
| Шлицевые с прямобочным про- филем | 554 | 20 | 600 | 33,90 | 12 | 0,972 | 3,889 |
| | 555 | 40 | 800 | 68,80 | 12 | 1,720 | 6,880 |
| | 556 | 60 | 900 | 72,20 | 14 | 1,547 | 6,257 |
| | 557 | 80 | 900 | 88,60 | 14 | 1,898 | 7,678 |
| Шлицевые с эвольвентным про- филем | 558 | 20 | 600 | 39,60 | 12 | 0,990 | 3,960 |
| | 559 | 40 | 800 | 62,40 | 12 | 1,560 | 6,240 |
| | 560 | 60 | 900 | 84,90 | 14 | 1,819 | 7,357 |
| | 561 | 80 | 900 | 90,20 | 14 | 1,933 | 7,817 |
| Шпоночные | 562 | 3,0 — 4,2 | 600 | 17,00 | 15 | 0,340 | 1,381 |
| | 563 | 4,3 — 6,3 | 600 | 19,05 | 15 | 0,381 | 1,547 |
| | 564 | 6,4 — 10,3 | 900 | 27,30 | 20 | 0,409 | 1,689 |
| | 565 | 10,4 — 14,3 | 900 | 31,90 | 20 | 0,478 | 1,974 |

Т а б л и ц а П 16

Круги шлифовальные из электрокорунда белого (ЭБ) зернистостью 50—16 на керамической связке прямого профиля типа ПП (ГОСТ 2424-75) [12]

| Код | Размеры Д×Н мм | Стойкость между пере- точками, ч | Полная стойкость, ч | Цена за 1 шт, руб, коп. |
|-----|-------------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| 566 | 13 | 0,04 | 1,3 | 0,01 |
| 567 | 16×25 | 0,05 | 2,0 | 0,02 |
| 568 | 40×Н13-25 | 0,05 | 2,0 | 0,04 |
| 569 | 50×Н16-20 | 0,05 | 3,3 | 0,07 |
| 570 | 63×Н16-20 | 0,05 | 4,0 | 0,10 |
| 571 | 80×Н20-25 | 0,05 | 7,3 | 0,12 |
| 572 | 100×Н20-25 | 0,05 | 9,0 | 0,23 |
| 573 | 125×Н25-32 | 0,05 | 11,0 | 0,50 |
| 574 | 150×Н40-50 | 0,05 | 11,0 | 0,90 |
| 575 | 175×Н40-50 | 0,08 | 12,0 | 1,30 |
| 576 | 200×Н40-63 | 0,15 | 80,0 | 2,00 |
| 577 | 250×Н40-63 | 0,25 | 95,0 | 3,90 |
| 578 | 300×Н40-63 | 0,25 | 95,0 | 5,40 |
| 579 | 400×Н50-80 | 0,35 | 120,0 | 11,00 |
| 580 | 500×Н80-150 | 0,25 | 120,0 | 20,50 |
| 581 | 600×Н80-150 | 0,25 | 303,0 | 30,00 |
| 582 | 900×Н80-100 | 0,25 | 437,0 | 80,00 |

Т а б л и ц а П 17

Для определения стоимости составления программ (Шуп) [6]

| Тип деталей | Код детали | Вид обработки | Стоимость составления программы, руб |
|-----------------------------------|---------------|--|---|
| Фланцы | 01 | | 6 |
| Втулки | 02 | | |
| Пиноли | 03 | Точение и шлифование | 7,50 |
| Ступенчатые валы | 04 | | |
| Шпиндели | 05 | | 18 |
| Корпусные детали | 06 | Сверление, фрезерование по плоскости, по контуру, расточивание отверстий | 18 |
| Крышки | 07 | | |
| Плиты | 08 | | |
| Вилки | 09 | | |
| Кронштейны | 10 | | |
| Торцевые кулачки | 11 | | |
| Литье с габаритами 500×500×500 | 12 | Фрезерование плоскостей и окон прямоугольной формы, сверление, наре- зание резьб, растачива- ние | 37 |

Таблица П18

Роботы, используемые для обслуживания
металлорежущих станков

| Модель робота | Основные пара- метры | Задание режима работы | Грузо- подъем- ность, кг | Вес робота, кг | Мощ- ность элект- ропри- вода, кВт | Цена руб | Габариты (шири- на × дли- на), мм |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|---|-------------|--|
| Универсал-15 | 2044 | Обучение | 15/40 | 2300 | 3 | 23000 | 1440 ×1260 |
| Универсал-60 (исполнение 60-02) | 2105 | Обучение | 60 | 2400 | 3 | 24000 | |
| Бриг-10 | 1260 | Штекерная панель | 10 | 300 | 1,2 | 9000 | |
| СМ80Ц 48.11 | ×2070 | По упорам | 80/40 | 280 | 1,6 | 8500 | |
| РС-25 | ×3100 | Обучение | 25/12,5 | 2850 | 2,3 | 25000 | |
| СМ80Ц25.01А | ×5600 | По упорам | 80 | 2220 | 3 | 23000 | |
| СМ40Ф20801 | 1200 | Обучение | 40 | 1900 | 3 | 21000 | |
| СМ160Ф2 05.01 | 1800 | Обучение | 320/160 | 6500 | 5,2 | 30000 | |

Таблица П19

Методы обработки поверхностей

| Метод обработки | Код |
|-----------------|-----|
| Точение | 01 |
| Сверление | 02 |
| Фрезерование | 03 |
| Растачивание | 04 |
| Шлифование | 05 |

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| Условные обозначения на блок-схемах алгоритмов | 5 |
| 1. Цели, критерии и методика оптимизации технологических процессов | 7 |
| 2. Оптимизация по критерию минимальной трудоемкости | 10 |
| 3. Оптимизация по критерию минимальной технологической себестоимости | 17 |
| 3.1. Структура технологической себестоимости | 17 |
| 3.2. Определение элементов себестоимости технологических операций | 18 |
| 3.3. Схемы (приемы) оптимизации по критерию технологической себестоимости | 24 |
| 4. Оптимизация капитальных вложений и приведенных затрат по критериям эффективности | 35 |
| 5. Оптимизация технологических операций по экономическим критериям с помощью ЭВМ | 41 |
| 5.1. Исходная информация, ее систематизация и кодирование | 41 |
| 5.2. Подготовка исходных данных | 43 |
| 5.3. Описание бланка исходных данных и порядок его заполнения | 44 |
| 5.4. Порядок выполнения работы по оптимизации варианта технологического процесса | 45 |
| Библиографический список | 49 |
| Приложение 1 | 50 |
| Приложение 2 | 85 |

Св. план 1985, поз. 915

*Иващенко Иван Александрович,
Мартынов Владимир Андреевич,
Косенко Иван Никифорович*

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ
ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Редактор Е. Д. Антипова
Техн. редактор Н. М. Каленюк
Корректор Н. С. Куприянова

ЕО00475. Сдано в набор 1.10.85 г.
Подписано в печать 19.09.85 г. Формат 64×80 1/16.
Бумага оберточная. Литературная гарнитура.
Высокая печать. Усл. п. л. 5,3. Уч.-изд. л. 5,0.
Т. 800 экз. Заказ 751. Цена 20 к.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С. П. Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Тип. УЭЗ КуАИ, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.