1. Основные понятия и определения. Производственный процесс и его структура

Производственный процесс- совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов, выполняемых на данном предприятии. Производственный процесс состоит из ТП и вспомогательных процессов.

ТП - процесс, в результате которого происходит изменение качественного состояния объекта.

Вспомогательные процессы необходимы для бесперебойного выполнения ТП.

В зависимости от содержания производственного процесса в структуре предприятия выделяется 3 группы подразделений.

Различные этапы производственного процесса на машиностроительном заводе могут быть выполнены в отдельных цехах или в одном цехе (комплексный процесс).

Цех- основное подразделение завода, которое выполняет часть производственного процесса в соответствии со специализацией.

Производственный процесс делится на поточное и непоточное производство.

Поточный производственный процесс - такая форма организации производства, при которой все операции выполняются непрерывно и ритмично, обеспечивается принцип прямоточности (нет возвратных и пересекающихся потоков), длительность операции равна или кратна ритму потока.

Программа впуска - совокупность изделий установленной номенклатуры, выполненная в заданном объеме в год.

Объем выпуска – число изделий, подлежащих изготовлению в единицу времени.

Производственная мощность – способность предприятия выполнить в год max количество продукции в номенклатуре и ассортименте, предусмотренном планом при полном использовании производственного оборудования, площадей с учетом применения прогрессивной технологии организации производства.

Различают действительную и проектную мощность.

Проектная – мощность, установленная в проекте строительства или реконструкции производства, которая должна быть достигнута при условии обеспечении производства принятыми в проекте средствами производства, кадрами, организацией производства.

Действующая – мощность действующего производства; величина переменная, зависит от технического уровня работающих, уровня использования основных оборотных средств, сменности работы, уровня автоматизации и механизации и др. факторов.

Производственный цикл – календарное время изготовления изделий от начала производственного процесса до его окончания.

2. Принципы организации цехов МСП

Механосборочное производство организуют по 2-м вариантам:

1. самостоятельные механические и сборочные цеха

2. объединенные механосборочные цеха.

Цеха м.б. организованы по узловому, технологическому и смешанному признакам.

1) Организация по узловому признаку: за каждым из цехов закрепляют все детали определенного узла или изделия. В этом случае имеет место предметная специализация. В зависимости от конструкции изделия наряду с мех. обработкой в цехе м.б. предусмотрена и узловая сборка. При наличии нескольких механосборочных цехов на заводе необходимо предусмотреть цех общей сборки. Такая организация возможна в том случае, если размер программы выпуска достаточен для полной загрузки оборудования.

2) Организация по технологическому признаку: все детали разных узлов и изделий группируют по технологически сходному процессу и размерному подобию. Такая организация производства применима для условий единичного мелкосерийного производства, при котором деталями одного изделия или узла не удается полностью загрузить оборудование. В механических цехах обрабатывают однотипные детали со сходным ТП. Рационально внедрять групповой метод обработки деталей. Сборочный цех завода территориально располагают рядом с цехом крупных деталей.

3) Организация по смешанному признаку: часть цехов проектируют по узловому признаку, часть – по технологическому (литейный, кузнечный, термический). Большинство заводов спроектированы по смешанному признаку.

3. Классификация механических цехов

К основным признакам, определяющим разновидность механических цехов относят:

1) серийность производства;

2) метод производства;

3) число установленных станков;

4) максимальная масса обрабатываемых деталей;

По серийности производства различают цеха:

Цех единичного, мелкосерийного производства Кс=20…40;

Серийного, среднесерийного Кс=5..20;

Крупносерийного Кс=3…5

Массового Кс=1…3

Коэффициент серийности характеризуется числом разнообразных операций, закрепленных за одним и тем же рабочим местом: Кс=n/N, где n – число детале-операций, выполняемых на участке, N – число единиц оборудования, установленных на станке.

По методу производства различают цеха поточного и непоточного производства.

Существуют две формы организации производства: поточное и непоточное.

Поточное производство - форма организации производственного процесса, при которой все операции согласованы во времени, повторяются через строго установленные интервалы, все рабочие места являются специализированными и располагаются в соответствии с ходом технологического процесса. В поточном производстве воплощаются все принципы организации производственного процесса, что обеспечивает наиболее эффективное его функционирование. Поточные формы работы наиболее распространены в массовом производстве, но применяются также в серийном и единичном.

Планирование и управление материальным потоком при данной форме организации не представляют особой сложности в силу проработанности вопроса упорядочения движения предметов труда в пространстве и во времени, организации их ритмичной обработки.

Поточное производство в своем развитии идет по пути автоматизации: внедрение автоматических линий, станков с числовым программным обеспечением, линий, содержащих оборудование с программным управлением, применение микропроцессорной техники, промышленных роботов, робототех-нических комплексов, гибких производственных систем.

Непоточная форма, которая применяется в основном в единичном, мелкосерийном и серийном производствах, часто понимается как преимущественно неупорядоченное движение предметов труда в пространстве, сочетаемое с прогнозированным движением во времени.

Наибольшая сложность организации непоточного производства по сравнению с поточной состоит прежде всего в необходимости упорядочения азижения предметов труда в пространстве, сведения хаотичных потоков в единый технологический маршрут производства однотипной продукции.

Упорядочение движения деталей возможно только путем организации и однонаправленного движения, унификацией и типизацией технологических процессов изготовления деталей, закрепленных за одним предметно-замкнутым участком. Для организации производственного процесса в пространстве используют методы типизации технологических процессов групповой унификации.

Схемы технологических процессов представляют собой описание последовательности прохождения обрабатываемой детали или сборочной единицы по всем цехам, а внутри цехов - по всем операциям с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативов, а также содержат описание процесса изготовления на всех операциях.

Дальнейшее упорядочение движения предметов труда основано на оптимальном размещении необходимого состава станочного парка производственных участков в соответствии с разработанными технологическими процессами или маршрутами. Для этого перспективно использовать станочный парк на резиновой подложке, а всю технологическую проводку к станкам осуществлять по верху.

