

Управление проектами

Тема 5. Управление операционными (производственными) процессами проекта

Цели изучения темы:

- изучение основ управления производственными (операционными) процессами

Задачи темы:

- исследовать понятийный аппарат операционной деятельности и основные виды процессов в компании
- проанализировать основные параметры эффективности производственных процессов
- выявить особенности планирования операций и операционного процесса

В результате изучения данной темы Вы будете

Знать:

- основные понятия в операционной деятельности
- структуру производственного процесса
- показатели эффективности операционных процессов
- виды себестоимости продукции
- виды производственных циклов
- понятия виды и основные характеристики поточных линий

Уметь:

- Определять вид организации движения производственных процессов
- Проводить расчет длительности производственного процесса
- Определять вид поточной линии
- Проводить расчет параметров поточных линий

Учебные вопросы темы:

Вопрос 1. Операционные (производственные процессы)

Вопрос 2. Эффективность производственных процессов

Вопрос 3. Планирование операций и операционного процесса.

Вопрос 1. Операционные (производственные процессы)

Понятие операционных (производственных) процессов.

Внутреннюю деятельность любой организации можно разделить на 2 больших вида: операционная и проектная.

Операционная деятельность направлена на поддержку работы организации на заданном уровне. Часть организаций занимается операционной деятельностью как внешней, т.е. это их бизнес – оказывать услуги по ведению операционной деятельности другим организациям – аутсорсинг бухучета, ИТ-поддержки, подбора персонала и т.д.

Проектная деятельность направлена на изменения в компании – оптимизацию операционной деятельности, создание новых направлений/филиалов/продуктов и т.д. Также как и операционная, проектная деятельность у организации может быть её бизнесом – внедрение ИТ-систем, консалтинг, строительство и т.д.

Сотрудники, участвующие в этих видах деятельности, работают совместно для достижения запланированных результатов. Эффективная организация совместной работы позволяет существенно снизить затраты, повысить лояльность внутренних и внешних клиентов за счет постоянного качества, предсказуемости результатов и прозрачности оказываемых услуг, а в итоге прибыль и капитализацию компании.

Чтобы эффективнее управлять совместной работой, стоит разобраться, что это такое, из чего она состоит.

Производственный (операционный) процесс представляет собой совокупность взаимосвязанных основных, вспомогательных и обслуживающих процессов труда и орудий труда в целях создания потребительских стоимостей - полезных предметов труда, необходимых для производственного или личного потребления.

Основные, вспомогательные и обслуживающие операционные процессы.

Различают основные, вспомогательные и обслуживающие производственные процессы (рис.5.1).



Рис. 5.1. Структура производственного процесса

Основные производственные процессы – это та часть процессов, в ходе которых происходит непосредственное изменение форм, размеров, свойств, внутренней структуры предметов труда и превращение их в готовую продукцию.

Например, на станкостроительном заводе это процессы изготовления деталей и сборки из них подузлов, узлов и изделия в целом.

К **вспомогательным** производственным процессам относятся такие процессы, результаты которых используются либо непосредственно в основных процессах, либо для обеспечения их бесперебойного и эффективного осуществления. Примерами таких процессов являются изготовление инструментов, приспособлений, штампов, средств механизации и автоматизации собственного производства, запасных частей для ремонта оборудования, производство на предприятии всех видов энергии (электрической энергии, сжатого воздуха, азота и т.д.).

Обслуживающими называются процессы, в ходе реализации которых выполняются услуги, необходимые для нормального функционирования и основных, и вспомогательных процессов. К ним относятся, например, процессы транспортировки, складирования, подбора и комплектования деталей и т.д.

Вопрос 2. Эффективность производственных процессов

Характеристики и показатели эффективности операционных процессов.

Операционная эффективность предприятия – это достижение наилучшего соотношения между задействованными ресурсами и конечными результатами работы. Компания, функционирующая подобным образом, выполняет одинаковые действия быстрее, результативнее и с меньшим количеством ошибок, затрат, нежели конкуренты. При этом речь не идет о простой экономии ресурсов, а об оптимальном их использовании.

Часто данное понятие путают со стратегией. На самом деле это не так: стратегия разрабатывается самостоятельно, в ней определяются сферы деятельности, основные целевые показатели, пути их достижения, направления развития. Операционная эффективность – тактический инструмент, без которого, тем не менее, невозможна нормальная повседневная работа и завоевание устойчивой позиции на рынке. Особенно значима эта область для малого бизнеса. Только максимальное усовершенствование всех бизнес-операций позволяет небольшой фирме конкурировать с гигантами рынка, которые могут себе позволить сосредоточиться на стратегических направлениях.

Операцию можно назвать хорошо отлаженной в том случае, если ее регламент и практическая реализация соответствуют следующим принципам:

- **Совершенствование бизнес-процессов компании.** Достигается это выстраиванием оптимальной последовательности действий, позволяющей достичь лучший результат с минимальными расходами материальных и человеческих ресурсов. За это должны отвечать конкретные люди в компании.
- **Рациональное использование штата.** За каждое дело должен отвечать конкретный сотрудник, все несет нагрузку не больше и не меньше допустимого уровня, функции не дублируются, организационная структура четко соотносится с наиболее удачными схемами взаимодействия персонала.
- **Бережное отношение к ресурсам.** Нужно снижать процент брака, добиваться разумного использования материалов и оборудования, не создавать ненужных запасов (которые к тому же могут занимать место на складах), но в то же время иметь резервы при реальной необходимости.
- **Постоянное отслеживание внутренних и внешних перемен.** Руководитель обязан вовремя получать информацию как обо всех изменениях в компании, так и, например, о редактировании законодательства, изобретении перспективных технологий или о банкротстве конкурента. Все перемены находят отражение в работе.

