

## Лекция 3. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 3.1. Классификация технологических процессов по способу организации и по кратности обработки сырья

Классификация технологических процессов промышленного производства производится на основе следующих признаков:

1. способа организации технологических процессов,
2. кратности обработки сырья,
3. вида используемого сырья,
4. уровня автоматизации,
5. отношения к используемым ресурсам.

Классификация позволяет выявить характерные черты и общие закономерности, достоинства, недостатки и пути совершенствования технологических процессов.

#### 3.1.1 Классификация технологических процессов по способу организации

По способу организации технологические процессы делятся на дискретные (периодические), непрерывные и комбинированные.

**Дискретные (периодические) ТП** проводятся на оборудовании, которое загружается исходными материалами через определенные промежутки времени; после обработки полученный продукт выгружается. Основным недостатком такого способа организации процесса является простой оборудования во время загрузки / выгрузки сырья. Это приводит к потерям рабочего времени и большим затратам труда, непостоянству технологического режима в начале и в конце процесса, что усложняет обслуживание, затрудняет автоматизацию ТП, удлиняет производительный цикл. Все эти причины заставляют заменять дискретные процессы более рациональными. **Примеры** дискретных процессов: выплавка стали, литье в формы, коксование углей, обработка резанием.

**Непрерывные процессы** характеризуются тем, что поступление сырья и выгрузка конечных продуктов производится непрерывно. Непрерывные процессы (**например**, разливание стали, переработка нефти, конвейерная сборка, производство цемента):

- не имеют простоев оборудования, перерывов в выпуске конечных продуктов;
- могут быть полностью механизированы и автоматизированы;
- имеют постоянный технологический режим и, соответственно, стабильное качество готовой продукции;
- имеют большую компактность оборудования, что обеспечивает меньшие капитальные затраты и эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт, уменьшает потребность в рабочей силе.

Поэтому основной тенденцией промышленного производства является замена дискретных процессов непрерывными.

Комбинированные ТП являются сочетанием стадий дискретных и непрерывных процессов (**например**, работа доменной печи, целлюлозно-бумажное производство).

### **3.1.2. Классификация технологических процессов по кратности обработки сырья**

По кратности обработки сырья различают процессы с открытой, закрытой и комбинированной схемами компоновки оборудования.

В процессах с открытой схемой сырье за один цикл обработки превращается в целевой продукт. **Например**, коксование углей; обработка металлов давлением с помощью прессования, волочения или прокатки.

В процессах с закрытой схемой (циклические) сырье или вспомогательные материалы многократно возвращаются в начальную стадию процесса. **Например**, циркуляция жидкости для охлаждения токарного резца при скоростной обработке металлов резанием. Циклические процессы более компактны, чем процессы с открытой схемой. Они требуют меньшего расхода сырья, вспомогательных материалов, энергии, поэтому широко используются во многих производствах для возвращения тепловых или материальных потоков в начальную стадию процесса. **Циклические процессы являются основой создания безотходных и энергосберегающих производств.**

В комбинированных процессах основное сырье может превращаться в целевой продукт за один цикл, а вспомогательные материалы использоваться многократно. **Например**, каталитические процессы.

### **3.2. Классификация технологических процессов по виду используемого сырья, уровню автоматизации, отношению к используемым ресурсам**

**По виду используемого сырья** ТП разделяют на процессы по переработке органического и минерального сырья.

**Например**, переработка топлива, производство полимеров и пластмасс – это процессы по переработке органического сырья, а в производстве калийных и фосфорных удобрений, строительных материалов используется минеральное сырье.

**По уровню автоматизации** различают ручные, механизированные, автоматизированные, автоматические, безлюдные технологические процессы. **Например:**

- ручная ковка производится на наковальне с помощью кувалды и различного вспомогательного инструмента и применяется в основном при ремонтных работах.
- Механизированными являются процессы по подъему и транспортированию грузов с помощью подъемно-транспортных

устройств, машинная ковка, которая производится на кузнечно-прессовых машинах.

- Автоматизированными являются технологические процессы изготовления деталей на станках с ЧПУ.
- Автоматическими являются технологические процессы холодной листовой штамповки на листоштамповочных автоматах.
- Комплексная автоматизация на основе роторно-конвейерных линий производства гаек, кольцевых деталей с резьбой, инъекционных игл, при разливе молока, соков, лимонада, упаковке пищевых продуктов превращает технологические процессы в безлюдные.

