



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Экономика»

**А. А. Пучков, В. М. Быстренков, В. Ф. Соболев**

# **РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И НОРМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ ТОКАРНЫХ АВТОМАТОВ И ПОЛУАВТОМАТОВ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению технологических разделов  
курсового и дипломного проектов  
для студентов специальности 1-36 01 01  
«Технология машиностроения»  
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2009

УДК 621.9(075.8)  
ББК 34.5я73  
П90

*Рекомендовано научно-методическим советом  
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 4 от 31.03.2008 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Металлорежущие станки и инструменты» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. экон. наук *М. И. Михайлов*

**Пучков, А. А.**  
П90 Расчет режимов резания и норм времени для многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов : метод. указания по выполнению технолог. разделов курсового и диплом. проектов для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» днев. и заоч. формы обучения / А. А. Пучков, В. М. Быстренков, В. Ф. Соболев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 53 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены методы расчета режимов резания и технологические возможности многошпиндельных токарных полуавтоматов и автоматов. Изложены правила оформления технологической документации операций.

Для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» дневной и заочной формы обучения.

**УДК 621.9(075.8)**  
**ББК 34.5я73**

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2010

## Введение

Принципиальный подход к расчету режимов обработки лезвийным инструментом сводится к следующему.

Режим механообработки определяется тремя параметрами: глубиной резания, величиной подачи и скоростью резания, которые, как правило, в большинстве методов обработки устанавливается частотой вращения шпинделя станка. Глубина резания предопределяется величиной снимаемого припуска при конкретной обработке поверхности заготовки и поэтому, как правило, является исходным данным при выполнении расчета режимов резания, т.к. если технически возможно снять припуск за один переход, то это и делают, что обеспечивает более экономичную обработку поверхности. Если же оказывается, что технически невозможно снять припуск за один проход, то устанавливается минимально необходимое количество проходов, в которых снимаются необходимые величины промежуточных припусков, что опять-таки и определяет величины глубины резания при каждом проходе, т.е. глубина резания и в этом случае является исходным данным при выполнении расчета режимов обработки. При этом глубина резания ( $t$ ) устанавливается настройкой станка (или режущего инструмента) на заданный размер, который должен получиться на поверхности, подлежащей обработке.

Значения подачи и скорости резания (частоты вращения шпинделя) определяются при расчете режимов обработки (резания). При этом оборудование имеет определенные ступени частот вращения шпинделя станка, к которым необходимо «привязывать» расчетные значения частот вращения шпинделя (предопределяемых расчетными значениями скоростей резания). Универсальные токарные и сверлильные станки имеют ступени оборотных подач, а универсальные фрезерные станки - ступени минутных подач (мм/мин - миллиметров в одну минуту), к которым необходимо будет "привязывать" соответствующие расчетные значения подач. При расчете режимов резания определяют нормы времени на обработку, а также зачастую требуется проверить возможность осуществления установленного режима обработки на конкретной модели металлорежущего оборудования. Все это приводит к некоторым особенностям в принципиальном подходе к расчету режимов обработки.

Поэтому до начала расчета режимов обработки на металлорежущем оборудовании необходимо решить вопрос, на которой модели станка будет выполняться операция и, тем самым, определиться какая

схема построения операции будет реализовываться: последовательная (универсальное оборудование и, как правило, станки с ЧПУ), параллельная, параллельно-последовательная, которая характерна для многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов. Однако следует иметь в виду, что на этом оборудовании обработка ведется одновременно во всех позициях (кроме загрузочных позиций на полуавтоматах) поэтому за один цикл работы станка получается полностью обработанная одна или две (при двойной индексации) детали, что характерно для параллельной схемы построения операции, т.е. наиболее производительной.

Зная, модель станка, разрабатывается операционный эскиз обработки (или операционные эскизы по позициям), т.е. решается вопрос какова будет схема наладки на данной операции. После решения этих вопросов приступают к расчету режимов обработки на данной операции.

Следует иметь в виду, что если оборудование оснащено числовым программным управлением, то в зависимости от конкретной модели станка с ЧПУ может не потребоваться «увязка» подач и скоростей резания, т.к. они зачастую предусматривают бесступенчатое регулирование в определенных диапазонах.

Расчет режимов обработки для двухшпиндельных токарных станков с ЧПУ, практически не отличается от расчета для одношпиндельных токарных станков с ЧПУ, т.к. расчет ведется по каждому шпинделю в отдельности, а затем максимальное значение машинного времени будет, как правило, таковым и для всей операции.

Расчет режимов обработки многошпиндельных токарных автоматов имеет свою специфику, которая зависит как от модели станка, так и наладочного оснащения и исполнения станка, что и рассматривается более подробно в данном пособии. При этом рассматривается оборудование, которое наиболее часто используется на машиностроительных предприятиях г. Гомеля. В качестве нормативной информации по расчету режимов резания целесообразно использовать данные справочника [1], которые в настоящем пособии не приводятся.

# **1 Расчет режимов резания для многошпиндельных вертикальных токарных полуавтоматов**

## **1.1 Некоторые технологические возможности полуавтоматов 1Б284 и 1Б284СУ**

Станки токарные шестишпиндельные вертикальные патронные полуавтоматы 1Б284 или 1Б284СУ являются станками последовательного действия и предназначены для обработки заготовок из черных и цветных металлов в условиях крупносерийного или массового производства. На станке можно производить следующие основные переходы:

- обтачивание и растачивание цилиндрических и конических поверхностей;
- обтачивание торцовых поверхностей;
- сверление, зенкерование и развертывание отверстий.

По особому заказу станок 1Б284 может быть выполнен с удлиненной колонной для обработки более высоких деталей. В этом случае модели станка присваивается дополнительно шифр СУ.

Широкий диапазон частоты вращения шпинделей и подач позволяет выбрать наиболее рациональные режимы резания.

В зависимости от обрабатываемой детали устанавливаются следующие суппорты:

- простой вертикальный, имеющий только вертикальное перемещение;
- последовательного действия, имеющий горизонтальное и вертикальное перемещение;
- универсальный, имеющий перемещение вертикальное, горизонтальное и под углом;
- с приводом сверлильной головки, позволяющий обрабатывать отверстия, которые не располагаются на оси вращения детали.

В основном исполнении станки имеют пять рабочих и одну загрузочную позиции. Однако, по особому заказу могут быть изготовлены в двухиндексном исполнении (с двумя загрузочными позициями). При этом они могут переналаживаться на резьбу с одинарной индексацией и наоборот с одинарной на двойную. Для эффективного использования станков заготовки из чугуна должны иметь твердость не выше НВ 220...229 и припуск на сторону равный или меньше 6 мм, а из стали – твердость не выше НВ 260 и припуск равный или меньший 4 мм на сторону.

Некоторые технические характеристики станков 1Б284 и 1Б284СУ:

- наибольший диаметр заготовки, проходящий над направляющими при повороте стола – 360 мм;
- наибольшая высота устанавливаемой заготовки от верхнего торца шпинделя – 300 мм (530 мм для 1Б284СУ);
- габаритные размеры  $L \times B = 3285 \times 2987$  мм,  $H = 4015$  мм ( $H = 4245$  мм для 1Б284СУ);
- масса станка 15000 кг (15200 кг для 1Б284СУ);
- наибольший вертикальный ход любого суппорта – 200 мм;
- наладочное на рабочей подаче перемещение любого суппорта от 0 до 150 мм;
- для простого вертикального суппорта и суппорта с приводом сверлильной головки последовательность ходов – быстрый подвод, рабочая подача, быстрый отвод;
- для универсального суппорта последовательного действия – быстрый подвод суппорта, рабочая подача суппорта, рабочая подача каретки суппорта, быстрый отвод каретки суппорта, быстрый отвод суппорта. При этом поворот каретки устанавливается от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , а перемещение каретки – от 0 до 100 мм;
- каждый привод имеет привод с независимыми для каждой позиции частотами вращения, которые регулируются сменными шестернями А и Б (см. Приложение А1);
- механизм подач суппортов состоит из пяти коробок подач (по числу суппортов) и необходимая величина подачи устанавливается сменными зубчатыми колесами В, Г, Д и Е (см. Приложение А2).

## **1.2 Некоторые технологические возможности полуавтоматов 1К282 и 1283**

Станки токарные восьмишпиндельные вертикальные патронные полуавтоматические последовательного действия моделей 1К282 и 1283 предназначены для черновой и получистовой обработки заготовок из черных и цветных металлов в условиях крупносерийного и массового производства.

Заготовки устанавливаются на загрузочной позиции и последовательно перемещаются по семи рабочим позициям станка, на каждой из которых осуществляется обработка: обтачивание и растачивание цилиндрических и конических поверхностей, обтачивание торцовых

поверхностей, сверление одним или несколькими инструментами, зенкерование и развертывание отверстий.

Станки могут быть исполнены с двойной индексацией для обработки заготовок в два потока. В этом случае на станке имеются две загрузочные позиции, и каждая заготовка обрабатывается последовательно на трех рабочих позициях.

Станки выпускаются в силовом или скоростном исполнении, имеют широкие диапазоны независимых по позициям частот вращения шпинделей и оборотных подач, что позволяет устанавливать наиболее рациональные режимы обработки. При этом, если вспомогательное время на установку и снятие детали будет меньше основного машинного времени, то оно им перекрывается полностью и в норму штучного времени не включается.

В зависимости от обрабатываемой детали устанавливаются следующие суппорты:

- вертикальный – для обработок, осуществляемых только вертикальным перемещением инструмента;
- универсальный – для последовательного продольного, а затем поперечного или углового точения за счет фиксированного поворота каретки суппорта с возвратом по той же траектории;
- параллельного действия – осуществляющий обработку заготовку двумя группами инструмента, одна из которых имеет только вертикальное перемещение, а другая последовательно вертикальное и затем горизонтальное перемещения. Этот суппорт имеет наименьшую жесткость и применяется исключительно при недостатке рабочих позиций;
- с приводом сверлильной головки, применяемый при обработке нецентральных отверстий планетарными головками без остановки шпинделя соответствующей позиции;
- с расточной головкой, имеющей индивидуальный привод и предназначенной для чистовой обработки центральных отверстий диаметром от 20 до 100 мм с шероховатостью поверхностей Ra 2,5 – 1,25 мкм (в качестве инструмента применяются расточные головки);
- специальные, которые расширяют технологические возможности станков, являются модификациями универсального суппорта и позволяют выполнять обработки продольных фасонных поверхностей по копиру или конических поверхностей по конусной линейке без фиксированного положения каретки суппорта, что позволяет увеличить длину конической поверхности и уменьшить нагрузку в приводе

подач; цилиндрических поверхностей с отскоком (на 2 – 3 мм) в конце обработки с целью ликвидации рисок от отвода; одновременная обработка торцовой плоскости и конической поверхности осуществляется универсальным суппортом на ползуне (каретке суппорта) которого смонтирован дополнительный вертикальный суппорт, который при горизонтальном движении ползуна повторяет форму копира. При установке ролика возможна по копиру обработка торцовых фасонных поверхностей; растачивание сферических поверхностей за счет резца установленного в качающийся резцедержатель, соединенный с литой рамкой закрепляемой на каретке суппорта. При ходе ползуна каретки суппорта резец формирует сферическую поверхность детали.

Некоторые технические характеристики станков 1К282 и 1283:

- наибольший диаметр обрабатываемого изделия, проходящий над направляющими при повороте стола – 250 мм (модель 1К282) и 400 мм (модель 1283);

- наибольшая длина (высота от кулачков патрона) заготовки;

- наибольший ход (рабочий и ускоренный) любого из суппортов – 350 мм;

- с помощью подвижной шестерни устанавливается частота вращения каждого шпинделя на низком или высоком ряду, а конкретная ступень – с помощью сменных шестерен А и Б (см. Приложение А3), что обеспечивает независимую частоту вращения шпинделя на каждой рабочей позиции станка, а силовое или скоростное исполнение станка остается постоянным по всем позициям станка;

- с помощью электромагнитных фрикционных муфт осуществляется переключение подач с диапазона «мелкая» на – «крупная» и на оборот в каждой коробке подач, т.е. независимо для каждой рабочей подачи станка (см. Приложение А4). При этом управление муфтами осуществляется командоаппаратами рабочей позиции;

- для реализации привода многоинструментальной сверлильной головки к коробке подач соответствующей позиции присоединяется дополнительный редуктор сменное ведущее колесо которого К входит в зацепление со сменными зубчатыми колесами А привода главного движения, что обеспечивает широкий диапазон вращения шпинделя сверлильной головки (смотри Приложение А6);

- частоты вращения шпинделя расточной головки, которая имеет индивидуальный привод, устанавливаются с использованием приложения А5;

– мощность электродвигателя главного привода при его КПД 0,75 составляет 55 кВт (модель 1К282) или 100 кВт (модели 1283);

– габариты и масса станков: L = 3070 мм, В = 2945 мм, Н = 3805 мм, масса 19000 кг (модель 1К282); L = 3252 мм, В = 3065 мм, Н = 3942 мм, масса 20500 кг (модель 1283);

– силовые характеристики рабочих позиций: а) наибольший крутящий момент на шпинделе 1000 Н·м / 1300 Н·м (здесь и далее числитель характеризует модель 1К282, а знаменатель - 1283); б) предельная частота вращения шпинделя при наибольшем допустимом крутящем моменте 105 / 82 мин<sup>-1</sup>; в) наибольшая эффективная мощность на один шпиндель по 11 кВт; г) усилие на штоке цилиндра зажима изделия 28 / 23 кН; д) наибольшее допустимое тяговое усилие суппорта при величине подачи не более 1 мм на оборот шпинделя составляет 15 кН (при превышении значения подачи величина тягового усилия пропорционально снижается);

– наладочные данные суппортов универсального и параллельного действия: а) наименьший ход до изменения направления точения\* - 120 мм; б) наибольший ход ползуна (каретки суппорта) – 100 мм; в) угол поворота верхней части универсального суппорта от 0° до 360°; г) зона расположения каретки, в которой допустим наибольший ход\* - 120 – 250 мм (универсальный суппорт) и 120 – 278 мм (суппорт параллельного действия); д) зона убывающего поперечного хода суппорта\*, соответственно 250 – 350 мм и 278 – 350 мм. Примечание-\* - отсчитывается от предельного верхнего положения каретки;

– возможны следующие циклы обработки: I – быстрый подвод, мелкая подача, крупная подача, быстрый отвод; II – быстрый подвод, крупная подача, мелкая подача, быстрый отвод; III – быстрый подвод, мелкая подача, быстрый отвод; IV – быстрый подвод, крупная подача, быстрый отвод.

### 1.3 Расчет режимов резания

При выполнении курсовых и технологического раздела дипломных проектов для выявления лимитирующей по времени позиции полуавтомата целесообразно вести расчет режимов резания исходя из того, что любая из позиций может оказаться лимитирующей и поэтому для всех режущих инструментов наладки принять значения стойкости в минутах машинной работы станка равной 200 минутам, т.е.  $T_{p_i} = T_{m_i} = 200$  мин. Такое допущение справедливо т.к. на данном

оборудовании настройка частот вращения шпинделей и оборотных подач суппортов на каждой позиции станка независима от других позиций.

