

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра менеджмента

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы
по дисциплине **«Организация производства и
менеджмент в машиностроении»**

для студентов специальности
36 01 01 «Технология машиностроения»
дневной формы обучения

Методические указания разработаны в соответствии с образовательным стандартом действующим учебным планом, утвержденным Министерством образования Республики Беларусь для студентов специальностей 36 01 01 «Технология машиностроения» дневной формы обучения, и содержат теоретические аспекты организации производства и задания к выполнению курсовой работы.

Составители: Александров Ю. А. ст. преподаватель,
Грудницкая Н. А., ассистент,
Хилькович А.В. ассистент,
Федоров А.В. ассистент.

Рецензент: зам. генерального директора СП «Веставто» ОАО Мирошниченко А.В.

1. ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1. Тематика курсового проекта (работы)

Курсовой проект выполняется на тему: «Организация и планирование поточной линии обработки детали» для массового производства.

В процессе выполнения проекта, исходя из технологического процесса и применяемого оборудования, обосновывается выбор непрерывно- или прерывно-поточной однопредметной линии механической обработки.

При выдаче задания на проектирование, студенту выдаются исходные данные по детали конкретного наименования, объему выпуска и необходимые технологические данные о производственном процессе.

1.2. Содержание курсового проекта

В процессе выполнения курсового проекта (работы) необходимо выполнить расчеты по отдельным вопросам организации и планирования производства проектируемой линии, экономически обосновать технологические и организационные решения производства детали.

Все расчеты и пояснения по отдельным вопросам приводятся в пояснительной записке. К ней прилагаются и необходимые чертежи, схемы и графики.

Тема проекта «Организация и планирование поточной линии обработки детали»

Пояснительная записка

Введение

Краткое описание объектов производства

Расчет такта поточной линии

Обоснование выбора вида поточной линии

Расчет потребного количества рабочих мест

Стандарт-план работы линии

Определение заделов на линии

План ремонта оборудования

Определение потребности в инструменте и оснастке

Определение необходимой численности рабочих

Список использованных литературных источников

Графическая часть

График (стандарт-план) работы поточной линии

Циклограммы многостаночного обслуживания

1.3. Исходные данные для курсового проекта

Для выполнения курсового проекта должны быть в качестве исходных данных определены технологический процесс механической обработки детали и данные об объекте производства. В целях обеспечения преемственности и взаимосвязи проектов по технологии машиностроения и организации производства могут быть использованы данные курсового проекта по технологии машиностроения.

Курсовой проект может быть выполнен и по заводским исходным данным, собранным во время прохождения практики.

В задании по курсовому проектированию в графу «Исходные данные к проекту» записывается:

- а) технологический процесс механической обработки детали;
- б) производственная программа выпуска изделий в год;
- в) нормативные данные.

2. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ, ОБОСНОВАНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

2.1. Введение

Во введении необходимо изложить основные направления совершенствования организации производства на промышленных предприятиях, современные методы планирования, использования всех видов ресурсов и осветить задачи, стоящие перед данным производством.

Кратко перечислить решаемые вопросы и указать направления их решения, использованные в курсовом проекте.

2.2. Краткое описание объекта производства

В этом разделе курсового проекта дается краткое описание обрабатываемых деталей.

2.3. Характеристика вариантов технологического процесса

В данном разделе проекта студент приводит краткое описание рассматриваемых вариантов выполнения отдельных операций технологического процесса. Возможные варианты технологического процесса подвергаются комплексному анализу с точки зрения материально-технической и организационной целесообразности их применения. При этом необходимо учитывать социальные аспекты — облегчение и улучшение условий труда, обеспечение его безопасности и т. д.

Анализируя материально-техническую целесообразность того или иного технологического процесса, следует:

а) установить возможность изготовления заготовок и деталей в полном соответствии с техническими условиями;

б) выявить преимущества и недостатки вариантов, соответствие их прогрессивным тенденциям развития техники.

Организационная целесообразность варианта определяется на основе:

а) установления возможности изготовления изделий в заданном объеме и в заданные сроки при существующей или намечаемой организации линии;

б) выявления преимуществ и недостатков сопоставляемых способов и средств изготовления деталей с точки зрения ускорения подготовки производства, сокращения длительности производственного цикла, обеспечения непрерывности и ритмичности производства.

Анализ сопоставляемых вариантов должен выявить и затраты труда в зависимости от применяемых способов и средств изготовления деталей.

При оценке вариантов необходимо учитывать следующее:

а) изменение профессионального и квалифицированного состава рабочих;

б) повышение уровня и степени автоматизации и механизации труда;

в) улучшение условий труда и др.

На основе такого комплексного анализа для проекта выбирается тот вариант технологического процесса, который имеет преимущество по большему количеству рассмотренных факторов.

Характеристики рассматриваемых технологических вариантов сводятся в табл. 2.1. По результатам анализа должен быть сделан вывод об их приемлемости, и один из них выбран для дальнейшего проектирования.

Таблица 2.1. — Анализ вариантов технологического процесса механической обработки детали

Элементы анализа по операциям	Вариант I	Вариант II
1-я операция:		
Наименование		
Станок		
Основное время		
Штучное (штучно-калькуляционное) время		
Обеспечение изготовления деталей в заданном объеме		
Обеспечение качества		
Возможность механизации загрузки деталей		
Условия труда, профессиональный состав рабочих		
2-я операция и т. д.		

3. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ОПЕРАТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ОДНОПРЕДМЕТНОЙ ПОТОЧНОЙ ЛИНИИ

3.1. Расчет такта поточной линии

Такт поточной линии — средний интервал времени между выпуском обрабатываемых деталей — рассчитывается исходя из максимальной годовой программы выпуска деталей.

На однопредметной поточной линии такт потока

$$r = \frac{60 \cdot \Phi_d}{N_c} \text{, (мин/шт.)}, \quad (3.1)$$

где Φ_d — действительный фонд времени работы линии в планируемом периоде, ч;

N_c — программа выпуска деталей, шт. Действительный фонд времени работы оборудования зависит от вида оборудования, его ремонтной сложности и, следовательно, среднего простоя его в ремонте, сложности наладки и подналадки.

Действительный фонд времени определяется по формуле:

$$\Phi_d = \Phi_n \left[1 - (\alpha_p + \alpha_n) \right], \text{ (час.)}, \quad (3.2)$$

где Φ_n — номинальный фонд времени работы поточной линии при двухсменной работе, ч;

α_p — коэффициент, учитывающий потери времени, связанные с проведением плановых ремонтов и всех видов обслуживания (0,03...0,07);

α_n — коэффициент, учитывающий потери времени на настройку и подналадку оборудования во время рабочих смен (0,05...0,1).