• **Грамотно выстроенная сфера контроля и учета.** С одной стороны, необходимость заполнять документы и составлять отчеты не должна мешать непосредственно исполнению операций. С другой стороны, рабочий процесс не следует пускать на самотек – всегда должно иметься документальное отражение ключевых моментов, которое можно при необходимости изучить и проанализировать.

Различают два вида показателей:

1) количественные показатели, фиксирующие степень развития определенного свойства объекта. Такие показатели выражены в физических или денежных единицах (штуках, единицах веса, объема, длины, площади, рублях, долларах). К количественным показателям относят объем производимой продукции в натуральном и в денежном измерении, выручку от реализации товаров и услуг, прибыль и другие аналогичные показатели. Количественные показатели – это факты, которые можно непосредственно измерить или рассчитать, используя такие же количественные показатели;

2) качественные показатели фиксируют наличие или отсутствие определенного свойства. Обычно они не имеют четко заданных единиц измерения. Оценка наличия или отсутствия этого свойства зачастую фиксируется исследователем в процессе наблюдения или подтверждается в ходе интервью, опроса и других исследовательских процедур.

Для определения значений качественных показателей используются косвенные методы и различные показатели-заменители. Несмотря на то, что воспринимаются такие показатели как менее надежные, они имеют существенное значение для оценки деятельности объекта, например, фирмы. Такие показатели позволяют оценить влияние тех или иных факторов (действий) на результаты деятельности, определить долгосрочные последствия. Качественные показатели в отличие от количественных нуждаются в весьма тщательной и профессиональной разработке, проверенной методике сбора и обработки данных и последующей интерпретации. В качестве примера широкого использования качественных показателей можно привести социологию, которая достаточно давно и весьма эффективно применяет качественные показатели в своих исследованиях.

Примеры качественных показателей: удовлетворенность клиентов обслуживанием, потенциал рыночного спроса и т.п.

Очевидно, что в силу большей ясности и простоты измерения и расчетов количественные показатели используются на практике гораздо чаще. Однако один из известных исследователей проблем управления качеством У.Э. Деминг назвал «управление компанией на основании лишь очевидных цифр без должного внимания к отсутствующим или не поддающимся учету качественным показателям одной из «смертельных болезней» менеджмента».

Кроме упомянутой классификации показателей на качественные и количественные существуют и другие классификационные признаки. Подходы к классификации показателей представлены на рис. 5.2.

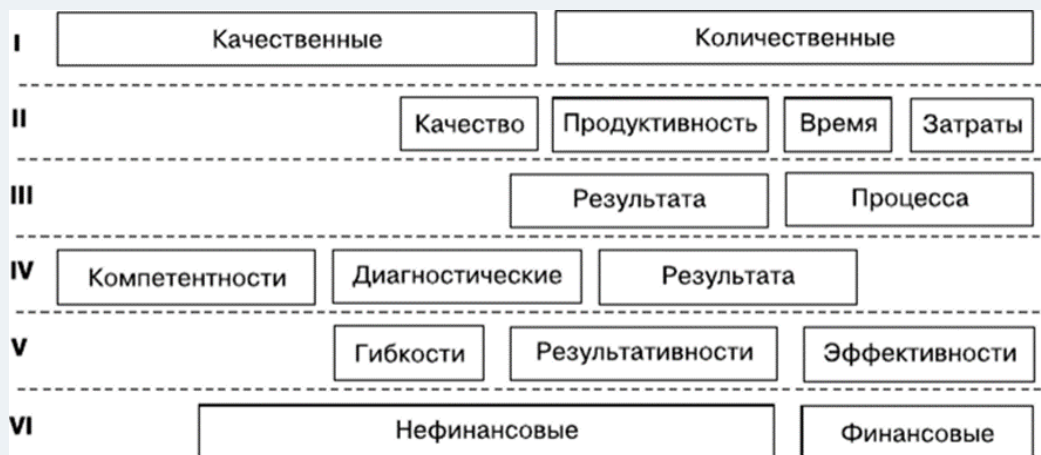


Рис. 5.2. Подходы к классификации показателей

Прежде всего необходимо определить, с помощью каких именно показателей возможно измерить и оценить результативность и эффективность как операционной деятельности фирмы в целом, так и бизнес-процессов, реализуемые в ходе ее деятельности.

Оценка результативности напрямую зависит от целей, поставленных перед фирмой в операционной деятельности ее менеджментом.

Таким образом, результативность компании будет определяться достижением заявленных целей в операционной деятельности.

Исходя из вышеизложенного результативность можно определить как соответствие результатов бизнес-процесса или деятельности компании в целом требованиям потребителей результатов этого процесса (деятельности). К таким в разных ситуациях могут относиться потребители продукции (услуг), другие структурные подразделения, менеджмент или собственники бизнеса.

Количественно результативность выражается как частный случай достижения конкретных характеристик оборудования (например, при проектировании предусмотрено, что принтер должен работать со скоростью 12 тыс. листов в час).

Понятие «эффективность» – более распространенное, во многом потому, что его легче измерять.

