**Лекция 1**

***Основные направления по проектированию новых и реконструкции***

***действующих промышленных предприятий***

На Украине и за ее пределами с каждым годом все большее внимание уделяют всестороннему развитию машиностроения, которое служит основой технического перевооружения всех областей промышленности и сельского хозяйства в условиях рыночной экономики. Особое внимание уделяют созданию высокоэффективных автоматизированных механосборочных производств на базе технического перевооружения, а также реконструкции действующих производств на основе использования современного оборудования и способов управления всеми этапами производственного процесса.

Особое внимание уделяют реконструкции и техническому перевооружению действующих предприятий, так как средства, которые выделяют на эти цели, окупаются в среднем в 3 раза быстрее, чем при создании аналогичных мощностей за счет нового строительства.

Следует отметить, что технологическое проектирование механосборочного производства прошло путь от систематизации практического опыта проектирования до создания научных дисциплин, рассматривающих закономерности производственного процесса изготовления изделий на машиностроительном предприятии с минимальными приведенными затратами, одной из которых и является изучаемая дисциплина.

Впервые научные положения по технологическому проектированию механосборочного производства в начале 30-х годов были сформулированы в работах известных ученых: И.А.Тиме, П.А.Гавриленко, М.Е.Егорова, В.Ф.Ждановича, Б.С.Балакшина; в 70-90-х годах дополнены в трудах Д.В.Чарнко, В.С.Мамаева, Е.Г.Осипова, Г.М.Мельникова, В.П.Вороненко, А.А.Андерса и других. На их основе было спроектировано и построено большое количество машиностроительных заводов с современным производством.

Наибольшими из них являются: в России – Тульский и Ижевский оружейные заводы, Московский, Горьковский и Ярославский автомобильные заводы, Свердловский завод тяжелого машиностроения, Челябинский и Волгоградский тракторные заводы; на Украине – Харьковские тракторный завод и танковый завод им. Малышева, Днепропетровский машиностроительный завод (Южмаш), Запорожский и Кременчугский автомобильные заводы, Киевское машиностроительное объединение им. Артема, Львовские автобусный завод и завод автопогрузчиков, Херсонский и Тернопольский комбайновые заводы и др.

Для быстрого решения поставленных задач в машиностроении созданы отраслевые научно-исследовательские и проектно-конструкторские институты (НИПКИ) и специальные проектно-конструкторские бюро (СПКБ), которые соответственно занимаются гражданским проектированием машиностроительных заводов и цехов, а также проектированием объектов новой техники и военно-промышленного комплекса (ВПК).

Основой проекта участка или цеха является детально разработанная технологическая часть, которая определяет ведущую роль инженера-технолога в процессе проектирования механосборочного производства. Однако необходимость решения вопросов остальных частей проекта (строительной, энергетической, санитарно-технической и проч.) требует от проектировщика широкого кругозора и глубоких знаний разнообразных дисциплин. Поэтому дисциплина “Механосборочные участка и цехи в машиностроении” является профилирующей и завершающей в системе подготовки инженеров широкого профиля и базируется на знании всех предыдущих дисциплин. Основной целью этой дисциплины является подготовка инженеров к самостоятельной работе относительно реализации разработанных производственных процессов в процессе внедрения нового оборудования, технического перевооружения, реконструкции производства и создания новых цехов. Необходимость такой работы возникает на заводах, фабриках, в проектных организациях, планирующих ведомствах и учреждениях.

Механосборочное производство - это сложная динамическая система, структура и параметры которой зависят от сложности конструкции, номенклатуры выпускаемой продукции и характеристик производственного процесса ее изготовления. В состав механосборочного производства входят производственные участки и вспомогательные подразделения.

Производственным процессом в машиностроении называют совокупность действий, которые необходимы для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов. Основа производственного процесса - это технологический процесс изготовления изделий, во время которого происходит изменение качественного состояния объекта производства. Для обеспечения бесперебойного выполнения технологического процесса изготовления изделий в механосборочном производстве служат вспомогательные процессы.

Основные этапы производственного процесса: получение и складирование заготовок, доставка заготовок к рабочим позициям (рабочим местам), разнообразные виды обработки, перемещение полуфабрикатов между рабочими позициями, контроль качества, хранение на складах, сборка изделий, испытание, регулировка, окраска, отделка, упаковка и отгрузка заказчику.

Производственный процесс называется комплексным, если выполняется в одном цехе, или распределяется на части и, соответственно, называется производственным процессом, который выполняется, например, в заготовительном, сборочном, механическом цехе и тому подобное.

Производственный процесс является поточным, если заготовки, детали или собираемые изделия в процессе производства находятся в движении, причем это движение осуществляется с постоянным тактом в рассматриваемый отрезок времени. Время пролеживания полуфабриката между операциями в этом случае равно или кратно такту. При непоточном производстве полуфабрикаты находятся в движении с различной продолжительностью операций и пролеживания между ними.

Программа выпуска, которая установлена для производства - это совокупность изделий установленной номенклатуры, которые выпускают в заданном объеме за год. Объем выпуска - это количество изделий, которое необходимо изготовить за единицу времени (год, квартал, месяц).

Производственная мощность механосборочного производства - это максимально возможный выпуск продукции заданной номенклатуры и количества за определенный период времени при установленном режиме работы. Различают действительную и проектную мощность. Производственная мощность действующего производства не является постоянной и зависит от технического уровня работающих, уровня использования основных и оборотных фондов, уровня механизации и автоматизации и прочих факторов.

Календарное время изготовления изделий от начала производственного процесса до его окончания называют производственным циклом. Производственный цикл может быть расчетным (или нормированным) и фактическим. В процессах, которые повторяются непериодически, вместо термина «производственный цикл» обычно используют термин «продолжительность процесса».

Перемещение заготовок, полуфабрикатов или изделий в промышленном производстве может осуществляться поштучно или партиями. Партия - это определенное количество заготовок, полуфабрикатов или изделий, которые одновременно поступают на рабочую позицию (рабочее место).

В зависимости от содержания операции и организации ее выполнения, рабочая позиция (место) может состоять из технологического оборудования (единицы или нескольких единиц), накопителей с полуфабрикатами, одного рабочего или группы рабочих, средств автоматической загрузки и разгрузки оборудования (роботов, манипуляторов, автоматических агрегатов загрузки), режущего и контрольно-измерительного инструментов, технологической оснастки, средств технического обслуживания и охраны труда, элементов системы управления.

Производственным участком называют часть объема цеха, в которой размещены рабочие позиции (места), объединенные транспортно-накопительными устройствами, средствами технического, инструментального и метрологического обслуживания, средствами управления участком и охраны труда, и на которой осуществляются технологические процессы изготовления изделий определенного назначения. Другими словами, производственный участок имеет конкретное целевое назначение.

Следующей, более крупной организационной единицей является производственный цех. Он представляет собой производственное административно-хозяйственное обособленное подразделение завода. Цех состоит из производственных участков, вспомогательных подразделений, служебных и бытовых помещений, а также помещений общественных организаций.

Вспомогательные подразделения обеспечивают бесперебойную работу и обслуживание производственных участков. Например, это отделения для восстановления режущего инструмента, контрольное и ремонтное отделения, отделение для приготовления и раздачи смазочно-охлаждающих жидкостей и др.

По характеру выполняемой работы производственное оборудование делят на основное и вспомогательное. Основное (технологическое) производственное оборудование непосредственно выполняет операции технологического процесса. Вспомогательное оборудование осуществляет обслуживание основного оборудования и непосредственно не участвует в технологическом процессе изготовления изделий.

За общую площадь цеха принимают сумму производственной и вспомогательной площадей (без служебно-бытовой площади).

В состав производственной площади включают площади, которые занимают рабочие позиции (места), вспомогательное оборудование, которое находится на производственных участках, проходы и проезды между оборудованием внутри производственных участков (кроме площади магистрального проезда).

На вспомогательных площадях размещают все оборудование и устройства вспомогательных систем, которые не расположены на производственных участках, а также магистральные и пожарные проезды. Магистральные проезды предназначены для движения автопогрузчиков, грузовых автомобилей и уборочных машин. Их выполняют шириной не менее 4,0 м в соответствии с нормами технологического проектирования.

Служебно-бытовая площадь цеха состоит из конторских помещений (административно-конторские службы, конструкторские и технологические бюро) и бытовых помещений (гардеробные, душевые, комнаты отдыха, столовая и т.д.).

В механосборочном производстве для осуществления производственных процессов предусмотрены следующие категории работающих:

1. Производственные (основные) рабочие - непосредственно выполняют операции технологического процесса изготовления изделий.
2. Вспомогательные рабочие - обслуживают технологические процессы изготовления изделий.
3. Инженерно-технические работники - выполняют обязанности по управлению, организации и подготовке производства, и должны иметь квалификацию инженера или техника.
4. Служащие - выполняют административно-хозяйственные функции, ведут финансирование, учет и статистический учет, решают социально-бытовые и подобные вопросы.
5. Младший обслуживающий персонал составляют сторожа, гардеробщики и уборщики бытовых и конторских помещений.

Одним из этапов проектирования механосборочного производства является компоновка цеха - это выполнение взаимного расположения площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и служебно-бытовых помещений на площади цеха. После этого выполняют взаимное расположение технологического и вспомогательного оборудования и прочих производственных средств и устройств на площадях цеха. Этот процесс называется планировкой цеха и выполняется после разработки производственного процесса.

Одним из показателей организации производственного процесса является грузопоток. Это сумма однородных грузов (в тоннах, штуках), которые перемещают в определенном направлении между отдельными пунктами погрузки - разгрузки за единицу времени (час, смену, сутки и т.д.). Грузопотоки различают по видам грузов, направлениям перемещения и интенсивности. Интенсивность - это количество транспортных перемещений через рассматриваемый участок в единицу времени.

Механосборочное производство обычно размещают в унифицированных зданиях, имеющих один или несколько пролетов. Пролет - это часть здания, которая ограничена в продольном направлении двумя параллельными рядами колонн. Расстояние между осями колонн в продольном направлении называют шагом колонн, в поперечном направлении - шириной пролета. Они образовывают сетку колонн. Высота пролета - это расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

При проектировании современного механосборочного производства необходимо ориентироваться на комплексную автоматизацию. При этом для обеспечения должного эффекта следует придерживаться, по возможности, одинакового уровня автоматизации основных и вспомогательных процессов.

Планировку оборудования при техническом проектировании выполняют в масштабе 1:100 для малых и средних цехов и 1:200 для больших цехов. В дальнейших в рабочих чертежах монтажные планировки выполняют обычно в масштабе 1:50 с привязкой оборудования к конструктивным элементам здания.

При выполнении планировки учитывают такие основные факторы как доступ к рабочим позициям; удобство работы рабочего и доставки заготовок к рабочему месту; близость бытовых помещений, достаточное освещение и обмен воздуха, близость комнат для курения и туалетов, раздевалок, душей и столовых, удобное расположение автоматов или фонтанчиков для питья, телефонов и т.д. К примеру, коммуникации санитарно-технических и энергетических служб не должны проходить через зону работы транспортной системы и представлять опасность для рабочих, оборудования и обрабатываемых материалов. Необходимо также обеспечить выполнение противопожарных мероприятий, например, все двери должны открываться наружу и т.д.

