

УДК 62-965

П. Д. Кравченко, проф., д-р техн. наук, **Д. Н. Федоренко**, инженер-конструктор
Волгодонский инженерно-технический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Россия
ООО «Атомспецсервис», Россия
Тел./Факс: +7 (918) 511-13-11; E-mail: krava21@yandex.ru

ДИССИПАЦИЯ КРЕАТИВНОГО ВРЕМЕНИ СОЗДАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЯЖЕЛОГО И АТОМНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

В работе представлен анализ времени создания нового объекта в тяжёлом и атомном машиностроении в разные временные промежутки – от идеи до конечного результата. Показаны примеры диссипации креативного времени.

Ключевые слова: время, производство, тяжелое и атомное машиностроение.

P. D. Kravchenko, D. N. Fedorenko

DISSIPATION OF CREATIVE TIME OF CREATION OF PRODUCTS OF HEAVY AND NUCLEAR ENGINEERING

In the paper analyses of time, producing objects of heavy and nuclear industries in periods from idea to result are represented. Reasons of creative time dissipation are shown.

Keywords: time, production, heavy and nuclear engineering.

Время создания изделий в любой технической системе (ТС) является одним из главных факторов процесса появления нового объекта.

Главной целью создания нового изделия, как правило, является получение запланированного результата с минимальными затратами, что можно объяснить процессом оптимизации. В таком процессе необходимо, например, учитывать ограничения в тяжелом и атомном машиностроении – это ограничения, характеризующие безопасность жизнедеятельности [1].

При создании нового объекта процесс оптимизации характеризуется взаимодействием многих факторов, одним из которых является фактор времени, который, как правило, стремится к уменьшению [2].

Существуют отрасли машиностроения, которые исключаются из системы открытого научного анализа из-за ограничений политического характера, государственной и военной тайны – это судовое, авиационное, космическое, военное машиностроение. Однако даже эти отрасли создаются согласно известным технологическим процессам и ограничениям, включая изобретательские приёмы, которые следует применять в новых технологиях на более высоком креативном уровне.

Множество факторов и ограничений в ТС рассмотрим с помощью теоретического анализа в виде математических формул. Фактор креативного времени создания объекта представлен в формуле (1):

$$T_i = f(M, N_T, C), \quad (1)$$

где T_i – фактор времени изготовления нового изделия

M – фактор времени изготовления, зависящий от материалоемкости объекта;

N_T – фактор времени, зависящий от количества технологических операций;

C – фактор времени, зависящий от сложности технологических операций.

В формуле (1) изменение фактора времени зависит от основных параметров изменения технологического процесса изготовления объекта. Составляющие общего фактора T_i следует рассмотреть более подробно.

Изменение фактора времени, зависящего от материалоемкости объекта, можно определить согласно формуле (2):

$$M = f(m_{ct}, m_{cn}, m_{nl}, m_c), \quad (2)$$

где m_{ct} – составляемая фактора времени, зависящая от массы основных конструктивных элементов, изготавливаемых из машиностроительных материалов – стали, чугуна...; m_{cn} – цветных металлов и сплавов; m_{nl} – пластмассы и композитных материалов; m_c – смазочных, горюче-смазочных материалов гидравлических и пневматических систем.

Формула (2) определяет зависимости изменения фактора времени при использовании всех применяемых материалов с учётом получения требуемого качества технологического процесса изготовления объекта.

В качестве примера можно представить ситуацию, когда для изготовления объекта можно использовать несколько марок сталей с характеристиками, соответствующими предъявленным требованиям для качественного изготовления объекта. [3] В таком случае происходит процесс с использованием фактора времени, зависящего от количества технологических операций, что представлено в формуле (3):

$$N_T = f(n_n, n_T, n_a, n_c) \quad (3)$$

где n_n – фактор времени, определяющий количество и длительность операций с изменением первоначального состояния объекта (и плавки)

n_T – термообработка;

n_ϕ – изменение формы (ковка, штамповка), механическая обработка,

n_c – контрольные операции.

