

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Гусарев В. С.

Одесский национальный политехнический университет,
г. Одесса, Украина

Великий технолог профессор Балакшин Б.С. В середине 20 века в терминах того времени так объяснял задачи технологии: «Природа предоставляет в распоряжение человека ничтожно малое количество предметов, которые можно использовать непосредственно, без приложения труда. Поэтому человеку приходится почти всегда затрачивать труд...

Качественное изменение предметов природы, осуществляемое человеком, получило название технологического процесса. Осуществляя технологический процесс, человек ставит перед собой две задачи: получить изделие, которое удовлетворяло бы его потребность; затратить на его изготовление меньше труда. Каждое производимое изделие должно обладать качеством, которое определяется его назначением. Без надлежащего качества изделие становится ненужным человеку, и затраченные на его получение труд и предметы природы расходуются бесполезно.

Количество затраченного труда измеряется его интенсивностью и продолжительностью. Интенсивность труда сверх нормальной вызывает переутомление человека и преждевременный износ его организма, поэтому вполне естественным является желание человека работать с нормальной интенсивностью. Продолжительность труда с нормальной интенсивностью измеряется затратами рабочего времени. Сокращение затрат рабочего времени на изготовление изделия позволяет увеличить выпуск изделий за определенный промежуток времени, т.е. полнее удовлетворить потребности человека. Следовательно, непрерывное увеличение производительности труда нормальной интенсивности является основным источником наиболее полного удовлетворения потребностей человека и повышения его жизненного уровня.

Для выполнения каждого технологического процесса человек создавал, создает и использует различные средства труда, среди которых орудиям производства принадлежит решающая роль».

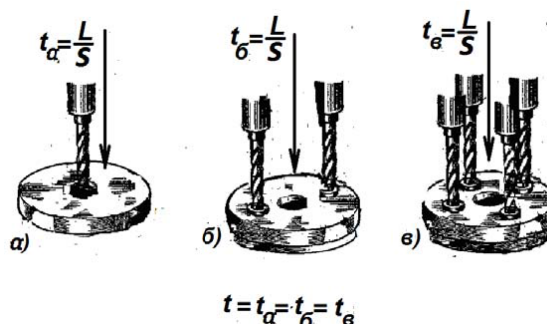
Рассмотрим положения профессора Б.С. Балакшина в терминах физики.

– Для преобразования природного вещества в изделие необходимо затрачивать труд, иначе в физических категориях, – это работа, для выполнения которой необходима затрата энергии, и, естественно, должен реализоваться принцип минимума энергии.

– Только то изделие имеет для человека ценность, которое имеет качество и соответствует целевой функции, – это определенно принцип соответствия.

– Количество затраченного труда измеряется продолжительностью и интенсивностью. Это ведь в чистом виде физический принцип дополнительности. Этот принцип использует для характеристики многих физических процессов одновременно две величины. Например, при оценке движения материальной точки – координата точки (L) и ее скорость (S). Одна величина как бы дополняет другую. В технологии это продолжительность процесса – координата движения (L) и его интенсивность (скорость перемещения рабочего органа S). Принцип дополнительности характерен для любых движущихся материальных объектов.

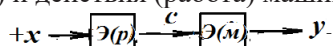
– **Принцип неопределенности** продемонстрируем примером технологической операции – сверления, которая выполняется с разной степенью концентрации инструмента. Время обработки (t) во всех трех случаях одинаково.



Пример хорошо иллюстрирует принцип неопределенности, т.к. по одной характеристике – времени процесса (t) – невозможно определить величину концентрации инструментов в операции. Здесь требуется обращение к принципу дополненности, чтобы устранить неопределенность.

Принцип суперпозиции (наложения) в технологии – это многоинструментальная обработка или наложение на основной процесс другой вспомогательный процесс, например, точение с наложением ультразвуковых колебаний. Еще более простой пример – шлифование с применением СОЖ.