На планировке изображают и показывают: пересечение колонн с фундаментами, магистральные проезды, внешние и внутренние стены, окна, ворота и двери, основное и вспомогательное оборудование, расположение работающих, подвалы, каналы, шахты и антресоли, станки, рабочие столы, подставки, места для хранения инструмента, складирования заготовок и готовых изделий, транспортные устройства, площадки для контроля, места для мастеров, длину и ширину пролетов и всего цеха, шаг колонн, ширину проходов и проездов, длину и ширину каждого вспомогательного отделения, расстояние от станков до колонн, а также между станками и рабочими местами; габаритные размеры больших станков, нумерацию оборудования с ее расшифровкой в спецификации, названия всех производственных отделений и участков, способы защиты работающих.

При выполнении планировки ввиду большого количества типов и типоразмеров строительных элементов и производственного оборудования целесообразно пользоваться общепринятыми условными обозначениями (см. справочную литературу).

При проектировании одновременно разрабатывают и решают технологические, экономические и организационные задачи, тесно связанные между собой.

В общем виде задачу на проектирование можно сформулировать в следующем виде: спроектировать цех или участок, которые обеспечивают выпуск изделий определенной номенклатуры, нужного качества, заданной программы выпуска при условии достижения минимально возможных приведенных затрат на изготовление с учетом всех требований к охране труда.

Для решения технологических задач необходимо: проработать изделия на технологичность, спроектировать технологические процессы, определить трудоемкость и станкоемкость операций, выявить типаж и количество оборудования, состав и количество работающих, нормы затрат материалов, определить площади и размеры участков и цеха, разработать компоновку и планировку оборудования, сформулировать задачи для строительного, сантехнического и энергетического проектирования.

Для решения экономических задач необходимо: дать расчет себестоимости и рентабельности выпуска изделий; определить удельные приведенные затраты, размеры основных и оборотных средств; составить калькуляции; решить вопросы финансирования и прочие.

Для решения организационных задач необходимо: выбрать принципы формирования производственных подразделов и разработать структуру управления, научную организацию труда, документооборот, организацию служб производства и т.д.

##### Каким образом выбрать наилучший вариант проектного решения? За критерий оптимальности проекта механосборочного производства принимают показатель приведенных затрат изготовления изделий, но из-за сложности определения этого показателя на практике используют интегральный критерий качества планировки оборудования, который имеет вид векторного функционала

f(W1,W2) ext

Здесь W1 - критерий оптимальности мощности грузопотока:

W1=,

где n - количество наименований изделий, которое перемещают на участке (в цехе) за рассматриваемый отрезок времени (год);

 - количество операций в производственном процессе изготовления і-го изделия;

 - масса, т, і-го изделия;

-расстояние, м, между α-м и γ-м рабочим местом, на которое перемещают і-тое изделие;

W2=N/V - критерий максимального сбора продукции с единицы объема,

где N - программа выпуска изделий в цеха, шт.;

V - общий объем цеха, м3.

Фактический уровень эффективности проекта определяют по отношению к нормативным показателям, которые принимаются как 100%.

Таким образом, разработанный проект механосборочного производства должен удовлетворять определенным критериям качества проектирования. Могут быть предложены дополнительные критерии, например, трудоемкость и станкоемкость изготовления изделий, коэффициент загрузки оборудования и прочие. Однако нужно иметь в виду, что чрезмерное количество показателей повышает трудоемкость и погрешность расчетов, что ведет к отсутствию эффекта, которому мы ожидали.

Выбранные показатели должны обеспечивать оценку качества решений по единой форме на этапах процесса разработки всех разделов проекта и получения сравнительных результатов по всем разделам и в совокупности.

Проектирование механосборочного производства включает к себя последовательно структурно-функциональный, алгоритмический, параметрический и планировочный этапы.

Структурно-функциональный этап может быть приведен в виде структурной модели, которая отображает состав, тип и взаимную связь элементов, и функциональной модели, которая учитывает свойства элементов и системы, необходимые для выполнения ими своего служебного назначения.

Алгоритмический этап включает в себя составление алгоритмической модели, которая содержит взаимные связи между элементами и системами в процессе производства.

Параметрический этап состоит из определения количественных значений взаимных связей между отдельными физическими параметрами элементов системы. Параметрические модели представляют собой уравнения материально-энергетического баланса в разнообразных проявлениях.

На планировочном этапе решают задачи размерных связей между отдельными элементами системы. Модели этого этапа подобные структурным моделям, но отношения между элементами оценивают в матрице евклидового пространства.

Последовательность проектирования по данному принципу будет такой. На основании начальных данных, которое определены при условии работы механосборочного производства, и разработанных технологических процессов изготовления изделий проектируют основные и вспомогательные системы, а после этого выполняют пространственное согласование всего оборудования, формируя комплексное механосборочное производство.

На этапе синтеза производственной системы выполняют формирование системы материальных, энергетических и информационных потоков.

Проектирование вспомогательных систем осуществляют аналогично основной системе.

В общем случае проектируют несколько вариантов и затем выбирают оптимальный вариант. Количество вариантов проекта зависит от уровня унификации проектных решений и сложности объекта проектирования.

Возрастающие требования к качеству проектов и сокращению сроков выполнения проектных работ приводят к необходимости использования систем автоматизированного проектирования (САПР) производственных систем.

Основное назначение САПР состоит в принятии эффективных решений во время разработки объекта проектирования. Уровень эффективности выполнения проектных процедур оценивают через технико-экономические показатели. Благодаря анализу ТЭП выявляют факторы влияния на технологический процесс проектирования. Таким образом, создают обратную связь, что позволяет постоянно совершенствовать систему с целью достижения нужного эффекта.

Непрерывность процесса принятия решений обеспечивают за счет стандартизации взаимных требований разделов проекта, создания нормативов, базы унифицированных решений и централизованного хранения справочной информации.

В основу САПР производственных систем закладывают четыре уровня и две подсистемы - проектирующую и обеспечивающую. Первая подсистема решает проектные задачи, а вторая представляет собой общесистемные методы и способы, которые обеспечивают выполнение проектного процесса. На первом уровне иерархии САПР происходит окончательное формирование проекта, при этом используют результаты решений второго уровня, на котором проводят проектирование основной и вспомогательной систем. На третьем и четвертом уровнях каждую подсистему представляют в виде совокупности программ и подпрограмм.

При проектировании участков и цехов на САПР возлагают следующие задачи:

* определение общей трудоемкости и станкоемкости по типам оборудования для заданной программы выпуска;
* определение количества оборудования, основных и вспомогательных рабочих;
* определение производственных и вспомогательных площадей;
* выбор оптимальной компоновки цеха и планировки оборудования;
* определение количества транспортных и складских средств, режущих и вспомогательных инструментов, контрольно-измерительных средств и прочее;
* определение технико-экономических показателей проекта.

Решить указанные задачи можно путем создания унифицированных технологических модулей и системного подхода к проектированию однородных производств.

Принципиальное отличие САПР от традиционной системы проектирования состоит в том, что машинное проектирование становится организационно-технологической системой, в которой действия проектировщиков и работа технологических средств имеют постоянную связь и объединены общей целью. Другим свойством САПР является единство информационных потоков как системно-организующего фактора на всех этапах разработки проекта. Принятие проектных решений осуществляют на основе проведения математического эксперимента с имитационной моделью проектируемого объекта или составляющих его элементов.

Автоматизация предусматривает передачу ЭВМ функций управления ходом проектирования, согласование формируемого решения с показателем эффективности объекта. Это требует наличия в памяти ЭВМ комплекса моделей проектируемых объектов и архива нормативно-справочных данных (банка данных).

Системный подход к решению задач унификации нуждается в проведение декомпозиции объектов проектирования с целью отделения однородных объектов, а также с целью учета взаимных связей между ними.

Во время декомпозиции объектов используют принципы функциональности и минимальности. Принцип функциональности состоит в том, что элементы должны быть по возможности отделенными, чтобы для них можно было сформировать собственную цель функционирования элемента какого-нибудь уровня. Принцип минимальности состоит в получении минимума уровней декомпозиции. Глубина унификации должна обеспечить решение задач унификации без раскрытия внутреннего содержания элемента.

Таким образом, унификация отдельных этапов проектирования и модульный принцип построения унифицированных элементов технологических систем позволяют шире и эффективнее использовать САПР.

Реализация всего вышеупомянутого позволяет при использовании САПР значительно сократить срок проектирования, обеспечить необходимый уровень качества и эффективности проектов, эффективно решать проблемы, которые возникают перед проектировщиками, постоянно совершенствовать проектное дело, уменьшать стоимость проектных работ.

Лекция 2

***Исходные данные и порядок проектирования механосборочных производств***

# Создание современных и эффективных производств требует больших материальных затрат, долговременных сроков проектирования и внедрения, значительных усилий специалистов различного профиля, участия в работе многих организаций и предприятий. В связи с этим особое значение приобретают передпроектные работы, которые состоят из сбора начальных данных, анализа существующего уровня производства, разработки технико-экономического обоснования (ТЭО) или технико-экономического расчета (ТЭР) целесообразности создания нового, расширения, реконструкции или технического перевооружения существующего производства, разработки технической заявки на проект и подготовки разнообразных технических материалов для проведения проектных работ.

Передпроектные работы обычно выполняют в два этапа:

1) передпроектное обследование и разработка ТЭО (ТЭР);

2) разработка и утверждение технической заявки на создание и внедрение производственной системы.

При реконструкции производства нужно иметь значительно большее количество исходных данных, чем при проектировании нового производства. Поэтому перед началом реконструкции на завод командируют группу проектантов в составе технологов, строителя, энергетика, экономиста и др. Основная цель комплексного обследования - изучение производственных, материальных, финансовых и людских ресурсов действующего производства. На основе анализа результатов обследования разрабатывают ТЭО целесообразности создания новой производственной системы. Материалы каждой части ТЭО проверяют на месте обследования главный инженер и главный конструктор проекта. ТЭО утверждают руководители генерального проектанта и заказчика. Приказом для начала передпроектных работ является директивное указание министерства и решение руководителей предприятия.

## Проектирование участков и цехов, реконструкцию, а также перевооружение действующих предприятий выполняют на основании задания на проектирование. Разработку задания на проектирование осуществляет заказчик проекта совместно с проектантом.

Основанием для проектирования является приказ отраслевого министерства. Его издают на основании схемы развития и размещения соответствующей области народного хозяйства и промышленности.

Задание на проектирование содержит:

* Наименование объекта проектирования;
* основание для проектирования (см. выше);
* обоснование выбора и данные о площадке для строительства (местонахождение, размеры, рельеф и др.)
* номенклатуру и объем изделий, которые планируют к выпуску, в натуральном или ценностном выражении.

Для непоточного производства может быть представлена приведенная программа выпуска изделий.

* специализацию предприятия, производственное и хозяйственное кооперирование;
* режим работы предприятия;

## Обычно механосборочные производства проектируют для работы в две смены. В порядке исключения все уникальные станки, а также часть больших и тяжелых станков рассчитывают на работу в три смены.

* эффективные годовые фонды времени работы оборудования и рабочих (см. нормативы). Эффективный годовой фонд времени работы оборудования равен разности номинального фонда и времени неминуемых потерь от простоев оборудования в течение планово-предупредительных ремонтов.
* требования относительно защиты окружающей среды и утилизации отходов производства;
* основные источники снабжения производства сырьем, топливом, газом, водой и электроэнергией;
* рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи узлов и изделий, технические условия на изготовление деталей и изделий;
* указания о необходимости разработки автоматизированных систем управления производством (АСУП);
* сроки строительства, количество стадий проектирования.