Составляющие общего фактора времени в формуле (3) определяются согласно нормативным техническим параметрам.

Сложность любого технического процесса, определяющая значение фактора времени C , можно определить согласно формуле (4):

$$C = f(c_n, c_{cn}, c_{но}), \quad (4)$$

где c_n – фактор времени, определяющий сложность операции изготовления в зависимости от сложности оборудования;

c_{cn} – количество сложных операций и $c_{но}$ – количество сложных операций на новом оборудовании, требующим применения новых изобретательских приёмов для получения конечного положительного результата.

Фактор креативного времени, представленный фрагментами формул (1) ... (4), отображает ТС изготовления объектов тяжёлого и атомного машиностроения только в процессе изготовления объекта.

Полное время изготовления объекта должно включать фрагменты времени от идеи (замысла) до использования в практической эксплуатации, что определяется формулой (5):

$$T_\Sigma = f(T_i, T_{np}), \quad (5)$$

где T_i – время, определяемое формулой (1);

T_{np} – время, определяемое периодом проектирования, включая обязательное выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).

Фактор времени, определяемый в период проектирования и НИОКР, определяется по формуле (6):

$$T_{np} = f(N_p, N_k, Y_{nn}) \quad (6)$$

где N_p – время определения количества руководителей проекта; N_k – время определения количества конструкторов, технологов ученых, специалистов по проекту и выполнения НИОКР;

Y_{nn} – время выбора участников – исполнителей проекта в зависимости от уровня их профессиональной подготовленности.

Формула (6) только обозначает фактор времени проектирования объекта и не учитывает влияние человеческого фактора в социальном плане и организации самого процесса проектирования: учёт ошибочных решений, применение изобретательских решений, использования быстродействующих вычислительных машин, создания новых программных методических материалов и т. д.

Внимательно анализируя содержание формул (1) ... (6), приходим к вводу о практически неограниченном количестве вариантов решений при создании нового объекта. Кроме того, можно добавить в указанные формулы другие фрагменты, приближающие к оптимальному результату решения.

Рассмотрим вариант оценки фактора креативного времени создания объекта на примере организации технологического процесса изготовления крупногабаритных тяжёлых деталей и узлов атомного машиностроения.

Существующая система СПИД – «станок – приспособление – инструмент – деталь» может быть успешно заменена системой ДИПС – «деталь – инструмент – приспособление – станок» при изготовлении крупногабаритных массивных объектов. Станок в данном случае превращается в мобильный малооборотный блок, который базируется на детали, которая в этом случае является жёсткой базой. Это снижает удельную металлоёмкость технологического процесса.

Традиционно в тяжёлом и атомном машиностроении для изготовления объектов строят огромные производственные корпуса, в которых размещают крупногабаритное оборудование и станки, согласно специализированной системе, СПИД. [4, 5]

Предложенная новая концепция применения мобильных блоков по системе ДИПС - отказ от громадных производственных помещений с мостовыми кранами грузоподъемностью в сотни тонн и применение вместо них напольного транспортного оборудования - представлена эскизно на рисунке 1.

Основные характеристики существующей схемы: а) наличие значительно превышающих по размерам обрабатываемого объекта всех составных элементов технологической системы – основания, опорных колон, элементов перемещения, мостового крана, технологического оборудования для обработки и перемещения объекта.

Схема рисунка 1, б характеризуется концепцией уменьшения всех размеров технологической системы обработки объекта – как производственного помещения, так и оборудования.

Предварительно, ориентировочные результаты расчёта удельной металлоёмкости на 1 погонный метр цеха для этих систем показали, что $M_{уд}$ схемы рисунка 1, б в десятки и сотни раз меньше, чем для схемы рисунка 1, а.