С учетом изложенного последовательность расчета режимов резания будет следующей [1].

- Первоначально разрабатывается схема наладки для конкретной модели станка – в каких позициях какие виды суппортов будут использованы и какое количество и каких режущих инструментов на каждом из суппортов будет задействовано для реализации обработок, предусмотренных на операционных эскизах (по каждой позиции). При этом целесообразно предусмотреть максимальное использование вертикальных и универсальных суппортов, а также последовательного действия для станков моделей 1Б284 и 1Б284СУ.

- Далее определяем длины рабочих ходов по каждому суппорту ( $j$ ) –  $L_{p.x.j} = \max L_{p.x.ji}$ ,

где  $L_{p.x.ji}$  – длина рабочего хода  $i$ -го инструмента, установленного на  $j$ -ой позиции (индексация  $j$  и  $i$  выдерживается и в дальнейшем).

Длина рабочего хода  $L_{p.x.ji} = L_{рез.ji} + y_{ji} + L_{доп.ji}$ ,

где  $L_{рез.ji}$  и  $L_{доп.ji}$  – соответственно, длина резания и дополнительного рабочего хода  $ji$  инструмента;

$y_{ji}$  – сумма подвода, врезания и перебега  $ji$  инструмента, которые выбираются по данным приведенным для точения на с. 300 [1].

- Назначаем подачи суппортов на оборот шпинделя (оборотная подача)  $S_{0j}$  в мм/об –  $S_{0j} = \min S_{0ji}$ . Значения  $S_{0ji}$  назначаются по карте Т-2 с. 22-25 [1]. Примечание - Здесь и далее делаются ссылки на карты, характеризующие обработку поверхностей заготовки не мерным режущим инструментом. В случае обработки мерным режущим инструментом необходимо использовать соответствующую информацию из карт С1 – С5 (см. с. 104 – 128 [1]).

- Уточняем значения подач суппортов  $S_{0j}$  по паспорту станка используя Приложения А2 или А4. Учитывая, что передаточное отношение сверлильной головки равно единице, то никаких пересчетов подач для суппорта со сверлильной головкой не потребуется. Привязка расчетной оборотной подачи выполняется к ближайшей меньшей, если  $Ra < 10$  мкм, а в противном случае – к ближайшей из имеющихся ступеней  $S'_{0j}$ .

- Назначаем стойкости режущих инструментов  $Tp_{ji} = T_{M_{ji}} = 200$  мин.

- Рассчитываем скорости резания  $V_{ji}$  и частоты вращения шпинделей станков  $n_{обj}$ . Для этого используя карту Т-4 (см. с. 29 – 34 [1])

определяем рекомендуемые скорости резания по нормативам  $V_{\text{табл}ji}$ , а затем и  $V_{ji} = V_{\text{табл}ji} \cdot k_{1ji} \cdot k_{2ji} \cdot k_{3ji}$ . Затем определяем частоту вращения шпинделя для каждого режущего инструмента  $n_{\text{об}ji} = \frac{1000 \cdot V_{ji}}{\pi \cdot d_{ji}}$ ,

где  $d_{ji}$  – обрабатываемый диаметр заготовки  $ji$  инструментом. После этого определяем частоту вращения шпинделей станка  $n_{\text{об}j} = \min n_{\text{об}ji}$ .

- Далее уточняем расчетные значения  $n_{\text{об}j}$  по паспорту станка  $n'_{\text{об}j}$  принимая ближайшую меньшую из имеющихся ступеней у станка используя данные Приложений А1 или А3. при этом величину расчетного значения  $n_{\text{об}j}$  целесообразно предварительно умножить на коэффициент равный 1,10 – 1,15, что позволит реализовать режим максимальной производительности станка. В случае со сверлильной головкой использовать этот коэффициент не целесообразно. Увязка расчетных с паспортными  $n'_{\text{об}j}$  частотами вращения шпинделя станка производится с использованием Приложений А5 и (или) А6.

- Рассчитываем основное время по позициям станка,  $t_{mj} = \frac{L_{\text{р.х.}j}}{S'_{\text{о}j} \cdot n'_{\text{об}j}}$ , а затем и машинное время работы станка  $t_{\text{м}}$ , которое определяется из зависимости  $t_{\text{м}} = \max t_{mj}$ .

- Уменьшение частот вращения шпинделей и подач суппортов на нелимитирующих позициях с учетом установленного машинного времени работы станка  $t_{\text{м}}$ . Для этого по нелимитирующим позициям рассчитываем частоты вращения шпинделей по зависимости

$n_{\text{ст}j} = \frac{L_{\text{р.х.}j}}{t_{\text{м}} \cdot S'_{\text{о}j}}$ . По расчетной величине  $n_{\text{ст}j}$  определяем скорость реза-

ния  $V_j = \frac{n_{\text{ст}j} \cdot d_j}{318.5}$ ,

где  $d_j$  - максимальный диаметр обработки на  $j$ -ой позиции, т.е.  $d_j = \max d_{ji}$ .

Если  $V_j \geq 45 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$  для твердосплавных инструментов и  $V_j \geq 15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$  для быстрорежущих инструментов, то по значению  $n_{\text{ст}j}$  подбирается ближайшая большая из имеющихся ступень частоты

вращения шпинделя  $n'_{стj}$  и ей соответствующие допустимые значения мощности станка  $N_j$ , величины крутящего момента  $M_{крj}$  и необходимые сменные шестерни  $A_j$  и  $B_j$  используя Приложение А1.

Если же скорости резания  $V_j$  окажутся меньше соответственно 45 и 15 м/мин, то для твердосплавных инструментов принимается  $V_j = 45 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ , а для быстрорежущих  $V_j = 15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$  и по ним определя-

ются расчетные значения  $n_{стj} = \frac{318.5 \cdot V_j}{d_j}$ , по которым подбирается

ближайшая большая ступень частоты вращения шпинделя станка  $n'_{стj}$ ,  $N_j$ ,  $M_{крj}$  и сменные шестерни  $A_j$  и  $B_j$ . Однако, в этом случае значение  $t_{mj}$  будет оставаться меньше значения  $t_m$ . «Подтягивание» к значению  $t_m$  возможно за счет уменьшения значения  $S'_{oj}$  и увеличения  $L_{п.х.j}$  (что практически обычно не делают). Для этого определяют расчетное

значение уменьшенной подачи  $S_{стj} = \frac{L_{п.х.j}}{n'_{стj} \cdot t_m}$ , по которому определя-

ют ближайшую большую из имеющихся на станке ступень оборотных подач  $S'_{стj}$  и ей соответствующие сменные шестерни  $B_j$ ,  $\Gamma_j$ ,  $D_j$ ,  $E_j$ .

Уточнение нелимитирующих позиций по времени, на которых используются суппорты со сверлильной и расточной головками обычно не производится.

- Выполняем проверочные расчеты по мощности резания и крутящему моменту. Для этого определяем по нормативам силы резания  $P_{Zji}$  в кг для каждого инструмента по карте Т-5 с.35-36 [1], а затем мощности резания каждого инструмента с использованием зависимо-

сти  $N_{резji} = \frac{P_{Zji} \cdot n'_{стj} \cdot d_{ji}}{1.95 \cdot 10^6}$  (кВт) и мощности резания по позициям на-

ладки  $N_{резj} = \sum N_{резji}$ .

Если  $N_{резj} \leq N_j$ , то проверка по мощности каждой позиции выполняется. Следует иметь в виду, что если проверки по мощности резания и крутящему моменту не выполняются, то добиваться выполнение проверок за счет снижения соответствующих скоростей резания, что приводит, как правило, к увеличению машинного времени работы

станка. Если же проверка и в этом случае не выполняется, то необходимо пересмотреть наладку станка.

Затем определяется мощность резания всей наладки с использованием зависимости  $N_{рез} = \sum_j N_{резj}$  и делается проверка  $N_{рез} \leq N_{дв} \cdot \eta$ ,

до  $N_{дв}$  где  $N_{дв}$  - мощность электродвигателя станка: для шестишпиндельных полуавтоматов может быть 22 кВт или 30 кВт при КПД равном 0,70; а для модели 1К282 – 55 кВт, модели 1283 – 100 кВт при КПД равном 0,75;  $\eta$  – КПД станка.

Для проверки станка по крутящему моменту определяются величины крутящего момента по каждому режущему инструменту

$M_{крji} = 9740 \cdot \frac{N_{резji}}{n_{стj}}$  [Н·м], а затем и по каждому шпинделю

$M'_{крj} = \sum M_{крji}$ . Если  $M'_{крj} \leq M_{крj}$ , то проверка по крутящему моменту каждой позиции выполняется. В противном случае выполняется уточнение режимов обработки, а в случае необходимости и наладки, аналогично, как и при проверке по мощности станка, т.е. в первую очередь, за счет снижения соответствующих частот вращения шпинделей станка  $n'_{стj}$ .

- После уточнения (в случае необходимости) режимов обработки определяется машинное время с учетом величины холостого хода в автоматическом режиме  $t_{xx}$ , т.е.  $t_m = t_m + t_{xx}$ .

## **2 Расчет режимов резания для многошпиндельных горизонтальных токарных полуавтоматов и автоматов**

### **2.1 Некоторые технологические возможности полуавтоматов модели 1А240П-4, 6, 8; 1Б265П-6К, 8К; 1Б290П-6К, 8К и др.**

Большинство токарных многошпиндельных полуавтоматов горизонтального типа поставляются с одинарной или двойной индексацией и, соответственно, имеют одну или две загрузочные позиции, на которых осуществляется снятие и установка штучных заготовок в течение обработки их на рабочих позициях, т.е. вспомогательное время практически полностью перекрывается основным машинным временем станка.

На станках имеется один продольный суппорт с 4, 6 или 8 гранями, на которых (кроме установочных позиций) в соответствующих

державках устанавливают режущие инструменты, выполняющие обработку заготовок в конкретных позициях станка. Продольный суппорт получает перемещение от одного кулачка, расположенного на распределительном валу станка, и через кулисный механизм обеспечивает бесступенчатое изменение (у рассматриваемых моделей станков) длины рабочего хода продольного суппорта.

Практически на всех гранях продольного суппорта могут устанавливаться так называемые скользящие (независимые) державки (перемещение которых бесступенчато осуществляется от соответствующих им кулачков) и шпиндели дополнительного вращения. В этих случаях режущие инструменты устанавливаются жестко либо на скользящих державках, либо в зажимном устройстве инструментального шпинделя дополнительного вращения. При этом сам шпиндель дополнительного вращения может устанавливаться на необходимой позиции станка либо жестко с продольным суппортом, либо на скользящей державке, т.е. аналогично, как и на автоматах (см. пункт 2.2 настоящих методических указаний).

Все шпиндели полуавтомата имеют одинаковую частоту вращения в минуту шпинделей станка  $n_{ст}$ , которые регулируются сменными шестернями А:Б и В:Г (см. Приложение Б1). В этом же приложении приведены и значения допустимых мощностей  $N$ , кВт, и крутящих моментов  $M$ , Н·м, по каждой из ступеней частот вращения шпинделей станка.

В некоторых позициях продольного суппорта могут устанавливаться инструментальные шпиндели (дополнительного вращения) как в неподвижных державках, что соответствует зависимой подаче с дополнительным вращением, так и в скользящих державках, что соответствует независимой подаче с дополнительным вращением. Инструментальный шпиндель обеспечивает получение частоты вращения в минуту установленного в нем режущего инструмента отличного от общей частоты вращения  $n_{ст}$ . Это отличие характеризуется величиной коэффициента относительного изменения частоты вращения  $R$ .

Таким образом, имеем следующую зависимость:

$$n_{ст} = \frac{n_{ин.шп.}}{R},$$

где  $n_{ин.шп.}$  - частота вращения инструментального шпинделя, которая предопределяется диаметром и необходимой скоростью резания для нормальной работы в наладке режущего инструмента, установленного в инструментальном шпинделе;

$R$  – коэффициент дополнительного вращения (для резьбонарезного инструмента без учета свинчивания резьбы).

Скорость вращения распределительного вала на рабочем ходу регулируется сменными шестернями А:В и С:Д, которые обеспечивают получение различных ступеней чисел оборотов за цикл работы автомата  $n_p$  (см. Приложение Б2). При этом, если используется инструментальный шпиндель в наладке, то  $n_p = \frac{n_{p \text{ ин.шп.}}}{P}$ , где  $n_{p \text{ ин.шп.}}$  количество (число) оборотов за цикл работы полуавтомата для инструмента установленного в инструментальном шпинделе, которое равняется длине рабочего хода деленной на величину подачи, рассматриваемого инструмента;  $P$  – коэффициент изменения количества оборотов инструмента, вызванное вращением инструментального шпинделя (для резьбонарезного инструмента с учетом навинчивания и свинчивания резьбы, а для развертывания и быстрого сверления  $P = R$ ).

Для рассматриваемых в работе горизонтальных полуавтоматов значения ступеней коэффициентов дополнительного вращения и обеспечивающих их сменных шестерен для развертывания ( $R < 1,0$ ) и быстрого сверления ( $R > 1,0$ ) приведены в Приложении Б3, а для резьбонарезания правых резьб метчиками и плашками – в Приложении Б4.

Некоторые технические характеристики полуавтоматов:

– максимальные диаметр / длина заготовки, в мм, и через дробь время холостого хода станка  $t_{x.x.}$ , в мин, для станков типоразмеров: 1А240П-4 – 200 мм/180 мм/0,0567 мин; 1А240П-6 и КА-104 – 150/165/0,05; 1А240П-8 – 120/150/0,0567; 1Б265П-6 и КСП-160, КСП6-160-354 (только с двойной индексацией) – 160(175\*)/175/0,0467 (0,04\*, при двойной индексации 0,081 мин); 1Б265П-8 и КСП8-150 – 120(150\*)/175(\* обозначены значения параметров станков специального изготовления); 1Б290П-6К (одинарная индексация), КА-318 (двойная индексация) – 200/200/0,062 (0,116 мин - КА-318); 1Б290-8К (с одинарной или двойной индексацией) – 160/200/0,062;

– ступени частоты вращения шпинделя в минуту  $n_{ст}$ , им соответствующие сменные шестерни (формализованное обозначение А:Б и В:Г), а также допустимые мощности и величины крутящих моментов приведены в Приложении Б1;

– ступени чисел оборотов за цикл работы  $n_p$ , им соответствующие сменные шестерни А:В и С:Д приведены в Приложении Б2;

– ступени дополнительного вращения для инструментальных шпинделей при развертывании и быстром сверлении  $R, P$ , им соответствующие сменные шестерни и их положение приведены в Приложении Б3, а при нарезании резьб правыми метчиками и плашками – в Приложении Б4.