Рассмотрим основные подходы к оценке эффективности деятельности компании в целом и ее операционной деятельности в частности.

Первый подход – оценка прибыли (рентабельности). Этот подход наиболее распространен, хорошо известен и, безусловно, применим к анализу деятельности фирмы в целом, а при некоторых методологических уточнениях его возможно использовать для анализа деятельности структурных подразделений, анализа продаж конкретного продукта или взаимоотношений с конкретным клиентом.

Второй подход – ресурсный. Принципы этого подхода существенно не отличаются от подхода прибыль/рентабельность, поскольку также ориентируются на выявление соотношения между доступными или использованными ресурсами и эффектом, который удалось получить с применением этих ресурсов. Иными словами, определяется отдача в форме продукции или доходов от различных ресурсов.

Третий подход – модель предельной эффективности бизнеса. Идея состоит в том, что эффективность бизнеса будет оптимальной при определенном соотношении между увеличением общего результата (доходов от продаж, роста продуктивности (производительности) ресурсов, роста активов) и приумножением собственного капитала.

В этом подходе идеальным состоянием с точки зрения эффективности бизнеса является выполнение следующего неравенства:

$$T_r \geq T_o \geq T_a \geq T_k,$$

где T_r – темпы роста доходов как результат (эффект) бизнес-процессов;

T_o – темпы роста продуктивности (отдачи) ресурсов как эффективность бизнес-процессов;

T_a – темпы роста активов как обеспечение производства меньшим количеством оборудования, например, за счет более эффективных технологических процессов;

T_k – темпы роста капитала как достаточность собственного капитала.

С точки зрения операционного менеджмента в поле его ответственности в первую очередь находится эффективность бизнес-процессов и обеспечение возможностей расширения производства.

Четвертый подход – рост стоимости бизнеса. Этот подход является развитием концепции максимизации прибыли. От максимизации прибыли как единственной цели предприятия к обеспечению уровня прибыли необходимого для обеспечения доходности собственного капитала. Этот подход во многом совпадает с концепцией ценностно-ориентированного управления Value-Based Management, в рамках этой концепции деятельность направляется на качественное улучшение стратегических и оперативных решений, ориентируясь на ключевые факторы

При оценке эффективности бизнес-процесса могут рассматриваться две группы показателей:

- типовые показатели;
- специальные показатели.

Типовые показатели могут использоваться при работе с любыми процессами, однако целесообразность их использования определяется спецификой рассматриваемого бизнес-процесса и возможностью сбора необходимой информации. В свою очередь специальные показатели определяются исключительно для конкретного процесса (группы процессов) предприятия.

Вне зависимости от этой классификации можно выделить следующие группы показателей, характеризующих бизнес-процесс:

1) показатели результативности — отношение «выхода» процесса (результата) к тому, что было запланировано получить (например, по критериям времени и качества);

2) показатели выполнения:

- время выполнения процесса в целом (в человеко-днях);
- число сотрудников предприятия, участвующих в выполнении процесса;
- количество автоматизированных функций процесса;
- количество функций, контролирующих выполнение процесса;
- количество полностью или частично дублирующих друг друга функций:

в рамках данного процесса; для остальных процессов;

3) показатели стоимости:

- суммарные затраты на процесс, для расчета которых целесообразно использовать подходы, соответствующие методике ABC
- стоимость производимых процессом «выходных» материальных продуктов (услуг, информации);
- стоимость поддержания процесса в рабочем состоянии (стоимость владения процессом);

4) показатели эффективности.

Формируются как соотношения, где числитель — показатель процесса; знаменатель:

- целевое значение показателя;
- стоимостные характеристики процесса;
- показатель выполнения;
- аналогичный показатель эталонного процесса.

Например:

- отношение фактического времени выполнения процесса к плановому времени выполнения;
 - рентабельность процесса;
- 5) показатели гибкости:
- высокий уровень. В изменяющихся условиях процесс сохраняет показатели результативности и эффективности на прежнем уровне;
 - средний уровень. Процесс достигает результативности за счет использования большего количества ресурсов, т.е. за счет определенной потери эффективности;
 - низкий уровень. В изменяющихся условиях процесс становится нерезультативным, и даже при увеличении затрат на ресурсы не достигает запланированных или ожидаемых результатов;
- 6) показатели качества;
- 7) показатели наблюдаемости. Характеризуют возможность оперативно получать и анализировать данные по состоянию процесса;
- 8) показатели управляемости. Характеризуют возможность оперативного управления бизнес-процессом.

Технологическая и производственная себестоимость продукта.

Технологическая себестоимость продукта – часть его себестоимости, определяемая суммой затрат на осуществление технологического процесса изготовления изделия. Она включает прямые затраты и расходы, связанные с содержанием и эксплуатацией используемого технологического оборудования.

В зависимости от целей экономического анализа в технологическую себестоимость могут включаться не все указанные выше затраты, а только изменяющиеся (например, только материалы, если технология обработки не изменяется, или только расходы на содержание и эксплуатацию технологического оборудования, если материалы не изменяются).

Цеховая себестоимость включает затраты цеха на производство продукции, т. е. технологическую себестоимость и цеховые расходы.

В производственную себестоимость помимо цеховой себестоимости входят общепроизводственные расходы, потери от брака, расходы по освоению и подготовке производства.

Полная себестоимость включает производственную себестоимость и внепроизводственные (коммерческие) расходы.