По числу установленных станков цеха подразделяют на малые, средние, крупные.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид машиностроения | Масса деталей max, тонна | Число станков в цехе |
|  Малом до | Среднем | Крупном свыше |
| легкое | 00,2 | 150 | 150…300 | 300 |
| среднее | 2 | 125 | 125…250 | 250 |
| Тяжелое I группы | 30 | 100 | 100…200 | 200 |
| II группы | 75 | 75 | 75…150 | 150 |
| III группы | 250 | 60 | 60…125 | 125 |
| Особо тяжелое | 500 | 50 | 50…100 | 100 |

Максимальная масса обрабатываемой детали предопределяет технологические возможности оборудования, подъемно-транспортных средств и строительную характеристику здания.

Для легкого машиностроения – ограниченное использование подъемно-транспортных средств.

Для среднего машиностроения предполагается использование подвесных кранов, электрортельферов, пневматических подъемников, грузоподъемностью до 2-3 тонн и конвейеров.

Для тяжелого машиностроения предполагается использование мостовых опорных кранов, грузоподъемностью от 30 до 250 тонн.

4. Состав механического цеха

Механические цеха состоят из производственных участков, вспомогательных подразделений, служебных и бытовых помещений.

Производственные участки предназначены для размещения оборудования основного производства. Участки объединяют в себя рабочие места. Рабочее место – первичная строительная единица завода на которой выполняется технологическая операция. РМ оснащено технологическим оборудованием, накопителями заготовок, средствами автоматизации, технологической оснасткой, средствами технического обслуживания и охраны труда.

РМ, объединенные транспортной системой образуют участок. Участки могут быть организованы по двум основным признакам:

По предметному признаку – массовое, крупносерпийное производство;

По технологическому признаку – мелкосерийное, единичное производство.

Вспомогательные подразделения создают для обслуживания и обеспечения производственных участков. К ними относятся:

инструментальная служба цеха – заточное отделение, кладовая приспособлений, инструмента, отделение ремонта оснастки;

Контрольное отделение;

Ремонтные служдбы цеха;

Склад металла, заготовок и готовых деталей. Для массового и крупносерийного производства как правило отсутствует, так как для металла имеется специализированный склад, для заготовок на каждом участке предусматривается складская площадка,

Конторские, служебные и бытовые - предназначены для размещения технического и административного персонала, гардеробных, столовых, буфетов.

5. Штат работающих механического цеха

а) производственные (основные) рабочие – рабочие м/с производства, которые непосредственно участвуют в выполнении ТП по изготовлению основной продукции (станочники и наладчики);

б) вспомогательные рабочие – занятые обслуживанием основного производства (ремонтники, контроллеры, кладовщицы);

в) ИТР – работники, выполняющие обязанности по управлению, организации, подготовке производства, занимающие должности, для которых требуется квалификация инженера или техника;

г) служащие – работники, выполняющие в соответствии с занимаемой должностью административно-хозяйственные функции, ведущие финансирование, учет и решающие социально-бытовые вопросы;

д) МОП – младший обслуживающий персонал – сторожа, гардеробщики, уборщицы бытовых и конторских помещений.

6. Основные задачи проектирования механосборочных производств

- технологические, экономические, организационные.

В общем виде задача проектирования может быть сформулирована следующим образом: спроектировать цех (участок) обеспечивающий выпуск изделий определенной номенклатуры требуемого качества с заданной программой выпуска при достижении минимальных возможных приведенных затрат и с учетом всех требований к охране труда.

Для решения технических задач необходимо:

- проработать вопрос технологичности изделий;

- спроектировать технологические процессы;

- выявить трудоемкость и станкоемкость операции;

- установить типаж и количество оборудования;

- состав и количество работающих;

- нормы расхода материала;

- определить площади и размеры участков и цехов;

- разработать компоновку цеха и планировку оборудования;

- определить задания для строительного, сантехнического и энергетического проектирования.

Для решения экономических задач необходимо:

- рассчитать себестоимость и рентабельность выпуска изделий;

- определить удельные и приведенные затраты;

- размеры основных и оборотных средств;

- составить калькуляции и решить вопросы финансирования;

Для рекшения организационных задач необходимо:

- выбрать принципы формирования производственных подразделений;

- разработать структуру управления;

- выполнить НОТ (научную организацию труда);

- документооборот;

- организация служб производства;

- система контроля за ходом производства.

При разработке нескольких вариантов проекта необходимо выбрать оптимальный. Критериями выбора являются приведенные затраты.

7. Задание на проектирование м/с цехов. Исходные данные

Для проектирования нового завода, цеха, участка в качестве исходных данных необходимо иметь:

Результат обследования и выбора строительной площадки;

Производственная программа;

Источники и способы снабжения различными видами энергии;

Чертежи и ТУ на изделия, детали, сборочные узлы;

Нормативные данные;

Аналоги.

При составлении проектного задания на реконструкцию действующего цеха необходимы данные о нем - планировка расположения оборудования, специализация оборудования, данные о его состоянии.

Проектирование участков и цехов производится на основании задания на проектирование. В него включают все исходные данные и требования к объекту.

Разработку задания на проектирование проводит заказчик проекта совместно с проектной организацией.

Кроме перечисленных выше исходных данных в задании указывается:

- режим работы производства;

- эффективный фонд времени работы оборудования и эффективный фонд времени рабочих.

Различают номинальный годовой фонд времени работы оборудования и эффективный (действительный). Номинальный – количество рабочих часов в году в соответствии с принятым режимом работы без учета потерь.

Fном = Ф\*Н\*m,

где Ф – количество рабочих дней в году, Н – количество смен, m – количество часов в смену. Действительный фонд – разность номинального фонда времени и времени неизбежных потерь, вызванных простоями оборудования при плановом предупредительном ремонте. Потери времени исчисляются в % от Fном.

Fдейств = Fном\*(100-К)/100,

где К – допустимый процент времени нахождения оборудования в ремонте (Для МРС при работе в 1 смену – 2%, 2 смены – 3%, 3 смены – 4%; для уникальных станков 2 смены – 6%, 3 смены – 10%; на автоматических линиях 2 смены – 10%, 3 смены – 12%).

Фонд времени работы рабочих назначается по нормативам при продолжительности рабочей недели 41 час при отпуске 24 дня, 18-20 часов при отпуске 18 дней.