## Обычно проектирование осуществляют за одну (рабочий проект, то есть технический проект, который совмещен с рабочими чертежами) или за две стадии. В последнем случае выполняют проект (технический проект), а после его утверждения рабочую документацию (рабочие чертежи). Одностадийное проектирование осуществляют для простых типовых объектов или для повторяющихся.

* ориентировочные объемы капиталовложений и основные технико-экономические показатели, которые должны быть достигнуты при проектировании.

## Система технико-экономических показателей - это комплекс числовых данных, которые характеризуют экономику предприятия или цеха.

## Исходные (абсолютные) показатели являются основными величинами, которые характеризуют производственную мощность цеха. Это, например, годовой выпуск изделий (в натуральном или ценностном выражении), общая величина основных средств цеха (в гривнах); количество оборудования и рабочих; размеры фондов заработной платы; сумма оборотных средств; количество рабочих дней на протяжении года и т.д.

## Производные (относительные или удельные) показатели характеризуют технико-экономическую эффективность цеха, выражают величины к единице оборудования, к одной гривне, к одному квадратному метру площади и т.д. Производные показатели определяются на основе исходных показателей и дают возможность сравнивать конкретный проект как с действующими предприятиями (цехами, заводами), так и с другими проектами или вариантами проекта. К производным показателям относятся, например, годовой удельный выпуск продукции на один рабочего в гривнах, тоннах или штуках (производительность труда), на один станок (эффективность использования оборудования), на 1м2 производственной или всей площади (эффективность использования площади); количество станкочасов на 1 шт. или 1 тонну продукции (станкоемкость) или нормочасов (трудоемкость); себестоимость 1 шт. или 1 тонны продукции, и много других.

В задании на проектирование также приводят перечень основных требований к архитектурно-художественному оформлению инженерных, служебных, бытовых и производственных помещений, к благоустройству и озеленению территории. К заданию прилагают вывод ведущего института отрасли о техническом уровне изделий и перспективности их выпуска.

После процедуры согласования с проектной организацией и органами государственного надзора задание на проектирование подлежит утверждению отраслевым министерством. Изменения в утвержденное задание могут быть внесены только с разрешения этого министерства.

Состав и содержание задания на техническое перевооружение предприятия или на выпуск новых изделий значительно проще.

На основе задания на проектирование разрабатывают технический проект, который служит для определения технической возможности и экономической целесообразности будущего строительства, реконструкции или расширения, а также установления основных технических решений, общей стоимости строительства и технико-экономических показателей.

Технический проект содержит такие разделы: общую объяснительную записку; генеральный план и транспорт; технологические решения; научную организацию труда; управление предприятием; строительные решения; организацию строительства; охрану окружающей среды; научно-общественное строительство; сметную документацию; паспорт технического проекта.

Стержневой частью технического проекта является технологическое решение (техническая часть). Технологическая часть сборочного процесса должна содержать: схемы и технологические карты сборки; сведения об оснащении и инструменте, а также о времени сборки сборочных единиц и разряде работы. В технологической части механического процесса изготовления деталей должны быть приведены: рабочие чертежи заготовок с расчетом и указанием припусков и допусков на размеры заготовок; обоснование выбора технологических баз при обработке; маршрутные и технологические карты обработки; расчеты и выбор режимов резания и времени обработки; чертежи, которые иллюстрируют техпроцессы обработки по операциям, переходам или позициям, со всей необходимой информацией; расчеты, чертежи и эскизы приспособлений, специальных режущих и измерительных средств. На основании разработанных техпроцессов приводят расчеты количества основного и вспомогательного оборудования, режущего, измерительного инструмента и технологического оснащения, которое необходимое для выполнения программы выпуска.

В итоге составляют ведомости на приспособления, инструмент, оборудование, материалы, состав работающих. По этим ведомостям осуществляют заказы после утверждения рабочего проекта или технического проекта и рабочей документации.

В рабочем проекте (техническом проекте) также должны быть разработаны вспомогательные системы: транспортная, складская, инструментообеспечения и т.д.; приведены компоновка цеха и планировка оборудования.

Проект содержит также специальные части, которые посвящены разработке задания на проектирование архитектурно-строительной, санитарно-технической части и пр.

Все материалы, которые получены за период проектирования, приводят в пояснительной записке к проекту.

После утверждения рабочего проекта (технического проекта) соответствующим министерством разрабатывают документацию, в состав которой входят рабочий чертеж здания, фундаментов, специального оборудования, технологического оснащения и других нестандартных средств и приспособлений; сметная документация; ведомости объемов строительных и монтажных работ; потребности в материалах; спецификации оборудования; габаритные чертежи видов оборудования и изделий; начальные требования к разработке конструкторской документации на нестандартное оборудование. Специализированные подразделения проектных институтов на основании данных рабочего (технического) проекта разрабатывают рабочие чертежи относительно специальных частей проекта и специальных строительных работ; а также составляют смету в соответствии с объемами этих работ.

## Проектирование механосборочного производства проводят в соответствия с действующими нормами, правилами, инструкциями и стандартами. Потом осуществляют экспертизу разработанных проектов. Экспертиза проектов и смет необходимо для того, чтобы обеспечить высокий технический уровень проектных решений, прогрессивные технико-экономические показатели и самую большую эффективность капиталовложений. Экспертизу выполняют соответствующие подразделы отраслевых министерств. После отраслевой экспертизы проекты могут быть проверены Госэкспертизой Госстроя Украины, хозрасчетными экспертными бюро и другими организациями.

## После проведения экспертизы проекты подлежат утверждению отраслевыми министерствами, а проекты наиболее крупных предприятий - Советом Министров Украины по представлению соответствующего отраслевого министерства. Утвержденные проекты должны храниться как у заказчика проекта, так и в самой проектной организации.

Механосборочные цехи машиностроительных заводов целесообразно классифицировать по наиболее характерным признакам.

1. По характеру, конструкции и массе изделий цехи распределяют на четыре класса:

1-й класс - цехи легкого машиностроения;

2-й класс - цехи среднего машиностроения;

3-й класс - цехи тяжелого машиностроения;

4-й класс - цехи особо тяжелого машиностроения.

В свою очередь цехи 3-го класса распределяют на три группы по массе изделий. В различных литературных источниках приводятся справочные данные, которые отличаются между собой. Поэтому для учебных целей с целью обеспечения единства результатов будем использовать таблицу 1.1 методических указаний к практическим занятиям по дисциплине "Проектирование механосборочных цехов".

2. По типу производства в зависимости от серийности различают цеха единичного, серийного и массового производства. В свою очередь серийное производство делят на мелкосерийное, серийное и крупносерийное. Тип производства определяют по коэффициенту закрепления операций (по ГОСТ 14004-74). По-другому его называют коэффициентом серийности.

Кз = О / Сп,

где О - количество разных технологических операций, которые выполняются в цехе (участке, линии) на протяжении месяца;

## Сп - количество единиц технологического оборудования в цехе (участке, линии) (см. МУ).

Значение Кз, которое рекомендует ГОСТ 3.1108-74, несколько отличается от данных по ГОСТ 14004-74, но это не является ошибкой.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Кз.ед. | Кз.мс. | Кз.с. | Кз.крс. | Кз.м. |
| ГОСТ 14004-74 | >40 | 20...40 | 5...20 | 3...5 | 1. .3 |
| ГОСТ 3.1108-74 | >40 | 20...40 | 10...20 | 1...10 | 1 |

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изделий, малым объемом выпуска, отсутствием повторения, неподвижностью объекта сборки, универсальным характером оборудования.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, которые изготавливаются сериями различных размеров периодически, регулярно, в некоторых случаях - непрерывно, сопоставимо большими объемами выпуска, ограниченным количеством операций, которые закреплены за отдельным станком или группой станков. Для серийного производства характерно использование универсального оборудования со специальным оснащением и специализированного, объект сборки неподвижный, а сборщики движутся от одного рабочего места к другому. Для крупносерийного производства характерно использование преимущественно специального, полуавтоматического оборудования; сборка подвижная поточная с перемещением изделия между рабочими местами.

## Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпуска изделий, которые выпускают беспрерывно в течение продолжительного времени, использованием автоматических линий, специальных и специализированных станков со специальным оснащением, которые работают долгое время без переналадки, поточной подвижной сборкой преимущественно на конвейерах.

Следует иметь в виду, что в границах одного цеха на различных участках или в границах одного завода в различных цехах могут быть типы производства, которые отличаются один от другого. Это связано, например, с неодинаковой трудоемкостью обработки различных деталей (корпусных деталей и деталей типа тел вращения) или с различием в количестве нужных деталей (мелкие - большое количество, большие - наоборот). Поэтому тип производства цеха или завода в целом определяют в зависимости от типа производства, характерного для самого большого количества рабочих мест.

В последние года характерная тенденция увеличения относительной части серийного производства (больше чем 75-80% изделий).

## Методика определения типа производства механосборочного цеха будет детально рассмотрена на практическом занятии №1.

3. По количеству установленных станков цехи распределяют на малые, средние и крупные (см. вышеупомянутую таблицу 1.1).

4. По методу производства различают цехи поточного и непоточного производства (вспомните предыдущую лекцию).

Цехи поточного производства характерны для условий массового и крупносерийного производства. Оборудование для обработки или рабочие места для сборки размещают при этом последовательно в соответствия с ходом технологического процесса. Продолжительность операций синхронизируют в соответствии с тактом выпуска изделий и сборочных единиц.

В массовом производстве характерно использование непрерывно-поточных, то есть однопредметних линий. В среднесерийном производстве используют сменно-поточные или групповые поточные многопредметные линии. Первые при переходе на изготовление других деталей или изделий переналаживают, и такт выпуска для разных деталей неодинаковый, во втором случае на линии синхронно или последовательно изготавливают или собирают несколько деталей или изделий без переналадки. В этом случае такт выпуска может оставаться одинаковым или изменяться.

Поточные линии могут быть механизированными, автоматизированными и автоматическими.

Организация механосборочных цехов зависит от конструктивных и технологических особенностей изделий, типа производства и годового выпуска изделий. В зависимости от этих факторов организуют или самостоятельные механические и сборочные цеха, или один или несколько механосборочных цехов с двумя основными отделениями - механическим и сборочным.

В свою очередь механические, сборочные или механосборочные цехи могут быть организованы по узловому, технологическому и смешанному признакам. В первом случае на заводе кроме нескольких механосборочных цехов предусматривают дополнительно цех общей сборки выпускаемых изделий. Такую организацию используют преимущественно в массовом и крупносерийном производстве, и, в порядке исключения - в единичном и мелкосерийном производстве, если имеем большую номенклатуру изделий. Во втором случае завод содержит несколько механических цехов и самостоятельный сборочный цех. Такая форма организации характерная для единичного и серийного производства. Она дает возможность использовать групповой метод обработки деталей.

Организацию цехов по смешанному признаку используют обычно в серийном производстве при большой номенклатуре изделий (см. также МУ, практическое занятие №1).

## Изготовление стандартных деталей, а также большого количества узлов и деталей широкого применения обычно осуществляют в отдельных цехах независимо от организации основного производства.

Механосборочные цеха большинства заводов проектируют по смешанному признаку.