3.2. Расчет потребного количества рабочих мест

В поточном производстве потребное количество рабочих мест (оборудования) определяется для каждой технологической операции. Первоначально определяют расчетное число рабочих мест (m_{pi}):

$$m_{pi} = \frac{t_{umi}}{r}, \text{ (шт.)}, \quad (3.3)$$

где t_{umi} — норма штучного времени на i -й операции, мин;

r — такт потока, мин.

Расчетное число рабочих мест, как правило, получается дробным. Поэтому по каждой операции устанавливается принятое число рабочих мест m_{npi} . При установлении m_{npi} допускается перегрузка в небольших пределах (до 5-6%), особенно если расчетное число рабочих мест округляется до единицы или до двух. В этом случае перегрузка может быть компенсирована некоторым повышением режимов обработки. Поэтому, если расчетное число рабочих мест не более чем на 5-6% превышает целое число, его округляют до ближайшего меньшего числа, одновременно наметив мероприятия по уменьшению $t_{ум}$.

Коэффициент загрузки рабочих мест определяется в процентах по каждой операции технологического процесса и по линии в целом:

- по операциям

$$k_{zi} = \frac{m_{pi}}{m_{npi}} \cdot 100\%; \quad (3.4)$$

- по линии в целом

$$k_{zi} = \frac{\sum_{i=1}^{K_0} m_{pi}}{\sum_{i=1}^{K_0} m_{npi}} \cdot 100\% \quad (3.5)$$

где K_0 — количество операций.

Полученные значения заносятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1. — Расчет количества рабочих мест

Номер операции	Наименование операции	Наименование оборудования	Параметры			
			$t_{ум}$	m_p	m_{np}	k_s
Итого:						

3.3. Выбор вида поточной линии

При обосновании вида поточной линии особое внимание должно уделяться возможности превращения прерывно-поточного производства в непрерывно-поточное путем синхронизации — обеспечением равенства или кратности продолжительности выполнения технологических операций такту потока.

Обычно при проектировании поточной линии ограничиваются предварительной синхронизацией, при которой длительность обработки деталей на данной операции может отклоняться от такта потока в пределах 8-10%. Окончательная же синхронизация достигается в период освоения и отладки работы линии в производственных условиях.

Для проведения синхронизации следует рассмотреть возможность перераспределения переходов на смежных операциях, выполняемых на однотипном оборудовании. Основным направлением синхронизации операций на поточных линиях обрабатывающих цехов является рационализация операций и изменение режимов обработки.

Синхронизация операций путем повышения режимов резания, применения более совершенной оснастки или более совершенного оборудования может потребовать дополнительных затрат, но в то же время обеспечит снижение затрат на заработную плату, экономию оборотных средств за счет исключения оборотного задела, снижение накладных расходов и др.

Расчленять и перераспределять станочные операции трудно, а иногда просто невозможно. Поэтому для применения непрерывно-поточной линии необходимо выявить возможность синхронизации по занятости рабочего в течение такта потока или кратной ему величины, при наличии простоя недогруженных станков. В этом случае синхронизация может достигаться при выполнении условия:

$$H_{npi} \leq r \cdot m_{npi} / t_{занi} \quad \text{или} \quad H_{npi} \cdot t_{занi} \leq r \cdot m_{npi} \quad (3.6)$$

где H_{npi} — принятая норма обслуживания станков одним оператором.

Так, например, если оперативное время (t_{oi}) на операции составляет 4 минуты, а такт потока $r = 1,2$ мин., то $m_{oi} = 4/1,2 = 3,3$, $m_{np} = 4$. Занятость рабочего 1,1 мин. То $H_{pi} = 1,2 \cdot 4/1,1 = 4,36$, а $H_{np} = 4$. Таким образом, при параллельном обслуживании 4-х станков за 4 такта потока (4,8 мин.) рабочий занят 4,4 мин., и поэтому линия может быть принята непрерывно-поточной. Недогруженные рабочие места обслуживаются рабочими-многостаночниками. Если же синхронизации занятости рабочего не удается достичь и средний коэффициент загрузки линии ниже 0,85, то принимается прерывно-поточная линия.

При наличии нескольких рабочих мест на отдельных операциях непрерывно-поточной линии, необходимо осуществлять разметку конвейера, которая может быть цифровой и цветовой. Применение цветовой разметки в дополнение к цифровой обеспечивает значительное уменьшение повторяемости разметочных знаков (которое называется периодом конвейера), особенно в том случае, если она используется для наибольшего нечетного числа рабочих мест. Период конвейера определяется как наименьшее кратное из числа рабочих мест по операциям (без операций с цифровой разметкой).

Длина непосредственно рабочей части конвейера L_p определяется по формуле:

$$L_p = r \cdot \sum_{i=1}^{K_o} m_{np} i, \text{ (м)}, \quad (3.7)$$

где K_o — число операций;

l — шаг конвейера (расстояние между предметами на линии, м).

Полная длина конвейера L_o равна:

$$L_o = P \cdot A \cdot K_p, \text{ (м)}, \quad (3.8)$$

где P — период конвейера;

K_p — число повторений периода на общей длине конвейера (целое число).

Скорость конвейера v определяется:

$$v = l/r, \text{ (м/мин)}, \quad (3.9)$$

Наиболее удобной является скорость до 3 м/мин.

Для уменьшения расчетной скорости уменьшают шаг конвейера в кратное число раз до величины l_k :

$$l_k = v_{np} \cdot l/v, \text{ (м)}, \quad (3.10)$$

где v_{np} — принятая скорость конвейера.

Следует отметить, что снижение скорости конвейера пропорционально увеличивает транспортный задел на линии.

Продолжительность цикла обработки детали $T_{ц}$ определяется:

$$T_{ц} = r \cdot \sum_{i=1}^{K_o} m_{np} + \frac{v}{L_p}, \text{ (мин)}.$$

3.4. Разработка стандарт-плана линии

Организация работы и оперативное планирование зависят от разновидности поточной линии.

По степени непрерывности процесса производства поточные линии массового производства делятся на непрерывно-поточные и прерывно-поточные. Непрерывно-поточный процесс производства характеризуется синхронностью продолжительности выполнения каждой операции с тактом потока. При такой организации процесса производства за каждый такт с линии сходит одна деталь.

При прерывно-поточном процессе производства продолжительность отдельных операций не синхронна с тактом потока. Вследствие разной производительности оборудования, используемого на смежных операциях, перемещение деталей от операции к операции не регламентируется во времени.

3. Короткий период обхода вызывает необходимость частых переходов рабочих и соответствующее увеличение потерь времени на них.

