
К вопросу создания тяжеловесных энергетических объектов: в симбиозе живой природы, механики и искусственного интеллекта

*П.Д. Кравченко, Ю.П. Косонова, Р.В.
Пирожков*

*Волгодонский инженерно-технический институт –
филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»*

Аннотация: В данной работе рассмотрены нетрадиционные методы при создании оптимального технологического процесса изготовления тяжеловесных энергетических объектов с использованием принципов живой природы. Проведен сравнительный анализ между принципом действия разработанного варианта перегрузочной машины для топливных элементов в ядерном реакторе, различными вариантами грузозахватных и подвесных манипулирующих устройств и аналоговыми процессами, заимствованными у природы. Проанализирована схема изготовления тяжеловесного энергетического объекта при рассмотрении цепи «механика - наук, муравей - подъемно-транспортные машины - инженерная психология».

Ключевые слова: тяжеловесные энергетические объекты, механика, живая природа, изобретение.

Создание объектов, вырабатывающих тепловую и электрическую энергию, является постоянно актуальной проблемой человечества.

Общие принципы получения и преобразования энергии обсуждены профессиональными учеными-энергетиками в профессиональных научных изданиях, наиболее информативным из которых является труд Алексеева Г.Н. [1], где дедуктивно представлены объяснения всех элементов системы преобразования энергии паро-газо-гидро-электро-хим-бионаночепей передачи и преобразования, в том числе и преобразования самих элементов. На основании положительных результатов научных исследований показано, что создание крупных энергетических объектов является перспективным направлением в развитии и укреплении народнохозяйственной деятельности любого государства. В связи с этим и строились гигантские энергетические объекты – гидравлические, тепловые, атомные электростанции, что на длительный период являлось стратегией развития всех стран. Основным системообразующим фактором в проблеме

создания энергетических объектов является предпроектное обоснование и последующая система проектирования объекта. Здесь необходимым условием успешного решения проблемы является использование учеными и инженерами обширной базы данных и методов поиска решений, примеры которых представлены в основах инженерного творчества Половинкина А.И. [2] и практические достижения при использовании метода морфологического анализа Настасенко В.А. [3]. Имеются и другие источники в общей базе данных для проектной работы в различных сферах человеческой деятельности; здесь будем рассматривать только основные базовые данные для обязательного использования при создании тяжеловесных объектов. Поскольку вышеназванная проблема является многовекторной и решается с использованием систем базы данных из различных сфер знаний, ограничимся рассмотрением системы создания тяжеловесных объектов в атомном машиностроении. Новые подходы к обоснованию концепции оптимального технологического процесса изготовления тяжеловесных объектов [4] отражают перспективность использования нетрадиционных методов поиска нового решения при рассмотрении аналоговых процессов в живой природе. В этой работе показаны только фрагментарно некоторые элементы новой технологии, близкой к оптимальной. Дополнением к расширенной базе данных для использования в проектной работе могут быть элементы живой природы – «принципы паука и муравья», представленные на рисунке 1.

Представленные на рис. 1 схемы требуют логического объяснения: схемы *a* и *б* поясняют принцип подъема тяжеловесного объекта с использованием, например, мостового крана. Под действием сил трения в месте захвата – объект может быть поднят на необходимую высоту («паутина – канат»). Схема *д* показывает использование «паутины-каната» при кантовании объекта. Схема *в* представляет муравья, перекатывающего объект. На схеме *г* изображен объект, предназначенный к перемещению

согласно направлениям А, В, С. Схема *д* представляет «совместную» работу «паука» и «муравья».

Все схемы в проектной модели представлены для пояснения неизбежности использования принципов теоретической механики при рассмотрении взаимодействия элементов под действием сил тяжести с силами сопротивления в виде сил трения при использовании канатов (паутина) и домкратов (паук).