Эффективный фонд времени подсчитывается с учетом потерь времени, связанных с очередными отпусками, по учебе, по болезни, сокращенные рабочие дни.

В задании на проектирование должны быть определены требования пот защите окружающей среды и утилизации отходов. Указывают требования к разработке вариантов проекта или его частей и критерии для выбора оптимальных решений. Указывают стадии проектирования. Обычно проектирование ведется либо за одну стадию, которая называется рабочий проект, или за две стадии – рабочий проект + рабочая документация.

Одностадийное проектирование выполняется для типовых, повторных или несложных объектов.

В задании на проектирование приводят требования к архитектурно-художественному оформлению бытовых и производственных помещений, к благоустрорйству и озеленению территории.

8. Рабочий проект и рабочая документация

Рабочий проект разрабатывается на основании задания на проектирование, служит для определения технических возможностей строительства, экономической целесообразности, реконструкции, установки основных технических характеристик объекта, общей стоимости проекта.

Проект включает в себя следующие разделы:

Пояснительная записка;

Генеральный план и транспорт;

Технологические решения;

НОТ рабочих и служащих;

Управление предприятием;

Строительные решения;

Охрана окружающей среды;

Сметная документация;

Паспорт рабочего проекта.

После утверждения проекта разрабатывается рабочая документация. В состав рабочей документации входит:

Рабочие чертежи здания;

Чертежи специального оборудования;

Чертежи специальной технологической оснастки;

Сметная документация по стоимости строительства или реконструкции;

Ведомости объема строительных и монтажных работ;

Ведомости потребляемых материалов;

Спецификации используемого оборудования.

9. Производственная программа и методы проектирования цеха

В подетальной производственной программе указывается наименование детали, подлежащей изготовлению в данном цехе, количество деталей, вид материала и заготовок, черный и чистый вес. При составлении подетальной программы учитывают запасные программы, необходимые для обеспечения ими машин, находящихся в эксплуатации.

Проектирование механических цехов ведется либо по точной производственной программе, либо по приведенной, либо условной программе. Точная производственная программа составляется в случае, если точно установлена номенклатура всех деталей, в том числе и запасных частей. Все детали обеспечены рабочими чертежами. При проектировании по точной программе на каждую деталь разрабатывается техпроцесс, выполняется нормирование каждой операции, таким образом - метод трудоемкий, рекомендуется для массового и крупносерийного производства. При проектировании цехов единичного, мелкосерийного производства проектирование ведется по условной приведенной программе. При проектировании по условной программе все детали, подлежащие изготовлению в данном цехе разбиваются на группы в зависимости от конструктивно-технологической схожести. От каждой группы выбирается деталь-представитель, на которую разрабатывается ТП, определяется трудоемкость изготовления. Для определения трудоемкости других деталей, входящих в группу рассчитывается коэффициент приведения. В качестве детали-представителя как правило выбирают деталь, характеризующуюся наибольшим объемом выпуска и трудоемкостью изготовления. Рекомендованное соотношение массы и годового объема выпуска детали-представителя и других деталей, входящих в группу 0,5Mmax<=M<=2Mmin, 0,1Nmax<=N<=10Nmin.

Если указанное условие не выполняется, необходимо группу разделить на 2 или более частей. При определении коэффициента приведения учитывают различия в массе, серийности, сложности детали выражаемые коэффициентами Кm, Ксер, Кслож. Для геометрически подобных деталей коэффициент приведения по массе

Км = sqrt3((mi/mпр)^2),

где mi – масса приводимой детали, mпр – масса детали представителя. Коэффициент приведения по серийности

Ксер = (Nпр/Ni)^a,

где а = 0,15 для легкого и среднего машиностроения, а = 0,2 для тяжелого машиностроения. Коэффициент приведения по сложности учитывает различие в сложности конструкции детали и сложности технологии изготовления. Если приводимая деталь сложнее детали представителя Ксл<1. Для однородных деталей наиболее существенными параметрами, определяющими сложность и трудоемкость является точность и шероховатость.

Ксл = ((Ктi/Ктпр)^a1)\*((Rai/Raпр)^a2)),

где Ктi, Ктпр – среднее значение квалитета точности приводимой детали и детали представителя, Rai, Raпр – среднее значение шероховатости приводимой детали и детали представителя.

Приведенная программа для каждой операции определяется произведением заданной программы выпуска на общий коэффициент приведения. В результате вместо многономенклатурной программы получают эквивалентную ей по трудоемкости приведенную программу, выраженную ограниченным числом изделий, или деталей – представителей. По этой программе и ведут последующие проектные расчеты.

Проектирование по условной программе применяется, когда невозможно точно определить номенклатуру и технические характеристики всех будущих изделий (единичное, опытное производство). В этом случае программу задают условным изделием, близким по характеристике к изделию, которое планируется изготавливать. Проектирование сходно с проектированием по приведенной программе: от каждой группы выделяется условная деталь представитель, на нее разрабатывается ТП, определяется трудоемкость ее изготовления. Эту трудоемкость принимают и для других деталей, входящих в группу.

10. Трудоемкость и станкоемкость. Методы определения

Трудоемкость – время, затраченное на изготовление изделия и выраженное в человеко-часах. Станкоемкость – время, затраченное на изготовление изделия, выраженное в станко-часах. Ориентировочно связь между трудоемкостью и станкоемкостью выражается Тст.ч.=Тчел.ч.\*Км, где Км – коэффициент многостаночного обслуживания – среднее число станков, обслуживающих одним рабочим. Км>=1. Расчетная трудоемкость включает в себя нормируемое по ТП время обработки на станках и ручных операциях, причем при многостаночном обслуживании суммарное время обработки на станках, обслуживаемых одним рабочим, для определения трудоемкости делят на количество обслуживаемых станков.

Проектирование цехов и участков предполагает наличие детально разработанного техпроцесса с техническим нормированием. Трудоемкость

Тшт = СУММ(tштi),

где tштi – штучное время выполнения i–ой операции. Трудоемкость изготовления комплекта деталей

Тизд = СУММ(Тшт),

где ij – время выполнения j-ой операции i-ой детали, n – число деталей в изделии, m – число операций. При проектировании по приведенной программе (мелкосерийное и среднесерийное производство) трудоемкость изготовления деталей представителей получают также техническим нормированием. При серийном производстве рассчитывают штучно-калькуляционное время.