**Лекция 3**

***Основные направления по выбору состава и количества***

***технологического оборудования***

При проектировании нового цеха или реконструкции (техническом перевооружении) действующего производства необходимо обеспечить высокие технико-экономические показатели производства на момент его ввода в эксплуатацию.

Современное техническое оборудование должно обеспечить кроме автоматизации обработки или сборки возможность стыкования с оборудованием и техническими средствами с целью создания сплошного автоматизированного производственного процесса. Например, станки с ЧПУ должны стыковаться с промышленными работами, системы ЧПУ - с ЭВМ высшего уровня и т.д.

Характер и состав технологического оборудования в наибольшей степени определяется типом производства. Необходимо также учесть такие основные тенденции в технологии производства машин: интенсификацию технологических процессов; повышение качества обработки и сборки; комплексную автоматизацию производственных процессов; повышение производительности труда и рентабельности производства.

В условиях массового и крупносерийного производства с целью интенсификации широко используют агрегатные станки и автоматические линии на их основе.

Традиционные одно- и многошпиндельные автоматы оснащают системами ЧПУ для обеспечения возможности быстрого переналаживания. Эффективность обработки повышают интенсификацией режимов резания. Повышение точности обработки обеспечивают использованием инструмента из сверхтвердых материалов.

В условиях серийного производства широко используют станки с ЧПУ, которые оснащают инструментальными магазинами. Они позволяют концентрировать технологические переходы и значительно сократить вспомогательное время (в 3-4 раза). Широкие технологические возможности этих станков обеспечивают их эффективность также в условиях массового производства. Отличные результаты дает также использование в условиях серийного производства станков с ЧПУ со сменными многошпиндельными головками, агрегатных станков с ЧПУ для многосторонней обработки, а также гибких производственных систем (ГПС).

При выборе состава основного оборудования сборочных отделений механосборочных цехов необходимо обеспечить наименьшие приведенные затраты на годовой выпуск.

В массовом и крупносерийном производстве сборку выполняют с использованием автоматических и автоматизированных сборочных линий, сборочных конвейеров и т.д. Однако существуют примеры использования при таком типе производства стендовой сборки. При этом некоторое повышение трудоемкости компенсируют обеспечением лучшего качества сборки и исключением монотонности сборочного процесса.

В условиях среднесерийного, мелкосерийного и единичного производства используют сборочные стенды, которые оснащают приспособлениями и механизированным инструментом.

В настоящее время приобретает развитие использование в серийном производстве автоматизированных сборочных мест, которые оснащают сборочными работами с автоматической сменой сменных схватов. На их основе создают ГПС сборки.

Если это необходимо, мы подробнее познакомимся с ГПС. В соответствии с ГОСТ 26228-85 ГПС - это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения ее функционирования в автоматическом режиме на протяжении определенного времени, которая имеет свойства автоматического переналаживания во время производства изделий различной номенклатуры в определенных границах изменения их характеристик.

По организационному признаку различают такие ГПС: ГАЛ (линия), ГАУ (участок).

В ГПМ включают единицу технологического оборудования и оснащают автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса. ГПМ может функционировать автономно или встраиваться в систему более высокого уровня. ГАЛ и ГАУ составляют из нескольких ГПМ, объединенных АСУ. В ГАЛ оборудование располагают в последовательности выполнения технологических операций, а в ГАУ предусмотрена возможность изменения последовательности использования оборудования.

ГАЦ - это совокупность ГАЛ и ГАУ в разнообразных сочетаниях, которые предназначены для изготовления изделий конкретной номенклатуры.

ГАЗ - это совокупность ГАЦ, которые предназначены для выпуска готовых изделий.

Структура ГПС состоит из производственного и управляющего вычислительного комплексов. В свою очередь ВК распределен на производственную систему и систему обеспечения функционирования производства (СОФ) (можно объяснить примером).

В соответствия с двумя формами специализации участков механообработки - технологической и предметной - возможно очертить два направления развития ГПС. Первый - автоматизация отдельных технологических операций и создания операционных ГПС. Второй - комплексная автоматизация техпроцессов обработки деталей конкретного класса и, как следствие, создание ГПС в соответствии с методами групповой обработки (примеры!).

В наше время используют преимущественно три типа решений ГПС:

1) создание ГАЛ и ГАУ из работающих на предприятии и серийно выпускаемых станков с ЧПУ;

2) создание ГАЛ и ГАУ на базе типовых решений НИИ и КБ и серийно выпускаемых ГПМ;

3) создание ГПС на базе новых прогрессивных решений и оборудования, которое спроектировано по агрегатному принципу. Первый тип - реконструкция (техническое перевооружение, усовершенствование) действующего производства, второй и третий - принципиальное обновление производства и создание нового производства (примеры!).

Технологический процесс изготовления деталей (изделий) служит основой для проектирования производственного процесса. Основные требования, которые выдвигают к технологическому процессу механической обработки, состоят в том, чтобы процесс обработки производился в соответствия с рациональной организационной формой, с наиболее полным использованием всех технических возможностей станка, инструмента и приспособлений при условии оптимальных режимов резания металла, которые позволяют станки, с минимальными затратами времени и себестоимостью обработки. Поэтому при разработке технологических процессов необходимо руководствоваться такими основными направлениями:

1. Концентрация операций.

2. Интенсификация процесса обработки.

3. Сокращение вспомогательного времени.

4. Использование высокопроизводительного оборудования.

5. Увеличение удельного веса станков с ЧПУ и станков для финишных операций.

6. Использование высококачественного инструмента.

7. Использование прогрессивных методов получения заготовок.

8. Внедрение поточных методов производства.

Построение технологического процесса в зависимости от серийности конкретного производства имеет свои особенности. Так, например, рассмотрев техпроцессы для единичного и массового производства, можно обратить внимание на большое количество отличий, которые, в конечном счете, и позволяют отдать предпочтение тому или иному типу производства.

При проектировании цеха или участка необходимо иметь достоверные данные о трудоемкости изделия, то есть о времени, которое необходимо потратить на изготовление изделия (измеряют в человеко-часах или нормо-часах).

Расчетная трудоемкость включает в себя все время обработки на станках и ручных операциях, которые нормируют за технологическим процессом. При условии многостаночного обслуживания суммарное время обработки на станках, которые обслуживает один рабочий, распределяют на количество этих станков.

Чтобы рассчитать количество оборудования, необходимо определить станкоемкость изделия, то есть время, которые расходуют на станках для его изготовления (измеряют в станко-часах).

Станкоемкость отдельных станочных операций при условии массового и крупносерийного производства - это штучная норма времени Тшт, а при условии серийного, мелкосерийного и единичного - штучно-калькуляционная норма Тшт.кальк.

Ориентировочно связь между трудоемкостью Тчел. час. и станкоемкостью Тстанк. час. можно представить в виде формулы: Тстанк. час. = Тчел. час. Км, где Км - среднее количество станков, которое обслуживает один рабочий (коэффициент многостаночного обслуживания).

В зависимости от этапа проектирования, типа производства и прочих факторов трудоемкость (станкоемкость) можно определить несколькими способами (методами).

1. Метод определения станкоемкости по технологическому процессу.

Станкоемкость определяют путем нормирования затрат времени на выполнение отдельных операций по различным переходам. Этот метод как наиболее точный используют преимущественно для массового и крупносерийного производства.

В общем виде норму времени на операцию определяют по формулам:

а) для единичного и мелкосерийного, а также серийного производства Тшт. кальк. =Тпз/n + Тосн + Твсп + Тдоп, где

n - количество деталей в партии;

Тосн =Тм (или Тм.р.) - машинное или машинно-ручное время;

б) для крупносерийного и массового производства - Тшт= Тосн + Твсп + Тдоп

Тосн определяют путем теоретических расчетов; прочие составные части формулы принимают по нормативам (для Тосн - Егоров, табл. 6 стр. 96).

Основная формула для определения Тосн:

Lі  Lо + Lвр + Lп

Тосн= ------ = -------------------- i,

Sn Sn

где S=мм; n=мин-1; L=мм; i-количество проходов.

Твсп зависит от вида работ и размеров станков, определяют по нормативам.

Тдоп = Тоб. т. + Торг. +Тпер. ,

где Тоб. т. - время на техническое обслуживание рабочего места, находится в границах 1,0 – 3,5% от Тосн (или нормативы);

Торг. - время на организационное обслуживание рабочего места. Для крупносерийного и массового производства Торг. =0,8 – 2,5% от Топер. =Тосн. +Тдоп.

Для единичного, мелко и серийного производства иногда принимают,

что Тоб. т.+ Торг. =2 - 4% от Топер. для большинства станков;

Тоб.т.+Торг. =3,5 - 7% от Топер  для шлифовальных станков;

Тоб.т.+Торг. =8 - 13% от Топер для бесцентрово-шлифовальных станков.

Тпер - время на перерывы и естественные потребности. Для единичного производства Тпер=4 - 6% от Топер.

2. Определение станкоемкости методом сравнения.

Используют при проектировании цехов серийного, мелкосерийного и единичного производства (для геометрически подобных деталей).



где Тх - искомая станкоемкость; Т - известная станкоемкость; Qx - масса детали с искомой станкоемкостью; Q - масса детали с известной станкоемкостью.

Для определения удельной станкоемкости 1тонны изделия



Для больше точных расчетов используют коэффициенты приведения по массе, серийности и сложности (см. практическое занятие №2).

3. Определение станкоемкости по данным заводов.

Проектная станкоемкость Тпр=Тз/Куж, где Тз - фактическая заводская станкоемкость; Куж - коэффициент ужесточения.

Куж=Тз.пред. /Тпр.пред. определяют для детали-представителя, на которую разрабатывают прогрессивный технологический процесс, и распространяют на другие детали. Используется при проектировании цехов и участков единичного и мелкосерийного производства.

4. Определение станкоемкости методом укрупненного нормирования.

Используют преимущественно в единичном и мелкосерийном производстве. Типовые нормы времени на изготовление наиболее распространенных деталей.

5. Определение станкоемкости по деталям - представителям.

Используют преимущественно для таких же типов производства, когда отсутствуют исходные данные относительно трудоемкости.

Разрабатывают и нормируют техпроцесс на деталь - представитель, потом эти данные распределяют пропорционально на другие детали или распространяют с учетом коэффициентов или укрупненного нормирования.

Перейдем к рассмотрению особенностей поточного производства. Основная расчетная величина в этом случае τ - это такт выпуска - отрезок времени, которое затрачивают на изготовление детали или сборку узла (изделия) (минут).

τ = Ф0/N, где Ф0 - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, часов; N - годовая программа выпуска, шт. или τ = Фд60n/N, где Фд - действительный годовой фонд времени работы оборудования, часов; n - коэффициент, учитывающий потери по организационно-техническим причинам, от переналаживания оборудования и т.д., (n = 0,6 – 0,9).

Если имеем часовую производительность N1, тогда τ = 60n/N1.

Такт работы сменно-поточной линии:

- для нескольких типов деталей с одинаковой трудоемкостью изготовления:

τ = Фд60n/(А+Б+В), где А, Б, В - годовые программы деталей в шт.; n = 0,85 – 0,95 в зависимости от количества переналаживаний.