Примечания:

1. При выполнении курсовых проектов и технологического раздела дипломных проектов целесообразно условно принять:

– в загрузочной позиции обработка заготовки не производится;  
– скользящие державки на первых двух рабочих позициях не ставятся;

– инструментальные шпиндели не устанавливаются только в первой рабочей позиции и в двух смежных позициях;

– величина угла поворота распределительного вала на рабочем ходу равна величине угла, для которого приведены в Приложении Б2 значения чисел оборотов за цикл работы полуавтомата  $n_p$ ;

– на каждой рабочей позиции имеется поперечный суппорт с достаточной для обработки длинной хода от индивидуального кулачка, кроме 3-й и 4-й позиций на восьмишпиндельных станках, где обработка ведется с использованием только одного кулачка, от которого ведется обработка на обеих позициях;

– нарезание резьбы не выполняется в первых трех рабочих позициях восьмишпиндельных станков, а у остальных – в первых двух.

2. Мощность главного электродвигателя станков типа 1Б290П составляет 30 кВт при КПД 0,75.

3. В Приложении Б1 для станков типа 1Б265П(КСП) приведены значения мощности  $N$ , кВт, при мощности главного электродвигателя 22 кВт (станки могут поставяться и с мощностью электродвигателя 30 кВт).

4. Масса станка с нормальными принадлежностями для типов 1Б265П(КСП) – 13,6 т для шестишпиндельных, а для восьмишпиндельных станков - 13,75 т, и для 1Б290П(КА) – 18,4 т.

5. Габариты станков  $L \times B \times H$ : для 1Б265П(КСП) - 3975×1910×2170 мм; для 1Б290П(КА) - 4325×2100×2475 мм.

6. На восьмишпиндельных полуавтоматах и автоматах применять не более трех инструментальных шпинделей, а на остальных не более двух.

## 2.2 Некоторые технологические возможности автоматов модели 1А240-4, 6, 8; 1Б265 – 4К, 6К, 8К; 1Б290-4К, 6К, 8К и др.

Горизонтальные прутковые автоматы в зависимости от конструктивного исполнения изготавливаются с 4, 6 и 8 шпинделями, каждый из которых имеет механизмы подачи и зажима пруткового материала. Все шпиндели автомата смонтированы в одном шпиндельном блоке, для поворота и фиксации в определенном положении которого имеются механизмы подъема, поворота и фиксации шпиндельного блока.

Рассматриваемые станки являются автоматами последовательного действия, т.к. принцип работы их следующий. После окончания отрезки готовой детали на рабочем ходу распределительного вала, производится его быстрый поворот, во время которого автоматически выполняются следующие действия. На шпинделе, переходящем из последней (где была выполнена отрезка детали) в первую позицию, производится разжим пруткового материала, выдвижение его на требуемую величину до упора и зажим. Шпиндельный блок приподнимается, поворачивается на определенную величину (для шестишпиндельного автомата -  $60^\circ$ ) и фиксируется в строго определенном положении, после чего распределительный вал начинает вращаться на рабочем ходу, во время которого производится обработка прутка режущими инструментами, обслуживающими эту позицию. Затем шпиндель поочередно оказывается на 2, 3 и т.д. позициях, т.е. формообразование детали производится последовательно во всех позициях, количество которых равно количеству шпинделей. В связи с тем, что заготовка имеется в каждом из шпинделей, то за один поворот распределительного вала (часть которого выполняется на медленном – рабочем ходу, а остальная часть ускоренном – холостом ходу) получается изготовленной одна деталь.

Выше описанное относится к одинарной индексации автомата. При двойной индексации действия аналогичны, но шпиндельный блок, например, для шестишпиндельного автомата поворачивается не на  $60^\circ$ , а на  $120^\circ$  и изготовление одной детали ведется на 1, 3 и 5 позициях, а второй детали – во 2, 4 и 6 позициях. Следует также отметить, что привод всех механизмов автоматов осуществляется от соответствующих кулачков, установленных на распределительном валу.

Режущие инструменты устанавливаются в соответствующих державках на поперечных и продольном суппортах. Продольный суп-

порт имеет форму многоугольника с количеством граней, равным количеству шпинделей станка, что обеспечивает возможность установки режущих инструментов для каждой позиции шпиндельного барабана. При этом на продольном суппорте могут устанавливаться как неподвижные державки, что соответствует зависимой подаче продольного суппорта, так и скользящие державки, что соответствует независимой подаче. Перемещение поперечных и продольного суппортов, так же как и скользящих державок, осуществляется от соответствующих кулачков.

Все шпиндели автомата имеют одинаковую частоту вращения в минуту шпинделей станка  $n_{ст}$ , которые регулируются сменными шестернями А:Б и В:Г (см. Приложение В1). В некоторых позициях продольного суппорта могут устанавливаться инструментальные шпиндели (дополнительного вращения) как в неподвижных державках, что соответствует зависимой подаче с дополнительным вращением, так и в скользящих державках, что соответствует независимой подаче с дополнительным вращением. Инструментальный шпиндель обеспечивает получение частоты вращения в минуту установленного в нем режущего инструмента отличного от общей частоты вращения  $n_{ст}$ . Это отличие характеризуется величиной коэффициента относительного изменения частоты вращения  $R$ , значения ступеней которых и обеспечивающее их сменные шестерни при соответствующем их расположении в станке приведены для развертывания и быстрого сверления в Приложении В3, а для правых метчиков и плашек – в Приложении В4.

Скорость вращения распределительного вала на рабочем ходу регулируется сменными шестернями А:В и С:Д, которые обеспечивают получение различных ступеней чисел оборотов за цикл работы автомата  $n_p$  (см. Приложение В2). Имеется еще целый ряд кинематических особенностей автоматов, таких как допустимые мощность и крутящий момент, которые необходимо учитывать при проектировании наладки автомата и расчете режимов резания для нее (см. Приложение В1), совместимость значений  $R$  по позициям и др., которые необходимо учитывать при проектировании наладки автомата и расчете режимов резания для нее.

Следует иметь в виду, что автоматы и горизонтальные полуавтоматы в общем отличаются друг от друга тем, что на полуавтоматах в зависимости от индексации одна или две позиции являются загрузочными (шпиндели не вращаются во время рабочего хода), на кото-

рых снимаются и устанавливаются в трехкулачковых патронах штучные заготовки, а на автоматах обработка ведется из прутка (цанговый зажим) и на всех позициях возможно формообразование соответствующих наладке поверхностей детали. В остальном, (с точки зрения расчета режимов резания) автоматы и горизонтальные полуавтоматы идентичны. Поэтому подходы и взаимосвязи устройств полуавтоматов, приведенные в подразделе 2.1 настоящего методического указания, справедливы и для автоматов.

Некоторые технические характеристики автоматов:

– минимальный остаток прутка в цанге: для станков типа 1А240 и им соответствующим КА – 60 мм; для 1Б265 – 75 мм; для 1Б290 и им соответствующем КСА – 120 мм;

– максимальный диаметр прутка, в мм, и через дробь (в знаменателе) время холостого хода станка  $t_{х.х.}$ , в мин. Для станков моделей: 1А240-4 – 50/0,0567; 1А240-6 – 40/0,05; 1А240-8 – 32/0,0567 (с одной и двойной индексацией); далее шестишпиндельные автоматы – КА-103 (только с двойной индексацией) – 50/0,085; КА-106 – 50/0,05; КА-107 (только с двойной индексацией) – 40/0,085; 1Б265-4К – 80/0,065; 1Б265-6К – 65/0,0583; 1Б265-8К – 50/0,0583 (с одной индексацией), 50/0,0783 (с двойной индексацией); 1Б290-4К и КСА4-125 – 125/0,0617; 1Б290-6К и КСА-100 – 102/0,0583; 1Б290-8К и КСА8-80 – 82/0,0567;

– ступени частоты вращения шпинделя в минуту  $n_{см}$ , им соответствующие сменные шестерни (формализованное обозначение А:Б и В:Г), а также допустимые мощности и величины крутящих моментов приведены в Приложении В1;

– ступени чисел оборотов за цикл работы  $n_p$ , им соответствующие сменные шестерни А:В и С:Д приведены в Приложении В2;

– ступени дополнительного вращения для инструментальных шпинделей при развертывании и быстром сверлении  $R$  и  $P$ , им соответствующие сменные шестерни и их положение приведены в Приложении В3, а при нарезании резьб правыми метчиками и плашками – в Приложении В4.

Примечание – При выполнении курсовых проектов и технологического раздела дипломных проектов целесообразно условно принять:

– инструментальные шпиндели и скользящие державки на первых двух позициях автомата не используются;

- инструментальные шпиндели в двух смежных позициях не используются;
- величина угла поворота распределительного вала на рабочем ходу равна величине угла, для которого приведены в Приложении В2 значения чисел оборотов за цикл работы автомата  $n_p$ ;
- длина отрезаемой детали для станков типа 1240 – до 150 мм; 1265 – до 180 мм; 1290 – до 260 мм;
- если необходимо провести зацентровку детали со стороны отрезки ее, то используя «механическую руку» в последней позиции автомата после предварительного разворота отрезанной детали в предыдущей позиции на  $180^\circ$  производится только зацентровка торца инструментом, установленным в инструментальный шпиндель (при этом деталь не вращается, что необходимо учитывать при расчете режимов резания);
- поперечные суппорты во всех позициях перемещаются от индивидуальных кулачков, кроме, как правило, восьмишпиндельных автоматов, на которых две задние позиции (3-я и 4-я) обслуживаются одним суппортом с двумя плоскостями, на которых устанавливаются режущие инструменты для работы в 3-ей и 4-ой позициях автомата.

### 2.3 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания для горизонтальных многошпиндельных токарных полуавтоматов и автоматов практически одинаков. Методика расчета изложена в карте А-1 на с. 43-47 [1], нормативные материалы по расчету режимов резания приведены для полуавтоматов в картах Т-2 – Т-5 на с. 22-36 [1] (немерный режущий инструмент), в картах С-1 – С-5 на с. 104-128 [1] (для мерного режущего инструмента) и для автоматов – в картах А-2 – А-5 на с. 61 – 72 [1].

Учитывая, что для данного оборудования машинное время определяется по формуле  $t_M = \frac{n_p}{n_{ст}} + t_{х.х.}$ , то целесообразно для повышения производительности при проектировании наладки (разработке операционных эскизов) и при расчете режимов резания стремиться к уменьшению значения ступени числа оборотов за цикл работы станка  $n_p$  с одновременным увеличением значения ступени частоты вращения шпинделя в минуту  $n_{ст}$ , т.к. время холостого хода является постоянной величиной для конкретной модели станка.

Следует, в общем, иметь в виду, что  $n_p \leq \frac{l_{p.x.}}{S_0}$ , при этом

$$S_0 = S_{ин} \cdot P,$$

где  $l_{p.x.}$  - в общем, длина рабочего хода режущего инструмента;

$S_0$  - подача на один оборот шпинделя станка;

$S_{ин}$  - подача на один оборот инструмента (для резцов дополнительное вращение не используется и поэтому  $P = 1$ , и соответственно,  $S_0 = S_{ин}$ ), величина, которой по условиям нормального резания не должна быть меньше 0,02 мм/об.

При этом для всех режущих инструментов, получающих перемещение от одного кулачка, величина  $l_{p.x.}$  принимается равной максимальной из потребных для данных инструментов, а величина  $S_0$  - минимальной. Так для всех режущих инструментов продольного суппорта с зависимой подачей, а также зависимой подачей и дополнительным вращением длина  $l_{p.x.}$  будет равна максимальной длине рабочего хода инструмента с данными видами подач, а величина подачи  $S_0$  - минимальной.

Частота вращения шпинделя станка  $n_{ст}$ , в общем, принимается исходя из минимального расчетного значения допустимых частот вращения всех режущих инструментов наладки. Поэтому, для повышения производительности оборудования и выдерживания шага резьбы обязательно используется инструментальный шпиндель и скользящая державка, т. е. используется независимая подача с дополнительным вращением. Сверла, развертки (зенкеры) зачастую приходится устанавливать в инструментальный шпиндель для того, чтобы они не оказались лимитирующими по частоте вращения для станка, т.к.  $n_{ст} \leq \frac{n_{0ин}}{R}$ , где  $n_{0ин}$  - расчетное значение частоты вращения инструмента.

Исходя, из равенства приведенного выражения, определяется расчетное значение коэффициента дополнительного вращения  $R_{расч.}$ , которое привязывается к ближайшей большей ступени  $R$ , имеющейся на станке.

Использование скользящей державки в рассматриваемом случае, т.е. независимой подачи с дополнительным вращением, в ряде случаев целесообразно, когда длина рабочего хода инструмента  $l_{p.x.ин.}$  существенно превышает  $l_{p.x.}$  инструментов продольного суппорта с зависимой подачей.

Поэтому, в общем, предварительно выбрав модель станка и разработав операционные эскизы на операцию целесообразно выполнять расчеты для всех инструментов (кроме резбонарезных) при работе их с зависимой подачей, а затем для мерного инструмента, рассмотреть возможность снижения  $t_M$  за счет использования инструментальных шпинделей и скользящих державок.

Исходя, из вышеизложенного, рекомендуется следующая последовательность расчета режимов резания наладок многошпиндельных токарных автоматов (см. с. 43-47 [1]):

1. Разрабатываются операционные эскизы по позициям, и намечается предварительная наладка станка на рассматриваемую операцию, т.е. целесообразность использования по позициям скользящих державок и инструментальных шпинделей, исходя из возможностей конкретного станка.

2. Определяются длины рабочих ходов для продольного и поперечных суппортов. При этом для рассматриваемых станков определять подъемы кулачков не требуется, т.к. длины рабочих ходов суппортов за счет соответствующих кулисных механизмов регулируются бесступенчато. Первоначально определяются длины рабочих ходов всех режущих инструментов наладки  $l_{p.x.i} = l_{рез.i} + y_i + L_{доп.i}$  (значения  $y$  см. в Приложении 3 на с. 300 [1]). По каждому поперечному суппорту устанавливаются длины их рабочих ходов  $l_{поп.j}$ , которые равняются максимальным значениям  $l_{p.x.i}$  инструментов установленных на поперечном суппорте, обслуживающем  $j^{yo}$  рабочую позицию станка. Для 3-й и 4-й позиций (восьмишпиндельные станки)  $l_{поп.j}$  равны большему значению из них.

Для продольного суппорта определяется длина его рабочего хода  $l_{пр.}$ , равная максимальному значению из всех режущих инструментов, установленных на продольном суппорте, имеющих зависимую подачу (с дополнительным вращением или без него). При этом, если один из режущих инструментов имеет существенно большую величину, чем другой с ближайшей большей величиной подачи, то для него (первого) целесообразно предусмотреть установку на скользящую державку и соответственно уточнить (уменьшить) значение  $l_{пр.}$ .

Для позиций, на которых используются скользящие державки, определяются значения длин рабочих ходов  $l_{нез.j}$  аналогично, как и по поперечным суппортам, т.е. равных максимальному значению  $l_{p.x.i}$  из

установленных на скользящей державке, обслуживающей  $j^{ю}$  позицию продольного суппорта станка.