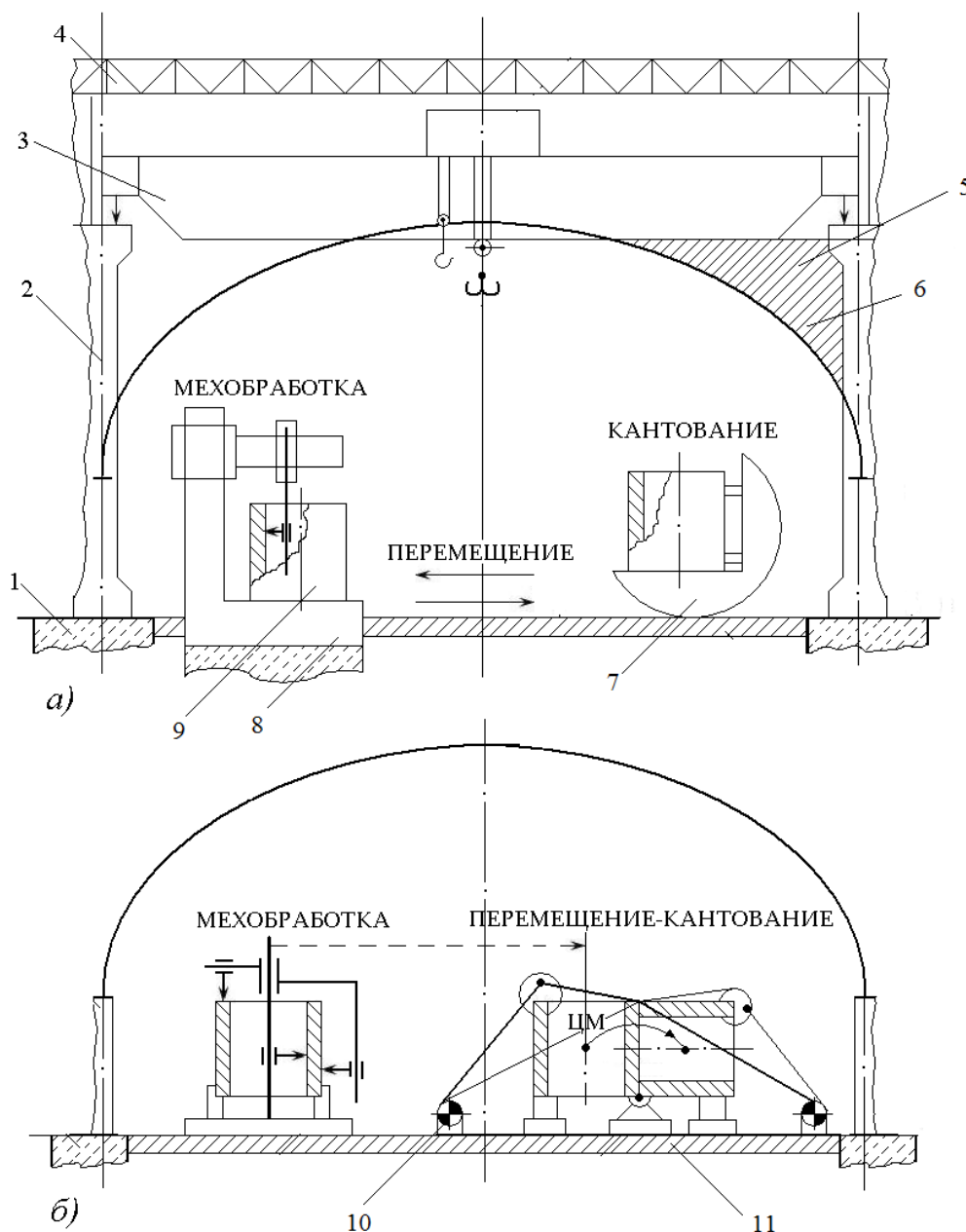


Рисунок 1. Базовая модель концептуального развития: а) существующая система; б) предложенная модель; 1 - фундамент; 2 - колонны; 3 - мостовой кран; 4 - металлоконструкции кровли; 5 - неиспользуемое пространство; 6 - граница пространства проектируемого помещения; 7 - напольный кантователь; 8 - карусельный станок; 9 - обечайка; 10 - канатная лебедка; 11 - подвижная опора. ЦМ - центр масс объекта.