4. Период обхода должен быть равным или кратным периоду смены инструмента, кратным продолжительности смены.

3.5. Расчет заделов на линии

На поточных линиях различают следующие виды заделов:

- по назначению и характеру образования – технологический; транспортный; оборотный; страховой;
- по месту образования – линейные, или межоперационные, заделы; межлинейные (между смежными линиями в пределах одного цеха) или межцеховые, когда смежные линии находятся в разных цехах.

В курсовом проекте рассчитываются только линейные заделы.

Технологический задел — это количество деталей, находящихся в данный момент в процессе обработки, или заготовок, установленных на станках:

$$Z_{mex} = \sum_{i=1}^{K_{p,m}} n_{усми}, \text{ (шт.)}, \quad (3.11)$$

где $K_{p,m}$ — количество рабочих мест (станков) на линии;

$n_{усми}$ — количество одновременно обрабатываемых деталей или установленных заготовок на i -м рабочем месте.

Транспортный задел — количество деталей или заготовок, которые находятся в процессе передачи с одной операции на другую. Он зависит от степени синхронности смежных операций.

На автоматических линиях транспортный задел точно фиксируется специальными приспособлениями транспортных устройств и не требует расчета.

На непрерывно-поточных неавтоматических линиях транспортный задел зависит от способа передачи деталей и заготовок:

- при штучной передаче

$$Z_{mp} = \sum_{i=1}^{K_0} m_{np,i}; \quad (3.12)$$

- при передаче партиями

$$Z_{mp} = P_T \sum_{i=1}^{K_0} m_{np,i}; \quad (3.13)$$

- при пульсирующей транспортировке

$$Z_{mp} = \frac{P_T}{r} \sum_{i=1}^{K_0} m_{np,i}; \quad (3.14)$$

где $m_{np,i}$ — количество единиц оборудования или рабочих мест на i -й операции;

P_T — размер транспортной партии, шт.;

R_T — периодичность транспортировки (пульсирования) конвейера, мин;

r — такт потока, мин.

Оборотный задел — количество заготовок, находящихся на рабочих местах в ожидании процесса обработки. Такие заделы образуются только на прерывно-поточных линиях. Они позволяют организовать непрерывную работу на рабочих местах в течение более или менее продолжительного периода времени. Характерной чертой является изменение их величины в течение часа, смены, суток.

Оборотные заделы определяются между каждой парой смежных операций на основе стандарт-плана работы прерывно-поточной линии. Размер оборотного задела зависит от следующих факторов: производительности на двух смежных операциях; соотношения длительности этих операций с тактом линии; выбранного периода обхода рабочих мест линии.

Для организации бесперебойной работы линии и оперативного руководства производством необходимо знать размер оборотного задела на начало смены. Наиболее рациональным методом определения оборотных заделов является графический. На основе выбранного периода обхода рабочих мест линии рассчитывается оборотный задел между каждой парой смежных операций. Для этого весь период обхода разбивается на фазы, т.е. отрезки времени, на протяжении которых не происходит изменений в работе станков, на которых ведутся смежные операции. Изменение оборотного задела между двумя смежными операциями в течение фазы рассчитывается по формуле:

$$Z_{об_{i-i+1}} = \tau \cdot \left(\frac{m_i}{t_{ум i}} - \frac{m_{i+1}}{t_{ум i+1}} \right), \quad (3.15)$$

где τ — продолжительность фазы, когда на смежных операциях работает неизменное число станков, мин;

m_i, m_{i+1} — число работающих станков соответственно на предыдущей и последующей операциях в течение фазы;

$t_{ум i}, t_{ум i+1}$ — норма штучного времени соответственно на предыдущей и последующей операциях, мин.

Значение $Z_{об}$ может быть положительным или отрицательным. Положительное значение свидетельствует об увеличении задела за время фазы τ , отрицательное — об уменьшении. Максимальное значение $Z_{об}$, полученное на одной из фаз периода обхода линии, принимается для отсчета и построения графика изменения оборотного задела между двумя смежными операциями. Определение максимального межоперационного оборотного задела необходимо также для расчета производственной площади, планировки рабочих мест и выявления возможности размещения задела на транспортных средствах.

Ниже рассматривается пример определения межоперационных заделов на прерывно-поточной линии. Стандарт-план работы этой линии приведен на рис. 3.2. Расчет оборотных заделов между операциями по данному стандарт-плану производится в такой последовательности. Период обхода 1-й и 2-й смежных операций разбивается на две фазы продолжительностью 144 и 96 мин, для которых соответственно

$$Z_{об_{1-2}} = 144 \cdot \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{3} \right) = 29 \cdot 48 = -19; \quad Z_{об_{1-2}} = 96 \cdot \left(\frac{1}{5} - 0 \right) = 19.$$

Таким образом, в течение первой фазы задел уменьшается на 19, а за время второй — увеличивается на 19 заготовок. К началу следующего периода обход между 1-й и 2-й операциями в заделе будет 19 заготовок.

Аналогично рассчитывается оборотный задел между всеми остальными операциями для каждого отрезка времени. Размеры заделов наносятся в принятом масштабе на графике, соединив которые, получают эпюру заделов. График изменения межоперационных оборотных заделов на протяжении полусмены показан на стандарт-плане (рис. 3.2). Средний размер оборотного задела на линии:

$$Z_{об} = \frac{\tau \cdot \sum_{i=1}^n (Z_{н i} - Z_{к i})}{2 \cdot T_{об}}, \quad (3.16)$$

где Z_n — задел на начало рассматриваемого отрезка времени, шт.;

Z_k — задел на конец того же отрезка времени, шт.;

τ — время, в течение которого на смежных операциях работает неизменное число станков, мин.;

$T_{об}$ — период обхода поточной линии, мин.;

n — число выделенных фаз в периоде обхода.

Средний оборотный задел на линии используется в расчете нормы незавершенного производства.