3. Назначаются подачи суппортов. Определяются подачи, которые допускают нормативы, для всех режущих инструментов наладки  $S_{0i}$ , в мм на оборот шпинделя станка, кроме инструментов с дополнительным вращением. Для них аналогично определяются подачи  $S_{инji}$ , которые имеют размерность – мм на оборот режущего инструмента. При этом для полуавтоматов используются нормативные материалы, приведенные в карте Т-2 на с. 22 – 25 [1], а для автоматов – в карте А-2 на с. 51 – 59 [1].

Величина подачи продольного суппорта  $S_{пр}$  режущих инструментов с зависимой подачей определяется, как минимальная из всех  $S_{0i}$ , установленных на продольном суппорте. Аналогично определяются подачи по каждому поперечному суппорту  $S_{попj}$  (для восьмишпиндельных станков  $S_{попj=3} = S_{попj=4}$  и равна минимальной из всех режущих инструментов  $S_{0i}$ , установленных на суппорте 3-й и 4-й позиций). Для мерного инструмента продольного суппорта с независимой подачей (установленных на скользящих державках) и без дополнительного вращения (не используется инструментальный шпиндель) определяются подачи  $S_{нез,j}$  как минимальная из установленных в  $j$ -ой позиции инструментов  $S_{0i}$  с данным приводом подач.

Для инструментов продольного суппорта с независимой подачей и дополнительным вращением определяются по каждой позиции значения подач  $S_{инj}$  как минимальные из имеющихся на данной позиции (как правило, это комбинированный инструмент) режущих инструментов с данным видом подач. Затем определяется расчетное значение коэффициента дополнительного вращения из зависимости

$$P_{pj} = \frac{S_{пр}}{S_{инj}}. \text{ Расчетное значение } P_{pj} \text{ привязывается к ближайшему}$$

большому значению ступени  $P_j$  с использованием Приложений Б3 и В3. Данные инструменты в следующем пункте расчета режимов резания не участвуют, т.к. не будут лимитирующими по числу оборотов за цикл работы станка  $n_p$ .

4. Определяем число оборотов шпинделя станка за цикл работы его  $n_p$ . Для этого определяем расчетные значения чисел оборотов за

цикл для поперечных суппортов  $n_{p.p.j} = \frac{l_{\text{поп.j}}}{S_{\text{поп.j}}}$ , а затем и по продольно-  
му суппорту  $n_{p.пр} = \frac{l_{\text{пр}}}{S_{\text{пр}}}$ , а также  $n_{p.нез.j} = \frac{l_{\text{нез.j}}}{S_{\text{нез.j}}}$ . Расчетное значение  
числа оборотов шпинделя за цикл его работы  $n_{p.p} = \max(n_{p.p.j}, n_{p.пр.}, n_{p.нез.j})$ . По значению  $n_{p.p.}$  определяется ближайшая большая ступень  $n_p$  и сменные шестерни А:В и С:D необходимые для осуществления ступени  $n_p$ . При этом, если одно из максимальных расчетных значений ( $n_{p.p.j}, n_{p.пр.}, n_{p.нез.j}$ ) окажется на 10–15 % больше максимального из оставшихся, то целесообразно рассмотреть возможность снижения значения  $n_p$  за счет использования для лимитирующего по  $n_p$  режущего инструмента скользящей державки с дополнительным вращением или без него, либо изменения самой наладки станка (в том числе, если лимитирующий инструмент поперечного суппорта).

После принятия окончательного значения  $n_p$  выполняем расчет (уточнение) фактических величин подач по каждому режущему инструменту наладки, кроме резбонарезного, т. к. для резбонарезания используется независимая подача с дополнительным вращением и, так называемый, укороченный кулачок для закусывания резьбы (на 2–3 первые нитки), а дальнейшее формообразование резьбовой поверхности осуществляется за счет «самонавинчивания» режущего резьбового инструмента на обрабатываемую поверхность.

5. Определяем частоту вращения шпинделей станка  $n_{ст}$ . Для всех режущих инструментов наладки принимаем их стойкость  $T_p = T_m = 150$  мин и определяем их скорости резания  $V_i$  рекомендуемые нормативами с использованием данных карты Т-4 на с. 29–34 [1] по резцам или карты С-4 на с. 115–123 [1] по мерному режущему инструменту для полуавтоматов и для автоматов карты А-4 на с. 61–70 [1].

Затем по определенным  $V_i$  и известным диаметрам обработки  $d_i$  каждого инструмента вычисляем расчетные значения частот вращения инструментов  $n_{обі}$  по зависимости  $n_{обі} = 318,5 \cdot \frac{V_i}{d_i}$ . Используя значения  $n_{обі}$  всех инструментов с подачей без дополнительного вра-

щения определяем минимальную частоту вращения их  $n_{об}$ , т.е.  $n_{об} = \min(n_{обi})$ . При этом, если минимальное значение  $n_{обi}$  отличается более чем на 10 – 15 % от следующего меньшего значения  $n_{обi}$ , то для первого  $i$ -го инструмента целесообразно рассмотреть возможность использования дополнительного вращения и тем самым увеличить значение  $n_{об}$ .

По значению  $n_{об}$  определяется как ближайшая по значению ступень частоты вращения шпинделей станка  $n_{ст}$ , используя данные Приложений Б1 и В1, а также и характеристики данной ступени – шестерни А:Б и В:Г, N и M. Для инструментов с дополнительным вращением определяются расчетные значения коэффициентов дополнительного вращения  $R_j$  для позиций продольного суппорта -

$R_j = \frac{n_i}{n_{ст}}$ . Если на позиции комбинированный инструмент с дополни-

тельным вращением, то в качестве  $n_i$  используется меньшее значение.

По значению  $R_j$  принимается ближайшая меньшая из имеющихся ступень дополнительного вращения с ее характеристикой по Приложениям Б3 и Б4, а также В3 и В4. Если окажется, что  $P_j \geq R_j$ , то принимается  $R_j = P_j$ . Если  $P_j < R_j$ , то для быстрого сверления и развертывания потребуется корректировка ступени  $n_{ст}$ . Для этого оп-

ределяем расчетную величину  $n_{об} = n_{ст} \cdot \frac{P_j}{R_j}$  и по ней уточняем значение

ступени  $n_{ст}$ . Затем принимается  $R_j = P_j$ .

Для резбонарезного инструмента принятому значению (ступени)  $R_j$  соответствует конкретное значение  $P_j$ , которое, как правило, по величине оказывается больше значение  $P_j$ , определенному в пункте 3. Поэтому можно еще на ступень уменьшить значение  $R_j$  (что повысит стойкость инструмента) и принять ему соответствующее значение  $P_j$ .

6. Выполняем проверочные расчеты по мощности и крутящему моменту. Для этого первоначально уточняем фактические значения скоростей резания всех  $V_{\phi i}$  режущих инструментов наладки по принятой ступени  $n_{ст}$ , т.е. используя, в общем, зависимость  $V_{\phi i} = \frac{n_{ст} \cdot d_i}{318,5}$ .

Затем (используя фактические значения подач и скоростей резания) выполняют расчеты для токарных автоматов с использованием данных карты А-5 на с.70-72 [1], а для токарных полуавтоматов с ис-

пользованием карты Т-5 на с. 35, 36 [1] для резцов или карт С-5 и С-6 на с. 124-128 [1] для мерного инструмента.

При этом, для автоматов выполняем в следующей последовательности расчеты:

– определяем по нормативам (карта А-5) требуемую мощность  $N_{рез.i}$  для каждого инструмента, предварительно определив значения  $N_{табл.}$  и коэффициент  $K_N$ , а затем по соответствующим формулам  $N_{рез.i}$ ;

– определяем суммарную величину мощности резания  $N_{рез.}$  при одновременной работе всех режущих инструментов, т.е.  $N_{рез.} = \sum N_{рез.i}$ ;

– выполняем проверку по мощности двигателя, т.е. по допустимой мощности  $N$ , кВт, ступени частоты вращения шпинделя станка  $n_{ст}$  рассчитываемой наладки  $N_{рез.} \leq N$ . При этом, если  $N_{рез.} > N$ , то потребуется снижение значения  $n_{ст}$  исходя из следующих соображений

–  $n_j = n_{ст} \cdot \frac{N}{N_{рез.}}$  – по значению  $n_j$  принимается ближайшее

меньшее или большее значение (исходя из конкретных значений ступеней  $N$  конкретной модели автомата) ступени  $n_{ст}$  и фактически расчеты повторяются с начала пункта 6. Следует иметь в виду, что на нескольких ступенях малых частот вращения шпинделей станка наблюдается снижение допустимой мощности с уменьшением частоты вращения шпинделей. В этом случае целесообразно рассмотреть выдерживание неравенства  $N_{рез.} \leq N$  за счет снижения величин оборотных подач инструментов, т.е. принятие ближайшей большей по значению ступени  $n_p$  по сравнению с той, что была определена в пункте 4, и повторить расчеты, начиная с пункта 4;

– определяем значения крутящих моментов  $M_{кр.i}$  режущих инструментов наладки (кроме разверток и резбонарезного инструмента) с использованием следующих зависимостей:

$$\text{для резцов и зенкеров - } M_{кр.i} = \frac{30,6 \cdot N_{рез.i} \cdot d_i}{V_i} [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

$$\text{для сверл - } M_{кр.i} = 10 \cdot N_{табл.} \cdot K_N [\text{Н} \cdot \text{м}];$$

– определяем суммарную величину крутящего момента  $M_{кр} = \sum M_{кр.i}$ ;

– выполняем проверку по допустимой величине крутящего момента  $M$  принятой ступени частоты вращения шпинделя станка  $n_{ст}$  с использованием неравенства  $M_{кр.} \leq M$ . Если это неравенство не выполняется, то необходимо уменьшить значение  $n_{ст}$  на одну или две ступени.

Для полуавтоматов выполняем расчеты в следующей последовательности:

– определяем по нормативам силы резания  $P_{Zi}$  для резцов по карте Т-5 (см. с. 35, 36 [1]);

– рассчитываем мощности резания по каждому инструменту (кроме разверток и резьбонарезного инструмента)  $N_{рез.i}$  по данным карты С-6 для мерного инструмента, а для резцов с использованием

зависимости  $N_{рез.i} = \frac{1}{1.95 \cdot 10^6} \cdot P_{Zi} \cdot n_{ст} \cdot d_i$ , кВт;

– определяем суммарную величину мощности резания  $N_{рез.}$  и выполняем проверку  $N_{рез.} \leq N$  аналогично, как и для автоматов. При этом, для полуавтоматов ряда 1Б290П на всех ступенях частот вращения шпинделя станка допустимая мощность постоянна по величине и равна 22,5 кВт;

– рассчитываем значение крутящего момента  $M_{кр.}$  всей наладки с использованием зависимости  $M_{кр.} = \frac{9740 \cdot N_{рез.}}{n_{ст}}$  [Н · м];

– выполняем проверку по допустимой величине крутящего момента  $M$  принятой ступени частоты вращения шпинделя станка  $n_{ст}$  с использованием неравенства  $M_{кр.} \leq M$  (аналогично, как и для автоматов). При этом, для полуавтоматов ряда 1Б290П данная проверка не проводится.

7. Определяем время цикла работы станка:

$$t_M = \frac{n_p}{n_{ст}} + t_{х.х.}$$

### **3 Нормирование операции, выполняемой на многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах**

На большинстве предприятий применяется одновременное обслуживание многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов наладчиком и автоматчиком. Поэтому расчет нормы времени на

изготовление одной детали на данном оборудовании исполнителями (наладчиком и автоматчиком) должен учитывать это.

Так обычно, наладчик, кроме работ, связанных с наладкой станка, осуществляет смену и подналадку инструмента, проверку правильности выполнения операции, состояние работающего станка, а автоматчик выполняет все работы по оперативному обслуживанию работающего станка.

Часть работ исполнителей осуществляется при остановленном станке (наладка и подналадка станка – неперекрываемое время) и учитывается при определении нормы времени на изготовление детали. Значительная часть работ, выполняемых исполнителями, осуществляется во время изготовления деталей (перекрываемое время). Оно не влияет на производительность станка, но определяет загрузку исполнителей и поэтому при многостаночном обслуживании станков наладчиками и автоматчиками должно быть также нормировано.

Однако, на машиностроительных предприятиях зачастую ограничиваются укрупненным расчетом штучно-калькуляционного времени на операцию исходя из так называемой загрузки автоматчика, определяющей его сдельную расценку оплаты труда (у наладчика – повременная оплата труда). В этом случае используется следующая методика расчета с использованием нормативных материалов [2], которая рекомендуется и для использования в учебном процессе.

Зная, время цикла работы станка  $t_M$ , оно принимается за норму оперативного времени  $T_{оп}$ . Затем определяются:

– время на обслуживание рабочего места по карте 45, лист 2, с. 224 – для рассматриваемого оборудования (позиции 59-61): на четырехшпиндельном станке  $T_{об} = 0,08 \cdot T_{оп}$ ; на шестишпиндельном -  $T_{об} = 0,09 \cdot T_{оп}$  и на восьмишпиндельном -  $T_{об} = 0,10 \cdot T_{оп}$ ;

– время перерывов на отдых и личные надобности по карте 46, с. 236 при механическом характере подачи (позиция 13)  $T_{от} = 0,04 \cdot T_{оп}$ ;

– норма штучного времени  $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от}$ ;

– подготовительно-заключительное время на партию деталей по карте 65, с. 254 для одношпиндельных токарных полуавтоматов, что для многошпиндельных станков будет эквивалентно настройке режущих инструментов, обслуживающих один шпиндель, как правило, число которых (инструментов) не превышает пяти. Поэтому  $T_{п.з.i} = 17 \text{ мин}$ , если все инструменты обеспечивают точность свыше

0,2 мм и среди них нет резьбонарезного;  $T_{п.з.i} = 22$  мин (если один «точный» или резьбонарезной инструмент);  $T_{п.з.i} = 27$  мин (если два таких инструмента) и если из пяти – шести инструментов будет три «точных» инструмента, то условно, можно принять  $T_{п.з.i} = 33$  мин. Общее значение  $T_{п.з.}$  на партию деталей определяется по зависимости

$$T_{п.з.} = \sum_{i=1}^n T_{п.з.i} + 10, \text{ где } n - \text{ количество позиций (шпинделей) станка;}$$

10 – время на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки;

– норма штучно-калькуляционного времени (на одну деталь)

$$T_{шт.к.} = \frac{480}{480 - T_{п.з.}} \cdot T_{шт.}, \text{ считая что партия деталей для одновременно-}$$

го запуска в производство обрабатывается за одну смену;

– норма подготовительно-заключительного времени на одну деталь  $T'_{п.з.} = T_{шт.к.} - T_{шт.}$

Время наладчика и автоматчика, затрачиваемое на изготовление деталей, в зависимости от сложности детали и типа станка составляет около 25%-15% времени работы станка [3]. Поэтому, укрупнено в учебном процессе можно считать, что при многостаночном обслуживании и небольших объемах партий деталей для одновременного запуска в производство, за наладчиком целесообразно закреплять 2-3 станка, а за автоматчиком 4-6 станков.

