

1.3 Типы машиностроительных производств

В машиностроении различают три типа производства (ГОСТ 14.004-83):

- массовое
- серийное
- единичное

Коэффициент закрепления операций - отношение числа всех различных технологических операций O , выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест P .

$$K_{zo} = \frac{O}{P}$$

Коэффициент закрепления операций является одной из основных характеристик типа производства.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.

Для массового производства коэффициент закрепления операции $K_{zo} = 1$.

Продукция массового производства – это изделия узкой номенклатуры и стандартного типа, выпускаемые для широкого сбыта потребителю, например, автомобили, тракторы, электродвигатели и т.д.

Особенности массового производства:

- расположение оборудования в технологической последовательности по ходу технологического процесса,
- выполнение каждой технологической операции осуществляется на предварительно налаженном оборудовании, которое не переналаживают для выполнения других операций,
- применение специального оборудования и иных специальных средств технологического оснащения.

Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями.

В зависимости от количества изделий в партии или серии и значения коэффициента закрепления операции различают:

- крупносерийное производство $1 < K_{zo} \leq 10$
- среднесерийное $10 < K_{zo} \leq 20$
- мелкосерийное $20 < K_{zo} \leq 40$.

Продукцией серийного производства являются машины установившегося типа – это металлорежущие станки, насосы, компрессоры, авиационные двигатели и тому подобное, выпускаемые в значительных количествах.

В крупносерийном производстве оборудование располагают по изготавливаемым предметам и в ряде случаев в соответствии с выполняемым технологическим процессом. Обработку заготовок выполняют на предварительно настроенных станках, в пределах технологических возможностей которых допустима переналадка для выполнения иных операций. Применяют специальные, специализированные и универсальные средства технологического оснащения. Это оборудование, инструмент и т.д. Размер производственной партии в крупносерийном производстве обычно составляет несколько сотен деталей.

В среднесерийном производстве, обычно именуемом серийным, оборудование располагают в соответствии с последовательностью выполнения этапов обработки заготовок. За каждой единицей оборудования закрепляют несколько технологических операций, для выполнения которых проводят переналадку оборудования. Применяют специализированные и универсальные средства технологического оснащения. Размер производственной партии от нескольких десятков до сотен деталей.

В мелкосерийном производстве оборудование располагают по типам, например, участок токарных станков, участок фрезерных станков и так далее. Оборудование специально не настраивают для выполнения каждой технологической операции. Преимущественно применяют универсальные средства технологического оснащения и размер производственной партии обычно составляет несколько единиц.

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусмотрено.

Изделия выпускаются широкой номенклатуры, в относительно малых количествах и часто индивидуально. Изготовление изделий либо совсем не повторяется, либо повторяется через неопределенные промежутки времени. Продукция единичного производства – это машины, не имеющие широкого применения и изготавливаемые по индивидуальным заказам, предусматривающим выполнение специальных требований. Например, это опытные образцы машин в различных отраслях машиностроения, крупные гидротурбины, уникальные металлорежущие станки, прокатные станы и т.д.

Технологическое оборудование располагают по типам. На рабочих местах выполняют разнообразные операции без их периодического повторения. Для их выполнения оборудование специально не настраивают. Применяют универсальные средства технологического оснащения.

Деление по типам производства относительно. На одном и том же предприятии, осуществляющем, например, серийный выпуск продукции, отдельные цехи могут работать в условиях крупносерийного или даже массового производства.

В машиностроении применяют два метода работы (производства):

1. Поточный
2. Непоточный.

Поточное производство характеризуется расположением средств технологического оснащения в последовательности выполнения операций технологического процесса и определенным интервалом выпуска изделий (тактом выпуска).

Такт выпуска – это интервал времени, через который периодически производят выпуск изделий или заготовок определенных наименований, типоразмера и исполнения.

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot \Phi_{\text{д}}}{N}$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – действительный фонд времени в планируемом периоде (год, месяц, сутки, смена), ч.

N – объем выпуска за этот же период, шт.

Действительный фонд времени работы оборудования учитывает потери времени на ремонт оборудования и этим отличается от номинального календарного фонда времени.

Номинальный годовой фонд времени работы оборудования составляет 2070 часов для работы в одну смену, 4140 часов для двух смен и 6210 часов для трёх смен. Действительный же годовой фонд времени работы оборудования для одной, двух и трёх смен составляет, соответственно, 2030, 4015 и 5965 часов. Номинальный фонд времени для рабочих составляет 2070 часов, а действительный 1860 часов при 15-дневном отпуске.

При поточном методе основной организационной формой работы является поточная линия. В поточной линии на каждом рабочем месте выполняют одну технологическую операцию, а оборудование располагают по ходу технологического процесса. На каждой линии производят обработку отдельной детали (сборку отдельного изделия или его

составной части). Если длительность операции на всех рабочих местах одинакова, то работа на линии выполняется с непрерывной передачей объекта производства с одного рабочего места на другое (непрерывным потоком). Достигнуть равенства штучного времени на всех операциях не удается. Это предопределяет технологически неизбежное различие загрузки оборудования по рабочим местам поточной линии.

