

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 erective 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 процессом 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;

$n_\phi$  – 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.

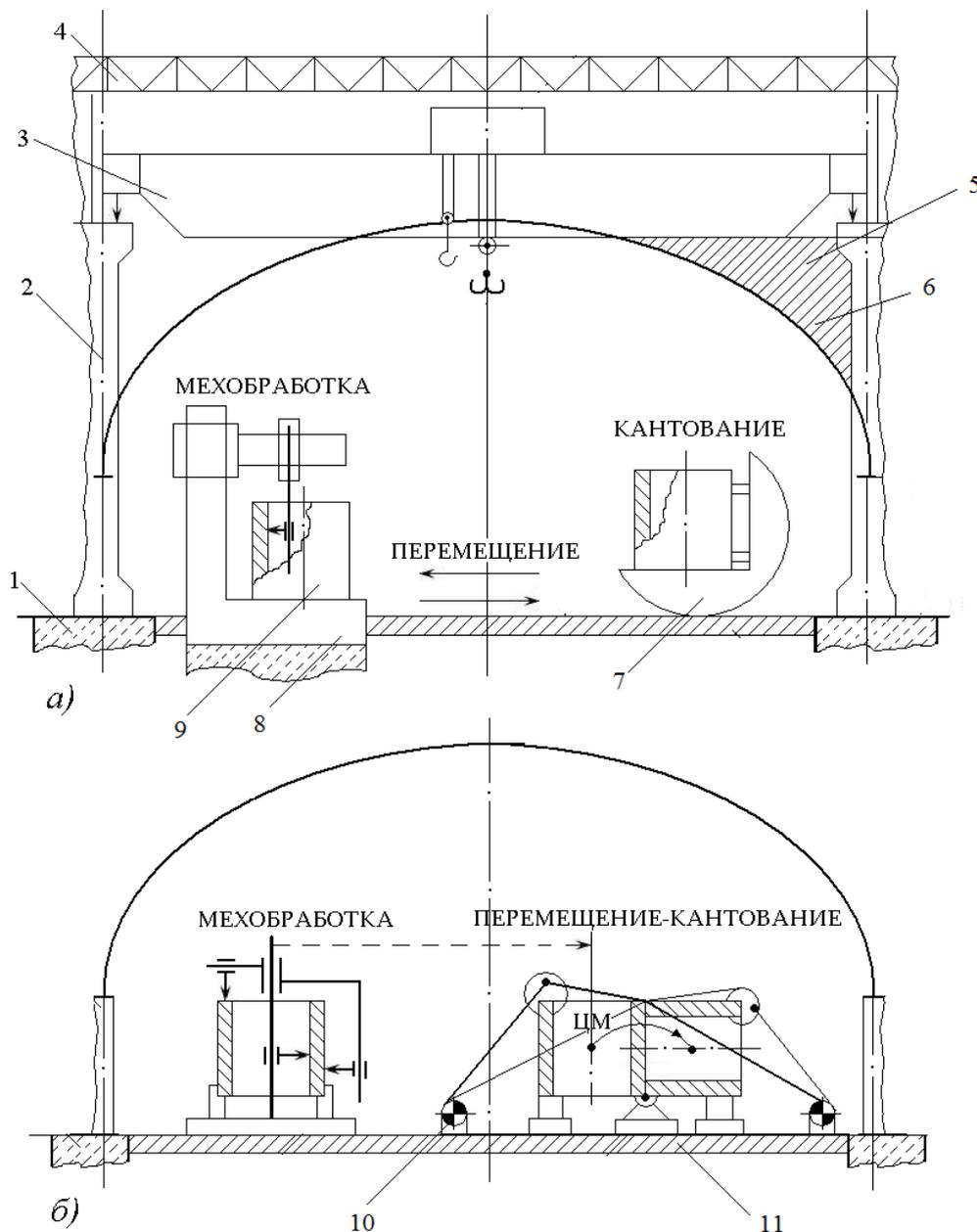


Рисунок 1. Базовая модель концептуального развития: а) существующая система; б) предложенная модель; 1 - фундамент; 2 - колонны; 3 - мостовой кран; 4 - металлоконструкции кровли; 5 - неиспользуемое пространство; 6 - граница пространства проектируемого помещения; 7 - напольный кантователь; 8 - карусельный 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.