В случае определения количества деталей для одновременного запуск в производство  $n$ , что характерно для учебного процесса, после определения нормы подготовительно-заключительного времени на партию деталей определяется величина штучно-калькуляционного времени с использованием зависимости  $T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}$ , а затем и норма подготовительно-заключительного времени на одну деталь.

#### **4 Оформление технологической документации на операции, выполняемые на многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах**

В соответствии с ГОСТ 3.1404-86 операционная карта на обработку резанием с применением многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов оформляется с использованием форм 11 и 11а,

либо форм 10 и 10а с дополнением их картами эскизов КЭ формы 7а ГОСТ 3.1105-84 [4].

В учебном процессе допускается оформление технологической документации с использованием методического указания № 2808 [4] и следующих дополнений.

При заполнении данных по автоматной и полуавтоматной токарной операции в маршрутной карте (ГОСТ 3.1118-82, формы 1 и 1а) информации, приведенной в [6] вполне достаточно.

При оформлении карты эскизов (КЭ ГОСТ 3.1105-84, форма 7а) на одном листе целесообразно размещать до четырех операционных эскизов с указанием к каким позициям они относятся (например «Позиция 3» над соответствующим эскизом). При том, для полуавтоматов на установочной позиции указываются все размеры и требования, которые получаются после выполнения данной операции, без их нумерации. На всех рабочих позициях выполняется сквозная нумерация размеров всей операции. Для автоматов в последней отрезной позиции к нормально оформленному операционному эскизу в дополнение проставляются на нем «под \*» все размеры и требования, которые получены после выполнения всей операции, и схема базирования на данной операции.

При оформлении операционной карты (ОК, ГОСТ 3.1404-86, формы 3 и 3а) рекомендуется полная запись переходов. Сокращенная запись перехода допустима в том случае, когда на операционном эскизе «не просматривается» размер, который получается после выполнения данного перехода. Например, на многошпиндельном автомате подрезается торец прутка.

Вводится дополнительно к таблице 1 [6] обозначение служебного символа содержания информации строки «D» - условно дополнительная информация по номерам позиций, суппортам, наладочным параметрам режимов обработки. Так запись переходов по каждой позиции начинается со служебного символа D перед номером строки операционной карты, в строке которого записывается «Позиция», «продольный суппорт» (для горизонтальных станков), либо вид суппорта (вертикальный, универсальный и т.д. для вертикальных полуавтоматов).

Для вертикальных полуавтоматов на первой (загрузочной) позиции в операционной карте записывается:

D – Позиция 1.

O – 1. Установить и снять деталь.

Для горизонтальных полуавтоматов записывается:

D -  $n_p = \dots$ ; сменные шестерни A= $\dots$ ; B= $\dots$ ; C= $\dots$ ; D= $\dots$

$n_{cm} = \dots$ ; сменные шестерни A= $\dots$ ; B= $\dots$ ; V= $\dots$ ; Г= $\dots$

Позиция 1

О – 1. Установить и снять деталь

Т – Патрон ... (шифр, ГОСТ); кулачки (3) спец.

Для автоматов в операционной карте записывается:

D -  $n_p = \dots$ ; сменные шестерни A= $\dots$ ; B= $\dots$ ; C= $\dots$ ; D= $\dots$

$n_{cm} = \dots$ ; сменные шестерни A= $\dots$ ; B= $\dots$ ; V= $\dots$ ; Г= $\dots$

Позиция 1. Продольный суппорт.

О – содержание перехода (полная запись);

Т – Державка спец., режущий инструмент, измерительный инструмент.

Р – режим обработки на данном переходе (см. с. 33 [6]).

Примечание – Записи под служебными символами «О, Т, Р» проводятся (повторяются) по каждому переходу (режущему инструменту), выполняемому на данной позиции продольного или поперечного суппорта, но перед записью переходов, выполняемых с поперечного суппорта отдельной строкой под служебным символом D делается запись «Поперечный суппорт».

Все последующие рабочие позиции автоматов и горизонтальных полуавтоматов оформляются аналогично, как и первая позиция автоматов. Однако, если на позиции продольного суппорта используется скользящая державка, то после соответствующего перехода под служебным символом Т записывается «Скользящая державка спец.», а если используется инструментальный шпиндель, то необходимо на данной позиции под служебным символом Т указать это. Например, если на позиции  $n$  выполняется резбонарезание метчиком или плашкой на токарном полуавтомате модели 1Б290П-6К или автомате модели КСП8-80 (см. соответственно Приложения Б4 или В4), то на данной позиции продольного суппорта будет записано:

« D – Позиция  $n$ . Продольный суппорт.

Инструментальный шпиндель R = 0,335; P = 0,186; Д = 65; E=61; Ж = 68; З=43 (либо вместо Д, E, Ж, З будет записано для полуавтоматов K, L, M, N, а для автоматов k, l, m, n)» и далее запись по символам О, Т, Р аналогично, как и на позиции 1 продольного суппорта автомата.

В каждой рабочей позиции для вертикальных полуавтоматов в операционной карте под служебным символом D записываются зна-

чения частот вращения шпинделя станка  $n_{cmj}$  и им соответствующие сменные шестерни А и Б, получающие вращение от низкого ряда или высокого ряда для полуавтоматов модели 1К282 и 1283. при этом силовое или скоростное исполнение для данных моделей станков указывается в графе 53 (см. с. 33 [4]) операционной карты вместе с моделью станка (например силовое исполнение 1К282). Под этим же символом D записывается вид суппорта, обслуживающего данную позицию, а также значение оборотной подачи и ей соответствующие сменные шестерни В, Г, Д, Е.

В учебном процессе целесообразна повторная запись значений  $n_{cm}$  и  $S_o$  под служебными символами D и P.

В связи с выше изложенным по вертикальным полуавтоматам, в общем, для рабочей позиции, выполняемой на полуавтоматах модели 1283 и 1К282, запись будет иметь следующий вид:

D – Позиция  $n$ . Вертикальный (или ...) суппорт;  $n_{cm} = \dots$  от низкого ряда или высокого ряда; А=...; Б=...;  $S_o = \dots$ ; В=...; Г=...; Д=...; Е=...

И далее под служебными символами O, T, P делаются необходимые записи по переходам, выполняемым на данной рабочей позиции вертикального полуавтомата так же как и для многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов горизонтального типа.

## П Р И Л О Ж Е Н И Я

### Приложение А1

(справочное) –

Механика главного движения частот вращения шпинделя в ми-  
нуту  $n_{ст}$  станков  
модели 1Б284 и 1Б284 СУ

Номер ступени	Число зубьев сменного зубчатого колеса		Частота вращения шпинделя, мин <sup>-1</sup>	Наибольший $M_{кр}$ на одном шпинделе, Н·м	Наибольшая мощность шпинделя по слабому звену, кВт
	А	Б			
1	18	61	20,0	1400	3,70
2	20	60	22,4	1400	4,15
3	22	59	25,0	1400	4,62
4	24	57	28,0	1400	5,20
5	26	55	31,5	1400	5,80
6	28	53	35,5	1400	6,55
7	30	50	40,0	1400	7,40
8	32	48	45,0	1400	7,40
9	34	46	50,0	1400	7,30
10	36	43	56,0	1250	7,30
11	39	41	63,0	1120	7,30
12	41	39	71,0	1100	7,30
13	43	36	80,0	900	7,30
14	46	34	90,0	800	7,30
15	48	32	100,0	710	7,30
16	50	30	112,0	630	7,30
17	53	28	125,0	560	7,30
18	55	26	140,0	500	7,30
19	57	24	160,0	450	7,30
20	59	22	180,0	400	7,30
21	60	20	200,0	355	7,30
21	61	18	224,0	315	7,30

Примечание – Нормально шпиндели должны иметь частоту вращения  $\leq 80$  мин<sup>-1</sup>. На частоту вращения свыше 80 мин<sup>-1</sup> до 140 мин<sup>-1</sup> можно настраивать для одновременной работы не более трех шпинделей. В учебном процессе использовать большую частоту вращения шпинделя не рекомендуется. Длительность поворота стола 3,4 с или 0,06 мин. КПД станка 0,7. Суммарная допустимая мощность на всех шпинделях при мощности главного электродвигателя 22 кВт составляет 15,4 кВт, а при мощности главного привода 30 кВт составляет 21 кВт (станки поставляются по заказу с мощностью главного электродвигателя 22 или 30 кВт).

Приложение А2  
(справочное)-  
Механика подач (в мм на 1 оборот шпинделя  $S_0$ ) станков  
модели 1Б284 и 1Б284СУ

Номер ступени	Число зубьев сменного зубчатого колеса			Подача на оборот шпинделя, мм/об
	В/Г	Д	Е	
1	22/59	22	59	0,080
2	22/59	24	57	0,090
3	22/59	26	55	0,100
4	22/59	28	53	0,112
5	22/59	30	50	0,125
6	22/59	32	48	0,140
7	22/59	34	46	0,160
8	22/59	36	43	0,180
9	22/59	39	41	0,200
10	22/59	41	39	0,224
11	22/59	43	36	0,250
12	22/59	46	34	0,280
13	22/59	48	32	0,315
14	22/59	50	30	0,355
15	22/59	53	28	0,400
16	22/59	55	26	0,450
17	22/59	57	24	0,500
18	22/59	59	22	0,560
19	22/59	60	20	0,630
20	22/59	61	18	0,710
21	59/22	28	53	0,800
22	59/22	30	50	0,900
23	59/22	32	48	1,000
24	59/22	34	46	1,120
25	59/22	36	43	1,250
26	59/22	39	41	1,400
27	59/22	41	39	1,600
28	59/22	43	36	1,800
29	59/22	46	34	2,000
30	59/22	48	32	2,240
31	59/22	50	30	2,500
32	59/22	53	28	2,800
33	59/22	55	26	3,150
34	59/22	57	24	3,550
35	59/22	59	22	4,000
36	59/22	60	20	4,500
37	59/22	61	18	5,000

Примечание – Наибольшее допустимое усилие резания на суппорте не должно превышать 8 кН. Припуск при обработке стальных деталей не более 4 мм на сторону, чугуновых – не более 6 мм на сторону.

Приложение А3  
(справочное)-

Механика главного движения (частот вращения шпинделя  
в минуту  $n_{ст}$ ) станков модели 1К282 и 1283

Число зубьев сменного зубчатого колеса		Силовое исполнение				Скоростное исполнение			
		1К282		1283		1К282		1283	
А	Б	н.р.	в.р.	н.р.	в.р.	н.р.	в.р.	н.р.	в.р.
19	46	42	132	28	91	66	207	43	134
20	45	45	143	31	98	71	223	46	145
21	44	49	153	33	100	77	239	49	155
22	43	52	164	36	105	82	256	53	166
23	42	56	176	38	113	88	274	57	178
24	41	60	188	41	121	93	293	61	190
25	40	64	201	44	129	99	313	65	203
26	39	68	214	47	138	106	334	69	217
27	38	72	228	50	147	113	356	74	231
28	37	77	243	53	157	121	379	77	246
29	36	82	259	57	167	128	404	83	262
30	35	88	276	60	178	137	429	88	279
31	34	93	293	64	189	145	457	95	297
32	33	99	312	68	201	155	486	100	316
33	32	105	332	72	214	164	517	107	336
34	31	112	353	77	227	175	550	114	357
35	30	119	375	82	242	186	585	121	380
36	29	127	399	88	257	198	622	129	404
37	28	135	425	93	274	211	662	137	430
38	27	144	452	99	291	224	704	146	458
39	26	153	482	105	310	239	752	155	488
40	25	164	514	112	331	255	802	166	521
41	24	175	549	120	353	272	856	177	556
42	23	187	587	128	382	291	915	189	592
43	22	200	628	137	410	312	980	202	635
44	21	214	-	147	-	334	-	217	-
45	20	230	-	158	-	359	-	233	-
46	19	248	-	170	-	386	-	250	-

Примечание – н.р. низкий ряд, в.р. – высокий ряд.

Приложение А4  
(справочное)-  
Механика подач (в мм на 1 оборот шпинделя  $S_0$ ) станков  
модели 1К282 и 1283

Число зубьев сменного зуб- чатого колеса			Силовое исполнение				Скоростное исполнение			
			1К282		1283		1К282		1283	
В/Г	Д	Е	мел- кая	круп- ная	мел- кая	круп- ная	мел- кая	круп- ная	мел- кая	круп- ная
31/79	30	66	0,064	0,17	0,094	0,25	0,041	0,11	0,064	0,17
31/79	32	64	0,071	0,19	0,101	0,27	0,046	0,12	0,070	0,18
31/79	34	62	0,078	0,20	0,114	0,30	0,050	0,13	0,077	0,20
31/79	36	60	0,085	0,22	0,124	0,33	0,055	0,14	0,081	0,22
31/79	38	58	0,093	0,24	0,136	0,36	0,060	0,16	0,092	0,24
31/79	40	56	0,102	0,27	0,148	0,39	0,065	0,17	0,100	0,26
31/79	42	54	0,111	0,29	0,161	0,42	0,071	0,19	0,109	0,29
31/79	44	52	0,120	0,32	0,175	0,46	0,077	0,20	0,119	0,31
31/79	46	50	0,131	0,34	0,191	0,50	0,084	0,22	0,129	0,34
31/79	48	48	0,142	0,37	0,210	0,55	0,091	0,24	0,140	0,37
31/79	50	46	0,154	0,41	0,225	0,57	0,099	0,26	0,153	0,40
31/79	52	44	0,168	0,44	0,245	0,64	0,108	0,28	0,166	0,44
31/79	54	42	0,183	0,48	0,266	0,70	0,117	0,31	0,180	0,47
31/79	56	40	0,199	0,52	0,290	0,76	0,128	0,34	0,197	0,52
31/79	58	38	0,217	0,57	0,316	0,83	0,139	0,37	0,214	0,56
31/79	60	36	0,237	0,62	0,345	0,91	0,152	0,40	0,234	0,62
31/79	62	34	0,259	0,68	0,374	0,99	0,166	0,44	0,256	0,67
31/79	64	32	0,281	0,75	0,412	1,09	0,182	0,48	0,281	0,75
31/79	66	30	0,313	0,82	0,456	1,20	0,200	0,53	0,309	0,81
79/31	30	66	0,420	1,10	0,612	1,61	0,269	0,71	0,414	1,09
79/31	32	64	0,462	1,22	0,673	1,77	0,296	0,78	0,456	1,20
79/31	34	62	0,506	1,33	0,749	1,94	0,325	0,85	0,500	1,32
79/31	36	60	0,554	1,45	0,807	2,12	0,355	0,94	0,547	1,44
79/31	38	58	0,605	1,59	0,882	2,32	0,388	1,02	0,572	1,57
79/31	40	56	0,659	1,74	0,961	2,53	0,423	1,11	0,651	1,72
79/31	42	54	0,718	1,89	1,046	2,76	0,460	1,21	0,710	1,87
79/31	44	52	0,781	2,06	1,139	3,00	0,500	1,32	0,771	2,03
79/31	46	50	0,849	2,24	1,233	3,26	0,545	1,43	0,839	2,21
79/31	48	48	0,923	2,43	1,346	3,54	0,572	1,55	0,912	2,40
79/31	50	46	1,003	2,64	1,463	3,85	0,643	1,69	0,991	2,61
79/31	52	44	1,091	2,87	1,590	-	0,700	1,84	1,077	2,84
79/31	54	42	1,187	3,13	1,730	-	0,749	2,00	1,172	3,09
79/31	56	40	1,292	3,40	1,884	-	0,829	2,18	1,276	3,36
79/31	58	38	1,409	3,71	2,054	-	0,904	2,38	1,391	3,67
79/31	60	36	1,538	4,05	2,242	-	0,987	2,60	1,519	4,00
79/31	62	34	1,683	-	2,454	-	1,080	2,84	1,662	-
79/31	64	32	1,846	-	2,691	-	1,181	3,12	1,823	-
79/31	66	30	2,031	-	2,960	-	1,302	3,43	2,006	-