**По отношению к используемым ресурсам** выделяют наукоемкие, капиталоемкие, энергоемкие, ресурсосберегающие, безотходные, малооперационные технологические процессы. **Например:**

- наукоемкими являются все прогрессивные технологии: порошковая металлургия, обработка металлов давлением, робототехника и др.;
- все прогрессивные технологии при внедрении в производство требуют больших капитальных вложений, особенно капиталоемкими являются роботизированные производства;
- особенно энергоемкими являются электрофизические методы обработки материалов;
- комплексное использование сырья свойственно технологиям переработки нефти, пластмасс;
- малооперационными являются технологические процессы производства гаек, кольцевых деталей с резьбой, разлива молока, соков, лимонада, упаковки пищевых продуктов.

### **3.3. Основные параметры технологических процессов и анализ технологических процессов**

Основные параметры технологических процессов делятся на три группы:

- Параметры, которые характеризуют индивидуальные особенности конкретного технологического процесса. Это параметры собственно технологического процесса (давление, температура, скорость обработки, состав сырья и т.п.), схема компоновки оборудования, технические характеристики оборудования и др.
- Параметры, которые характеризуют ряд однотипных технологических процессов. Это: показатель производительности, фондоемкость, материалоемкость, энергоемкость продукции и т. п.

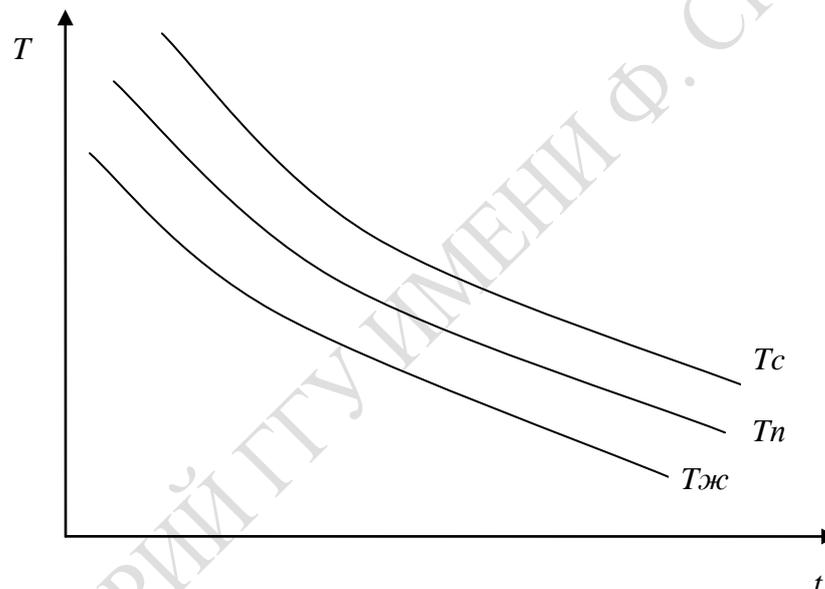
Параметры, обеих групп позволяют достаточно полно охарактеризовать конкретный технологический процесс и ряд однотипных технологических процессов. Однако, они не могут быть использованы для выявления закономерностей развития технологических процессов в общем виде, а это необходимо для изучения динамики развития производственных систем и научно-технического развития в целом.

- Параметры третьей группы, которые обладают наибольшей общностью и могут быть использованы для выявления закономерностей развития любых технологических процессов,

являются живой, прошлый и совокупный труд, затрачиваемый внутри технологического процесса.

В производственной деятельности выделяют два вида труда – труд живой (труд людей) и прошлый (труд машин). Общие трудовозатраты находят сложением затрат живого и прошлого труда. Труд расходуется на выполнение технологических действий, преобразующих сырье в продукт. Отсюда следует, что ни сырье (предмет труда), ни труд не являются элементами технологического процесса.

Для снижения трудовозатрат необходимо видоизменить технологические действия таким образом, чтобы обеспечить их экономию. Если осуществляется снижение затрат живого и прошлого труда, как показано на рис. 2.1, то снижаются и затраты совокупного труда. Такой вариант динамики трудовозатрат при развитии технологического процесса называют неограниченным.