Процесс проектирования характеризуется фактором времени, заявляющем от элементов системы в целом; проектирования, отдельных составляющих системы; например, определяемой оптимальной минимальной удельной материалоемкостью $M_{уд}$, можно исследовать с помощью схемы, представленной на рисунке 2.

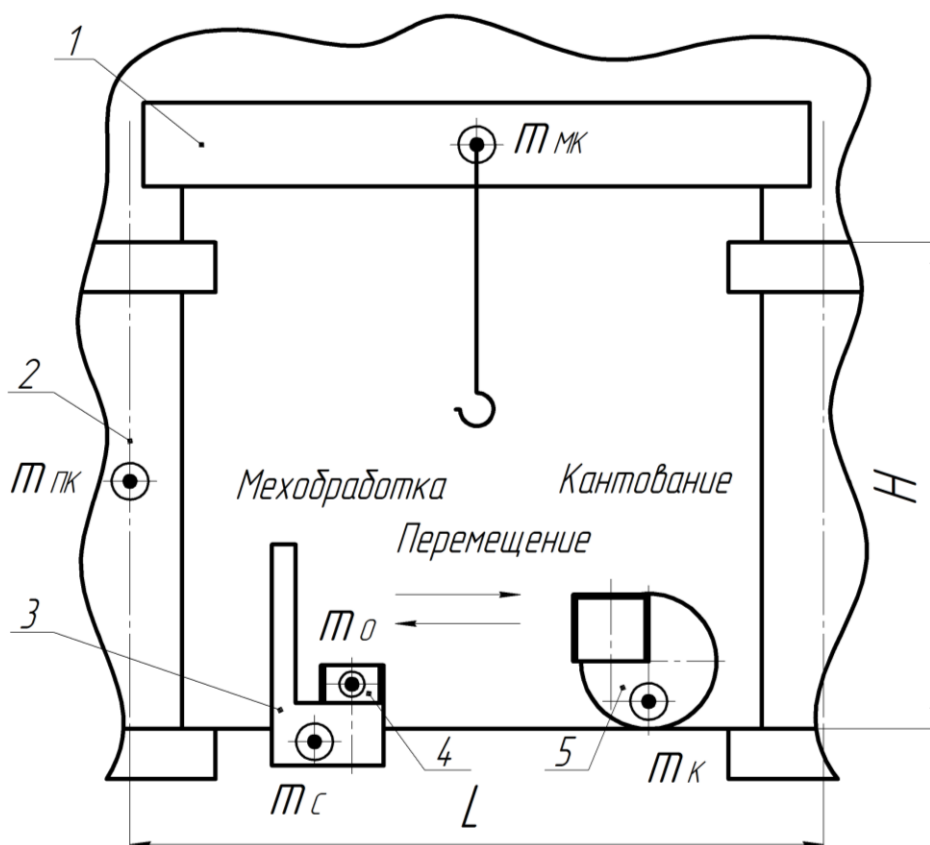


Рисунок 2. Существующая схема механической обработки обечаек в атомном машиностроении.

Массы мостового крана m_{mk} опорного подкранового основания $m_{пко}$ станка m_e , обрабатываемой детали-объекта m_o и напольного кантователя m_k являются как статическими, так и перемещаемыми (мостовой кран вместе с обечайкой).

Ориентировочно можно оценить критерий качества проектирования $M_{yд}$, принимая средние величины масс объектов, например, вес объекта в среднем принимаем равный 100 тс, кантователя 110 тс, станка и мостового крана в 5...10 раз больше. Вес производственного сооружения – на два порядка больше. Поскольку технологическое оборудование рассчитано на обработку всего крупногабаритного тяжёлого комплекта деталей и узлов атомного машиностроения, то его размеры, вес и энергонасыщенность проектируется, исходя из максимальных значений указанных материалов. Критерий качества проектирования по удельной материалоемкости определяется по формуле (7):

$$M_{yд} = \frac{m_{mk} + m_{пк} + m_c + m_k}{m_o}, \quad (7)$$

Критерий удельной энергоёмкости $E_{yд}$ определяется по формуле 8:

$$E_{yд} = \frac{E_{mk} + E_{пк} + E_c + E_k}{m_o}; \quad (8)$$

где E_{mk} , $E_{ст}$, $E_{й}$, $E_{ек}$ – установленные мощности приводов соответственно мостового крана, станка, средства перемещения и кантования в кВт.