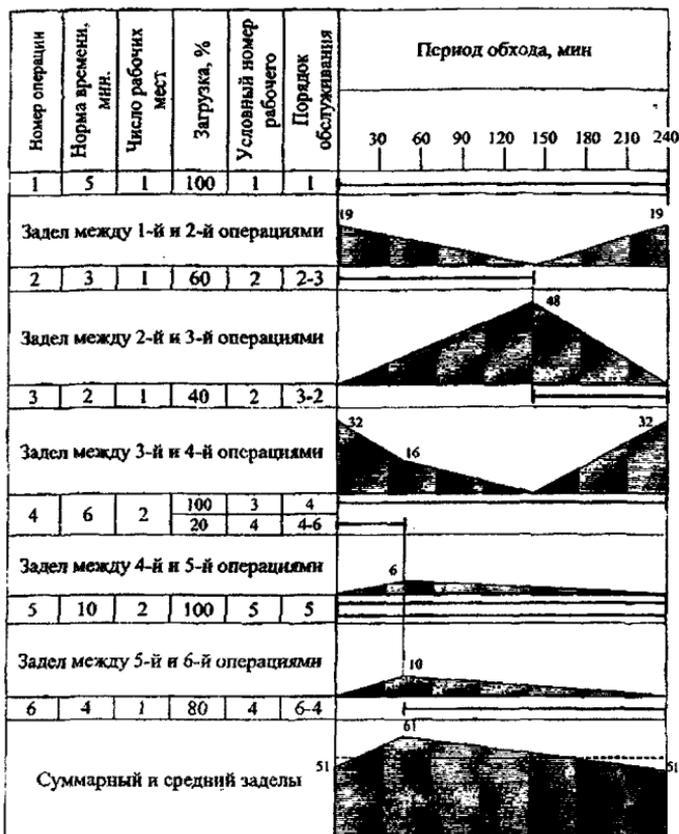


Рисунок 3.2 – Стандарт-план работы и графики движения оборотных заделов на однопредметной прерывно-поточной линии

Во многих случаях при механической обработке мелких деталей перемещение их с операции на операцию осуществляется транспортными партиями в специальной таре. В этом случае характер движения заделов меняется. На каждой операции в заделе находятся как детали перед обработкой, так и после нее, в ожидании комплектования транспортной партии.

Общий задел между операциями (транспортный и оборотный) удобнее всего начинать определять с момента передачи на следующую операцию первой транспортной партии. В следующий период задел рассчитывается по формуле:

$$Z_{ni} = P_T + Z_{оби} - (i+1); \quad (3.17)$$

в любой последующий период

$$Z_{ki} = Z_{ni} + Z_{оби} - (i+1); \quad (3.18)$$

где P_T — размер транспортной партии, шт.

На рис. 3.3 приведен пример расчета задела между операциями при передаче деталей транспортными партиями.

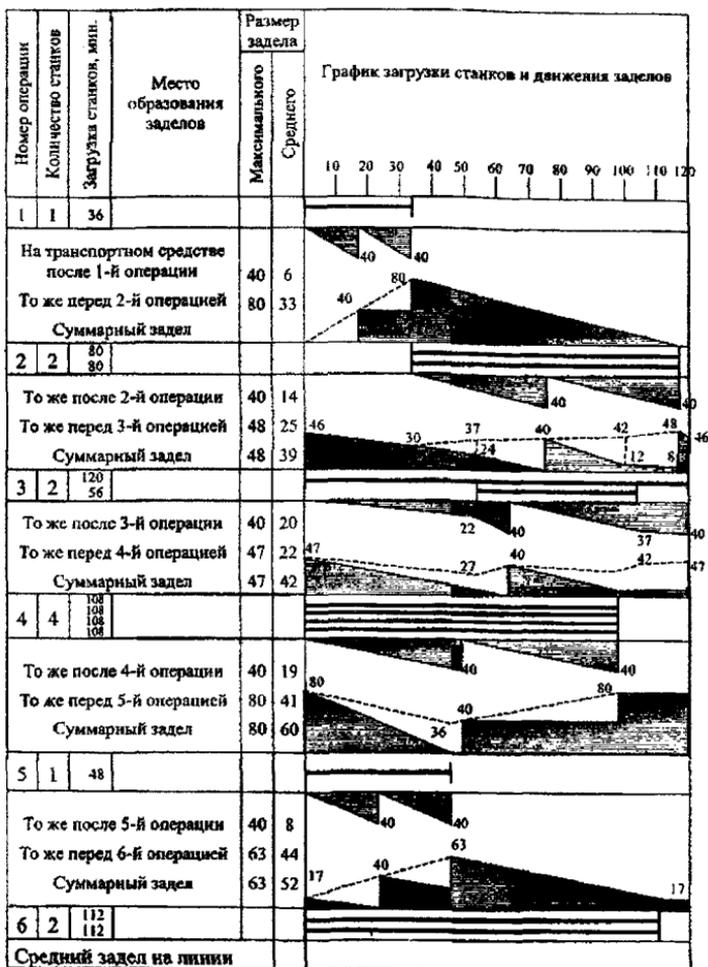


Рисунок 3.3 – Пример расчета оборотного задела при передаче деталей транспортными партиями

На прерывно-поточных линиях при поштучной передаче с операции на операцию наличие внутрилинейных оборотных заделов полностью покрывает потребность в транспортном заделе и последний отдельно не рассчитывается. Однако в некоторых случаях, когда оборотные заделы незначительны, могут быть предусмотрены транспортные заделы, которые определяются так же, как и для непрерывно-поточных линий.

Страховые заделы предназначены для обеспечения бесперебойной работы линии в тех случаях, когда на отдельных ее участках возникают нарушения нормального хода производства. Подача деталей на следующую операцию задерживается, и ритмичность производства на остальной части линии нарушается.

При наличии на прерывно-поточной линии оборотных заделов страховой задел может быть частично или полностью совмещен с оборотным заделом.

Страховой задел $Z_{стр}$ рассчитывается на основе анализа наиболее вероятной причины возможного нарушения хода производства и в зависимости от продолжительности ликвидации последствий:

$$Z_{стр} = \frac{T_{мин}}{r}, \quad (3.19)$$

где $T_{мин}$ — минимальное время, необходимое для восстановления нарушенной работы на данной операции, мин.

Страховой задел на линии в целом будет равен сумме страховых заделов после операций с наиболее сложными условиями работы.

Суммарный задел на линии равен сумме установленных для данной линии технологического, транспортного, оборотного и страхового заделов с учетом возможного их совмещения.

4. ОБСЛУЖИВАНИЕ РАБОЧИХ МЕСТ

4.1. Расчет численности рабочих

Расчет численности рабочих основного производства можно производить двумя методами: по числу рабочих мест и по трудоемкости работ. На поточных линиях применяется первый метод. Если станочник работает на одном станке, занятость рабочего в течение смены будет соответствовать загрузке рабочих мест. Так рассчитывается явочное число рабочих, которые должны ежедневно выходить на работу в плановом периоде. Списочное число рабочих — это число рабочих, которые должны обеспечить функционирование оборудования в течение плановой продолжительности его работы:

$$Ч_{сп} = Ч_{яв} \cdot \frac{\Phi_{д}}{\Phi_{эф}}, \quad (4.1)$$

где $Ч_{яв}$ — число рабочих, чел.;

$\Phi_{д}$ — действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$\Phi_{эф}$ — эффективный фонд рабочего времени одного работающего, ч.