В общем случае условием организации потока является кратность времени выполнения каждой технологической операции такту выпуска:

$$\frac{t_{умi}}{t_{г}} = k \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

где $t_{умi}$, – штучное время i -й технологической операции.

Приведение длительности операции к указанному условию называют *синхронизацией*. При выполнении синхронизации иногда возникает необходимость соответствующего расчленения технологического процесса на операции и в некоторых случаях дублирования станков. Поточный метод в форме непрерывного потока характерен для массового и крупносерийного производства. При значительных объёмах выпуска, соответствующих указанным типам производства, в процессе синхронизации наиболее часто возникает необходимость уменьшения длительности операции. Это достигается за счёт дифференциации и совмещения во времени переходов входящих в состав технологических операций. В массовом и крупносерийном производствах при необходимости каждый из технологических переходов может быть выделен в отдельную операцию, если будет выполнено условие синхронизации.

За время, равное такту выпуска, с поточной линией сходит единица продукции. Производительность труда, соответствующая выделенному производственному участку, определяется ритмом выпуска.

Ритм выпуска – это количество изделий определенного наименования, типа размера и исполнения, выпускаемое в единицу времени.

Обеспечение заданного ритма выпуска является важнейшей задачей при проектировании технологических процессов массового и крупносерийного производства. В серийном производстве организовать непрерывный поток изготавливаемых изделий часто невозможно из-за низкой загрузки оборудования поточных линий в условиях небольших объемов выпуска.

Кроме того, даже при массовом и крупносерийном производствах, при большом различии штучного времени, отдельные рабочие места

могут иметь малую загрузку. В этих случаях применяют модификацию поточного метода, именуемую переменным-поточным методом. При переменном-поточном методе за каждым станком линии закреплено по несколько операций для технологически однотипных деталей, запускаемых в производство попеременно.

В течение определенного периода времени, обычно несколько смен, на линии ведется обработка заготовок определенного типоразмера. Затем линию переналаживают для обработки закрепленных за данной линией заготовок другого типоразмера. Например, приспособления на переменных-поточных линиях постоянно закреплены на технологическом оборудовании.

Приспособления конструируют так, чтобы в них можно было обработать заготовки любых типоразмеров закрепленной группы. Это значительно сокращает время переналадки линии, которую обычно выполняют в перерыве между сменами. Располагая оборудование по ходу технологического процесса, получают движение деталей от одного рабочего места к другому, хотя и прерывистое (партиями), но поточное (прямоточное). Пропуская через группу рабочих мест (последовательность технологического оборудования) сменяемые партии деталей, получают непрерывно-поточное (в пределах одной партии) производство с поштучной передачей деталей от одного рабочего места к другому. Для повышения загрузки оборудования в серийном производстве применяют многономенклатурные поточные линии. Например, переменные-поточные, групповые, предметно-замкнутые участки линий.

При **групповой обработке** на каждом рабочем месте линии одновременно выполняют несколько операций разных технологических процессов. Это обеспечивается применением специальных многоместных приспособлений. При групповой обработке повышается загрузка оборудования, а линия работает без переналадки оборудования. Число деталей в группе обычно составляет от 2 до 8. Переменную-поточную и групповую обработку выполняют на обычных и автоматических линиях.

Для обработки конструктивно и технологически сходных заготовок применяют **предметно-замкнутые участки**.

Технологические процессы обработки этих заготовок имеют:

- одинаковую структуру,
- однородные операции
- одинаковую последовательность их выполнения
- строятся на основе обобщения технологических процессов изготовления деталей со сходными конструктивно-технологическими параметрами.

Поточный метод обеспечивает значительное сокращение (в десятки раз) цикла производства, межоперационных заделов и незавершённого производства, а также возможность применения высокопроизводительного оборудования, снижения трудоёмкости изготовления изделий, простоту управления производством.

В серийном производстве при построении технологических операций применяют как дифференциацию, так и концентрацию технологических переходов. Структура операции формируется в результате компромисса указанных принципов с учётом конкретных условий и методов работы. Применение поточного метода в серийном производстве требует, как правило, при построении операций, приоритета дифференциации переходов.

При незначительных объёмах выпуска, частых сменах выпускаемых изделий, а также невозможности использования поточного метода, применяют **непоточный метод работы**. Этот метод используют в условиях серийного производства. Он является наиболее характерным для мелкосерийного и единичного производства.

При непоточном методе работы строгого закрепления операций за конкретными рабочими местами не проводят. Длительность операций не синхронизирует по такту выпуска. На рабочих местах создают заделы заготовок (сборочных единиц), необходимые для обеспечения загрузки рабочих мест. При непоточном методе работы стремятся на каждом рабочем месте осуществить максимальное технологическое воздействие на предмет труда, уменьшить число операций в технологическом процессе, строить технологические операции на основе концентрации переходов.

Степень концентрации возрастает по мере уменьшения объема выпуска. Характеристики производства отражены в решениях, принимаемых при технологической подготовке производства.