Tшт-к = Тшт+Тпз/n.

Трудоемкость обработки остальных деталей, входящих в группу находят с помощью коэффициента приведения.

Тшт-кi = Тшт-к.пр.\*Кпр.

При разработке проектов технического перевооружения или реконструкции цехов и в тех случаях, когда объектом проектирования является освоенное изделие трудоемкость и станкоемкость может быть определена по заводским данным с учетом переработки норм и внедрением новых технологий, средств автоматизации и механизации. Фактическая (достигнутая) заводская трудоемкость

Тфакт.чел.час = Тнормочас/Кперераб = Тнормочас\*100%/В,

где Тнормочас – действующая на заводе норма трудоемкости, Кперераб – коэффициент переработки норм; В – средний уровень выполнения норм, %.

Фактическая станкоемкость

Тф.ст.ч. = Тф.чел.ч.\*Км,

где Км – коэффициент многостаночного обслуживания (среднее число станков, обслуживаемое одним рабочим).

Фактическую станкоемкость завода корректируют путем умножения на коэффициент, учитывающий дальнейшее снижение норм времени за счет внедрения проргрессивнной технологии и оборудования.

Расчетная проектная станкоемкость вычисляется по формуле:

Тпр.ст.ч. = Тф.ст.ч.\*Кр\*Ку,

где Кр – коэффициент изменения станкоемкости на годовой проектный объем.

Кр = Nпроект/Nбаз.

Ку – коэффициент ужесточения норм, представляет собой отношение станкоемкости изготовленных деталей после внедрения новой технологии и оборудования к станкоемкости изготовления аналогичной детали по действующей технологии. Ку можно определить на основе сопоставления станкоемкостей изготовления деталей представителей по сравниваемым вариантам, т.е. по тем деталям, на которые детально разработаны ТП. Трудоемкость разметочных, моечных, слесарных и пр. работ определяется в % от станкоемкости.

11. Факторы, влияющие на выбор модели станка

Выбранное для технологической операции оборудование должно обеспечивать выполнение технологических требований, предъявляемых к детали, обрабатываемой на этом оборудовании: точность размеров, точность взаимного расположения поверхностей, заданная чистота обработки. При выборе типа станка учитываются следующие факторы:

- соответствие типоразмера станка габаритным размерам детали;

- соответствие производительности станка планируемому объему выпуска;

- возможно более полное использование станка по мощности;

- наименьшие затраты времени на обработку, установку, контроль;

- гибкость оборудования, возможность переналадки;

- небольшая стоимость;

- наименьшая себестоимость обработки;

- реальная возможность приобретения выбранной модели станка;

- необходимость использования имеющихся в цехе, на заводе оборудования.

При реконструкции производства целесообразность внедрения новой техники оценивается следующими показателями:

натуральные – повышение долговечности, надежности изделий, улучшение эксплуатационных параметров, высвобождение производственных площадей, уменьшение числа основных и вспомогательных рабочих, уменьшение норм расхода материала, технологичности топлива и энергии

стоимостные – уменьшение издержек производства, размер экономического эффекта, срок окупаемости капитальных вложений.

12. Поточная линия. Типы поточных линий. Определения такта выпуска деталей с поточной линии

Такт выпуска деталей с поточной линии – время, через которое с поточной линии выходит деталь. Номинальный такт выпуска t = Fg\*60/N. Действительный такт выпуска t = Fg\*60\*n/N, где n – коэффициент, учитывающий потерю времени на организационно-техническое обслуживание, регламентирование перегрева, потери времени на переналадку оборудования при переходе с одной детали на другую в зависимости от типа поточной линии (однопредметная, многопредметная), ценности оборудования и трудоемкости настройки инструмента n = 0,6…0,95.

Поточная линия – совокупность рабочих мест, расположенных в последовательности ТП. Рабочие места оснащены специальным и специализированным оборудованием, специальной оснасткой рабочего места, оснащены межоперационным транспортом (конвейеры).

Для обеспечения ритмичности необходимо обеспечить условия синхронизации: время на операциях должно быть равно или кратно такту выпуска. Практически допускается расхождение во времени на каждой операции +-10%.

Синхронизация поточной линии достигается следующими методами: снятие отдельных переходов с лимитирующих операций, передача их на менее загруженные станки, изменение режимов резания, применение специальных быстродействующих многоместных приспособлений.

Типы поточных линий:

однопредметные (одно наименование детали) – непрерывно-поточные для массового производства;

многопредметные поточные линии для серийного проризводства;

а) переменно-поточные – при переходе на изготовление других деталей линию переналаживают (смена, переналадка оснастки, РИ). Для этого предусматривают время. Такт для различных деталей различный.

б) групповые поточные линии – организуют для организации группового ТП. На линии одновременно или последовательно изготавливаются несколько деталей без остановки линии на переналадку. Такт выпуска либо такой же, либо разный для разных деталей.

13. Определение количества станков для поточного производства

Число станков непрерывно-поточных линий определяется для каждой операции.

Срасч=tшт/tдейств,

где tшт – штучное время на конкретной операции, tдейств – такт выпуска.

Если расчетное количество станков дробное число, его округляют до ближайшего большего целого. Ср->С.

Кзагрузки = Ср/С

– показатель рентабельности производства. Кзагрузки>=0,8.

Кзагрузки средний = СУММ(Ср)/СУММ(С)

– коэффициент средней загрузки поточной линии.

Расчет числа станков на переменно-поточных линиях рассчитывают по формуле

Ср = СУММ(tштi\*Ni)/Fдейств\*60\*Кпереналадки.

Кпереналадки = 1 для групповых поточных линий.

Коэффициент использования станков по основному времени: Коп = tо/tшт. Характеризует степень автоматизации. Коп >= 0,75 для поточного производства.

14. Определение количества станков для непоточного производства

Ср = Тст.ч.сум./Fдейств,

где Тст.ч.сум. – суммарная станкоемкость обработки годового объема выпуска на станках данного типоразмера, станкочасы, Fдейств – эффективный фонд времени работы оборудования.