Для участков серийного производства число рабочих определяется по каждой профессии и разряду работающих исходя из трудоемкости работ:

$$Ч_{сп} = \frac{\sum_{i=1}^{K_{д}} \sum_{j=1}^{K_{сд}} N_{еj} \cdot t_{умij}}{60 \cdot \Phi_{эф} \cdot k_{е}}, \quad (4.2)$$

где $N_{еj}$ — программа выпуска деталей j -го наименования, шт.;

$K_{д}$ — количество наименований деталей;

$t_{умij}$ — штучное время выполнения i -и операции по обработке j -й детали, мин;

$K_{с}$ — количество операций;

$\Phi_{эф}$ — эффективный фонд времени одного работающего, ч;

$k_{е}$ — коэффициент выполнения норм.

При определении потребности в рабочих необходимо выявить возможность перевода рабочих на многостаночное обслуживание. Основным фактором, обеспечивающим возможность многостаночного обслуживания при механической обработке, является превышение времени машинно-автоматической работы над временем ручной работы. Чем больше это соотношение, тем большее количество станков может обслуживать один рабочий.

Если многостаночная работа возможна по характеру выполняемой операции, количество станков, которое может обслуживать один рабочий, определяется путем расчета и составления циклограмм.

При организации многостаночной работы необходимо учитывать коэффициент оптимальной занятости рабочего. Рабочие, обслуживая несколько станков, осуществляют переходы от станка к станку с грузом или без него. На основе исследований установлено, что коэффициент оптимальной занятости уменьшается с увеличением массы обрабатываемых деталей, расстояния их перемещения и числа деталейопераций. Приближенные значения коэффициентов оптимальной занятости приведены в табл. 4.1. Коэффициент фактической занятости рабочего-многостаночника

$$k_{зан} = t_p / T_{ц.м.} \quad (4.3)$$

где t_p — фактическое рабочее время за время цикла, включая время переходов, мин;
 $T_{ц.м.}$ — длительность цикла многостаночного обслуживания, мин.

Таблица 4.1. — Коэффициент оптимальной занятости рабочего в течение цикла многостаночного обслуживания

Число операций, выполняемых на рабочем месте в течение смены	Масса обрабатываемой детали, кг			
	до 500	501-1200	1201-1900	1901-2600
1-7	1,00	1,00	1,00	1,00
8	0,99	0,97	0,96	0,95
9	0,93	0,92	0,91	0,89
10	0,88	0,87	0,85	0,84
11	0,84	0,81	0,8	0,78
12	0,78	0,76	0,74	0,73
13	0,73	0,7	0,69	0,68
14	0,67	0,65	0,64	0,62
16	0,57	0,54	0,53	0,51
18	0,46	0,43	0,42	0,41
20	0,35	0,33	0,31	0,3

Коэффициент фактической занятости рабочего-многостаночника должен превышать коэффициента оптимальной занятости. На рис. 4.1 приведены возможные варианты организации многостаночной работы.

Вариант а возможен при обслуживании станков-дублеров, на которых выполняются одинаковые операции, или станков, на которых выполняются разные операции с разной или кратной длительностью. Масса обрабатываемой детали до 7 кг.

Вариант б чаще встречается при обслуживании дорогостоящего (лимитирующего) оборудования, когда по условиям производства выгоднее допустить небольшие простои рабочего, чем увеличивать количество оборудования, а также в случае, когда коэффициент оптимальной занятости меньше единицы.

Вариант в применяется при обслуживании не полностью загруженного (не лимитирующего) оборудования, а также когда выгоднее установить дополнительный станок, обычно недорогой, чем допустить простои рабочих. Возможен при обработке мелких деталей.

Вариант г используется в том случае, когда целесообразен переход с прерывно-поточного производства на непрерывно-поточное. В этом случае потери, связанные с недогрузкой оборудования и рабочих, должны компенсироваться экономическими преимуществами, обусловленными переходами на непрерывно-поточное производство.

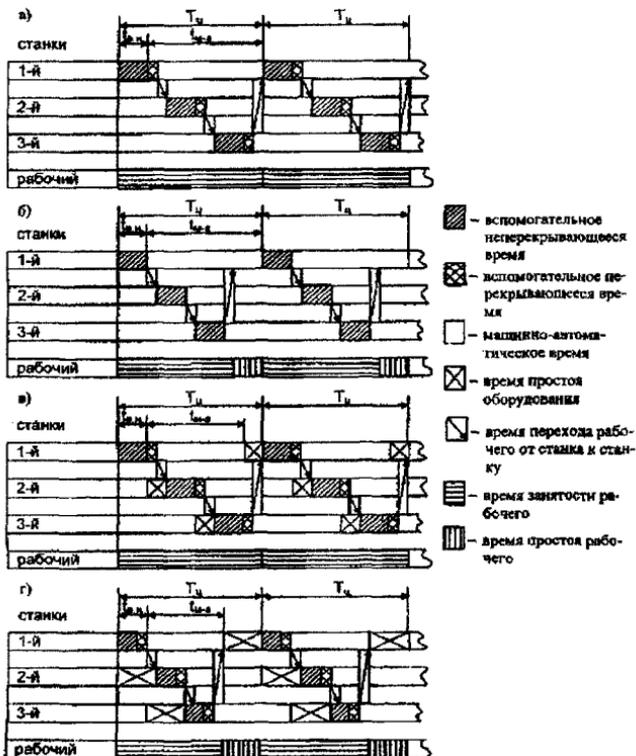


Рисунок 4.1 – Циклограммы многостаночного обслуживания:

- а) оборудование и рабочий полностью загружены; б) оборудование загружено полностью, рабочий простаивает; в) оборудование простаивает, рабочий загружен полностью; г) оборудование и рабочий простаивают в каждом цикле

Нормативное количество станков, обслуживаемых одним рабочим, можно определить по формуле:

$$H = \frac{t_{м-а} \cdot a \cdot t_{в.н.}}{t_{в.н.} + t_{в.п.} + t_{пер}} \cdot k \text{ стан} \quad (4.4)$$

где $t_{м-а}$ — время машинно-автоматической работы, мин;

$t_{в.н.}$ — вспомогательное неперекрывающееся время, включая время активного наблюдения, мин;

$t_{в.п.}$ — вспомогательное перекрывающееся время, мин;

$t_{пер}$ — время перехода рабочего от станка к станку, мин.

Расчетное количество станков округляется до ближайшего целого меньшего числа. Если на станках выполняются разные операции, принимается значение $t_{м-а}$ того станка, для которого оно меньше.