Вопрос 3. Планирование операций и операционного процесса

Последовательный, параллельно-последовательный и параллельный вид выполнения операций.

Производственным циклом изготовления той или иной машины или ее отдельного узла (детали) называется календарный период времени, в течение которого этот предмет труда проходит все стадии производственного процесса от первой производственной операции до сдачи (приемки) готового продукта включительно. Сокращение цикла дает возможность каждому производственному подразделению (цеху, участку) выполнить заданную программу с меньшим объемом незавершенного производства. Это значит, что предприятие получает возможность ускорить оборачиваемость оборотных средств, выполнить

установленный план с меньшими затратами этих средств, высвободить часть оборотных средств.

Производственный цикл состоит из двух частей: из рабочего периода, т. е. периода, в течение которого предмет труда находится непосредственно в процессе изготовления, и из времени перерывов в этом процессе.

Рабочий период состоит из времени выполнения технологических и нетехнологических операций; к числу последних относятся все контрольные и транспортные операции с момента выполнения первой производственной операции и до момента сдачи законченной продукции.

Структура производственного цикла (соотношение образующих его частей) в различных отраслях машиностроения и на разных предприятиях неодинакова. Она определяется характером производимой продукции, технологическим процессом, уровнем техники и организации производства. Однако, несмотря на различия в структуре, возможности сокращения длительности производственного цикла заложены как в сокращении рабочего времени, так и в сокращении времени перерывов. Опыт передовых предприятий показывает, что на каждой стадии производства и на каждом производственном участке могут быть обнаружены возможности дальнейшего сокращения длительности производственного цикла. Оно достигается проведением различных мероприятий как технического (конструкторского, технологического), так и организационного порядка.

Осуществление производственных процессов тесно связано с методами их выполнения. Различают три основных вида организации движения производственных процессов во времени:

- 1) последовательный, характерный для единичной или партионной обработки или сборки изделий;
- 2) параллельный, применяемый в условиях поточной обработки или сборки;
- 3) параллельно-последовательный, используемый в условиях прямоточной обработки или сборки изделий.

При последовательном виде движения производственный заказ – одна деталь, или одна собираемая машина, или партия деталей 1 (серия машин 2) – в процессе их производства переходит на каждую последующую операцию процесса только после окончания обработки (сборки) всех деталей (машин) данной партии (серии) на предыдущей операции. В этом случае с операции на операцию транспортируется вся партия деталей одновременно. При этом каждая деталь партии машины (серии) пролеживает на каждой операции сначала в ожидании своей очереди обработки (сборки), а затем в ожидании окончания обработки (сборки) всех деталей машин данной партии (серии) по этой операции.

Партией деталей называется количество одноименных деталей, одновременно запускаемых в производство (обрабатываемых с одной наладки оборудования). Серией машин называется количество одинаковых машин, одновременно запускаемых в сборку.

На рис. 5.3 представлен график последовательного движения предметов труда по операциям. Время обработки при последовательном виде движения предметов труда $T_{\text{пос}}$ прямо пропорционально числу деталей в партии и времени обработки одной детали по всем операциям, т. е.

$$T_{\text{пос}} = Et \times n,$$

где Et – время обработки одной детали по всем операциям в мин; n – число деталей в партии.

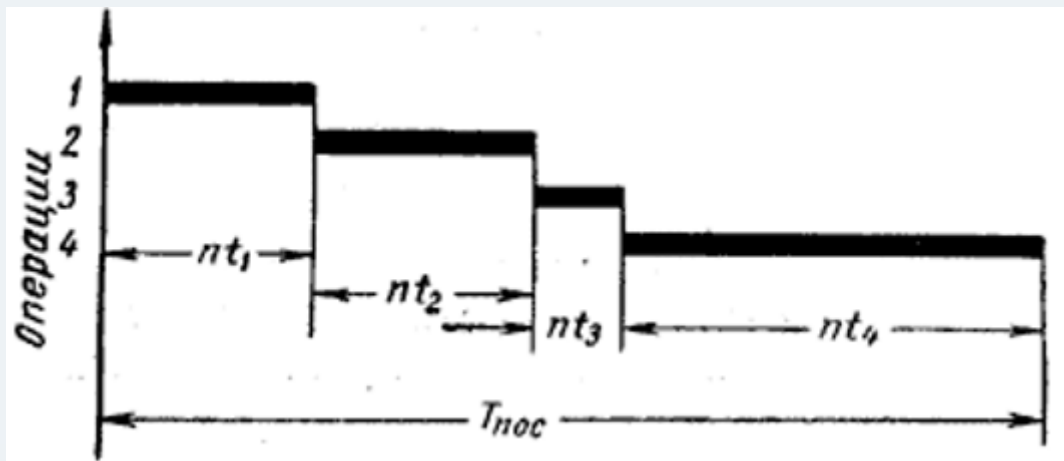


Рис. 5.3. График последовательного движения предметов труда

При параллельном виде движения обработка (сборка) каждой детали (машины) в партии (серии) на каждой последующей операции начинается немедленно после окончания предыдущей операции, независимо от того, что обработка (сборка) других деталей (машин) в партии (серии) на данной операции еще не окончена. При такой организации движения предметов труда несколько единиц одной и той же партии (серии) могут одновременно находиться в обработке (сборке) на разных операциях. Общая продолжительность процесса обработки (сборки) партии деталей (серии машин) значительно уменьшается по сравнению с тем же процессом, выполняемым последовательно. В этом заключается существенное преимущество параллельного вида движения, позволяющего значительно сократить продолжительность производственного процесса.