Продолжая физическую аналогию, рассмотрим технологическую операцию, как систему «человек–машина», которая состоит из двух частей-блоков. В этой системе действия (труд) рабочего (\mathcal{E}_p) и действия (работа) машины (\mathcal{E}_m):



Естественно, необходимо дать оценку работы системы «человек – машина» в физических категориях время – энергия. Энергетические затраты человека на различные виды деятельности изучал известный украинский хирург-кардиолог проф. Н.М. Амосов. Он в своих работах указывал, что труд нормальной интенсивности должен измеряться затратами энергии в единицу времени. В медицине такой единицей является Ккал/мин, а в технике – кДж/мин. Таким образом можно определить баланс затрат энергии при выполнении технологической операции пользуясь формулой: $\mathcal{E}(on) = \mathcal{E}(p) + \mathcal{E}(m)$, где $\mathcal{E}(on)$ – энергосодержание технологической операции; $\mathcal{E}(p)$ – затраты энергии рабочего на операцию; $\mathcal{E}(m) = av + pt$ – затраты энергии на непосредственную обработку (av) и на работу механизмов станка (pt).

Если принять, что технологическая операция – обточка вала – производится на токарно-винторезном станке модели 1А620ПР, а (по Н.М. Амосову) трудозатраты энергии станочника-токаря будут $\mathcal{E}(p) = (10,5 \dots 19,3)$ кДж/мин; удельная работа

– точение $a = (1,7 \dots 2,5) \cdot 10^3$ кДж/см³; объем припуска $v = 10^3$ см³; мощность станка $p = 10,0$ кВт; КПД = 0,8; время работы токаря и станка $t = 1,0$ мин. Таким образом, при общей длительности операции 2 минуты энергия операции составит: $\mathcal{E}(on) = 2,2 \cdot 10^3$ кДж.

В результате можно представить, какова величина затрат энергии на программу выпуска. Это позволяет произвести расчет необходимого для выпуска продукции энергетического ресурса. Ответить на ряд вопросов и задач, вытекающих из знания затрат энергии на разные составляющие компоненты как технологической операции, так и технологического процесса в целом. Это влияет на принятие проектных решений не только технологических, но также и конструкторских. Среди таких задач могут выступать следующие:

- технологичность конструкций, и соответствие требованиям не только качеству, но наименьшей энергоемкости;
- требованием к выбору исходного материала и вида заготовки, которые учитывают сопутствующие затраты энергии;
- использования конкурентных методов обработки, которые должны обеспечивать не только сокращение продолжительности технологических операций, но и их наименьшую энергоемкость;
- выбор необходимого технологического оборудования и оснащения с учетом изложенных ранее требований минимизации энергозатрат на обеспечение процесса;
- подготовить решение о замене использования труда человека и замену его работой промышленного робота.

Энергоориентация в процессах проектирования современной техники позволит существенно увеличить применение и использование в полной мере принципов современной физики, приближая технологию машиностроения к современным и научным представлениям прикладной механики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения / Б. С. Балакшин. кн. 2, / Введение. – М.: Машиностроение, 1982. – 367 с.
2. Jay Orear. Fundamental physics. John Wiley. – New York. 1967.
3. Новиков Ф. В. Основы математического моделирования технологических процессов механической обработки : монография / Ф. В. Новиков. – Д. : ЛИРА, 2018. – 400 с.
4. Оптимизация расхода энергии в процессах деформации / А. Хензель, Т. Шпиттель, М. Шпиттель и др.; под ред. Т. Шпиттеля и А. Хензеля: пер. с нем. – М.: Металлургия, 1985. – 184 с.
5. Гусарев В. С. Технологическая энергоэкономика / В. С. Гусарев // Вестник инженерной академии Украины. – Киев, 2001. – №2. – С. 302–306.
6. Гусарев В. С. Энергетические критерии в технологии машиностроения / В. С. Гусарев // Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: материалы междунар. научн.-техн. конф., Одесса, 26–29 сентября 2018. – Одесса: ОНПУ, 2018. – С. 31–37.