Один из примеров применения мобильных блоков представлен в рисунке 3.

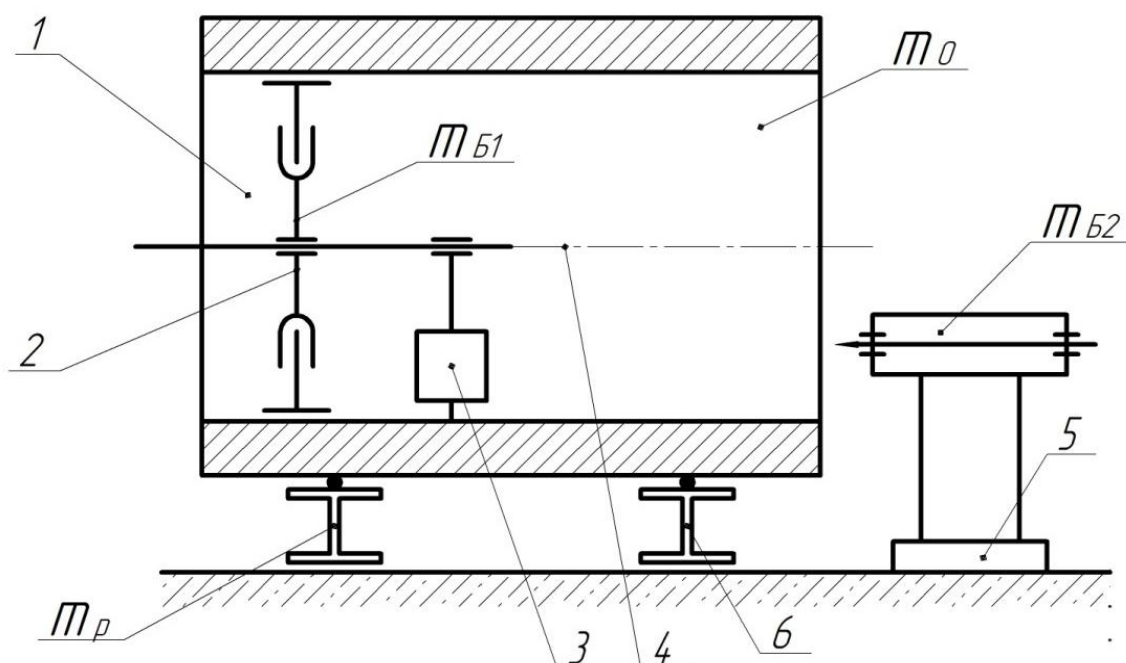


Рисунок 3. Проектная модель обработки обечайки на роликоопорном стенде с мобильными металлорежущими блоками. 1 – обечайка, 2 – опорный блок; 3 – блок обработки; 4 – базовая траверса; 5 – блок обработки торца; 6 – ролик опоры.

Расчёт $M_{\nu d}$ на схеме рисунка 3 производится аналогично формуле (7) и здесь не приводится.

Формулы (1) – (6) содержат огромный объём информации, характеризующий влияние отдельных элементов системы создания новых объектов при диссипации креативного времени развития машиностроения и техносферы.

Последовательный анализ элементов формулы (1) и далее формул (2) ... (4) приводит к логическому заключению: чем больше материалов используется при изготовлении объекта, тем он тяжелее, чем больше операций в принятой ТС и чем сложнее ТС – тем больше времени расходуется на изготовления объекта. Отметим традиционный консерватизм при разработке технологических операций – следование нормам и правилам, согласно системе СПИД и стандартам, определяющим применяемую технологическую систему с ограничениями, обеспечивающую безопасность жизнедеятельности человека.