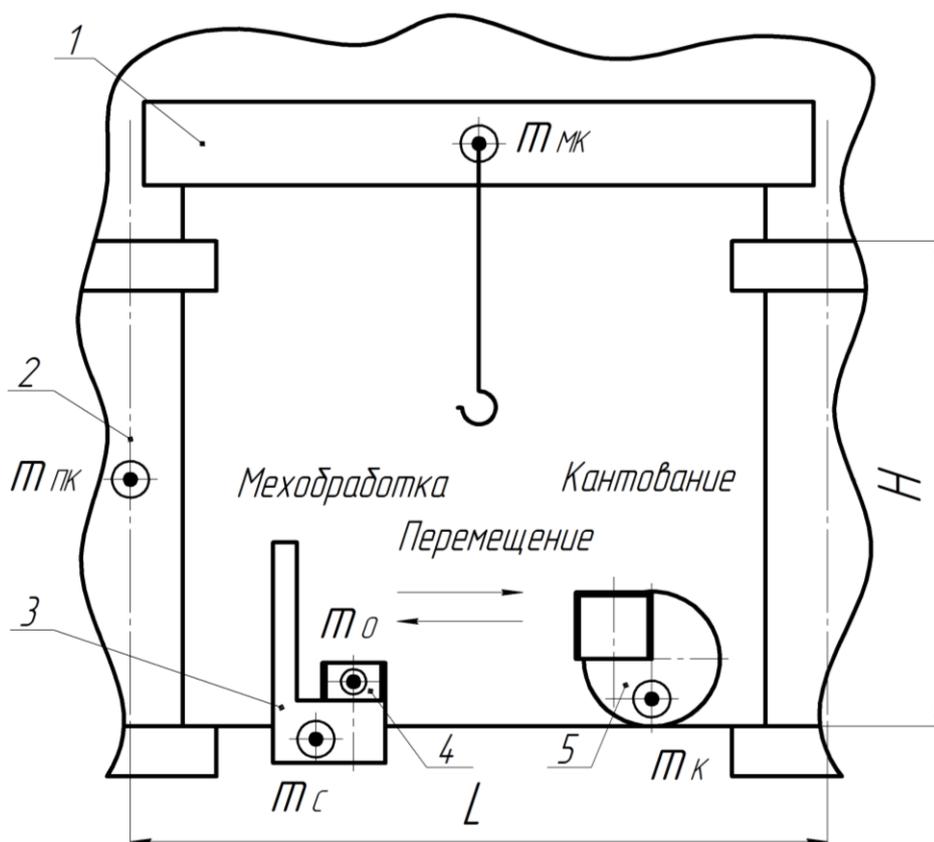


Рисунок 2. Существующая схема механической обработки обечаек в атомном машиностроении.

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.

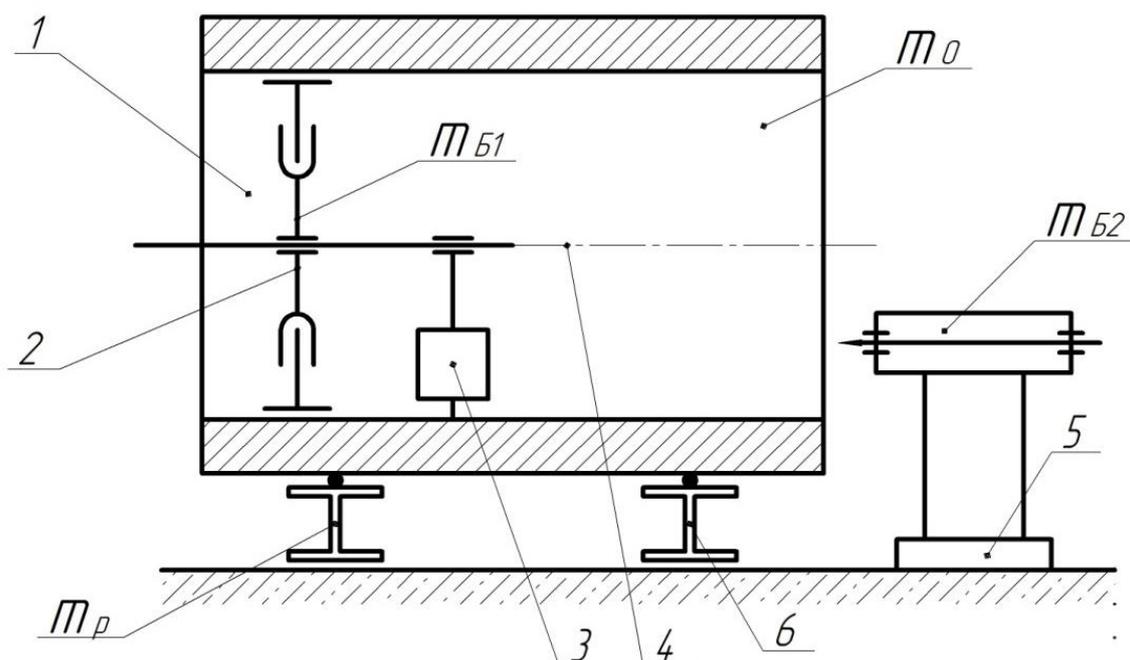


Рисунок 3. Проектная модель обработки обечайки на роликоопорном стенде с мобильными металлорежущими блоками. 1 – обечайка, 2 – опорный блок; 3 – блок обработки; 4 – базовая траверса; 5 – блок обработки торца; 6 – ролик опоры.

Расчёт  $M_{y0}$  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 тяжелого 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.