Тст.ч.сум.=tштij\*Ni/60.

К загрузки = Ср/С. >0,85.

Если расчетное количество получилось меньше 0,5, ТОО этот типоразмер станков применять экономически нецелесообразно, а полученную расчетную величину прибавляют к расчетному количеству станков следующего по величине типоразмера. Аналогично рассчитывают коэффициент использования станков по основному времени

Ко=tо/tшт-к > 0.65.

Для однопредметного участка непоточного производства возможно использование формулы.

Ср = tшт\*N/(Fg\*60).

15. Определение числа станочников при укрупненных расчетах при проектировании цехов единичного и мелкосерийного производства

Число станочников при укрупненных расчетах (для единичного и мелкосерийного производства) определяют двумя способами:

по станкоемкости годового объема работ;

по принятому числу станков цеха или участка.

При определении числа станочников по станкоемкости годового объема работ расчет ведут по формуле

Rст = Тст.ч.сум./(Fд.р.\*Км),

где Тст.ч.сум. – суммарная станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа, станкочас. Fд.р. – эффективный фонд времени рабочих. Км – коэффициент многостаночного обслуживания – среднее число станков в цехе, обслуживаемое одним расчетом.

При определении числа производственных рабочих используют усредненное значение Км.

Мелкосерийное производство Км = 1,1…1,3; среднесерийное 1,3…1,5; крупносерийное и массовое 1,9…2,2. Полученное число станочников округляют до ближайшего большего целого. По числу станков, принятых в проекте число станочников определяют по формуле:

Rст = Fд.о.\*С\*Кз/(Fд.р.\*Км),

где Км – коэффициент многостаночного обслуживания, С – число станков в цехе, Кз – коэффициент загрузки станков, Fд.о. – эффективный фонд времени оборудования.

16. Определение числа станочников при детальных расчетах при проектировании цехов крупносерийного и массового производства с учетом многостаночного обслуживания

При детальных расчетах число станочников уточняют с учетом размещения оборудования и анализа условий многостаночного обслуживания. Особенно тщательно анализ проводят при проектировании участка крупносерийного производства. Основное условие для использования многостаночного обслуживания заключается в том, чтобы за время автоматической работы одного станка рабочий смог выполнить обслуживание других станков. Tм>=СУММ(tpi) – суммарное время обслуживания и активного наблюдения за работой других станков с учетом времени на переход. При обслуживании станков-дублеров, выполняющих одинаковую операцию число станков, обслуживаемых одним рабочим рассчитывают по формуле:

m = tм/tp + 1.

Несколько станков, обслуживаемых одним рабочим называют зоной обслуживания. Циклограмма. Тц – длительность цикла многостаночного обслуживания – время, в течение которого рабочий обслужит все станки, входящие в его зону обслуживания. Для случая, рассматриваемого выше, когда рабочий обслуживает станки-дублеры и не имеет свободного времени

Тц = tр+tм = tоперативное.

Для станков с различной продолжительностью операций при определении длительности цикла сопоставляют время ручного обслуживания каждого станка с наибольшим оперативным временем обработки на станке, входящем в предполагаемую зону обслуживания. Если суммарное время обслуживания станков больше максимального оперативного, то время цикла = сумме времени обслуживания станков, следовательно имеется простой станков.

Если проектирование ведется для поточной синхронной линии, то время цикла выбирается с учетом условия равенства или кратности такту. Если обработку ведут на непрерывно-поточной линии, то действительный такт выпуска определяется по формуле

tд. = t/(1+B/100%),

где t – номинальный такт выпуска, В – потери времени в процентах от оперативного на организационно – техническое обслуживание рабочих мест и регламентированные перерывы.

Для оценки занятости рабочего в обслуживании каждого станка используют коэффициент занятости.

Кзанi = tpi/Тцi.

Общий коэффициент занятости рабочего

Кзан = СУММ(Кзанi) <= 1.

В практике проектирования рекомендуется 0,7…0,8.

17. Определение количества наладчиков механического цеха

Число наладчиков определяют по нормам обслуживания, установленным для каждого типа оборудования. В зависимости от точности и сложности наладки один наладчик обслуживает разное число станков. В условиях крупносерийного и серийного производства число станков, обслуживаемых одним наладчиком в смену составляет:

Станки токарно-револьверные прутковые 7…10 станков, патронные токарно-револьверные 5…8 станков, токарные многошпиндельные вертикальные полуавтоматы 3…4 станка, одношпиндельные гидрокопировальные многорезцовые 4…7 станков.

При определении числа наладчиков следует иметь в виду целесообразность обслуживания наладчиком нескольких групп оборудования. Меньшие значения относятся к крупным и сложным станкам с небольшой серийностью, с высокой точностью настройки размеров. Большие цифры относятся к большим станкам в крупносерийном производстве. В единичном и мелкосерийном производстве наладчиков на универсальное оборудование не используют.

18. Вспомогательные рабочие, ИТР, служащие, МОП. Определение численности

Численность вспомогательных рабочих при укрупненных расчетах определяется в зависимости от числа основных производственных рабочих. При точных расчетах по нормам обслуживания для каждой категории рабочих.

Численность вспом. рабочих в % от основных:

неавтоматическое производство: 20-25%

автоматическое производство: 30-40%

При распределении общей численности вспом. рабочих по сменам руководствуются следующими нормами:

в I смену ед. и мелкосер. пр-ва: 65%

с-сер. пр-во:60%

к-сер пр-во: 55%

ИТР

При укрупненном проектировании численность ИТР механических цехов определяют в зависимости от числа основных станков цеха:

24-18% -ед. пр-во

22-16% -с-сер пр-во

21-15% -кр-сер. пр-во

20-15% - масс. пр-во

сборочных цехов или участков опр-ся в зависимости от числа производственных рабочих:

12-9% ед.

11-8% с-сер

10-8% к-сер

10-7% масс.

Служащие.

Персонал, выполняющий работу по счету, отчетности, снабжению, оформлению – бухгалтерия, кассиры, секретари, учетчики. Число служащих определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих:

1,1-2,2% -ед. пр-во

0,9-1,9% -с-сер пр-во

0,6-1,6% -кр-сер. пр-во

0,1-1,4% - масс. пр-во

Меньшие значения соответствуют числу производственных рабочих > 700, большие- <75.