Длительность цикла при многостаночном обслуживании

$$T_{ц.м.} = t_{м.а.} + t_{в.н.} + t_{пр} \quad (4.5)$$

где $t_{пр}$ — время простоя станка, мин.

На непрерывно-поточной линии длительность цикла при многостаночной работе равна или кратна такту поточной линии:

$$T_{ц.м} = n \cdot r, \quad n=1,2,3,\dots \quad (4.6)$$

Численность рабочих-станочников по каждой операции с учетом многостаночного обслуживания:

$$C_{ц.м} = m_{пр} / H, \quad (4.7)$$

где $m_{пр}$ — принятое число рабочих мест по данной операции;

H — количество станков, обслуживаемых одним рабочим (принятое целое число).

Кроме параллельного многостаночного обслуживания, на прерывно-поточной линии возможно последовательное обслуживание полностью загруженных рабочих мест.

Последовательное обслуживание рабочих мест одним рабочим возможно в том случае, если общая занятость рабочего в течение смены превышает 100%. Например в одной из операций расчетное количество рабочих равно 1,22. Следовательно, занятость в течение смены одного рабочего - 100%, а второго - 22%. Второму можно получить последовательно обслуживание еще одного рабочего места, занятость в течение смены по которому не должна превышать 78%.

Данные расчета сводятся в таблицу:

Параметры	Операции			
	010	015	020	...
Число рабочих мест по данной операции				
Время машинно-автоматической работы				
Вспомогательное неперекрывающееся время				
Вспомогательное перекрывающееся время				
Время перехода рабочего от станка к станку				
Длительность цикла при многостаночном обслуживании				
Фактическое рабочее время за время цикла, включая время переходов				
Коэффициент фактической занятости рабочего				
Количество станков, обслуживаемых одним рабочим (расчетное)				
Количество станков, обслуживаемых одним рабочим (принятое)				
Расчетное число рабочих-станочников $C_{ц.м}$				
Общее число рабочих-станочников				

Численность рабочих вспомогательного производства можно рассчитать на основе трудоемкости работ или норм обслуживания. При выполнении курсового проекта необходимо определить численность следующих профессий: наладчиков, контролеров, ремонтников (для выполнения плановых ремонтов), дежурных слесарей, смазчиков оборудования и прочих вспомогательных рабочих, нормы обслуживания для которых приведены в табл. 4.2. Расчет численности вспомогательных рабочих i -й профессии ведется по формуле:

$$C_{всп.и} = \frac{\sum U_i \cdot k_{см}}{H_{oi}}, \quad (4.8)$$

где $\sum U_i$ — сумма единиц обслуживания по i -й профессии;

$k_{см}$ — количество смен работы;

H_{oi} — норма обслуживания по i -й профессии (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2. — Нормы обслуживания на одного рабочего в одну смену

Профессия	Разряд	Единица обслуживания	Норма обслуживания
Наладчик оборудования по типам станков: токарные, сверлильные, плоскошлифовальные, суперфинишные, доводочные агрегатные, фрезерные, резьбообрабатывающие, зубодолбежные, круглошлифовальные, хонинговальные, протяжные токарно-револьверные, карусельные, одношпиндельные токарные полуавтоматы, зубопротяжные, внутришлифовальные, зубофрезерные	4	станок	16
	5	"	12
	5	"	7
Станочник по ремонту оборудования	3	ед.ремонтной сложности	1500
Слесарь по межремонтному обслуживанию	3	"	500
Электромонтер по межремонтному обслуживанию	3	"	1000
Смазчик	3	"	1000
Контролер-приемщик	3	рабочий	40
	4		25
Кладовщик-раздатчик инструмента и приспособлений	2	"	50
Рабочий по доставке инструментов и приспособлений на рабочие места	2	станочник	50
Стропальщик и крановщик	3	"	50
Уборщик производственных помещений	2	м ²	1500

Численность наладчиков оборудования также может нормироваться по количеству обслуживаемых станков, количеству и сложности наладок:

$$C_{\text{н}} = \frac{m_{\text{н}} \cdot k_{\text{см}}}{6,66 \cdot 0,9x_1 + 0,1x_2 + 0,5x_3 - 14x_6 + 4,5x_7 - 16x_9} \quad (4.9)$$

где $m_{\text{н}}$ — количество обслуживаемых станков;

$k_{\text{см}}$ — количество смен работы основных рабочих;

x_1 — среднее количество единиц ремонтной сложности одного налаживаемого станка;

x_2 — среднее количество режущих инструментов, закрепленных за одним налаживаемым станком;

x_3 — среднее количество расходуемого инструмента на одну станко-смену, на один станок;

x_6 — удельный вес количества единиц ремонтной сложности автоматических линий в общем количестве единиц ремонтной сложности всего обслуживаемого оборудования;

x_7 — средний разряд наладчиков;

x_9 — степень использования оборудования (в течение смены).

При определении численности контролеров необходимо учитывать, что многие операции межоперационного контроля, а в некоторых случаях и окончательный контроль, могут и должны выполняться непосредственно самими рабочими. На участках массового и крупносерийного производства, где контрольные операции систематически повторяются в одних и тех же условиях, число контролеров может быть целено исходя из нормы времени на одну контрольную операцию:

$$y_{\text{кр}} = \frac{N \cdot q \cdot t_q \cdot b_k \cdot \delta_1}{60 \cdot \phi_s \cdot k_{\text{в}}} \quad (4.10)$$

где N — количество деталей, подлежащих проверке в течение месяца шт.;

q — число промеров по одной детали;

t_q — время на выполнение одного промера, мин;
 b_k — степень выборочного контроля;
 k_e — коэффициент, учитывающий дополнительное время на обход рабочих мест и оформление контрольной документации;
 Φ_k — фонд рабочего времени одного контролера в течение месяца, ч.

Порядок расчета численности ремонтников, дежурных слесарей, смазчиков оборудования будет рассмотрен в следующем разделе. Численность служащих (руководителей и специалистов) цеха (участка) может быть определена укрупненно в процентах от числа всех рабочих (для механообрабатывающих цехов: 8-16 %).

4.2. Планирование и организация ремонта оборудования

Планирование ремонтных работ осуществляется на основе типовой системы технического обслуживания и ремонта оборудования.

Сущность системы заключается в том, что после отработки каждым агрегатом или станком определенного количества часов производятся плановые профилактические осмотры и различные виды ремонтов. В курсовом проекте необходимо составить годовой план проведения осмотров и плановых ремонтов оборудования проектируемой поточной линии и рассчитать их трудоемкость.

Продолжительность ремонтных циклов, межремонтных и межосмотровых периодов устанавливается в часах оперативного времени работы оборудования. Основным нормативом при организации и планировании ремонтных работ является длительность ремонтного цикла $T_{ц}$, под которым понимается период оперативного времени работы оборудования между двумя капитальными ремонтами.