**Приложение А5**  
(справочное)-

**Частота вращения шпинделя расточной головки для станков  
модели 1К282 и 1283**

Диаметр сменного шкива, мм		Обороты шпинделя головки в минуту при частоте вращения электро- двигателя, об/мин (N = 1,1 кВт)	
на электродвигателе	на шпинделе	1500	3000
80	200	600	1200
120	180	1000	2000
134	160	1250	2500
150	150	1500	3000

**Приложение А6**  
(справочное)-

**Частота вращения шпинделя в минуту сверлильной головки  
для станков модели 1К282 и 1283**

Сменное зубчатое колесо		1К282		1283	
А	К	Низкий ряд	Высокий ряд	Низкий ряд	Высокий ряд
19	46	38	120	25	79
20	45	41	129	27	85
21	44	44	139	29	91
22	43	47	149	31	98
23	42	51	159	33	105
24	41	54	170	36	112
25	40	58	182	38	120
26	39	62	194	41	128
27	38	66	207	43	136
28	37	70	220	46	145
29	36	74	234	49	154
30	35	79	249	52	164
31	34	84	265	56	175
32	33	90	282	59	186
33	32	95	300	63	198
34	31	101	319	67	210
35	30	108	339	71	223
36	29	115	361	76	238
37	28	122	384	81	253
38	27	130	409	86	270
39	26	139	436	91	287
40	25	148	465	97	306
41	24	158	497	104	327
42	23	169	531	111	350
43	22	181	569	119	374
44	21	194	-	128	-
45	20	208	-	137	-
46	19	224	-	148	-

Приложение Б1  
(справочное) –

Механика главного движения (частота вращения шпинделя  
в минуту  $n_{cm}$ ) станков  
модели 1А240П-4, 1А240П-6 (КА-104), 1А240П-8; 1Б265-6К,  
КСП6-160,  
КСП6-160-354, 1Б265П-8К, КСП8-150; 1Б290П-6К (КА-318),  
1Б290П-8К

Все КА-104 и 1А240П		1А240П-4			1А240П-6, КА-104			1А240П-8		
А:Б	В:Г	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм
54:30	49:35	1280	6,5	49,1	1610	10,7	63,9	-	-	-
45:35	52:32	1165	7,0	58,9	1450	11,2	73,6	-	-	-
47:37	52:32	1048	7,0	63,8	1310	11,5	84,4	-	-	-
47:37	49:35	902	7,5	78,5	1140	11,9	100,0	1440	11,0	74,6
45:39	49:35	820	8,0	88,3	1030	12,2	113,0	1308	11,5	83,4
39:45	52:32	714	8,0	108,0	900	12,5	132,4	1140	11,5	95,2
39:45	49:35	615	8,0	122,6	780	12,7	156,0	932	12,0	110,0
37:47	49:35	560	8,0	137,3	705	12,8	174,0	893	12,0	121,0
35:49	49:35	508	8,0	157,0	640	13,0	193,3	810	12,5	139,4
37:47	45:39	460	8,0	172,0	580	13,1	216,0	735	13,0	147,0
28:56	52:32	412	8,5	191,3	520	13,2	242,0	658	13,0	167,0
32:52	45:39	360	8,5	221,0	455	13,3	280,0	575	13,0	136,0
39:45	35:49	314	8,5	255,0	395	13,4	323,0	500	13,0	216,0
37:47	35:49	285	8,5	284,5	360	13,5	357,0	455	13,0	235,0
32:52	37:47	246	8,5	334,0	310	13,5	417,0	392	13,5	275,0
32:52	35:49	223	8,7	373,0	280	13,5	461,0	356	13,5	304,0
37:47	28:56	200	8,7	412,0	250	13,5	516,0	318	13,5	343,0
35:49	28:56	181	8,7	461,0	2280	13,5	565,0	290	14,0	373,0
32:52	28:56	156	8,7	530,0	196	13,6	665,0	249	14,0	432,0
37:47	22:62	141	8,7	588,6	178	13,6	736,0	225	14,0	481,0
35:49	22:62	128	8,7	647,0	163	13,6	798,0	205	13,5	530,0
32:52	22:62	110	8,7	755,0	140	13,6	927,0	177	13,0	608,0
30:54	22:62	100	9,0	834,0	126	13,6	1030,0	159	12,5	677,0
28:56	22:62	90	9,0	932,0	112	13,6	1158,0	143	12,0	755,0
26:58	22:62	80	9,0	1050,0	101	12,0	1148,0	128	11,5	834,0
24:60	22:62	72	8,5	1109,0	91	11,0	1156,0	115	11,0	932,0
22:62	22:62	63	7,5	1109,0	80	10,0	1226,0	101	11,0	1078,0

Продолжение приложения Б1

Все КСП и 1Б265П		1Б265П-6К, КСП6-160, КСП-160-354			1Б265П-8К, КСП8-150			1Б290П-6К и КА-318 1) 1Б290П-8К (2)			
a:b	c:d	$n_{cm}$	N, кВт	M, Н·м	$n_{cm}$	N, кВт	M, Н·м	A:B	C:D	$n_{cm}$ (1)	$n_{cm}$ (2)
45:40	52:36	1160*	14,2	119,6	-	-	-	42:42	52:32	-	806
45:40	51:37	-	-	-	1290*	10,53	79,5	42:42	50:34	-	729
45:40	49:39	1010*	15,5	149,1	1176*	11,87	98,3	42:42	49:35	617	694
45:40	47:41	924*	16,2	170,2	1072*	12,89	117,1	42:42	45:36	588	661
45:40	44:44	805	17,1	206,5	936*	14,38	149,6	42:42	47:37	560	630
45:40	41:47	700	17,8	246,3	814	15,64	187,1	42:42	46:38	534	600
45:40	39:49	642	18,2	275,4	745	16,27	212,7	42:42	45:39	509	572
45:40	37:51	585	18,5	308,5	679	16,90	242,4	42:42	44:40	485	545
45:40	35:53	532	18,9	345,5	618	17,84	201,1	42:42	43:41	462	520
45:40	32:56	460	19,2	405,7	535	18,24	332,0	42:42	42:42	441	496
45:40	30:58	416	19,3	452,6	484	18,71	376,4	42:42	41:43	420	472
45:40	28:60	376	19,5	505,1	437	18,86	420,3	42:42	40:44	401	451
45:40	26:62	338	19,6	566,0	-	-	-	42:42	39:45	380	429
45:40	24:64	302	19,8	638,6	-	-	-	42:42	38:46	362	409
45:40	22:66	269	20,0	723,4	-	-	-	42:42	37:47	345	390
45:40	21:67	253	20,1	773,0	-	-	-	42:42	36:48	329	-
22:63	51:37	-	-	-	400	18,94	461,1	42:42	35:49	313	354
22:63	49:39	-	-	-	365	19,10	509,6	42:42	34:50	298	337
22:63	47:41	-	-	-	333	19,18	561,1	42:42	33:51	283	-
22:63	44:44	249	20,1	786,2	291	19,30	644,5	42:42	32:52	270	305
22:63	41:47	217	20,0	896,4	254	19,50	747,2	42:42	31:53	256	290
22:63	39:49	198	19,0	934,3	232	19,70	828,0	42:42	30:54	243	275
22:63	37:51	181	17,9	961,5	211	19,00	876,0	42:42	29:55	231	261
22:63	35:53	165	16,9	996,0	192	17,90	908,0	42:42	28:56	219	248
22:63	32:56	142	15,4	1054,2	166	16,30	953,0	42:42	27:57	207	235
22:63	30:58	129	14,0	1058,8	150	14,90	969,0	42:42	26:58	196	222
22:63	28:60	116	13,2	1107,0	136	13,20	945,0	42:42	25:59	186	210
22:63	26:62	104	12,0	1127,8	122	12,20	971,0	42:42	24:60	175	198
22:63	24:64	93	11,1	1157,5	109	11,20	1000,0	42:42	23:61	165	187
22:63	22:66	83	10,0	1171,1	97	9,96	1000,0	42:42	22:62	155	176
22:63	21:67	78	9,4	1168,3	-	-	-	42:42	21:63	146	165
								42:42	20:64	137	155
								20:64	39:45	119	134
								20:64	37:47	108	122
								20:64	35:49	98	110
								20:64	32:52	84	95
								20:64	30:54	76	86
								20:64	28:56	69	77
								20:64	26:58	62	69
								20:64	24:60	55	62
								20:64	22:62	49	55
								20:64	20:64	43	48

Примечание - \* - быстроходное исполнение; для станков 1Б290П-6К, КА-318 и 1Б290П-8К величина N = 22,5 кВт на всех ступенях  $n_{cm}$ , а проверка по крутящему моменту не выполняется.

Приложение Б2  
(справочное) –

Ступени чисел оборотов за цикл работы ( $n_p$ ) полуавтоматов  
модели 1А240П-4, 6, 8; 1Б265П-6К, КСП6-160, КСП6-160-354,  
1Б265П-8К, КСП8-150; 1Б290П-6К, КА-318, 1Б290П-8К

<b>1Б290П-6К (1), КА-318 (1), 1Б290-8К (2), все автоматы 1Б290-4К, 6К, 8К и КСА4, 6, 8 (3)</b>				
<b>A:B</b>	<b>C:D</b>	<b><math>n_p</math> (1)</b>	<b><math>n_p</math> (2)</b>	<b><math>n_p</math> (3)</b>
<b>E:F</b>	<b>G:H</b>			
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
54:21	64:28	35,5	39,3	24
53:22	64:28	37,8	42,5	26
52:23	64:28	40,8	45,3	28
54:21	59:33	45,3	50,9	31
53:22	59:33	48,4	54,4	34
52:23	59:33	51,5	58,0	36
54:21	54:38	57,0	64,1	39
53:22	54:38	60,9	68,4	42
52:23	54:38	64,9	73,0	45
54:21	49:43	71,1	80,0	50
53:22	49:43	75,9	85,3	53
52:23	49:43	80,9	90,9	56
54:21	43:49	92,3	103,8	64
53:22	43:49	98,5	110,8	69
52:23	43:49	105,0	118,1	73
54:21	38:54	115,1	129,5	80
53:22	38:54	122,9	138,2	86
52:23	38:54	131,0	147,3	91
54:21	33:59	144,9	162,9	101
53:22	33:59	154,6	178,9	108
52:23	33:59	164,8	185,3	115
54:21	28:64	185,2	208,3	130
53:22	28:64	197,7	222,3	138
23:52	64:28	206,1	231,8	144
52:23	28:64	210,6	236,9	147
22:53	64:28	219,6	247,0	153
21:54	64:28	234,4	263,6	164
23:52	59:33	263,5	296,3	184
22:53	59:33	280,7	315,8	196
21:54	59:33	299,6	337,0	209
23:52	54:38	331,5	372,9	232
22:53	54:38	353,2	397,3	247
21:54	54:38	377,0	424,1	263
23:52	49:43	413,3	465,0	289
22:53	49:43	440,4	495,4	308
21:54	49:43	470,1	528,9	329
23:52	43:49	536,7	603,8	375
22:53	43:49	571,9	643,4	400
21:54	43:49	610,5	686,8	427

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
23:52	38:54	669,3	753,0	468
22:53	38:54	718,2	802,3	499
21:54	38:54	761,3	856,4	533
23:52	33:59	842,1	947,4	589
22:53	33:59	897,3	1009,5	600
21:54	33:59	957,8	1077,5	670
23:52	28:64	1076,6	1211,2	753
22:53	28:64	1147,2	1290,5	803
21:54	28:64	1224,5	1377,5	857

Примечание – Значение (1) при  $n_p$  соответствует шестишпindelным полуавтоматам, (2) – восьмишпindelным, а (3) – автоматам 1Б290-4К, 6К, 8К и КСА4, 6, 8-125, 100, 80.

Продолжение приложения Б2

1А240П-4, 6, 8, КА104;1А240-4, 6, 8; КА103, 106, 107			1Б265П-6К (1) и (2), КСП6-160 (1), КСП6-160-0354 (4); 1Б265П-8К (3) и (4), КСП8-150 (3) и (4)					
A:B	C:D	$n_p$	A:B g:h	C:D e:f	$n_p$ (1)	$n_p$ (2)	$n_p$ (3)	$n_p$ (4)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
62:22	57:27	24	40:24	55:22	-	-	51	85
60:24	57:27	27	40:24	54:23	66	78	54	91
58:26	57:27	30	40:24	51:26	79	98	65	109
56:28	57:27	34	40:24	49:28	89	104	73	122
54:30	57:27	37	40:24	47:30	99	116	81	136
51:33	57:27	44	40:24	44:33	116	137	95	160
49:35	57:27	48	40:24	42:35	130	152	106	178
47:37	57:27	53	40:24	40:37	144	169	117	197
44:40	57:27	62	40:24	39:38	151	178	124	208
42:42	57:27	68	40:24	37:40	168	197	137	231
40:44	57:27	75	40:24	35:42	186	219	152	256
37:47	57:27	86	40:24	33:44	207	243	170	285
35:49	57:27	95	40:24	30:47	244	286	199	335
62:22	27:57	107	24:40	55:22	-	-	141	237
60:24	27:57	121	24:40	54:23	-	-	150	253
58:26	27:57	135	24:40	51:26	-	-	180	303
56:28	27:57	151	24:40	49:28	-	-	202	339
54:30	27:57	168	24:40	47:30	275	324	225	379
51:33	27:57	196	24:40	44:33	323	380	265	445
49:35	27:57	316	24:40	42:35	359	422	294	494
47:37	27:57	238	24:40	40:37	399	469	326	548
44:40	27:57	275	24:40	39:38	420	459	344	579
42:42	27:57	302	24:40	37:40	465	548	381	641
40:44	27:57	332	24:40	35:42	517	608	423	712
37:47	27:57	384	24:40	33:44	574	676	470	790
35:49	27:57	423	24:40	30:47	676	794	553	929
33:51	27:57	468	24:40	28:49	-	-	617	-
30:54	27:57	545	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы Б2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
28:56	27:57	605	-	-	-	-	-	-
26:58	27:57	675	-	-	-	-	-	-

Примечание – Значения (1) и (3) при  $n_p$  соответствуют одинарной индексации станка, а (2) и (4) – двойной индексации.