- для нескольких типов деталей с различными трудоемкостями:

τ = Фд60n/(А1+Б1к1+В1к2+...), где К1 - коэффициент, который учитывает отношение трудоемкости деталей Б1 к А1; К2 - аналогично В1 к А1 и т.д.; n = ~ 0,95

При поточном производстве необходимо обеспечить синхронизацию операций, то есть приведение оперативного времени в соответствие с величиной такта, чтобы создать беспрерывный поток. Для этого весь процесс обработки расчленяют на отдельные операции, которые по возможности одинаковы по времени (но не превышают величину такта) или кратны такту (при значительном превышении величины такта).

Синхронизации операций достигают разнообразными технологическими и организационными мероприятиями, а именно:

1) расчленением или объединением операций;

2) применением оптимальных режимов резания ( приближает машинное время к величине такта);

3) применением многолезвийного и наборного инструмента (сокращает время на обработку);

4) одновременной обработкой нескольких поверхностей детали (сокращает время на обработку);

5) сокращением машинного и вспомогательного времени (за счет использования средств автоматизации и спец. приспособлений);

6) одновременной обработкой нескольких деталей (уменьшение штучного времени);

7) применением специальных и специализированных станков (сокращение машинного и вспомогательного времени);

8) применением параллельно работающих однотипных станков (дублеров) для операций, время на выполнение которых значительно превышает величину такта. Таким образом, операционное время приближается к величине такта;

9)механизацией межстаночного транспорта (поддержка такта работы).

10) включением в поток механической обработки деталей оборудования для других видов обработки (термической обработки, сварки и т.д.) - достигают непрерывности потока и поддержки такта работы.

Проектирование механосборочного производства можно осуществлять по точной, приведенной или условной программам. Первый вариант - для крупносерийного и массового производства, второй - для серийного, мелкосерийного и единичного, третий - для единичного и опытного производства.

Порядок расчета приведенной программы.

1. Распределение номенклатуры на группы.

2. Выбор изделия-представителя.

3. Расчеты коэффициентов приведения

К = Км Ксер Кслож

Примечание: индекс "х" имеет отношение к изделию, которое приводят.

, где Qx - масса детали с искомой станкоемкостью; Q - масса детали с известной станкоемкостью.

, где N - годовая программа детали с известной станкоемкостью; Nx - годовая программа детали с искомой станкоемкостью.

, где H - количество оригинальных элементов (деталей). Обычно Кслож=1.

Nрасч = К Nх - приведенная программа

Общая годовая программа

Nр=Nрасч(1+(α /100)(1+(β /100)

α =0...10% - запчасти

β =2...6% - технически неизбежные производственные потери (брак, опробование, налаживание оборудования).

Расчет по условной программе используют, если невозможно определить номенклатуру и технические характеристики будущих изделий. В этом случае изделие-представитель является условным.

Расчет количества основного технологического оборудования.

1. Для непоточного производства (по точной или приведенной программе).

Станки расположены по видам оборудования или в последовательности технологических операций, детали обрабатывают партиями, время выполнения операций не связано между отдельными операциями. Расчет проводят по каждому типоразмеру станков.

Tпр

Cр= --------- , где

Фд Кпер

Тпр - проектная станкоемкость;

Фд - действительный фонд работы станка;

Кпер - коэффициент возможного перевыполнения нормы. Кпер=1,1 – 1,2

В крупносерийном и массовом производстве Кпер не учитывают.

Дальше получаем Спр. Потом рассчитываем коэффициент загрузки оборудования и средний коэффициент загрузки оборудования.

Кз=Ср/Спр; Кзср=Σ Срі/Σ Спі.

Загрузка является нормальной, когда: Кз = 0,8 – 0,9 для единичного и мелкосерийного; Кз = 0,75 – 0,85 для серийного; Кз = 0,65 – 0,75 для крупносерийного и массового производства.

Потом заполняют расчетную ведомость.

2. Для поточного производства.

Станки расположены в последовательности технологических операций. Расчет проводят по каждой операции.

Ср = Тшт/τ , где Тшт - штучное время выполнения конкретной операции; τ - такт выпуска;

Общее количество станков поточной линии Спп = Σ Спр.

Кз, Кзср - смотри выше.

В таблице 3.4. стр.65 [6] приведены допустимые значения Кз.

Если Кзрасч < Кзрекоменд - это нормально. Если Кзрасч > Кзрекоменд - следует использовать коэффициент использования Кв, который учитывает наложенные потери времени. Тогда Сп=Ср/Кв. Если Ср превышает целое число не больше чем на 0,05 – 0,1, следует пересмотреть содержание данной операции с целью повышения производительности обработки.

Укрупненный расчет производственного оборудования.

Используют для проектирования мелкосерийного и единичного производства.

Т tхQхNх

Спр.общ. = ---------- = ----------

ФдКзср ФдКзср

Распределение оборудования осуществляют по группам и типам, пользуясь данными заводов [1, стр. 144-149].

Методы расчета количества работающих в цехе.

Все работающие в цеха распределяются на такие категории: производственные рабочие, вспомогательные рабочие, ИТР, СКП, МОП (см. лекцию №1).

Расчет количества производственных рабочих.

1. По общей трудоемкости (станкоемкости).

Р = Тшт. к./ФрКм, где Фр - действительный годовой фонд работы рабочего, час. ; Км - коэффициент многостаночного обслуживания. Км см. [2] т.4 стр.53.

Для механосборочных цехов общего назначения

Км = 1,5...1,8 - крупносерийное, массовое:

Км = 1,3...1,5 - серийное:

Км = 1,1...1,2 - единичное и мелкосерийное:

Р округляют до целого.

2. По общему количеству установленных станков

ФдСпр.общКз.ср

Рст = ---------------------

ФрКм

3. По профессиям.

ФдСпрКз

Рст = ------------

ФрКм

Количество рабочих и слесарей - межоперационников.

Тр = 1...3 % от Рст - массовое, крупносерийное; или табл.29, 30-34 стр. 56, 57, 58 [2] т.4.

Тр = 5 % от Рст - серийное;

Тр = 10 % от Рст – единичное.

Численность ИТР - в процентах от общего количества рабочих Робщ по цеху.

РИТР = 7...10% от Робщ - массовое, серийное;

РИТР = 9...12% от Робщ - в цехах с автоматами и станками с ЧПУ;

РИТР = 6...9% от Робщ - мелкосерийное, единичное или табл.35 стр.58 [2] т.4, табл. 37, 38 стр. 59-60

Численность СКП - 4-5% от Робщ или табл. 36-38 [2] т.4

Численность МОП - 2-3% от Робщ или табл. 36-38 [2] т.4

Расчеты количества работающих заносятся в ведомость состава работающих.

**Лекция 4**

***Принципы и структура построения основных производственных систем***

Основные принципы выбора структуры цеха.

Как известно, существуют две формы специализации основных цехов машиностроительного производства - технологическая и предметная. Относительно механосборочного производства - это создание предметно-специализированных цехов в условиях массового и крупносерийного производства, и самостоятельных механических и сборочных, то есть технологически специализированных цехов в условиях серийного и единичного производства.

Структура этих цехов может быть разнообразной. Так, например, для целевых предметно - специализированных цехов и участков массового и крупносерийного производства их структура обеспечивает прямопоточность производственного процесса, когда в конце поточных линий обработки располагают участки узловой сборки, а уже потом выполняют сборку агрегатов или изделий.

Однако для цехов серийного и мелкосерийного производства решение проблемы структуризации связано с достаточно большими сложностями. Вследствие большой номенклатуры деталей и изделий, которые изготавливают последовательно на одних рабочих местах, обычно используют технологическую специализацию участков, которые выполняют типовые операции. В свою очередь это приводит к многочисленным грузопотокам, прямым и обратным связям между участками, что значительно снижает эффективность производства. Использование системного подхода к решению этой проблемы позволяет реорганизовать такое производство на основе подетальной специализации участков, что приводит к существенному уменьшению внешних связей, обеспечению непрерывности, прямопоточности и ритмичности производственного процесса, минимизации вспомогательного времени, и как итог - уменьшению себестоимости и повышению производительности производства.

Как итог, укажем, что:

1) в условиях серийного производства целесообразно создавать подетально-специализированные механические цехи, участки, многономенклатурные групповые поточные линии;

2) в условиях массового и крупносерийного производства основной организационной формой являются предметно-специализированные поточные линии;

3) в условиях единичного производства в небольших механических цехах могут быть созданы участки, которые формируют по технологическому принципу;

4) в крупных цехах единичного производства необходимо рассматривать целесообразность подетальной специализации участков.

В условиях массового и крупносерийного производства количество поточных (автоматических) линий определяют в зависимости от количества деталей, которое изготавливают, или от количества узлов, которое собирают.

Примеры структуры поточных (автоматических) линий массового и крупносерийного производства приведены на рис.1.

Без распределения на участки

а) (до 10 позиций станков)

### 1

### 2

б) последовательного действия:

1-станок

2-накопитель

в) последовательно-параллельного действия

Рис.1 - Примеры структуры поточных (автоматических) линий массового и крупносерийного производства.

Накопители обеспечивают ритмичную работу смежного участка в случае аварии, отказа станка или транспортной системы и т.д.

В условиях многономенклатурного средне, мелкосерийного и единичного производства методика формирования подетально-групповых участков, групповых поточных линий и ГПС складывается из трех этапов:

1. Анализ номенклатуры деталей изделий по конструктивно-технологическим признакам.

2. Анализ планово-организационных характеристик деталей (их трудоемкости, программы выпуска).

3. Синтез групп деталей для изготовления на одном участке.

Металлорежущие станки участков или линий механического цеха располагают в цехе одним из двух способов: 1) по типам оборудования; 2) в последовательности технологических операций. Первый способ характерен для единичного и мелкосерийного производства для отдельных деталей и предусматривает создание участков однородных станков, которые устанавливают в последовательности обработки большинства типовых деталей. Второй способ характерен для цехов серийного и массового производства и предусматривает расположение станков в соответствия с технологическими операциями для обработки одноименных или нескольких разнообразных деталей, которая имеют подобный порядок операций обработки.

На рис.2 приведено несколько компоновочных схем механосборочных цехов массового и крупносерийного (а, б), а также серийного и единичного производства (в, г). Распределение станков по типоразмерам выполняют в соответствия с наиболее характерными деталями производства, которые проектируют, или по аналогии с существующими цехами прогрессивных заводов этой области машиностроения.

При расположении станков пользуются такими правилами и способами:

1. Участки со станками должны быть по возможности, наиболее короткими (40-60 м).
2. Технологические линии на участках могут располагаться как вдоль пролетов, так поперек.
3. Станки вдоль участка могут быть расположены в несколько рядов.
4. По отношению к транспортным средствам или проездам станки могут быть расположены вдоль, поперек, или под углом, или кольцом.
5. По отношению друг к другу - фронтом, ”в затылок”, или тыльными сторонами.
6. Большие станки не нужно устанавливать возле окон, так как это приведет к затемнению цеха
7. Варианты установки станков в поточных линиях соответствуют вышеупомянутым.

### Общая сборка

Узловая сборка

Механическая

обработка

### Узловая сборка

Механическая

обработка

### Общая сборка

Механическая

обработка

Общая

сборка

### Механическая обработка



Узловая сборка

Общая сборка

Узловая сборка

Механическая обработка

Участок крупных (базовых) деталей

### а)

### б)

### в)

### г)

Рис. 2 – Компоновочные схемы механосборочных цехов

Расстояния между станками, а также между станками и элементами зданий для различных вариантов расположения оборудования, а также ширина проездов в зависимости от разнообразных видов транспорта регламентируются нормами технологического проектирования (см. литературные источники) с соответствующими разъяснениями и рекомендациями.