Влияющие факторы времени, определяемые по формулам (5) и (6), зависят от человеческого фактора, т.к. процесс проектирования и выполнения НИОКР в большей степени зависит от профессионализма проектировщиков, поведения лиц, принимаемых решение (ЛПР) а также от политических и социально-экономических условий в общем процессе создания нового объекта.

Все параметры в формулах (1) ... (8) могут быть оптимизированы. В нашем случае основной параметр – фактор времени $t \rightarrow \min$. Производственный процесс получения нового изделия не всегда допускает уменьшение времени отдельных операций, что составляет ограничения, особенно по условиям термической обработки.

Употребление термина «ускорение технического прогресса» в изданных ранее литературных источниках следует понимать, как уменьшение диссипации креативного

времени создания объектов новой техники. Уменьшить диссипацию можно, применяя различные способы:

1. Повышение уровня профессионализма создателей новой техники.
2. Устранение из процесса производства непрофессиональных ЛПП.
3. Максимальное использование в процессе НИОКР изобретателей и рационализаторов [6].
4. В системном анализе управления на всех этапах создания новой техники запланировать активный мозговой штурм с целевой установкой $t \rightarrow \min$.
5. Перед началом производства нового объекта определить критерий оптимальности элементов системы проектирования и изготовления объектов.

Указанные способы являются общеизвестными, однако на практике применяются не всегда.

Настоящая статья предложена для обсуждения. Профессиональные ученые, конструкторы, технологи, изобретатели и опытные производственники могут оказать полезную помощь в проблеме снижения диссипации креативного времени создания новых образцов техники перспективного уровня совершенства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кравченко, П. Д. Подвесные грузозахватные и манипулирующие устройства [Текст] / П. Д. Кравченко, Д. Н. Федоренко – М.: НИЯУ МИФИ; Волгоград: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2016. – 284 с.

2. Кравченко, П. Д. Развитие концепции оптимального технологического процесса обработки объектов тяжёлого машиностроения / П. Д. Кравченко // Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XII международной научно-технической конференции в г. Севастополь 12-17 сентября 2005 г. В 5 т. – Донецк: ДонНТУ, 2005. - Т. 2. – 311 с.

3. Kravchenko, P. D. New Approaches To The Substantiation Of The Concept Of Optimum Of The Technological Process Of Manufacturing Facilities Of Atomic Power Engineering / Кравченко П. Д. Новые подходы к обоснованию концепции оптимального технологического процесса изготовления объектов атомного энергетического машиностроения [Текст] // International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 10, Number 14(2005)pp/ 34171-34173 © Research India Publications = Международный журнал прикладных инженерных изысканий. – 2015. – Т. 10. – № 14. – С. 34171-34173.

4. Кравченко, П. Д. Целесообразность применения мобильного технологического оборудования при изготовлении изделий атомного машиностроения / П. Д. Кравченко // Глобальная ядерная безопасность. – 2015. – №2 (15) – С. 30-34.

5. Kravchenko P. D., Yablonovsky I.M., Fedorenko D.N. New engineering decisions in nuclear engineering = Кравченко П. Д., Яблоновский И. М., Федоренко Д. Н. Новые инженерные решения в атомном машиностроении [Текст] / ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. Vol. 11, № 3, February (2016) pp/ 1951-1955/ = ARPN Журнал инженерных и прикладных наук. – 2016. – Т. 11. №3, февр. – С. 1951-1955.

6. Кравченко, П. Д. Концепция проектирования транспортного оборудования при работе в особых условиях / П. Д. Кравченко, Д. Н. Федоренко // Машиностроительные технологии и техника автоматизации – 2012: сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. 9-15 июля 2012 г., г. Ереван. – Ереван, 2012. – С. 207-210.

Поступила в редколлегию 13.02.2020 г.