Продолжительность ремонтного цикла:

$$T_{ц} = A \cdot k_{ом} \cdot k_{ми} \cdot k_{мс} \cdot k_{мс} \cdot k_{в} \cdot k_{д}, \quad (4.11)$$

где A — исходная величина ремонтного цикла, различная для различных видов оборудования,

$k_{ом}$ — коэффициент, учитывающий род обрабатываемого материала;

$k_{ми}$ — коэффициент, учитывающий род материала инструмента;

$k_{мс}$ — коэффициент, учитывающий качество точности обработки;

$k_{мс}$ — коэффициент, учитывающий массу станка;

$k_{в}$ — коэффициент, учитывающий возраст станка;

$k_{д}$ — коэффициент, учитывающий год выпуска станка.

Величина A и коэффициенты принимаются по справочным изданиям.

Для расчета длительности ремонтного цикла в годах $T_{цг}$ или в месяцах $T_{цм}$, необходимо рассчитанную величину $T_{ц}$ разделить на годовой или среднемесячный действительный фонд работы одного станка с учетом сменности его работы и на коэффициент его загрузки, т.е.

$$T_{цг} = T_{ц} / \Phi_{д} \cdot k_{з}, \quad (\text{лет}) \quad \text{и} \quad T_{цм} = (T_{ц} \cdot 12) / (\Phi_{д} \cdot k_{з}), \quad (\text{месяцев}).$$

Продолжительность межремонтного t и межосмотрового t_0 периодов:

$$t = \frac{T_{ц}}{X_c + X_T + 1}, \quad (4.12)$$

$$t_0 = \frac{T_{ц}}{X_c + X_T + X_0 + 1}, \quad (4.13)$$

где X_c — количество средних ремонтов в течение ремонтного цикла;

X_T — количество текущих ремонтов в течение ремонтного цикла;

X_0 — количество осмотров в течение ремонтного цикла.

Таблица 4.4. — Нормы времени на единицу ремонтной сложности для технологического оборудования

Работы	Вид ремонта			
	осмотр	текущий	средний	капитальный
Слесарные	0,75	4,0	16,0	23
Станочные	0,10	2,0	7,0	10
Прочие	—	0,1	0,5	2
Всего	0,85	6,1	23,5	35

Продолжительность простоя оборудования в ремонте зависит от вида ремонта, категории ремонтной сложности агрегата и числа смен работы ремонтных бригад в сутки. Простой оборудования в ремонте исчисляется с момента остановки агрегата на ремонт до момента приемки его из ремонта. Нормативная продолжительность простоя технологического оборудования приведена в табл. 4.5.

Таблица 4.5. — Нормативная продолжительность простоя оборудования в ремонте в расчете на единицу ремонтной сложности

Вид ремонта	При работе ремонтных бригад		
	в одну смену	в две смены	в три смены
Проверка на точность	0,1	0,05	0,04
Текущий ремонт	0,25	0,14	0,1
Средний ремонт	0,6	0,33	0,25
Капитальный ремонт	1,0	0,54	0,41

Итоговые данные табл. 4.3 за год используются для расчета:

а) численности слесарей для ремонта $Ч_{сл}$ по формуле:

$$Ч_{сл} = Q_{сл} / \Phi_p, \text{ (чел)}, \quad (4.16)$$

б) численности станочников для ремонта $Ч_{ст}$ по формуле:

$$Ч_{ст} = Q_{ст} / \Phi_p, \text{ (чел)}, \quad (4.17)$$

в) коэффициента α_p , учитывающего потери времени на выполнение плановых ремонтных работ по формуле:

$$\alpha_p = Q_{np} / (\sum m_i \cdot \Phi_n), \quad (4.18)$$

где $Q_{сл}$ и $Q_{ст}$ — соответственно общий годовой объем слесарных и станочных работ на автоматической линии (участке) по итоговым данным;

Φ_p — годовой фонд работы одного рабочего в год (час);

Q_{np} — суммарные простои оборудования за год (час);

Φ_n — номинальный фонд работы одного станка за год (час).

Коэффициент α_p следует сравнить с принятым при расчете действительного фонда работы оборудования.

Кроме ремонтного персонала рассчитывается потребность в персонале по дежурному обслуживанию оборудования (дежурные слесари, электрики и др.). При этом численность дежурного персонала j -й профессии рассчитывается по формуле:

$$Ч_{oj} = \sum_{i=1}^m K_{ei} \cdot k_{см} / H_{oj}, \quad (4.19)$$

где K_{ei} — категория ремонтной сложности i -го оборудования;

H_{oj} — норма обслуживания одним дежурным рабочим j -й профессии (в единицах ремонтной сложности);

$k_{см}$ — коэффициент сменности работы оборудования.

4.3. Планирование и организация обеспечения инструментом

В этом разделе проекта необходимо определить нормы расхода запаса инструмента, а также его стоимость в расчете на годовую программу выпуска деталей.

Расчет нормы расхода режущего инструмента в массовом и крупносерийном производстве обычно производится на 1000 шт. деталей по каждому типоразмеру инструмента для каждой деталиоперации:

$$H_{pij} = \frac{1000 \cdot t_{mij} \cdot A_{ij}}{60 \cdot T_{изнi} \cdot k_{yj}} \quad (4.20)$$

где H_{pij} — норма расхода режущего инструмента j -го типоразмера на i -й операции, шт.;
 t_{mij} — продолжительность обработки одной детали на i -й операции j -м инструментом, мин;
 $T_{изнi}$ — время полного износа инструмента i -го типоразмера, ч, (табл. 4.6);
 A_{ij} — количество инструментов в одной наладке на i -й операции j -м инструментом;
 k_{yj} — коэффициент случайной убыли инструмента (табл. 4.7).