Производственную площадь цеха, то есть площадь, отведенную под станки, стенды межоперационного оснащения, разметочные и контрольные плиты, место для мастера, проходы и проезды между рядами станков, транспортные и грузоподъемные средства определяют точным или укрупненным методами.

Точный метод расчета нуждается в наличия плана расположения пересчитанных раньше элементов производственной системы и реализуется формулой

Fпр = DL = Dnt, где В - ширина участка; L - длина участка; t - шаг колонн; n - количество шагов.

Сетку колонн (ширину пролета L и шаг колонн t), а также высоту пролета H выбирают из унифицированного ряда этих величин (см. [6], стр.102).

Показателем, который определяет целесообразность использования производственной площади, является удельная площадь, то есть площадь, которая приходится на один станок:

f=Fпр/Cпр.

При укрупненном расчете производственную площадь определяют по удельной производственной площади, которая приходится на один станок, при более укрупненном - по удельной общей площади, которая приходится на один станок.

Размер удельной площади зависит от характера производства, габаритных размеров оборудования и особенностей планировки и определяется по данным действующих предприятий (см. лит.).

**Лекция 5**

***Складская система, ее назначение и проектирование***

Склады в современном производстве выполняют важную функцию регулятора производственного процесса. Любой процесс производства начинается и заканчивается на складах. На складах осуществляется преобразование грузопотока, например, партии периодически поступающих заготовок на складах распределяются по типам и количеству, чтобы обеспечить ритмичную работу участков механического цеха. Поэтому главная цель создания и функционирования склада - преобразование параметров входного и выходного грузопотоков с минимальными приведенными затратами.

Для обеспечения нормальной работы механических и сборочных цехов в их составе в общем случае предусматривают комплекс разнообразных складов. Это склады металла и заготовок, узлов и комплектующих изделий, кладовые технологической оснастки.

Структура складской системы определяется организационной формой механосборочного производства, типом и функциональными возможностями транспортной системы, технологическими особенностями изготовления изделий.

В поточно-массовом производстве необходимость в межоперационных складах отсутствует. В условиях серийного производства, когда сборку изделий начинают после изготовления всех партий деталей, необходимо иметь межоперационные и комплектовочные склады готовых деталей и узлов. При этом взаимодействие складов и производства осуществляется с помощью транспортной подсистемы. Для обеспечения эффективности производства необходимо выбрать оптимальную схему размещения складов, производственных участков и транспортных сетей, параметры складов и их структуру.

Склады механосборочного производства можно классифицировать по нескольким признакам.

1. По организационной структуре различают централизованную и децентрализованную складские системы. Первая - один склад или блок складов, вторая - несколько складов в соответствии с функциональным назначением.
2. По функциональному назначению - склады металла и заготовок, межоперационные, готовых деталей, комплектующих изделий, межоперационные сборочных единиц, приспособлений и инструментов, готовых изделий.
3. По технологии работ - комплектовочные (большая партия - меньшая партия) и склады, предназначенные для хранения грузов в стандартной таре.
4. По виду складирования - штабельные, стеллажные и конвейерные.
5. По высоте хранения грузов: малой высоты - полезная высота зоны складирования до 5м, средней - 5-8 м, большой - более чем 8 м.
6. По характеру взаимодействия с транспортной системой - поточные и тупиковые склады.
7. По уровню автоматизации и механизации - немеханизированные, механизированные, высокомеханизированные, автоматизированные и автоматические.

Общая структура складской системы механосборочного производства приведена на рис.1.

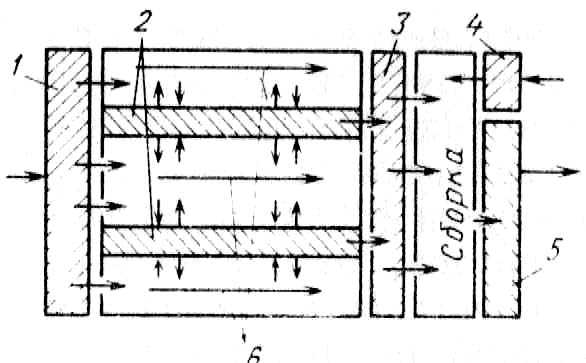


Рис.1 - Общая структура складской системы механосборочного производства:

1-склад металла и заготовок; 2-межоперационный склад; 3-склад готовых деталей; 4-склад комплектующих изделий; 5-склад готовых изделий; 6-направления грузопотоков.

Основным критерием выбора структуры складской системы являются наименьшие приведенные затраты на создание и эксплуатацию общей транспортно-складской системы.

Подсистемы хранения металла и заготовок.

Организовывают преимущественно в механических цехах единичного и мелкосерийного производства. В условиях массового производства - склады заготовок в заготовительных цехах, а в механических цехах - зоны для тары с заготовками. Автоматические цеха - склад прутковых материалов.

Варианты размещения складов:

1. В начале пролетов механического цеха.

2. Пролет, который перпендикулярен станочным пролетам цеха - для нагрева заготовок до температуры цеха.

Листовой материал: склад - заготовительный участок - штучные заготовки. Такая же схема действует также для металлопроката.

Стеллажи: стоечные, консольные, клеточные, бесполочные, каркасные. Унифицированная тара: для хранения резаного проката и штучных заготовок.

Примеры компоновок складов приведены в рекомендованной литературе.

Подсистемы хранения полуфабрикатов и изделий.

Межоперационные склады, склады готовых деталей и изделий. Автоматизированные накопители деталей и заготовок в таре - для всех типов производства. Участки комплектования - для складов готовых деталей в условиях единичного и серийного производства. Склады комплектующих изделий - совместно со складами готовых деталей с учетом расположения главного конвейера и магистральных проездов для массового производства.

Склад готовых изделий - общезаводской и в состав механосборочного цеха не входит.

Подсистемы хранения технологической оснастки и вспомогательных материалов.

Кладовые специальных приспособлений, участки сборки и хранения универсально - сборных приспособлений (УСП) или универсально-сборной переналаживаемой оснастки (УСПО), кладовые вспомогательных материалов.

Определение площадей складов и накопительных систем на участках

Точный расчет складских отделений цеха выполняют путем планировки. Укрупненный расчет выполняют на основании нормативных данных о запасах хранения заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей, используя технико-экономические показатели сборочных складов действующего производства.

AOп

Fскл = -------------- ,

Dqk

где A - запас хранения, суток;

Oп - масса заготовок, которые обрабатывают на протяжении года, т;

D - количество календарных дней в году;

q - допустимая средняя грузонапряженность площади склада, т/м2;

k - коэффициент использования площади склада, который учитывает проходы и проезды.

A, q - см. нормативы (литература). k = 0,25...0,3 - напольный транспорт, k = 0,35...0,4 - подвесной транспорт, штабелеры.

Более укрупненный расчет

Fскл = (0,1...0,15)Fпр, где Fпр - производственная площадь цеха

Для склада заготовок, который совмещен с заготовительным отделением,

Fскл=(0,15...0,2)Fпр

Площадь межоперационного склада рассчитывают по формуле:

1,1OпAi

Fмо = ---------- ,

Dqk

где i - количество доставок полуфабрикатов деталей на склад. i=n-1,

где n - количество операций технологического процесса.

**Лекция 6**

***Система инструментообеспечения, ее назначение и проектирование***

Система инструментообеспечения предназначена для обслуживания всего технологического оборудования цеха заранее подготовленным инструментом, а также для контроля за его правильной эксплуатацией.

Система инструментообеспечения должна выполнять такие функции:

1. Организация транспортировки инструментов внутри системы инструментообеспечения.
2. Хранение инструментов и их составных элементов на складе.
3. Наладка инструментов.
4. Восстановление инструментов.
5. Замена твердосплавных пластинок.
6. Очистка инструментов.
7. Сборка и демонтаж инструментов.
8. Контроль перемещений и местонахождения инструментов.
9. Контроль состояния режущих кромок инструментов.

Все стандартные инструменты обычно изготавливают на специализированных инструментальных заводах, что позволяет значительно уменьшить их стоимость и улучшить качество. Специальный инструмент и приспособления изготавливают в инструментальном цехе и только частично покупают по кооперации.

Система инструментообеспечения цеха - это составной элемент инструментального хозяйства завода. Инструментальное хозяйство завода включает в себя также инструментальный цех, центральный инструментальный склад (ЦИС), центральный абразивный склад (ЦАС), а также инструментальный отдел с соответствующими подразделами для обеспечения производства всем необходимым. Инструментальный отдел обеспечивает руководство всем инструментальным хозяйством завода.

Существуют такие способы организации замены инструмента в существующих системах инструментообеспечения:

1. Замена инструментов по отказам (по мере выхода из строя через случайный период времени безотказной работы).
2. Смешанная замена (принудительно через определенный отрезок времени, а тот инструмент, который вышел из строя раньше этого срока, заменяют по отказам).
3. Смешанная - групповая замена (группу инструментов с одинаковой стойкостью заменяют синхронно). (Сокращается время, необходимое на замену, по сравнению с индивидуальной заменой).

Преимущественно используют замену по отказам и смешанную. Смешанно-групповая замена целесообразна тогда, когда отказ инструмента может привести к выходу из строя станка или повреждению заготовки.

Номенклатуру режущего инструмента устанавливают на основании разработанных технологических процессов изготовления изделий, а нужное количество - по формуле:

Hф=І1+І2+І3,

где Нф - минимальный размер оборотного фонда режущего инструмента;

І1 - количество комплектов инструментов на рабочий позиции, шт.

І2 - количество комплектов на восстановлении и наладке, шт.

І3 - страховой запас в системе инструментообеспечения, шт.

І3 - преимущественно инструмент с малой стойкостью (метчики, развертки и т.п.). Нф - определяют по нормативам в зависимости от количества замен за смену и одновременно работающих инструментов. Для непоточного производства смотри [6] табл.8.1 стр.208.

Максимальный оборотный фонд режущего инструмента Н=Нф+Нн, где Нн - норма затрат инструмента за выбранный отрезок времени, шт.

Оборотный фонд вспомогательного инструмента определяют из расчета два комплекта в секции обслуживания и два комплекта налаженного инструмента на каждый станок.

В условиях поточного производства принимают декадную норму затрат инструмента, которую определяют по точной программе выпуска на основании технологических процессов, которые разработаны для изделий всех наименований.

Нн=Тс.ф/И, где Тс.ф - суммарное время формообразования данным типоразмером режущего инструмента всех деталей за декаду, часов;

И - действительное время службы данного типоразмера инструмента (с учетом всех возможных повторных перетачиваний), часов.

, где Тф.i - время формообразования данным типоразмером режущего инструмента і-того наименования детали, минут; Оі - годовой объем выпуска і-того наименования детали, шт.

, где Тр - расчетное время работы инструмента, часов;  - коэффициент, который учитывает случайные поломки;

m - возможное количество повторных затачиваний инструмента до полного использования его рабочей части;

L - длина рабочей части инструмента, мм;

l - величина допустимого затачивания рабочей части инструмента за одно повторное затачивание, мм.

Укрупненные методы расчета.

1. Расчет по годовой необходимой массе инструмента, которая приходится на один станок или тонну заготовок.
2. Расчет по годовой потребности инструмента на один станок в ценностном выражении.