Время обработки (сборки) партии деталей (серии машин) при параллельном виде движения $T_{пар}$ может быть определено по следующей формуле:

$$T_{пар} = Et + (n - 1) \times r,$$

где r — такт выпуска, соответствующий в данном случае наиболее продолжительной операции, в мин.

Однако при параллельном виде движения, в процессе обработки (сборки) партии деталей (машин) на некоторых рабочих местах могут возникать простои людей и оборудования (рис. 5.4), продолжительность которых определяется разностью между тактом и длительностями отдельных операций процесса. Такие простои неизбежны в том случае, если операции, следующие одна за другой, не синхронизированы (не выровнены по их длительности), как это обычно делается на поточных линиях. Поэтому практическое применение параллельного вида движения предметов труда оказывается безусловно целесообразным и экономически выгодным при поточной организации производственного процесса.

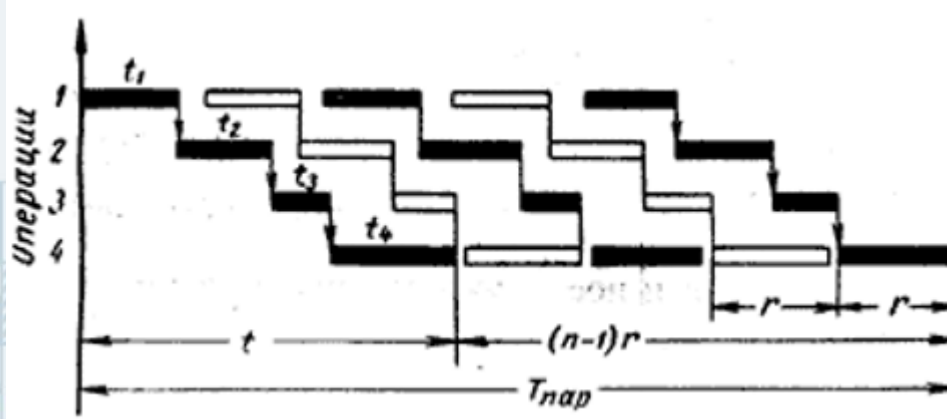


Рис. 5.4. График параллельного движения предметов труда

Необходимость выравнивания (синхронизации) длительности отдельных операций существенно ограничивает возможность широкого применения параллельного вида движения, что способствует применению третьего – параллельно-последовательного вида движения предметов труда.

Параллельно-последовательный вид движения предметов труда характеризуется тем, что процесс обработки деталей (сборки машин) данной партии (серии) на каждой последующей операции начинается раньше, чем полностью заканчивается обработка всей партии деталей (сборки машин) на каждой предыдущей операции. Детали передаются с одной операции на другую частями, транспортными (передаточными) партиями. Накопление некоторого количества деталей на предыдущих операциях перед началом обработки партии на последующих операциях (производственный задел) позволяет избежать возникновения простоев.

Параллельно-последовательный вид движения предметов труда позволяет значительно уменьшить продолжительность производственного процесса обработки (сборки) по сравнению с последовательным видом движения. Применение параллельно-последовательного вида движения экономически целесообразно в случаях изготовления трудоемких деталей, когда длительности операций процесса значительно колеблются, а также в случаях изготовления малотрудоемких деталей крупными партиями (например, нормалей мелких унифицированных деталей и т.д.).

При параллельно-последовательном виде движения предметов труда могут быть три случая сочетания длительности операций:

- 1) предыдущая и последующая операции имеют одинаковую длительность ($t_1 = t_2$);
- 2) длительность предыдущей операции t_2 больше длительности последующей t_3 , т. е. $t_2 > t_3$;
- 3) длительность предыдущей операции t_3 меньше длительности последующей t_4 , т. е. $t_3 < t_4$.

В первом случае передача деталей с операции на операцию может быть организована поштучно; из соображения удобства транспортировки может быть применена одновременная передача нескольких деталей (передаточной партией).

Во втором случае последующая, менее продолжительная операция может быть начата только после окончания обработки всех деталей на предыдущей операции, входящих в первую передаточную партию. На рис. 5.5 это имеет место при переходе от первой операции ко второй.

В третьем случае (на рис. 5.5 – переход от 3 к 4-й операции) нет необходимости накапливать детали на предыдущей операции. Достаточно передать одну деталь на последующую операцию и начать ее обработку без всякого опасения возможности возникновения простоя. В этом, как и в первом случае, передаточная партия устанавливается только из транспортных соображений.

Момент начала работы на каждой следующей операции (рабочем месте) определяется по графику или путем расчета минимальных смещений c .

Минимальное смещение c_2 определяется разностью между длительностями предыдущей большей t_2 и последующей меньшей операциями t_3 , а именно:

$$c_2 = n \times t_2 - (n - n_{\text{дп}}) \times t_3,$$

где $n_{\text{дп}}$ – величина передаточной (транспортной) партии, которая для второго случая сочетания длительности операций определяется из соотношения \tilde{n}_1 / t_1 (\tilde{n}_1 – минимальное смещение первой операции), во всех остальных случаях – из условий удобства транспортировки.