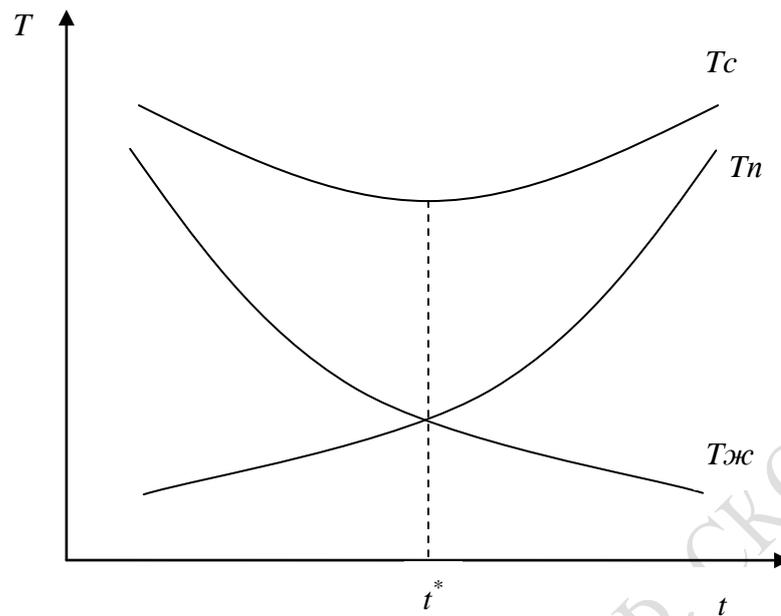
- Рис. 2.1. Динамика трудовых затрат при неограниченном варианте развития технологического процесса:
- $Tж$  – живой труд;  $Tn$  – прошлый труд;  $Tc$  – совокупный труд;  $t$  – время

Технологические действия могут выполнять как работники, так и машины. Существует принципиальная возможность заменить дорогой вид труда на более дешевый, что приведет к снижению совокупных трудовых затрат, при этом технологические действия остаются практически теми же.

Если с позиции интересов конкретного производителя направление взаимозамещения трудовых затрат может быть любым (живой труд заменяется прошлым или наоборот), то с позиции социальных общественных интересов следует выбирать одно направление: замещение живого труда прошлым (рис. 2.2). Это направление реализуется в механизации и автоматизации технологии производства. Замещение прошлого труда живым будет свидетельствовать о движении в направлении, обратном техническому

прогрессу общества.

○



○

○ *Рис. 2.2.* Динамика трудозатрат при ограниченном варианте развития технологического процесса:

○ *Tж* – живой труд; *Tп* – прошлый труд; *Tс* – совокупный труд; *t* – время;  $t^*$  – момент наступления экономического предела

Замещение живого труда прошлым (рис. 2.2) до момента времени ведет к снижению совокупных трудозатрат (*Tс*), а после – к возрастанию совокупных трудозатрат. Поэтому вариант динамики трудозатрат на рис. 2.2 называют ограниченным во времени. Для него важно предвидеть момент ( $t^*$ ) наступления экономического предела замещения живого труда прошлым, а также сделать вывод об экономической нецелесообразности автоматизации и механизации производства. Если затраты на механизацию и автоматизацию увеличивают совокупные затраты труда (*Tс*), т. е. не окупаются, то дальнейшее развитие технологического процесса является неэффективным.

### 3.1.2 Анализ технологических процессов

1. При установке технологического оборудования в соответствии со схемой его компоновки стремятся наладить оптимальный технологический режим. **Оптимальный технологический режим это сочетание параметров первой группы, которое позволяет получить максимальный выход продукта с наибольшей скоростью и наименьшей себестоимостью.** Данная группа параметров позволяет выделить конкретный технологический процесс из ряда однотипных, внедрить в производство и оптимизировать его, но не дает возможности проследить развитие технологического процесса под действием различных факторов.

2. Параметры второй группы позволяют сравнивать и анализировать различные наборы однотипных технологических процессов, но не позволяют выявить закономерности развития всего ряда однотипных технологических процессов. Знание таких закономерностей необходимо, например, для разработки стратегических планов научно-технического развития производства.

3. В любом производственном процессе имеют место затраты живого и прошлого (овеществленного) труда. Технологические действия выполняют работники (живой труд) и производственные машины (прошлый или овеществленный труд). Общие трудозатраты находят сложением затрат живого и прошлого труда. Совершенствование любого технологического процесса происходит при повышении эффективности использования прошлого труда и снижении затрат живого труда. Для характеристики технологического процесса необходимо знать соотношение живого и прошлого труда в данном процессе. Важность этих параметров объясняется тем, что они связаны с производительностью труда. Производительность труда показывает его производительную способность. Следовательно, при расчете показателя производительности труда нужно провести количественное сравнение объема созданного продукта с объемом затраченного труда, т.е. сравнить затраты с выпуском. Одним из относительных показателей соотношения живого и овеществленного труда является технологическая вооруженность. Это доля технологических фондов, приходящаяся на одного работающего в данном технологическом процессе:

$$B = \Phi_m / K,$$

где  $B$  - технологическая вооруженность труда, р/чел. в год;

$\Phi_m$  - технологические фонды, р в год;

$K$  – количество работающих в технологическом процессе, чел.

Технологические фонды – это годовые затраты прошлого труда в технологическом процессе. Они определяются как сумма годовых амортизационных отчислений от стоимости оборудования, занятого в технологическом процессе, и всех годовых технологических затрат в этом процессе, кроме затрат на предмет труда.