МОП.

Численность уборщиков определяют: 1 чел./500-600 м. кв.

19. Основные принципы выбора структуры цеха

Имеется 2 формы специализации основных цехов механосборочного пр-ва:

1.Технологическая. Цеха специализируют по признаку выполняемых ТП

2. Предметная. Цеха специализируют по признаку изделий и деталей. В цехе сосредоточено все оборудование, необходимое для полного изготовления деталей и сб ед.

Для механообработки и сборки в условиях масс., кр-сер. пр-ва рекомендуется создавать комплексные МСЦ. Вопрос выбора стр-ры мех. цеха кр-сер. пр-ва решается след образом: цеха имеют предметную специализацию по этому признаку.

Осн. форма орг-ии – поточная линия. Стр-ра обеспечивает прямоточность произв. процесса. В конце поточ лин мехобр нах-ся линия узловой сборки. Далее узлы направляются на общую сборку.

Реш-е задачи нахождения оптим. стр-ры цехов ср-сер мелкосер. пр-ва более сложное. При традиц. подходе общий объем работ разделяется на отдельные операции изготовления деталей или сборки. Эти операции концентрировались на соотв уч-ках, сформированных по технологическому признаку.

При традиционном подходе:

а, б, в- группы станков, одинаковых по технологич. назначению. При такой стр-ре им-ся прямая и обратная связь м-у уч-ками (транспорт, контроль, учет), что отражается на кач-ве и производит-ти.

"-": им-ся большой объем незавершенного пр-ва

"+": простота, быстрота проектирования.

При системном подходе:

цех состоит из участков, имеющих предметную специализацию. За каждым уч-ком закреплена своя номенклатура деталей, имеется разнотипное оборудование, на котором полностью изготавливаются детали. Уменьшаются внешние связи м-у уч-ками, упрощается организация грузопотоков. Такой м-д орг-ии пр-ва наз-ся программно- целевым. В этом случае реализуется 3 осн. структурообразующих принципа:

1.целевая подетальная специализация цехов и уч-ков

2. унификация ТП изгот. однородных дет. или сб. ед.

3. централизация выдачи цехам и уч-кам целевых программ для изготовления комплекта дет.

При этом изготовление дет. можно вести по единичным, типовым ТП, но наиб. эффективность достигается при исп-и групповой технологии. При групповом ТП имеем min затраты времени на переналадку при переходе с изгот. одной дет к другой. В этом случае организуются групповые поточные линии.

"+" : программно-целевой м-д организации пр-ва обеспечивает повышение производительности, увеличение эффективности исп-я оборудования, снижение себестоимости.

"- " : трудоемкость проектирования.

20. Методика выбора структуры цеха и организационных форм его основных подразделений в условиях массового и крупносерийного производства

В условиях массового и крупносерийного производства структура цеха практически всегда определяется составом сборочных единиц и деталей изделия. Это обуславливается закреплением за каждым рабочим местом одной или двух технологических операций, целесообразностью организации синхронных поточных линий. Кроме этого имеется высокий уровень автоматизации производства, создаются АЛ, состоящие из специального и специализированного оборудования (автоматы, агрегатные станки). Число поточных линий обработки или сборки определяется числом изготовляемых деталей и собираемых узлов. Для автоматических поточных линий синхронного типа используются следующие структуры:

1) короткие линии (состоят из одного участка);

2) линии с количеством позиций более 10 разбивают на 2 или несколько участков с накопителями между ними;

3) структура с разделением на участки последовательно-параллельного действия, когда на одной или нескольких операциях требуется несколько станков.

Между участками синхронных АЛ предусматривают накопители, вместимости которых должно быть достаточной для работы смежного участка на период устранения отказа станка, транспортной системы, системы управления, поломки инструмента. Оптимальное число последовательных позиций АЛ синхронного типа на одном участке составляет допт = sqrt(t/te), где t – такт поточной линии, te – внецикловые потери. te = w\*Q, где w – параметр потока отказов, который характеризует их интенсивность, т.е. среднее число отказов в 1 мин, Q – среднее время в минутах обнаружения и устранения отказов, отнесенное к циклу.

В случае применения несинхронных АЛ межоперационные накопители предусматриваются на каждой позиции, которые не только дают возможность не останавливать всю линию из-за отказа одной позиции, но и компенсируют разность во временах обработки на каждой позиции.

21. Методика выбора структуры цеха и организационных форм его основных подразделений в условиях среднесерийного, мелкосерийного, и единичного производства

Для условий многономенклатурного производства формируют:

подетально-групповые участки;

групповые поточные линии;

гибкие производственные системы.

Методика их формирования включает три этапа:

анализ конструктивно-технологической общности деталей. Задача – все многообразие деталей разделить на группы по конструктивным и технологическим признакам. В этой группе любую деталь номенклатуры описывают набором признаков. Этими признаками могут быть вид заготовки, характер оборудования, частично ТП (пруток или штучная фасонная заготовка); габаритные размеры детали; основной технологический маршрут; конструктивный тип деталей (корпус, вал …).

Не всегда удается обеспечить необходимую загрузку оборудования участка и линии обработкой только одной конструктивно-технологической группы. Приходится закреплять за участком детали, входящие в разные группы.

На этом этапе выполняется анализ планово-организационных характеристик детали. В качестве показателя используют относительную трудоемкость изготовления i-ой детали.

Кд.i = СУММ(tштij/(ti\*Kв))= Ni \* СУММ(tштij/(Fд.ti\*Kв)),

где Fд – действительный фонд времени работы оборудования; Кoi – число операций изготовления i-ой детали; tштij – штучное время j-ой операции i-ой детали; ti – такт выпуска i-ой детали; Ni – годовая программа выпуска i-ой детали; Кв – средний коэффициент выполнения норм в цехе (используется при анализе действующих цехов) при проектировании Кв = 1.

Суммарная относительная трудоемкость обработки по m-й типовой группе:

Kд.m. = СУММ(Кдi),

где f – число наименований деталей в m-й группе.