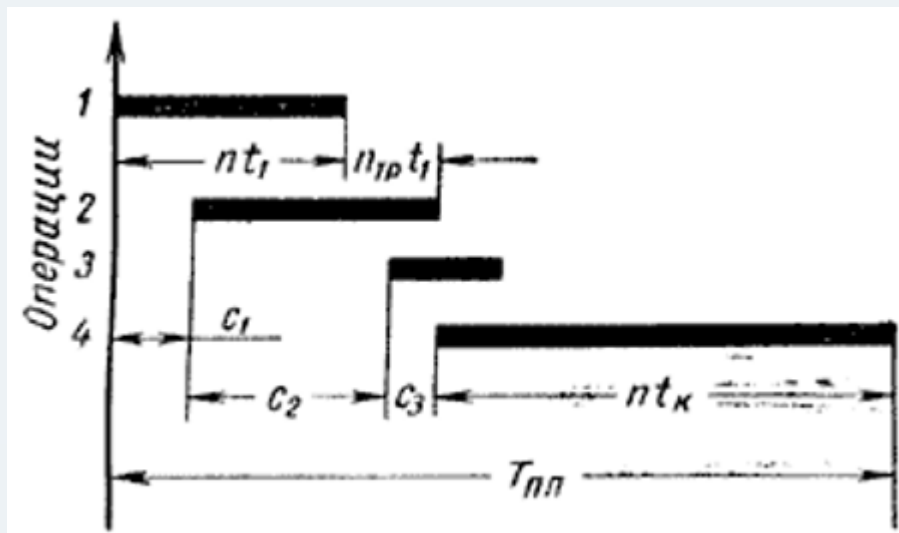


Рис. 5.5. График параллельно-последовательного движения предметов труда

Минимальное расчетное смещение включается в общую продолжительность производственного процесса T при сочетании длительности операции, относящейся ко второму случаю. В первом и третьем случаях минимальное смещение устанавливается равным времени, необходимому для формирования передаточной партии.

Определяя общую продолжительность производственного процесса при параллельно-последовательном виде движения предметов труда, следует учитывать расчетную величину смещения E_c :

$$T_{пл} = E_c + n \times t_k,$$

где t_k — длительность последней (конечной) операции в данном производственном процессе.

Таким образом, применение параллельного и параллельно-последовательного видов движения предметов труда дает возможность сократить продолжительность производственного процесса, или, иначе, уменьшить производственный цикл изготовления предмета труда.

Мероприятия организационного порядка направлены на улучшение обслуживания рабочих мест инструментом, заготовками, улучшение работы контрольного аппарата, внутрицехового транспорта, складского хозяйства и т. д. Перестройка производственной структуры завода, цеха, например организация предметно-замкнутых производственных участков, способствующая уменьшению времени перерывов в производственном процессе за счет уменьшения времени межоперационного пролеживания и транспортировки, приводит к сокращению длительности производственного цикла; особенно значительный экономический эффект дает внедрение поточных форм организации производственного процесса.

Сокращение длительности производственного цикла представляет собой одну из наиболее важных задач организации производства на предприятии, от надлежащего решения которой в большой мере зависит его эффективная, рентабельная работа.

Расчет длительности производственного процесса.

Пример. Определить общую продолжительность процесса обработки партии деталей при различных видах движения, если число деталей в партии $n = 0$, а время обработки одной детали (в мин) по операциям составляет: $t_1 = 1,5$; $t_2 = 1,5$; $t_3 = 0,5$; $t_4 = 2,5$; такт выпуска $r = 2,5$ мин.

А. В условиях последовательного вида движения деталей

$$E_t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 1,5 + 1,5 + 0,5 + 2,5 = 6,0;$$

$$T_{пос} = E_t \times n = 6,0 \times 40 = 240 \text{ мин.} = 4 \text{ ч.}$$

Б. В условиях параллельного вида движения деталей

$$T_{\text{пар}} = E_t + r * (n - 1) = 6,0 + 2,5 * (40 - 1) = 103,5 \text{ мин.}, \text{ или } 1,725 \text{ ч.}$$

В. В условиях параллельно-последовательного вида движения деталей

$$T_{\text{п.п}} = E_c + n * t = 65 + 40 * 2,5 = 165 \text{ мин.} = 2,7 \text{ ч.}$$

Сначала следует определить величину E_c . Принимая размер передаточной партии, удобной для транспортировки, $n_{\text{тр}} = 10$ шт., можно найти минимальные смещения по операциям:

$$c_1 = n_{\text{тр}} * t_1 = 10 * 1,5 = 15 \text{ мин.};$$

$$c_2 = n * t_2 - (n - n_{\text{тр}}) * t_3 = 40 * 1,5 - (40 - 10) * 0,5 = 45 \text{ мин.};$$

$$c_3 = n_{\text{тр}} * t_3 = 10 * 0,5 = 5 \text{ мин.}$$

Для определения суммы смещений E_c необходимо знать число транспортных партий при передаче деталей со второй на третью операцию, которое будет равно

$$K = \tilde{n}_2 / (n_{\text{дд}} * t_2) = 45 / (1,5 * 10) = 3;$$

тогда сумма смещений составит величину $E_c = 15 + 45 + 5 = 65$ мин.

Понятие, виды и основные характеристики поточных линий.

Поточным называется производство, в котором в установившемся режиме над упорядоченно движущейся совокупностью однотипных изделий одновременно выполняются все операции, кроме быть может, незначительного их числа с не полностью загруженными рабочими местами.