Система инструментообеспечения производственных участков базируется на основе системы централизованного обеспечения технологического оборудования комплектами предварительно налаженных инструментов в соответствия с производственной программой. Комплекты могут быть постоянными для определенного вида оборудования и состоять из режущего или сборочного инструментов, универсально-измерительных и крепежных инструментов и инструментов разового использования. Последние комплектуют, собирают и налаживают на участке инструментальной подготовки.

Схема организации системы инструментообеспечения цеха приведена на рис.1. Ее функционирование обеспечивает технологическая служба производственного участка, планово-производственное бюро цеха и участок инструментальной подготовки.

Система инструментообеспечения

#### Отделение

###### восстановления

инструмента

Отделение

ремонта

оснастки

Секция ИРК

Обслуживание

инструментом

рабочих мест

Секция сборки и

наладки инструмента

Контрольно-проверочный пункт КПП

#### Зона хранения и

комплектации

инструмента и

техдокументации

#### Зона

доставки

инструмента

к рабочим

местам

Зона разборки изношенного инструмента

Рис.1. - Схема организации системы инструментообеспечения цеха.

Проектирование секции сборки и наладки инструмента.

Унификация режущего и вспомогательного инструментов, использование сборно-разборного инструмента.

Методы регулируемого, перерегулируемого и комбинированного крепления режущего инструмента.

Быстросменность и предварительная наладка на размер вне станка. Использование многошпиндельных регулируемых насадок.

Расчеты количества приборов для наладки инструмента ведут по формуле:

,

где Nв - количество станков, которое обслуживается;

nсм - количество инструментов, которое нужно наладить за смену для одного станка;

tн~5 минут - норма времени на наладку единицы режущего инструмента;

Фсм - время одной смены;

Кз~0,8 - коэффициент загрузки приборов;

Ка~0,5 - коэффициент, который учитывает возможность автоматизации наладки на самом станке.

Количество слесарей - инструментальщиков по наладке:

Рн=ФоNп/Фр,

где Фо - эффективный годовой фонд работы прибора, часов;

Фр - эффективный годовой фонд работы слесаря-инструментальщика, часов.

Площадь, необходимая под секцию

Fн=Nпfн,

где fн=10м2 - удельная площадь для наладки одного прибора.

Проектирование секции обслуживания инструментами производственных участков.

Унифицированная тара.

Функции зоны сохранения и комплектования:

* получение из ЦИС и раскладка по стеллажам;
* содержание оборотного фонда в границах “min-max”;
* подбор согласно заданию; выдача в секцию сборки и наладки.

Доставка (зона доставки):

* транспортными рабочими;
* внутренним цеховым транспортом и транспортной системой производственного участка;
* специальной подвесной транспортной системой, которая связана с инструментальными магазинами станков.

Способы: поштучно, блоками и комплектами, инструментальными магазинами.

Обычно расчеты площадей выполняют укрупненным методом по нормам, которые приведены в литературных источниках. [6]стр.218-219.

### Проектирование отделов восстановления инструмента и ремонта оснастки

Дают расчет укрупненно.

Площадь отделения восстановления инструмента:

* Fв. и=8…10 м2- для цехов с мелким оборудованием на 1 станок отделения;
* Fв. и=10…12 м2 - для цехов со средним оборудованием на 1 станок отделения;
* Fв. и=12…14 м2 - для цехов с крупным оборудованием на 1 станок отделения.

Количество станков отделения: N=3-5% Cп - поточное производство;

N=3-4% Cп - непоточное производство.

Площадь отделения по ремонту оснастки.

* Fр. о.=20…22 м2 -для цехов, которые выпускают мелкие изделия, на 1 станок отделения;
* Fр. о.=22…24 м2 -для цехов, которые выпускают средние изделия, на 1 станок отделения;
* Fр. о.=20…22 м2 -для цехов, которые выпускают крупные изделия, на 1 станок отделения.

**Лекция 7**

***Система ремонтного и технического обслуживания механосборочного***

***производства, ее назначение и проектирование***

Систему ремонтного и технического обслуживания механосборочного производства предусматривают для обеспечения трудоспособности технологического и подъемно-транспортного оборудования и других технических средств производства, удаления и переработка стружки, обеспечение рабочих позиций охлаждающими жидкостями, электроэнергией, сжатым воздухом и создания необходимого микроклимата и чистоты воздуха в цехе.

Для этого в составе цеха или корпуса создают ремонтную базу, отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем, подсистемы уборки и переработки стружки, приготовления и распределения охлаждающих жидкостей, электрообеспечения, снабжения сжатым воздухом, обеспечения микроклимата и необходимого качества воздуха в цехе.

В случае размещения нескольких механических или механосборочных цехов в одном корпусе преимущественно концентрируют вышеупомянутые службы в границах корпуса и создают отделения корпусного подчинения. Этот шаг значительно сокращает материальные и трудовые затраты.

Проектирование цеховой ремонтной базы, отделения по ремонту электрооборудования и электронных систем.

Основными задачами ремонтной службы являются: контроль и надзор за действующим оборудованием, планово-предупредительный ремонт технических средств всех видов, а также модернизация существующего и изготовление нестандартного оборудования. Эту работу выполняет ремонтно-механический цех завода, а также корпусные (цеховые) ремонтные базы и отделения по ремонту электрооборудования и электронных систем.

Существуют три основной формы организации ремонтных работ:

1. На крупных заводах массового производства используют децентрализованную форму, которая предусматривает ремонт оборудования всех видов осуществлять корпусными (цеховыми) ремонтными базами, а ремонтно-механический цех завода изготавливает нестандартное оборудование и запасные части.
2. На заводах с количеством станков до 600 используют централизованную форму организации ремонта оборудования, когда все виды ремонта выполняют в ремонтно-механическом цехе, а служба цехового механика осуществляет межремонтное обслуживание оборудования.
3. На заводах с количеством станков от 600 до 800 используют смешанную форму организации ремонтных работ. При этом капитальный ремонт выполняет ремонтно-механический цех, а другие виды ремонта - цеховые базы.

В Украине разработана и внедрена планово-предупредительная система ремонта, которая определяет периодичность ремонтных работ и позволяет выполнять эти работы плановым порядком. Планово-предупредительная система ремонта включает периодически выполняемые виды работ, а именно: межремонтное обслуживание, промывание, замену и восполнение смазочных масел, проверку точности, осмотр, малый и средний ремонты, капитальный ремонт.

Все виды ремонтных работ, кроме капитального ремонта, выполняют на месте установки станка или другого вида оборудования. Структуру ремонтного цикла (количество и порядок периодичность осмотров, малых и средних ремонтов за период ремонтного цикла) определяют в зависимости от характера и условий работы данного вида оборудования. Продолжительность ремонтного цикла - это отрезок времени между двумя капитальными ремонтами. Внеплановых ремонтов (то есть таких, которые вызваны аварией оборудования) после внедрения системы ППР не должно быть вообще.

Производственную программу ремонтного отделения определяют двумя способами: 1) непосредственно в часах, которые необходимы для выполнения станочных и слесарных работ по ремонту каждого объекта; 2) количеством условных единиц, которое принято в зависимости от ремонтной сложности объекта. При этом за условную единицу принимают определенную трудоемкость для каждого вида ремонтной работы какого-то механизма, который принят за эталон. Эта условная единица является единицей ремонтной сложности, или ремонтной единицей.

Каждому виду технологического оборудования назначают определенную категорию ремонтной сложности, то есть количество ремонтных единиц. Трудоемкость ремонтной единицы для различных видов ремонтных работ нормирована (см. напр.[1] табл. 37 стр.322) Имея эти показатели, мы можем определить общую трудоемкость на выполнение данного вида ремонтных работ: (за весь рабочий цикл)

T=hEp,

где h - трудоемкость ремонтной сложности;

Ep - категория ремонтной сложности определенного типа оборудования.

Для того, чтобы определить, сколько времени будет расходоваться в течение года, необходимо прибавить в расчеты коэффициент цикличности.

кц=nц/Tц,

где nц - количество ремонтов данного вида за ремонтный цикл;

Тц - продолжительность ремонтного цикла.

Тогда годовая затрата времени на данный вид ремонта Тр=Ткц. - для единицы оборудования, а для всего оборудования этого типа TN=TpN, где N - количество единиц оборудования определенного типа.

Выполняя такие расчеты для всех видов ремонтных работ и типов обслуживаемого оборудования, в результате получим суммарное время на ремонтные работы в год для ремонта всего количества оборудования цеха:



Соответственно количество станков ремонтного отделения определим по формуле:

,

где m - количество смен работы ремонтного отделения;

Kз - коэффициент загрузки станков ремонтного отделения (Kзср=0,75-0,8).

Методом укрупненного расчета определяют количество станков ремонтного отделения в зависимости от суммарного количества единиц ремонтной сложности всего оборудования и серийности производства. Пример - [1] табл.39 стр.327. Расчет по типам - [1] табл.38 стр.326.

Площадь цеховой ремонтной базы определяют из нормы 22-28м2 на один станок. Дополнительная площадь под склад запасных частей -25-30% от площади ремонтной базы.

Количество станочников ремонтной базы определяют аналогично как для основного производства (Кз=0,5-0,7; Км=1,05-1,1). Количество слесарей 60-100% от количества станочников. Количество вспомогательных рабочих - 18-20% от количества станочников и слесарей.

Количество МОП - 1,0-1,5%; ИТР - 9-12%; СКП - 1,5-2,5% от  количества основных и вспомогательных рабочих ремонтного отделения

Отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем предназначено для периодического осмотра и ремонта электродвигателей вентиляционных систем цеха, устройств электроавтоматики и электронных систем. Его площадь составляет 35-40% от площади ремонтного отделения.

Проектирование подсистемы удаления и переработки стружки.

Количество стружки рассчитывают как разность между массой заготовок и деталей, или принимают как 10-12% от массы деталей.

Площадь отделения для сбора и переработки стружки определяют несколькими способами:

1. В зависимости от количества основного оборудования (см. МУ стр.31)
2. Sc=(0,03…0,04)Sпр , где Sпр -производственная площадь цеха.

Рекомендации относительно технических решений по организации сбора и транспортировки стружки приведены в литературных источниках (см. [6] стр.228-230, [1] стр.182-183 и др.) - контрольная работа.

Проектирование подсистем приготовления и распределения охлаждающих

жидкостей.

В механосборочном производстве используют три способа снабжения станков СОЖ: централизованно-циркуляционный, централизованно-групповой и децентрализованный. Первой способ - для цехов с большим количеством станков, которое потребляют одинаковые жидкости. Второй способ - разнотипные жидкости. Третий - для небольших цехов. Наиболее выгодным является первый способ (самая большая продолжительность работы без замены СОЖ, экономия площадей, материальных затрат и т.д.).

Площадь отделения СОЖ определяют укрупненно в зависимости от количества основного оборудования (см. МУ стр.28). Нормы затрат СОЖ определяют по практическим данным.

Подсистема электроснабжения, снабжения сжатым воздухом, обеспечения

микроклимата и необходимого качества воздуха в цехе.

Цеховые транспортные подстанции - для снижения напряжения (одна на каждые 5000м2 производственной площади, расстояние между соседними подстанциями 75-100м).