Синтез групп деталей для изготовления на одном участке. Вначале проводят обоснование рационального числа участков цеха, а затем их подетальную специализацию. Практика показывает, что рациональное число станков в составе обособленных участков и линий с их подетальной специализацией 25-35 ед. оборудования. Для ГПС 6-18 ГПМ, причем число ГПМ в составе ГАЛ 3-9. Число участков цеха

nу = Сп/Су,

где Сп – принятое число станков в цехе, Су – среднее число станков на участке.

Подбором групп деталей необходимо обеспечить создание участков с примерно одинаковым числом станков, для чего следует соблюдать след. условие

СУММ(Кдм) = Су(1+-0,1),

где dу – число групп деталей, закрепляемых за участком.

Для выбора типа линии пользуются показателем средней относительной трудоемкости операции

Кмi = Кд.i/Коi,

который выражает число станков для выполнения i-ой операции изготовления данной детали. Если >=0.75 – непрерывные поточные линии, 0,05<=Кмi<=0,75 – многономенклатурные переменно-поточные линии, 0,05…0,2 рекомендуется групповые поточные линии (быстропереналаживаемые).

22. Основные технологические характеристики зданий

Для организации мсп рекомендуется применять одноэтажные здания, т.к. в этом случае облегчается установка технологического оборудования, упрощаются транспортные связи м-у цехами. Многоэтажное здание проектируют при мелком оборудовании. При выборе здания определяют след. хар-ки – высота пролета, длина пролета, сетка колонн, которая характеризуется шириной пролета и шагом колонн. Обычно здание имеет 1 или несколько пролетов. Пролет – часть здания, ограниченная в продольном направлении двумя рядами колонн. Ширина пролета – расстояние м-у осями колонн в продольном направлении. Высота пролета – расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

Ширину пролета здания выбирают такой, чтобы можно было рационально разместить четное число рядов станков в зависимости от габаритных размеров и варианта размещения. Шаг колонн для большинства схем зданий принимают 12 м для внутренних рядов колонн и 6 м для колонн периметра здания. Сетка колонн для одноэтажных бескрановых зданий 12х6, 18х6, 18х12, 24х6, 24х12.

Для одноэтажных зданий, оборудованных мостовыми кранами до 50 т 18х6, 18х12, 24х6, 24х12, 30х12.

Длина пролета L = n\*t, где n – число шагов, t – шаг колонн. Длина пролета определяется по длине технологической линии устанавливаемого оборудования. Длина поточных линий больше чем длина детально специализированного участка непоточного производства. Для механических цехов автомобилестроения длину поточной линии рекомендуется ограничивать до 50-60 м. При необходимости иметь большую длину поток обычно меняет свое направление.

23. Выбор оптимальной компоновочной схемы цеха поточного, крупносерийного и массового производства

В поточном и крупносерийном производстве предметно специализированные цеха имеют следующие компоновочные схемы. Мсц состоит из ряда параллельно расположенных участков механической обработки переменно или непрерывно поточных линий и линии или участка узловой сборки. Рабочее место узловой сборки размещают в конце линии механической обработки. При конвейерной общей сборке участки мехобработки и узловой сборки размещают в соответствии с последовательностью установки сб.ед. и деталей в изделии на главном конвейере, расположенном перпендикулярно линиям механической обработки после узловой сборки в конце корпуса (а) или в его середине (б). Этим обеспечивается принцип прямоточности производства. Вариант б используется при производстве изделий с большим числом коротких линий механической обработки и относительно небольшой трудоемкости общей сборки. При выборе схемы нового здания придерживаются следующих принципов:

1) промышленное здание следует проектировать с пролетами одного направления, одинаковой ширины и высоты;

2) промышленное здание должно быть прямоугольной формы.

24. Выбор оптимальной компоновочной схемы цеха поточного мелкосерийного и единичного производства

В серийном и единичном производстве применяют компоновочные схемы с размещением цеха общей сборки в отдельном пролете параллельно или перпендикулярно пролетам мех.обр. Используют непоточную стационарную сборку, поэтому взаимное размещение участков мех.обр. определяет в большей степени технологическая однородность обрабатываемых деталей и применяемых видов транспорта. Участок общей сборки необходимо оборудовать мостовым краном, чтобы обеспечить возможность выполнения сборки крупных тяжелых изделий. Кроме того один из пролетов мех.обр. в котором сосредоточено оборудование для изготовления тяжелых деталей д.б. оснащен мостовым краном. При параллельном расположении пролетов участок базовых деталей целесообразно располагать рядом с целью минимизации грузопотоков.

Нецелесообразно располагать рядом участки обработки деталей высокой и низкой точности ввиду неизбежного влияния вибраций неточного оборудования на точность изготовления ответственных деталей. Также недопустимо смежное размещение участков абразивной обработки и сборки (абразивная пыль оседает на деталях). Пожароопасные или вредные для здоровья участки должны быть изолированы от других производств перегородками и оборудованы системами очистки воздуха.

25. Предварительное определение площади цеха

При предварительной проработке компоновочной схемы общую площадь участка (цеха) Sо определяют по показателю удельной площади цеха, участка – площади, приходящейся на 1 станок или одно рабочее место. So = Sуд.о.\*Сприн, где Сприн – принятое количество станков в цехе (число рабочих мест для сборки) Sуд.о. зависит от габаритных размеров применяемого оборудования и транспортных средств. Для средних станков 18…22 м^2 при наибольшем габарите 4 м, для мелких станков 14…18 м^2 1,8 м.

26. Выбор варианта расположения оборудования непрерывно-поточных и переменно-поточных линий

Последовательность размещения оборудования практически однозначно определяется последовательностью выполнения операций ТП. Задача размещения оборудования сводится к выбору варианта размещения станков относительно транспортного средства, определение числа рядов станков и общей конфигурации поточной линии.

Относительно транспортного средства:

1) продольное размещение. Планировка обеспечивает благоприятные условия для механизации и автоматизации межоперационного транспорта (конвейер), но при наличии оборудования разных габаритов планировка может получиться некомпактной

2) Поперечное расположение – обеспечивает большую компактность, но рабочее место удаляется от конвейера с деталями, сложно внедрить стружкоуборочный конвейер. Схема рациональна для использования роботов.