Поточное производство в его наиболее совершенной форме обладает совокупностью свойств, отвечающих в максимальной степени принципам рациональной организации производства. Основными такими свойствами являются следующие.

Строгая ритмичность выпуска изделий. **Ритм выпуска** – это количество изделий, выпускаемых в единицу времени. **Ритмичность** – это выпуск изделий с постоянным во времени ритмом.

Такт выпуска – это промежуток времени, через который периодически производится выпуск одного или одинакового числа изделий определенного типа.

Виды поточных линий.

Поточная линия – это обособленная совокупность функционально взаимосвязанных рабочих мест, на которой осуществляется поточное производство изделий одного или нескольких типов.

По номенклатуре закрепляемых за ПЛ изделий различают:

- однопредметные ПЛ, каждая из которых специализирована на производстве изделий одного вида;
- многопредметные ПЛ, на каждой из которых одновременно или последовательно изготавливаются изделия нескольких типов, сходных по конструкции или технологии их обработки или сборки.

По характеру прохождения изделиями всех операций производственного процесса различают:

- непрерывно-поточные линии, на которых изделия непрерывно, т.е. без межоперационных пролеживаний, проходят через все операции их обработки или сборки;
- прерывно-поточные линии, которых имеются межоперационные пролеживания, т.е. прерывность обработки или сборки изделий.

По характеру такта различают:

- поточные линии с регламентированным тактом, в которых такт задается принудительно с помощью конвейеров, световой или звуковой сигнализации.

• поточные линии со свободным тактом, на которых выполнение операций и передача изделий с одной операции на другую, могут производиться с небольшими отклонениями от установленного расчетного такта.

В зависимости от порядка обработки на них изделий различных типов делятся на:

1. Многопредметные поточные линии с последовательно-партионным чередованием партий изделий различных типов, в которых каждый тип изделий монопольно обрабатывается в течении определенного периода, а обработка различных типов изделий осуществляется последовательно чередующимися партиями. На линиях такого типа необходимо рационально организовать переход от выпуска изделий одного типа к выпуску другого:

- одновременно на всех рабочих местах поточной линии прекращается сборка изделий нового типа. Достоинством является отсутствие потерь рабочего времени, однако это требует создания на каждом рабочем месте задела изделий каждого типа, находящихся в той стадии готовности, которая соответствует выполненной операции по данному рабочему месту;

- изделия нового типа запускаются на поточную линию до момента окончания сборки партии изделий предыдущего типа, и на поточной линии в переходный период устанавливается максимальный из двух возможных тактов для старого и нового типов изделий. Однако в переходный период возможны простои рабочих на тех рабочих местах, на которых происходит сборка изделий с меньшим требуемым тактом, чем установленный в данный момент.

2. Групповые поточные линии, которые характеризуются одновременной обработкой на поточной линии партий изделий нескольких типов.

Для правильной организации поточных линий и рационального планирования их работы необходимы обоснованные расчеты их основных параметров, характеризующих размерность поточных линий, требуемое количество оборудования и рабочих, скорость движения конвейера и т.п.

Выражением ритмичности работы поточных линий служит такт, показывающий количество времени, по истечении которого в поток запускается или с потока выпускается одно изделие. Он рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{F_d}{N}, \text{ мин.} \quad (1)$$

где r – такт потока, мин.;

F_d – действительный фонд времени работы линии за расчетный период, мин;

N – программа выпуска продукции за расчетный период, шт.

$$F_d = D_p \times t_{см} \times c \times K_{и}, \text{ мин} \quad (2)$$

где D_p – количество рабочих дней в расчетном периоде;

$t_{см}$ – длительность рабочей смены за вычетом внутрисменных перерывов, мин;

c – количество рабочих смен в сутки;

$K_{и}$ – коэффициент полезного использования оборудования линии.

Величина, обратная такту, характеризующая количество изделий (деталей), выпускаемых в единицу времени, называется темпом работы поточной линии. Темп потока характеризует интенсивность труда работающих и определяется по формуле:

$$T_m = \frac{N}{F_d}, \text{ изд./мин} \quad (3)$$

где T_m – темп работы поточной линии, шт.

При передаче изделий на конвейере непрерывного действия с операции на операцию передаточными партиями определяют ритм поточной линии, представляющий собой интервал времени, через который последовательно запускается (выпускается) очередная передаточная партия изделий. Он рассчитывается по формуле:

$$R = r \times n, \text{ мин.} \quad (4)$$

где R - ритм поточной линии, мин;

n – количество изделий в передаточной партии, шт.

На основе расчетов такта и ритма поточной линии определяется требуемое количество рабочих мест и рабочих.

Расчетное число рабочих мест на каждой операции определяется по формуле:

$$M_p = \frac{t_{оп}}{r}, \text{ ед.} \quad (5)$$

где $t_{оп}$ - норма времени на операцию, мин.

Полученная величина (M_p) округляется в большую сторону и считается количеством принятых рабочих мест ($M_{пр}$).

Степень загрузки рабочих мест определяется процентом или коэффициентом загрузки, которые рассчитываются по формулам:

$$П_{загр} = \frac{M_p}{M_{пр}} \times 100, \% \quad (6)$$

$$K_{загр} = \frac{M_p}{M_{пр}} \quad (7)$$

где $П_{загр}$ – процент загрузки рабочих мест, %;

$K_{загр}$ – коэффициент загрузки.