Площадь под компрессоры Fк= (0,06…0,08)Fпр

Площадь под вентиляционные камеры Fвк= (0,05…0,075)Fпр

**Лекция 8**

***Транспортная система, ее назначение и проектирование***

Основное предназначение транспортной системы:

- доставка со склада грузов в заданный момент времени к определенному производственному участку;

- доставка, ориентирование и установка заготовок, полуфабрикатов или изделий в заданный момент времени в определенное технологическое оборудование;

- снятие полуфабрикатов или готовых изделий с оборудования и последующая транспортировка их по заданному адресу;

- отправление к накопителю грузов и выдача их из накопителя в заданный момент времени;

- доставка полуфабрикатов или готовых изделий из производственных участков на склад.

При выборе способа транспортировки и элементов транспортной системы следует ориентироваться на классификацию грузов и транспортных систем.

Грузы классифицируют по транспортно-технологическими характеристикам, а именно:

1. По массе - легкие (0.01...0.5 кг), средние (0.5...16 кг), тяжелые (больше чем 16 кг);

2. По способу загрузки - в таре, без тары, навалом, ориентированные;

3. По форме - типа валов, корпусные, типа дисков, и т.д.;

4. По виду материала - металлические, неметаллические и т.д.

5. По свойствам материала - твердые, пластичные, магнитные и т.д.

В свою очередь, транспортные системы классифицируют:

1. По назначению - внутицеховые и межоперационные;

2. По способу перемещения - грузы в таре и без тары, ориентированные и навалом;

3. По принципу движения - периодические и беспрерывные;

4. По направлению движения - прямоточные и круговые;

5. По уровню расположения рабочей сети - напольные, эстакадные и подвесные;

6. По принципу работы - несущие, толкающие и тянущие;

7. По схеме движения - линейные и замкнутые;

8. По конструктивному выполнению - реечные и безрельсовые;

9. По принципу маршрутоследования - механические (реечные), на приборах с зарядной связью, индуктивные, гироскопические, оптоэлектронные и радиоуправляемые.

Оптоэлектронные - флуоресцентная полоса, датчики ультрафиолетового спектра, светоотражающая металлическая или металлизированная полоса, белая полоса с черными краями и т.д.

Транспортировка изделий на спутниках и без них. Второй способ - преимущественно для тел вращения.

Основной задачей при проектировании транспортной системы является сокращение объемов подъемно - транспортных операций и уменьшение трудозатрат при заданном объеме работ.

Некоторые направления повышение эффективности работы транспортной системы:

1. Сокращение вертикальных перемещений грузов.

2. Подетальная и предметная специализация механосборочного производства.

3. Использование однотипных транспортных средств.

4. Типизация технологических процессов транспортировки.

5. Увеличение транспортной партии.

Для проектирования транспортной системы прежде всего необходимо разработать внутрицеховую схему транспортных связей, то есть схему грузопотоков. Она будет базой для разработки технологических процессов транспортных работ, а также выбора вида, количества и основных технических параметров средств транспортировки.

Оптимальная транспортно-технологическая схема должна обеспечить:

1. Минимальное количество действительно необходимых операций;

2. Минимальные расстояния транспортировки и количество перегрузок грузов;

3. Автоматизацию каждой операции и всего процесса транспортировки;

4. Максимально возможную совместимость подъемно-транспортных операций с операциями изготовления изделий;

5. Использование для автоматизации процессов прогрессивных высокопроизводительных способов;

6. Однотипность средств автоматизации процессов транспортировки;

7. Требования охраны труда;

8. Экономическую эффективность и ремонтопригодность.

После составления транспортных связей производственного процесса разрабатывают технологический процесс транспортировки. Это часть производственного процесса, во время которого происходит смена расположения объекта производства в пространстве без смены его качества.

Технологический процесс транспортировки составляют из отдельных операций, например, загрузки и т.д.

Основные транспортные средства - конвейеры, транспортные роботы, устройства пневмо- и гидротранспорта - изготавливают серийно. Вспомогательные транспортные средства - ориентаторы, адресователи, толкатели, подъемные столы, производственная тара и т.д.

Примеры конструктивных решений конкретных транспортных средств и расчетов их нужного количества приведены в литературных пособиях.

**Лекция 9**

***Система контроля качества изделий, ее назначение и проектирование***

Система контроля качества изделий предназначена для своевременного определения с нужной точностью параметров качества изделий механосборочного производства.

Функции системы:

- сохранение информации об изготавливаемых изделиях (конфигурация, тех. требования и пр.);

- отладка контрольно-измерительных устройств;

- приемочный и операционный контроль качества изделий с проверкой соответствия чертежам и техническим требованиям;

- обеспечение своевременной изоляции изъятого брака;

- выдача информации по результатам контроля качества изделий.

Специальные службы отдела технического контроля (ОТК) завода состоят из: центральной измерительной лаборатории (ЦИЛ), контрольно-проверочных пунктов (КПП), цеховых контрольных пунктов (ЦКП) и испытательных отделений (ИО).

Виды контроля качества изделий в зависимости от:

1) задачи, которые решают - приемочный, проверочный, прогнозирующий;

2) взаимодействия с объектом - активный (прямой и косвенный), пассивный (после каждой операции, после нескольких операций), параметрический (количественный, допусковый), функциональный;

3) конструктивного решения - внутренний (самоконтроль), внешний;

4) реализации по времени - непрерывный (в процессе изготовления), периодический (тестовый).

Активный контроль в зоне формообразования позволяет исключить возникновение брака за счет своевременного внедрения корригирующих действий. Допустимая погрешность метода измерения не должна быть больше чем 1/10 - 1/15 от допуска параметра, которые контролируют. Прямой, косвенный и комбинированный методы измерения. Рычажные и безрычажные приборы. Используют электроконтактные, пневматические, индуктивные, емкостные и лазерные датчики.

В непоточном автоматизированном производстве используют системы автоматического измерения и компенсации. Они содержат специальные измерительные приспособления, которые монтируют в инструментальной оправке станка.

Контактные и бесконтактные методы контроля. Метод подналадки станков малыми импульсами. Производственные испытания: обкатка вхолостую и испытания под нагрузкой.

Контроль качества изделий может осуществляться непосредственно на рабочем месте, в специальных контрольных пунктах или отделениях, в испытательных отделениях. Внешний, внутренний, активный, пассивный.

Контроль в специальных пунктах:

1) разнообразные или большие средства контроля;

2) высокая точность измерения;

3) большое количество однообразной продукции;

4) после последней операции перед транспортировкой на склад.

Измерительный инструмент общего назначения, специальный инструмент, средства автоматического контроля. Контрольно-сортировочные автоматы (поточное производство) и контрольно-измерительные машины (непоточное производство).

Количество контролеров при неавтоматизированном контроле:

Рр-Рр. к.

Рк = -------------,

РнКтКсклКк

где Рр - количество производственных рабочих

Рр.к. - количество производственных рабочих, которое выполняют самоконтроль;

Рн - норма обслуживания одним контролером производственных рабочих;

Кт - коэффициент точности деталей (наиболее распространенный квалитет точности;

Ксложн = 0.9...1.1; - коэффициент сложности контроля;

Кк - коэффициент вида контроля (Кк = 1 - при приемке, Кк = 0.6 - при двухуровневом контроле (рабочее место + контрольный пункт)).

Укрупненный расчет:

- непоточное производство: 7-10% от количества основных станков;

- поточное производство - 5-7% от количества основных станков.

Размер площади под стандартный контрольный пункт - 6м2.

Необходимое количество контрольных пунктов

Nк=(Tк · Куд)(Фп · 60),

где Tк - средняя продолжительность контроля одной детали, минут;

Куд - количество деталей на один месяц, шт.;

Фп - месячный фонд работы КП, часов.

Контрольно-проверочные пункты - контроль средств измерений.

Площадь КПП – 0,1-0,2м2 на один станок цеха, но не менее чем 25м2. Количество работающих на КПП - 8-12% от количества контролеров.

Испытательные стенды: количество

Оиспt

Nст =---------, где

Фст60

Оисп - количество изделий, шт.;

t - время испытания одного изделия, минут;

Фст - фонд времени, часов.

**Лекция 10**

***Система охраны труда работающих, ее назначение и проектирование***

Система охраны труда предназначена для обеспечения безопасной работы персонала и организации мероприятий по созданию высокого общего уровня производственной среды и культуры производства. Она состоит из трех подсистем, а именно:

1. Подсистемы обеспечения безопасной работы работающих;
2. Подсистемы обеспечения санитарных условий труда;
3. Подсистемы обслуживания работающих.

Первая подсистема в свою очередь содержит подразделения пожарной безопасности и безопасной эксплуатации и обслуживания оборудования (защита от механических устройств, от стружки и СОЖ, от электрического тока).

Вторая подсистема содержит такие подразделения: контроля над чистотой помещений, контроля воздушной среды, защиты от шума, контроля освещения, обеспечения производственной эстетики, защиты от вибраций.

Третья подсистема состоит из службы общественного питания (местной и цеховой), медицинского обслуживания (местного повседневного и цехового) и бытового обслуживания (местного и цехового).

Возрастание роли первой подсистемы в автоматизированном производстве. Защитные ограждения и пульты аварийного отключения оборудования (ГОСТ 12.4.026-76 - окраска). Защитные сетки - от падения изделий, которые транспортируют по воздуху.

Скорость перемещения исполнительных устройств ПР<=0,3 м/с. Блокирование захватных устройств ПР. Датчики на ограждении (светолокационные).

Защита от стружки и СОЖ - индивидуальная или ограждение (стационарное или передвижное).

Способы пожарной профилактики и активной пожарной защиты.

Обеспечение санитарных норм в рабочей зоне помещений (в пространстве высотой до 2м над уровнем пола).

Уборка помещений и уборка по высоте - по графику. Дистанционное управление цехами и участками обеспечивает полную защиту от вибраций. Противошумовые мероприятия, индивидуальные способы защиты. Защита от инфра- и ультразвука.

Производственная эстетика

Бытовое обслуживание:1) местное (радиус 50-90м) - курение, питьевая вода, туалет; 2) цеховое (радиус 200-400м ) - гардероб, душевая; 3) общезаводское (радиус 500-800м) - прачечная, ремонтная мастерская.

Фельдшерский пункт - цеховой при количестве работающих 300-800 человек. Местное медицинское обслуживание - санитарный пост (0,01м2 на человека в смену) и комната личной гигиены (0,1м2 на женщину в смену), цеховое медицинское обслуживание - здравпункт (0,06-0,08м2 на человека в смену).

Дымовые сигнализаторы - один на 60-70 м2.

Комнаты для курения - <=100м - расстояние от рабочих мест.

Горячая и холодная вода в душевых. Краны - один на 10 человек.

Радиус обслуживания автоматов, киосков и лотков-50-90м.

Буфет -200-400м (площадь 0,05м2 на одного человека).

Ответственность за соблюдение условий ТБ несут как руководители заводов, так и проектанты.

**Лекция 11**

***Система управления и подготовки производства, ее назначение и***

***проектирование***

Основной задачей системы является непрерывный контроль состояния производственного процесса и влияние на него в случае возникновения отклонений от запланированного хода производства, а также разработка технологической и плановой документации, подготовка технологического оснащения, обеспечение необходимыми материалами, полуфабрикатами и комплектующими изделиями, проведение организационных мероприятий по подготовке производственного процесса.

Система управления производством решает задачи по планированию, учету и диспетчеризации.

Система подготовки производства состоит из подсистем технологической и организационно-материальной подготовки производства.

Сплошная автоматизация с использованием ЭВМ.