Приложение Б3  
(справочное) –

Ступени дополнительного вращения для развертывания и быстрого сверления (R=P)  
полуавтоматов модели 1А240П-4, 1А240П-6, КА-104, 1А240П-8,  
1Б265П-6К,  
КСП6-160, КСП6-160, КСП6-160-354, 1Б265П-8К, КСП8-150;  
1Б290П-6К, КА-318, 1Б290П-8К

1Б290П-6К, КА-318			1Б290П-8К			1Б265П-6К, КСП6-160-354, КСП6-160			1Б265П-8К, КСП8-150		
R=P	Z <sub>см</sub> схема Г, Д	Z <sub>см</sub> схема А, Б	R=P	Z <sub>см</sub> схема Г, Д	Z <sub>см</sub> схема А, Б	R=P	m	:m	R=P	m	:m
0,00	48Г	-	0,00	42Г	-	0,00	43	-	0,000	41	-
0,04	32Д	-	0,12	48Г	-	0,19	53	-	0,145	48	-
0,10	54Г	-	0,22	54Г	-	0,22	55	-	0,255	55	-
0,11	35Д	-	0,30	60Г	-	0,41	73	-	0,293	58	-
0,20	60Г	-	0,31	38Д	-	1,00	-	-	0,370	65	-
0,21	38Д	-	0,37	42Д	-	1,59	-	:73	0,438	73	-
0,29	42Д	-	0,40	70Г	-	1,78	-	:55	1,000	-	-
0,38	48Д	-	0,45	48Д	-	1,81	-	:53	1,533	-	:77
0,45	54Д	-	0,51	54Д	-	2,00	-	:43	1,562	-	:73
0,50	60Д	-	0,56	60Д	-	2,20	-	:36	1,673	-	:65
1,00	-	-	0,62	70Д	-	2,48	-	:29	1,700	-	:58
1,50	-	60Б	1,00	-	-				1,745	-	:55
1,56	-	54Б	1,38	-	70Б				1,855	-	:48
1,62	-	48Б	1,44	-	60Б				1,959	-	:46
1,71	-	42Б	1,49	-	54Б				2,000	-	:41
1,79	-	38Б	1,55	-	48Б				2,140	-	:36
1,80	-	60А	1,60	-	70А				2,280	-	:32
1,91	-	54А	1,63	-	42Б						
2,00	-	48А	1,70	-	60А						
2,14	-	42А	1,78	-	54А						
2,26	-	38А	1,87	-	48А						
2,38	-	35А	2,00	-	42А						
2,50	-	32А	2,10	-	38А						
2,65	-	29А	2,20	-	35А						
2,84	-	26А	2,31	-	32А						
3,00	-	24А									

Продолжение приложения Б3

1А240П-4			1А240П-6, КА-104			1А240П-8		
R=P	E	Ж:З	R=P	E	Ж:З	R=P	E	Ж:З
0,0	36	-	0,000	48	-	0,000	51	-
0,2	45	-	0,200	60	-	0,055	54	-
0,3	52	-	0,262	65	-	0,100	56	-
0,4	60	-	0,304	69	-	0,150	60	-
0,5	75	-	0,351	74	-	0,250	66	-
0,6	90	-	0,400	80	-	0,320	75	-
1,0	-	-	0,466	90	-	0,430	90	-
1,8	-	2:45	1,000	-	-	1,000	-	-
1,9	-	1:60	1,533	-	1:90	1,680	-	2:75
2,0	-	2:36	1,800	-	1:60	1,850	-	2:60
2,2	-	1:45	2,000	-	1:48	2,000	-	2:51
2,5	-	1:36	2,300	-	1:42	2,300	-	2:41
2,8	-	1:30	2,500	-	2:42	2,500	-	2:34
			2,700	-	2:37			
			3,030	-	2:31			

Примечание – В графе Ж указан 1 или 2 ряд установки шестерни 3.

Приложение Б4

(справочное) –

Ступени дополнительного вращения для правых метчиков и  
плашек (R и P)

горизонтальных полуавтоматов

1А240П-4, 6, 8; КА-104				1Б290П-6К, КА-318 (при $Z_{cm} = 48$ ); 1Б290П-8К (при $Z_{cm} = 42$ )			
R	Д:Е	Ж:З	P	R	Д:Е К:L	Ж:З М:N	P
0,1100	61:48	47:45	0,0316	0,018	77:49	48:63	0,014
0,1600	63:46	44:48	0,0944	0,082	75:51	52:59	0,052
0,2051	65:44	41:51	0,1243	0,140	73:53	56:55	0,088
0,3184	68:41	35:57	0,1909	0,194	71:55	60:51	0,123
0,4629	68:41	30:62	0,2349	0,243	69:57	64:47	0,161
				0,290	67:59	66:45	0,179
				0,364	65:61	70:41	0,216
				0,376	63:63	73:38	0,247
				0,414	61:65	73:38	0,250
				0,450	59:67	75:36	0,260
				0,483	57:69	77:34	0,282
				0,516	55:71	79:32	0,291

Продолжение приложения Б4

1Б265П-6К, КСП6-160; КСП6-160-354				1Б265П-8К, КСП-150			
R	Д:Е i:r	Ж:З k:l	P	R	Д:Е i:r	Ж:З k:l	P
0,324	60:54	59:35	0,202	0,176	60:54	56:38	0,137
0,325	60:54	61:33	0,220	0,205	59:55	56:38	0,146
0,370	58:56	61:33	0,225	0,236	58:56	56:38	0,159
0,410	56:58	63:31	0,245	0,258	57:57	56:38	0,166
0,450	54:60	65:29	0,266	0,285	56:58	57:37	0,179
0,510	52:62	67:27	0,295	0,310	55:59	60:34	0,208
0,544	49:65	70:24	0,324	0,333	54:60	61:33	0,222
0,588	46:68	72:22	0,342	0,357	53:61	62:32	0,234
0,645	42:72	72:22	0,300	0,376	52:62	63:31	0,245
				0,400	51:63	64:30	0,257
				0,420	50:64	65:29	0,268
				0,445	49:65	66:28	0,281
				0,460	48:66	67:27	0,293
				0,488	47:67	68:26	0,306
				0,500	46:68	69:25	0,315
				0,533	44:70	70:24	0,325
				0,552	43:71	71:23	0,337
				0,568	42:72	72:22	0,350

Примечание – В случае использования «самораскрывающегося» резбонарезного инструмента значение Р принимается равным R и используются ступени, приведенные в настоящем приложении.

**Приложение В1**  
**(справочное) –**

**Механика главного движения (частота вращения шпинделя в**  
**минуту  $n_{cm}$ ) автоматов**

**модели 1А240-4, 6, 8; КА-103, 106, 107; 1Б265-4К, 6К, 8К;**

**1Б290-4К, 6К, 8К;**

**КСА4-125, КСА6-100, КСА8-80**

Все КА и 1А240		1А240-4			1А240-6, КА-103, КА-106, КА-107			1А240-8		
А:Б	В:Г	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм
39:45	52:32	-	-	-	1600	7,0	42,2	-	-	-
39:45	49:35	1230	7,7	59,8	1380	7,7	54,0	1730	6,9	35,3
37:47	49:35	1120	8,4	71,6	1255	7,7	58,9	1570	7,3	42,2
35:49	49:35	1050	8,4	78,5	1140	8,4	71,6	1425	7,6	51,0
37:47	45:39	920	8,4	88,3	1035	8,4	78,5	1293	7,8	58,9
28:56	52:32	825	8,4	98,1	925	8,4	88,3	1158	8,0	68,7
32:52	45:39	720	9,8	128,0	808	8,4	101,0	1010	8,4	72,8
39:45	35:49	628	9,8	147,0	704	9,8	131,5	880	8,5	81,9
37:47	35:49	570	9,8	167,0	640	9,8	147,0	800	8,6	98,1
32:52	37:47	490	9,8	196,0	550	9,8	172,0	690	8,6	118,0
32:52	35:49	445	10,5	226,0	500	9,8	196,0	625	8,7	132,4
37:47	28:56	400	10,5	245,0	447	10,5	226,0	560	8,8	147,2
35:49	28:56	362	10,5	284,0	406	10,5	250,0	509	8,9	167,0
32:52	28:56	312	11,2	343,0	349	10,5	294,0	438	8,9	196,2
37:47	22:62	282	11,2	383,0	316	11,2	338,0	397	9,0	216,0
35:49	22:62	257	11,2	412,0	288	11,2	377,0	361	9,0	245,3
32:52	22:62	222	11,2	481,0	248	11,2	437,0	310	9,1	275,0
30:54	22:62	200	11,2	540,0	223	11,2	491,0	280	9,1	196,0
28:56	22:62	180	11,0	588,6	201	11,2	540,0	252	9,2	253,0
26:58	22:62	160	9,7	588,6	180	11,0	588,6	225	9,2	392,0
24:60	22:62	144	8,6	588,6	162	9,7	588,6	202	9,3	441,0
22:62	22:62	125	7,5	588,6	142	8,6	588,6	178	8,4	491,0

Примечание – Для станков 1А240 допускается кратковременная (до 30% длительности цикла) нагрузка, превышающая на 50% указанную в таблице.

Продолжение приложения В1

Все 1Б265		1Б265-4К			1Б265-6К			1Б265-8К		
А:Б	В:Г	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Н·м	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Н·м	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Н·м
45:40	61:27	-	-	-	1590	6,3	37,8	-	-	-
45:40	58:30	-	-	-	1360	8,3	58,0	1810	14,5	76,5
45:40	56:32	1025	15,6	145,2	1230	9,3	72,0	1640	15,4	89,8
45:40	53:35	885	16,7	180,5	1065	10,6	95,2	1420	16,6	111,8
45:40	51:37	810	17,3	204,1	970	11,3	111,4	1290	17,1	126,5
45:40	49:39	735	17,8	231,5	885	12,6	135,8	1176	17,7	143,2
45:40	47:41	670	18,2	260,0	808	14,0	165,5	1072	18,2	161,9
45:40	44:44	585	18,7	306,1	704	16,2	219,6	936	18,8	192,3
45:40	41:47	510	19,2	361,0	614	18,1	281,3	814	19,4	227,6
45:40	39:49	465	19,4	399,3	560	18,7	319,6	745	19,7	253,1
45:40	37:51	425	19,6	440,5	510	18,9	353,3	679	20,0	280,6
45:40	35:53	386	19,8	489,5	465	19,0	390,7	618	20,1	311,0
45:40	32:56	334	20,0	570,9	400	19,3	460,0	535	20,4	364,9
45:40	30:58	302	20,1	635,7	364	19,4	509,3	484	20,6	406,1
45:40	28:60	274	20,3	706,3	-	-	-	437	20,9	457,1
22:63	53:35	-	-	-	332	19,5	560,7	-	-	-
22:63	51:37	251	20,4	776,0	301	19,7	623,6	400	21,1	505,2
22:63	49:39	228	20,5	800,3	276	19,7	584,8	365	21,3	557,2
22:63	47:41	208	20,7	948,8	252	19,9	754,0	333	21,5	618,0
22:63	44:44	182	20,8	1092,2	219	20,2	880,9	291	21,8	711,2
22:63	41:47	159	20,9	1258,0	191	20,5	1026,1	254	26,9	814,7
22:63	39:49	145	18,9	1216,4	174	20,3	1116,4	232	27,7	836,8
22:63	37:51	132	17,7	1278,2	159	19,1	1145,8	211	25,8	859,4
22:63	35:53	120	16,7	1326,3	145	18,0	1188,0	192	24,3	890,7
22:63	32:56	104	15,2	1392,0	125	16,3	1246,9	166	22,0	934,9
22:63	30:58	94	13,9	1414,6	113	15,0	1267,5	150	20,2	950,6
22:63	28:60	85	12,3	1389,1	102	13,2	1236,1	136	17,9	927,1
22:63	26:62	77	11,4	1438,1	92	12,2	1270,4	122	16,5	952,6
22:63	24:64	68	10,4	1458,7	82	11,2	1307,7	109	15,1	981,0
22:63	22:66	61	9,3	1455,7	73	10,0	1304,7	97	13,5	981,0

Продолжение Приложения В1

Все КСА и 1Б290		КСА4-125, 1Б290-4К			КСА6-100, 1Б290-6К			КСА8-80, 1Б290-8К		
А:Б a:b	В:Г c:d	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм	$n_{cm}$	$N$ , кВт	$M$ , Нм
42:42	42:42	507,0	19,91	36,81	-	-	-	-	-	-
42:42	41:43	484,0	20,02	39,52	-	-	-	-	-	-
42:42	40:44	461,0	20,12	42,41	658,0	21,0	29,1	-	-	-
42:42	39:45	439,0	20,67	45,85	628,0	21,0	31,4	706	7,3	10,1
42:42	38:46	419,0	20,82	48,85	598,0	21,0	34,8	673	8,1	11,8
42:42	37:47	399,0	20,91	51,03	570,0	21,0	36,1	642	8,7	13,2
42:42	36:48	380,0	21,10	54,02	543,0	21,0	37,8	611	9,4	15,0
42:42	35:49	362,0	21,20	57,03	517,0	21,0	39,7	582	10,0	16,8
42:42	34:50	345,0	21,33	59,98	492,0	21,0	41,1	554	10,5	18,9
42:42	33:51	326,0	21,41	62,52	468,0	21,0	43,8	527	11,1	20,1
42:42	32:52	312,0	21,52	67,16	445,5	21,0	46,2	502	11,7	22,9
42:42	31:53	295,0	21,61	71,24	423,5	21,0	48,9	477	12,2	25,7
42:42	30:54	282,0	21,69	74,90	402,0	21,0	51,0	453	13,0	28,1
42:42	29:55	267,0	21,82	79,51	382,0	21,0	53,5	430	13,6	31,9
42:42	28:56	253,0	21,94	84,11	362,0	21,0	56,7	408	14,2	34,1
42:42	27:57	240,0	21,98	89,23	343,0	21,0	59,9	386	14,8	37,5
42:42	26:58	227,0	22,03	94,50	324,5	21,0	63,4	365	15,4	41,3
42:42	25:59	214,0	22,09	100,83	307,0	21,0	69,1	345	15,5	46,1
42:42	24:60	202,0	22,16	106,30	289,5	21,0	71,0	326	15,5	49,4
42:42	23:61	191,0	22,19	114,91	273,0	21,0	75,2	307	16,5	54,5
42:42	22:62	180,0	22,22	120,21	257,0	21,0	79,8	290	17,4	58,9
42:42	21:63	163,0	22,30	131,43	241,0	21,0	85,4	272	17,9	64,4
42:42	20:64	158,0	22,34	137,68	226,0	21,0	90,9	259	18,3	70,4
20:64	40:44	144,0	22,38	152,04	205,5	21,0	99,1	-	-	-
20:64	39:45	137,0	22,40	159,21	196,0	21,0	104,8	221	19,3	86,1
20:64	38:46	131,0	22,42	167,05	187,0	21,0	110,1	210	19,4	90,7
20:64	37:47	125,0	22,45	174,89	178,0	21,0	115,5	200	19,5	94,8
20:64	36:48	119,0	22,47	184,01	169,5	21,0	121,7	191	19,6	100,2
20:64	35:49	113,0	22,50	192,99	161,5	21,0	127,9	182	19,7	105,8
20:64	34:50	108,0	22,51	202,98	154,0	21,0	132,5	173	19,7	111,4
20:64	33:51	102,5	22,53	213,03	146,0	21,0	140,1	165	19,8	118,9
20:64	32:52	97,5	22,54	223,96	139,0	21,0	147,6	157	19,9	124,4
20:64	31:53	92,5	22,56	236,91	132,0	21,0	156,5	150	20,1	131,9
20:64	30:54	88,0	22,58	249,86	125,5	21,0	163,6	142	20,2	139,4
20:64	29:55	83,5	22,61	264,90	119,0	21,0	175,4	135	20,3	148,6
20:64	28:56	79,0	22,63	278,94	113,0	21,0	181,7	128	20,4	157,3
20:64	27:57	-	-	-	107,0	20,4	182,4	120	20,5	116,9
20:64	26:58	71,0	22,24	305,00	101,5	19,5	183,9	114	20,7	176,5
20:64	25:59	-	-	-	96,0	19,5	170,1	108	20,5	185,7
20:64	24:60	63,0	20,24	312,19	90,5	15,6	164,5	102	20,4	194,6
20:64	23:61	-	-	-	-	-	-	96	19,6	197,1
20:64	22:62	56,0	18,53	322,16	80,0	15,6	186,3	90	18,5	200,5
20:64	21:63	-	-	-	-	-	-	85	17,5	201,5
20:64	20:64	49,0	16,69	325,01	70,5	13,9	188,5	80	16,5	202,2