3) Угловое расположение используется для обеспечения большей компактности планировки.

4) Кольцевое расположение рационально для многостаночного обслуживания. Трудности по использованию межоперационного транспорта.

В зависимости от длины технологического потока и длины станочного участка применяют – однорядное или многорядное размещение станков. При этом для обеспечения прямоточности производственного процесса начало линии (зону заготовок) располагают со стороны одного проезда, а конец линии с противоположной стороны. Применяют следующие варианты размещения – однорядный, последовательное размещение, поточные линии с большим количеством станков размещают в несколько рядов, чтобы начало линии располагалось со стороны зоны заготовок, а конец с противоположной стороны, нечетное число линий.

27. Выбор оптимального варианта размещения станков для подетально-специализированных участков серийного производства

Возможно 3 различных варианта:

1) точечный – отсутствуют межоперационные связи между станками. Используются многоцелевые станки, прутковые автоматы. Такой вариант возможен при полном изготовлении детали на 1 рабочем месте.

2) рядный – оборудование размещено в линейной последовательности, соответствующей ходу ТП характерной детали.

3) гнездовой – станки размещают группами в зависимости от межоперационных связей между ними.

Рядный и гнездовой варианты расположения станков характерны для групповых поточных линий, где в зависимости от степени синхронизации работа может осуществляться как на переменно-поточной линии (с определенным тактом) так и на прямоточной несинхронной линии. Возможны также комбинации трех вариантов расположения станков внутри 1 участка.

28. Варианты размещения станочных модулей ГПС

1) Произвольный. Несколько модулей или станков с ЧПУ размещают на площади участка произвольно. Применяют, если полное изготовление детали требует 1-2 станков, иначе возникают сложные транспортные маршруты.

2) Функциональный. Группируют по технологическому назначению. Простота проектирования, но большое количество встречных маршрутов.

3) Модульный. Сходные ТП обработки выполняются параллельными группами ГПМ. Обеспечивается надежность, т.к. построен по принципу резервирования и м.б. применен при большом объеме выпуска однотипных деталей.

4) Групповой – каждая группа модулей служит для изготовления определенной группы деталей по конструктивным и технологическим признакам. Этот тип компоновки является наиболее перспективным, т.к. нацелен на изготовление законченных деталей.

В большинстве случаев для обработки ГПС у заготовок необходимо подготовить базы. Для этой цели вблизи ГПС целесообразно предусмотреть участок станков с ЧПУ с ручной установкой заготовок.

29. Основные требования к оформлению планов расположения оборудования и рабочих мест

Масштаб плана расположения оборудования 1:100 для малых и средних цехов. Для больших 1:200. Поперечный разрез здания цеха выполняется в масштабе 1:50. На свободном месте листа вычерчивают условные обозначения используемых на участке строительных элементов, оборудования и др. с указанием их наименования.

На планировке должны быть показаны:

1) строительные элементы (колонны, стены, перегородки с указанием материала, дверные и оконные проемы, ворота, подвалы, тоннели, антресоли, люки);ъ

2) технологическое оборудование и основной производственный инвентарь, включая резервные места, верстаки, контрольные стенды;

3) расположение складских площадок;

4) межцеховые и внутрицеховые проезды;

5) подъемно-транспортные устройства;

6) шаг колонн и ширина пролета, координаты расположения станков относительно колонн, длина технологической линии, размеры рабочего места, размеры рабочей зоны, ширина проходов, проездов транспортных средств, расстояние м-у рядами станков.

На плане дают надписи наименования цехов, отделений, участков.

Разбивочные оси здания (о колонн) на плане маркируются: оси колонн вдоль пролетов снизу вверх буквами русского алфавита, поперек слева направо арабскими цифрами.

На разрезе здания:

1) ширину пролета;

2) нулевую отметку (уровень пола);

3) высотные габариты оборудования;

4) расстояние от пола до подкранового рельса;

5) расстояние от пола до нижней точки стропильной затяжки;

6) полная высота здания до верха светового фонаря;

7) на выносных линиях д.б. расписано содержание пола, покрытие кровли.

Составляется спецификация.

30. Размещение оборудования в поточной линии.

31. Определение числа рабочих мест поточной линии сборки массового и крупносерийного производства.

32. Определение числа рабочих мест при непоточной сборке серийного производства.

33. Проектирование подсистемы удаления и переработки стружки.

34. Проектирование подсистемы приготовления и раздачи охлаждающей жидкости.

В механич. цехах примен-ся 3 способа снабжения СОЖ:

1. централизованно- циркуляционный.

примен-ся для цехов с большим к-вом станков, потребляющих одинаковые СОЖ. Наиболее универсальная СОЖ – укринол1М. В состав подсис-мы входит центральная корпусная станция для приготовления, регенерации, утилизации СОЖ, неск-ко циркуляционных установок, обслуживающих 70-80 станков, и сеть трубопроводов для подачи СОЖ к станкам и отвода в циркуляционную установку для фильтрации.

2. централизованно- групповой хар-ся тем, что СОЖ подается по трубопроводам из центральной установки к разборным кранам, установленным на уч-ках. Примен-ся для цехов с достаточно большим числом станков, использующих различные СОЖ. Сис-ма охлаждения станка ежесуточно пополняется из разборочных кранов для восполнения потери СОЖ вследствие уноса со стружкой, дет.

3. децентрализованный исп-ся для небольших цехов. СОЖ доставляют в таре, так же удаляют отработанную СОЖ.

В процессе работы происх постепенное разложение и загрязнение СОЖ. Периодичность

общей замены СОЖ зависит от состава, свойств жидкости, режима работы станков. При 1-м способе обесп-ся наибольшая продолжительность работы без замены СОЖ. Площадь для приготовления и раздачи СОЖ = 40-120 м кв. при числе станков 50-400. Емкости для сбора и фильтрации СОЖ располагаются в подвалах. Площадь склада масел =0,1-0,12 м на 1 станок. учитывая пожарную опасность отделения приготовления и раздачи СОЖ, склад масел располагают у наружной стены здания с отдельным выходом на улицу. в отделении необходимо предусмотреть подачу воды, пара, сжатого воздуха.