Важным параметром поточной линии является длина конвейерной ленты, зависящая от количества рабочих мест, габаритных размеров оборудования и расстояний между станками. Она определяется по формуле:

$$L_{кон} = 2 \times L_{бар} + \pi \times D, \text{ м.} \quad (8)$$

где $L_{кон}$ – длина конвейерной ленты, м;

$L_{бар}$ – расстояние между осями барабанов приводной и натяжной станций (два расстояния потому, что конвейерная лента замкнутая), м;

D - диаметр барабанов, обычно равен 0,5 м

Скорость движения конвейера поточной линии должна соответствовать такту потока. Это соответствие достигается, если путь, равный расстоянию между двумя смежными деталями (изделиями), конвейер проходит за время, равное такту потока:

$$V_k = \frac{l}{r}, \text{ м/мин.} \quad (9)$$

где V_k – скорость движения конвейера, м/мин;

l – расстояние между двумя обрабатываемыми друг за другом деталями на конвейере (шаг конвейера), м.

На машиностроительных предприятиях скорость движения конвейера колеблется в пределах 0,1 – 4 м/мин. При более высоких скоростях работа на конвейере может стать опасной для рабочих. Рациональными скоростями рабочего конвейера считаются 0,5 – 2,5 м/мин. при сборке относительно небольших объектов.

Общее время на выполнение сборки изделий на конвейере определяется по формулам:

– при непрерывном движении конвейера:

$$T_{сб} = M_{пр} \times r, \text{ мин.} \quad (10)$$

где $T_{сб}$ – длительность технологического цикла сборки, мин;

– при периодическом движении конвейера:

$$T_{сб} = M_{пр} \times r + t_n \times (M_{пр} - 1), \text{ мин.} \quad (11)$$

где t_n – время на передвижение собираемого изделия от одной операции к другой, мин.

Пример 1.

Определить длину конвейерной ленты при следующих условиях: на линии установлено 5 станков, имеющих длину (конвейер проходит по длине станков): 2 станка по 2,2 м; 3 станка по 1,8 м. Расстояние между станками 1 м. От крайних станков до осей барабанов расстояние 0,5 м.

Решение:

1. Определяем расстояние между осями барабанов приводной и натяжной станций $L_{бар}$

$$L_{бар} = (\sum D_{ст} \times F_{ст}) + (F_{ст} - 1) \quad (12)$$

где $D_{ст}$ – длина станка, м.

$F_{ст}$ – количество станков, ед.

$$L_{бар} = (2 \times 2,2 + 3 \times 1,8) + (5 - 1) = 13,8 \text{ м.}$$

2. Определяем длину конвейерной ленты по формуле 8:

$$L_{кон} = 2 \times L_{бар} + \pi \times D, \text{ м.}$$

$$L_{кон} = 2 \times 13,8 + 3,14 \times 0,5 = 29,17 \text{ м}$$

Пример 2.

Определить величину такта, если годовой выпуск изделий равен 400 000 штук, количество рабочих дней в году – 257, перерывы внутри смены для отдыха 45 мин., линия работает в 2 смены по 8 часов, коэффициент полезного использования оборудования $k = 0,9$.

Решение:

1. Определяем действительный фонд времени работы линии за расчетный период (в мин) по формуле 2:

$$F_{д} = D_p \times t_{см} \times c \times K_n, \text{ мин}$$

$$F_{до} = 257 \times (8 \times 60 - 45) \times 2 \times 0,9 = 201\,231 \text{ мин.}$$

2. Определяем такт поточной линии по формуле 1:

$$r = \frac{F_{д}}{N}, \text{ мин.}$$

$$r = \frac{201231}{400000} = 0,5 \text{ мин.}$$

Пример 3.

Сборка малогабаритного изделия осуществляется на поточной линии, оснащенной непрерывно действующим конвейером. Программа выпуска изделий 450 штук в сутки. Режим работы поточной линии двухсменный по 8 часов. Регламентированные перерывы на отдых – 45 мин. в смену. Определить такт и ритм потока, если изделия собираются на площадках, специально закрепленных на конвейерной ленте, транспортными партиями, каждая из которых состоит из 5 штук.

Решение

1. Определяем действительный фонд времени работы линии за расчетный период (в мин) по формуле 2:

$$F_d = D_p \times t_{см} \times c \times K_n, \text{ мин}$$

$$F_d = 1 \times (8 \times 60 - 45) \times 2 \times 1 = 870 \text{ мин.}$$

2. Определяем такт поточной линии по формуле 1:

$$r = \frac{F_d}{N}, \text{ мин.}$$

$$r = \frac{870}{450} = 1,9 \text{ мин.}$$

3. Определяем ритм поточной линии по формуле 4:

$$R = r \times n, \text{ мин.}$$

$$R = 1,9 \times 5 = 9,5 \text{ мин.}$$

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение понятию производственный процесс.
2. Охарактеризуйте структуру производственного процесса.
3. Что такое операционная эффективность предприятия?
4. Опишите подходы к классификации показателей эффективности предприятия.
5. Какие группы показателей характеризуют бизнес-процесс?
6. Опишите основные виды себестоимости.
7. Какие существуют виды выполнения операций?
8. Как можно определить время обработки (сборки) партии деталей (серии машин) при параллельном виде движения?
9. Какие существуют виды поточных линий?
10. Как рассчитываются параметры поточных линий?