Таблица 4.6. — Время полного износа инструмента

Инструмент	Тизн, час	Инструмент	Тизн, час
Резцы		Фрезы	
твердосплавные	20...25	цилиндрические	20...50
из быстрорежущей стали	15...20	со вставными ножами	
Сверла		$d = 90$ мм	58
твердосплавные		$d = 150$ мм	140
$d = 10...25$ мм	13...45	торцевые твердосплавные	
из быстрорежущей стали		$d = 150$ мм	48
$d < 12$ мм	11	$d = 400$ мм	110
$d = 12...25$ мм	28	концевые	
$d > 25$ мм	60	$d = 16...20$ мм	6
Развертки		$d = 20...30$ мм	10
$d < 20$ мм	7	$d = 30...50$ мм	22
$d = 20...40$ мм	13	Зенкеры	
$d > 40$ мм	19	$d < 20$ мм	5
		$d = 20...50$ мм	8

Таблица 4.7. — Средние значения коэффициента случайной убыли инструмента

Инструмент	k_{yj}	Инструмент	k_{yj}
Резцы токарные		Фрезы	
твердосплавные	0,1...0,3	твердосплавные	0,2
из быстрорежущих сталей	0,1...0,2	из быстрорежущих сталей	0,05
$b < 3$ мм	0,4	Фрезы отрезные и прорезные	
$3 < b < 6$ мм	0,3	$b < 1,5$ мм	0,3
Сверла		$2,5 > b > 1,5$ мм	
$d < 12$ мм	0,1	$b > 2,5$ мм	0,05
$d > 12$ мм	0,15	Метчики	
$d < 15$ мм	0,2	$d < 6$ мм	0,3
Зенкеры и развертки $d > 15$ мм	0,1	$d = 6-12$ мм	0,2
		$d > 12$ мм	0,1
	0,1	Протяжки	0,05
Фрезы червячные	0,1		

Время полного износа инструмента также можно рассчитать по формуле:

$$T_{изн} = (n + 1) \cdot t_{ст}, \quad (4.21)$$

где $t_{ст}$ — стоимость инструмента между двумя заточками, ч;
 n — число допустимых заточек данного инструмента;

$$n = H / \Delta l, \quad (4.22)$$

где l — величина допустимого стачивания режущей части инструмента, мм;

Δl — величина стачивания за одну заточку, мм.

Норма расхода абразивного инструмента рассчитывается по той же формуле, однако, определяя $T_{изн}$ круга, необходимо учитывать, что при определении количества возможных его правок в расчет принимают 1/5-1/4 часть диаметра. За одну заточку снимается 0,2-0,3 мм. В табл. 4.8 приведены показатели стойкости шлифовальных кругов для основных видов работ.

Норма расхода для измерительного инструмента j -го наименования на 1000 деталей определяется по формуле:

$$H_{изj} = \frac{1000 \cdot c \cdot k_{выб}}{m_0}, \quad (4.23)$$

где c — необходимое количество измерений на одну деталь;

$k_{выб}$ — доля деталей, подвергаемых выборочному контролю;

m_0 — количество измерений, выполняемых с помощью инструмента до полного его изнашивания.

Таблица 4.8. — Средние показатели стойкости шлифовальных кругов

Вид шлифования	Характер подачи	Продолжительность работы между правками, мин
Круглое наружное	Продольная напроход	40
	Продольная в упор	30
	Поперечная врезанием	30
	С одновременным шлифованием закруглений	20
Бесцентровое	Продольная	30-60
Внутреннее		10
Плоское	Продольная напроход	25
	Врезанием	10

Количество измерений m_0 зависит от качества точности измеряемого размера (а следовательно, от поля допуска на износ калибра) и рода обрабатываемого (т. е. измеряемого) материала. Так, для гладких пробок и скоб при работе по стали количество промеров до полного изнашивания калибра находится в пределах 10-80 тыс., а при работе по чугуну число промеров уменьшается в три раза.

Годовой расход режущего, абразивного и измерительного инструмента j -го типоразмера:

$$P_j = \sum_{i=1}^{K_{ij}} N_e \cdot H_{ij} \cdot \frac{1}{1000}, \quad (4.24)$$

где N_e — программа выпуска деталей, шт;

H_{ij} — норма расхода инструмента j -го типоразмера на i -й операции.

Результаты расчетов сводятся в табл. 4.9.

С целью создания минимальных запасов инструмента для обеспечения бесперебойной работы цеха производится расчет цехового оборотного фонда инструмента Z_c по каждому его типоразмеру, предусмотренному технологическим процессом обработки:

$$Z_{ci} = Z_{pmi} + Z_{pzi} + Z_{ki} \quad (4.25)$$

где Z_{pm} — количество инструмента, находящегося на рабочих местах;

Z_{pz} — количество инструмента, находящегося в заточке;

Z_k — количество инструмента, находящегося в ИРК.

Таблица 4.9. – Ведомость расчета потребности в инструменте на годовую программу

Наименование инструмента	Шифр марки материала инструмента	Стойкость между заточками, t_{zt}	Количество заточек, n	Время полного износа, $T_{из}$	Норма расхода на 1000 деталей	Потребное количество инструмента на программу	Цена единиц инструмента, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.

При этом,

$$Z_{pmj} = A_{ij} \cdot E \cdot (K+1), \quad (4.26)$$

где A_{ij} – количество j -х единиц инструмента данного типоразмера, находящегося в резерве на рабочем месте i -й операции;

E – количество рабочих мест (станков), на которых одновременно используется данный инструмент;

K – количество запасных комплектов инструмента, находящихся в резерве на рабочем месте (1-2).

$$Z_{pzi} = t_z \cdot A_{ij} / t_n, \quad (4.27)$$

где t_z – цикл заточки инструмента (8 или 16 часов);

t_n – период доставки инструмента (обычно один раз в смену).

$$Z_k = Z_{mp} \cdot T_z / 2t_{cm} + PM / D, \quad (4.28)$$

где T_z – период времени, необходимый для обмена затупленного инструмента на заточенный, ч. Принимается по заводским данным, или при их отсутствии – 24 ч.;

P – период времени, необходимый для пополнения запасов ИРК с ЦИС, сут.;

M – месячный расход инструмента данного типоразмера;

D – число рабочих дней в месяце.

Оборотный фонд измерительного, вспомогательного, слесарно-монтажного и прочего инструмента устанавливается по количеству рабочих мест, на которых одновременно применяется данный инструмент, и количеству его единиц на каждом рабочем месте. Запас этого инструмента в ИРК устанавливается в зависимости от количества одновременно применяемого на рабочих местах и средней стойкости: для наиболее ходового – в размере среднемесячного его расхода, для наименее ходового – в размере двухмесячного расхода и более.

Учебное издание

Составители:

*Александров Юрий Александрович,
Грудницкая Наталья Анатольевна,
Хилькович Анатолий Васильевич,
Федоров Александр Владиславович*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы
по дисциплине **«Организация производства и
менеджмент в машиностроении»**

для студентов специальности
36 01 01 «Технология машиностроения»
дневной формы обучения

Ответственный за выпуск: Хилькович А. В.
Редактор: Строкач Т. В.
Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 5.09.2008 г. Формат 60×84 1/16. Бумага «Снегурочка».
Гарнитура Arial Narrow. Усл. печ. л. 1,4. Уч. изд. л. 1,5. Тираж 100 экз. Зак. № 877.
Отпечатано на ризографе Учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.