Приложение В2  
(справочное) –

Ступени чисел оборотов за цикл работы ( $n_p$ ) автоматов\*  
модели 1Б265-4К, 1Б265-6К, 1Б265-8К с одинарной индексацией ( $n_{p1}$ )  
и двойной индексацией ( $n_{p2}$ )

1Б265-4К			1Б265-6К			1Б265-8К (1 и 2)			
A:B	C:D	$n_p$	A:B	C:D	$n_p$	A:B	C:D	$n_{p1}$	$n_{p2}$
40:24	55:22	47	40:24	49:28	97	40:24	55:22	41	54,2
40:24	54:23	50	40:24	47:30	109	40:24	54:23	43	57,8
40:24	51:26	60	40:24	44:33	128	40:24	51:26	52	69,5
40:24	49:28	67	40:24	42:35	142	40:24	49:28	58	77,0
40:24	47:30	75	40:24	40:37	158	40:24	47:30	65	86,0
40:24	44:33	88	40:24	39:38	166	40:24	44:33	76	102,0
40:24	42:35	98	40:24	37:40	184	40:24	42:35	84	113,0
40:24	40:37	109	40:24	35:42	205	40:24	40:37	94	125,0
40:24	39:38	114	40:24	33:44	228	40:24	39:38	99	132,0
40:24	37:40	127	40:24	30:47	267	40:24	37:40	110	146,0
40:24	35:42	141	24:40	49:28	271	24:40	54:23	120	160,0
40:24	33:44	157	24:40	47:30	303	24:40	51:26	143	191,0
40:24	28:49	206	24:40	44:33	355	24:40	49:28	161	214,0
40:24	26:51	231	24:40	42:35	395	24:40	47:30	180	239,0
40:24	23:54	276	24:40	40:37	438	24:40	44:33	210	282,0
40:24	22:55	295	24:40	39:38	461	24:40	42:35	234	314,0
24:40	55:22	132	24:40	37:40	513	24:40	40:37	260	348,0
24:40	51:26	167	24:40	35:42	569	24:40	39:38	273	366,0
24:40	49:28	187	24:40	33:44	632	24:40	37:40	303	405,0
24:40	47:30	210	24:40	30:47	747	24:40	35:42	336	450,0
24:40	44:33	245				24:40	33:44	375	500,0
24:40	42:35	273				24:40	30:47	440	590,0
24:40	40:37	302							
24:40	39:38	319							
24:40	37:40	353							
24:40	35:42	393							
24:40	33:44	437							
24:40	30:47	512							
24:40	28:49	572							
24:40	26:51	642							
24:40	23:54	766							
24:40	22:55	812							

Примечание - \* ступени чисел оборотов за цикл работы  $n_p$  и обеспечивающие их сменные шестерни А, В, С, D автоматов 1А240-4, 6, 8 и 1Б290-4К, 6К, 8К, КСА4-125, КСА6-100, КСА8-80, а аналогичны соответствующим полуавтоматам и приведены в приложении Б2.

**Приложение В3**  
(справочное) –

Ступени дополнительного вращения для развертывания и быстрого сверления (R=P) на автоматах модели 1А240-4, 6, 8; КА-103, 106, 107; 1Б265-4К, 6К, 8К; 1Б290-4К, 6К, 8К; КСА4-125; КСА6-100; КСА8-80

1Б290-4К, КСА4-125			1Б290-6К, КСА6-100			1Б290-8К, КСА8-80		
R=P	Z <sub>см</sub> схема А, Д	Z <sub>см</sub> схема А, В	R=P	Z <sub>см</sub> схема А, Д	Z <sub>см</sub> схема А, В	R=P	Z <sub>см</sub> схема А, Д	Z <sub>см</sub> схема А, В
0,000	60А	-	0,000	48А	-	0,000	42А	-
0,013	38Д	-	0,040	32Д	-	0,120	48А	-
0,107	42Д	-	0,100	54А	-	0,220	54А	-
0,219	48Д	-	0,140	35Д	-	0,300	60А	-
0,306	54Д	-	0,200	60А	-	0,310	38Д	-
0,375	60Д	-	0,210	32Д	-	0,370	42Д	-
1,000	-	-	0,290	42Д	-	0,400	70А	-
1,625	-	60В	0,380	48Д	--	0,450	48Д	-
1,694	-	54В	0,450	54Д	-	0,510	54Д	-
1,781	-	48В	0,500	60Д	-	0,560	60Д	-
1,893	-	42В	1,000	-	-	0,620	70Д	-
1,987	-	38В	1,500	-	60В	1,000	-	-
2,000	-	60А	1,560	-	54В	1,380	-	70В
2,110	-	54А	1,625	-	48В	1,430	-	60В
2,250	-	48А	1,710	-	42В	1,490	-	54В
2,430	-	42А	1,790	-	38В	1,550	-	48В
2,580	-	38А	1,800	-	60А	1,600	-	70А
2,710	-	35А	1,890	-	54А	1,625	-	42В
2,900	-	32А	2,000	-	48А	1,700	-	60А
3,070	-	29А	2,140	-	42А	1,780	-	54А
3,300	-	26А	2,260	-	38А	1,870	-	48А
3,500	-	24А	2,370	-	36А	2,000	-	42А
-			2,500	-	32А	2,100	-	38А
			2,650	-	29А	2,200	-	36А
			2,840	-	26А	2,310	-	32А
			3,000	-	24А	-	-	-

Продолжение Приложения В3

1A240-6, КА*			1Б265-4К			1Б265-6К			1Б265-8К		
R=P	E	Ж:З	R=P	m	: m	R=P	m	: m	R=P	m	: m
0,00	45	-	0,000	48	-	0,000	43	-	0,000	41	-
0,20	56	-	0,128	55	-	0,188	53	-	0,146	48	-
0,25	60	-	1,000	-	-	0,220	55	-	0,255	55	-
0,32	66	-	1,620	-	: 77	0,410	73	-	0,293	58	-
0,40	75	-	1,787	-	: 61	1,000	-	-	0,370	65	-
0,50	90	-	2,000	-	: 48	1,590	-	: 73	0,438	73	-
1,00	-	-	2,112	-	: 43	1,780	-	: 55	1,000	-	-
1,50	-	1:90	2,260	-	: 38	1,812	-	: 53	1,562	-	: 73
1,75	-	1:60	2,450	-	: 33	2,000	-	: 43	1,634	-	: 65
2,00	-	1:45	2,650	-	: 29	2,200	-	: 36	1,707	-	: 58
2,30	-	2:45				2,480	-	: 29	1,745	-	: 55
2,50	-	2:40							1,854	-	: 48
2,70	-	2:36							1,955		: 43
3,00	-	2:30							2,000	-	: 41
									2,140	-	: 36
									2,280	-	: 32

Примечание - \* для 4-х и 8-ми шпиндельных автоматов ступени те же, что и для аналогичных полуавтоматов (см. Приложение Б3).

Приложение В4  
(справочное) –

Ступени дополнительного вращения для правых метчиков  
и плашек (R и P) автоматов

1A240-4, 6, 8, КА 103, 106, 107				1Б265-4К			
R	Д:Е	Ж:З	P	R	Д:Е	Ж:З	P
0,2051	65:44	41:51	0,1243	0,22	60:54	55:39	0,1488
0,3184	68:41	35:57	0,1909	0,28	58:56	57:37	0,1795
0,4629	68:41	30:62	0,2349	0,33	56:58	59:35	0,2048
				0,37	54:60	61:33	0,2244
				0,41	52:62	63:31	0,2436
				0,47	49:65	67:27	0,2904
				0,53	46:68	69:25	0,3122
				0,59	42:72	72:22	0,3396

Продолжение Приложения В4

1Б265-6К				1Б265-8К			
R	Д:Е	Ж:З	P	R	Д:Е	Ж:З	P
0,11	64:50	50:44	0,0845	0,176	60:54	56:38	0,1373
0,17	62:52	50:44	0,1043	0,205	59:55	56:38	0,1504
0,23	60:54	53:41	0,1384	0,236	58:56	56:38	0,1593
0,28	58:56	55:39	0,1620	0,258	57:57	56:38	0,1659
0,33	56:58	59:35	0,2055	0,285	56:58	57:37	0,1788
0,38	54:60	61:33	0,2272	0,310	55:59	58:36	0,1900
0,42	52:62	63:31	0,2464	0,330	54:60	61:33	0,2200
0,48	49:65	67:27	0,2942	0,355	53:61	62:32	0,2320
0,53	46:68	69:25	0,3114	0,376	52:62	62:32	0,2340
0,60	42:72	72:22	0,3421	0,400	51:63	63:31	0,2484
				0,420	50:64	64:30	0,2551
				0,445	49:65	66:28	0,2810

Продолжение Приложения В4

1Б290-4К, КСА4-125 при $Z_{см} = 48$				1Б290-6К, КСП6-100 (при $Z_{см} = 48$ ) 1Б290-8К, КСП8-80 (при $Z_{см} = 42$ )			
R	Д:Е k:l	Ж:З m:n	P	R	Д:Е k:l	Ж:З m:n	P
0,055	69:57	50:61	0,035	0,018	77:49	48:63	0,014
0,114	67:59	54:57	0,071	0,082	75:51	52:59	0,052
0,168	65:61	58:53	0,106	0,140	73:53	56:55	0,088
0,219	63:63	62:49	0,141	0,194	71:55	58:53	0,108
0,267	61:65	64:47	0,162	0,243	69:57	62:49	0,144
0,313	59:67	68:43	0,198	0,290	67:59	64:47	0,165
0,355	57:69	70:41	0,217	0,335	65:61	68:43	0,186
0,395	55:71	73:38	0,247	0,376	63:63	70:41	0,216
0,433	53:73	75:36	0,263	0,414	61:65	77:34	0,247
0,469	51:75	75:36	0,264	0,450	59:67	75:36	0,260
0,503	49:77	77:34	0,272	0,483	57:69	77:34	0,281
0,535	47:79	79:32	0,287	0,516	55:71	79:32	0,291
0,596	43:83	79:32	0,243	0,603	49:77	79:32	0,381

Примечание – В случае использования «самораскрывающегося» резбонарезного инструмента значение P принимается равным R и используются ступени, приведенные в настоящем приложении.

## Литература

1. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Ю.В. Барановского. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1972, 408 с.
2. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное, крупносерийное и массовое производство. М., «НИИ труда», 1984, 470 с.
3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на токарно-автоматные работы. Часть 1. Револьверные и многошпиндельные горизонтальные токарные автоматы. Среднесерийное, крупносерийное и массовое производство. М., «Экономика», 1989, 300 с.
4. ГОСТ 3.1404-89. ЕСТД Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием, 54 с.
5. А.А. Пучков. Практическое пособие к выполнению практических, расчетно-графической и контрольной работ по курсу «Современные технологии» для студентов экономических специальностей. Гомель, Ризограф ГГТУ им. П.О. Сухого, 1999, 30 с.
6. В.Ф. Соболев и др. Оформление технологической документации. Практическое пособие к курсовому и дипломному проектированию, практическим и лабораторным занятиям для студентов специальности Т.03.01.01 «Технология машиностроения». Гомель, Ризограф ГГТУ им. П.О. Сухого, 2003, 44 с.
7. Руководства по эксплуатации соответствующих моделей многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов.

## Содержание

Введение.....	3
1 Расчет режимов резания для многошпиндельных вертикальных токарных полуавтоматов.....	5
1.1 Некоторые технические возможности полуавтоматов 1Б284 и 1Б284СУ.....	5
1.2 Некоторые технические возможности полуавтоматов 1К282 и 1283.....	6
1.3 Расчет режимов резания.....	9
2 Расчет режимов резания для многошпиндельных горизонтальных токарных полуавтоматов и автоматов.....	13
2.1 Некоторые технические возможности полуавтоматов модели 1А240П-4, 6, 8; 1Б265П-6К, 8К; 1Б290П-6К, 8К и др.....	13
2.2 Некоторые технические возможности автоматов 1А240-4, 6, 8; 1Б265-4К, 6К, 8К; 1Б290-4К, 6К, 8К и др.....	17
2.3 Расчет режимов резания.....	20
3 Нормирование операции, выполняемой на многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах.....	27
4 Оформление технологической документации на операции, выполняемые на многошпиндельных токарных автоматах и полуавтоматах.....	29
Приложения.....	33
Литература.....	52

**Пучков Анатолий Андреевич  
Быстренков Владимир Михайлович  
Соболев Валерий Федорович**

# **РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И НОРМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ ТОКАРНЫХ АВТОМАТОВ И ПОЛУАВТОМАТОВ**

**Методические указания  
по выполнению технологических разделов  
курсового и дипломного проектов  
для студентов специальности 1-36 01 01  
«Технология машиностроения»  
дневной и заочной форм обучения**

Подписано в печать 23.11.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 2,58.

Изд. № 65.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе  
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.