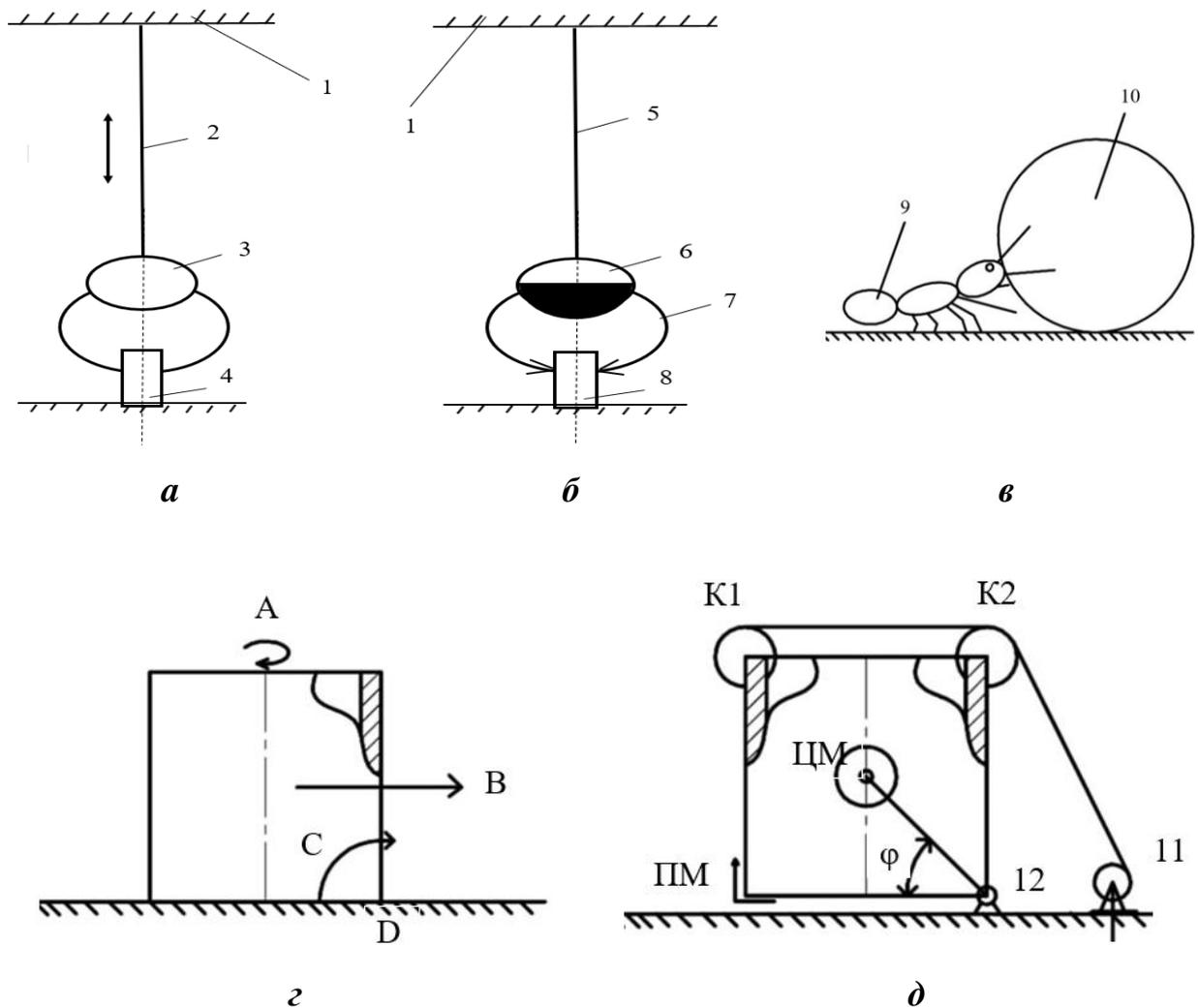


Рис. 1. Проектная модель использования элементов живой природы при перемещении тяжеловесных объектов: *а* - «принцип паука»; *б* – техническое использование «принципа паука»; *в* – «принцип муравья»; *г* – тяжеловесный объект в виде обечайки корпуса ядерного реактора; *д* - концептуальная конструкторская модель; 1 – основание; 2 – паутина; 3 – паук; 4 – объект; 5 – подъемный канат; 6 – захватно-зажимное устройство; 7 – захватные элементы; 8 – тяжеловесный объект; 9 – муравей; 10 – перемещаемый объект;

11 – напольная лебедка; 12 – опора; К1, К2 – контактные предохраняющие элементы; ПМ – подъемный механизм в виде домкрата; φ – угол поворота объекта

В местах крепления элементов К1 и К2 используются элементы живой природы для захвата (клещ) и зажима. В местах крепления канатов к объектам используются обычные болтовые соединения. При кантовании обечайки (схема δ) используются принципы *кинематики* для согласования изменения скорости наматывания каната на барабан лебедки 11 при повороте обечайки на угол φ . Динамические процессы в этой схеме не рассматриваются из-за очевидной нецелесообразности применения скоростных перемещений тяжеловесных объектов. Такие процессы рассматриваются в процессе работы энергетических объектов – обоснование работоспособности и безопасности процесса в нормальных и чрезвычайных ситуациях.

Использование принципов живой природы при создании объектов атомного энергетического машиностроения позволило применить новые способы в виде изобретений [5-7], позволяющие уменьшить как вес элементов проектируемого оборудования, так и снизить время его технологической обработки. Заметим, что изобретения были созданы с использованием основ инженерного творчества [2, 3], где имеются схемные подсказки для поиска лучших технических решений. Близкими к оптимальным явились решения о создании новой конструкции перегрузочной машины для топливных элементов в ядерном реакторе [8] и конструктивная схема монтажного оборудования при снятии АЭС с эксплуатации с последующим процессом обеспечения безопасности места бывшего энергетического объекта [9].

Применение эвристических методов при проектировании новых тяжеловесных объектов в атомном энергетическом машиностроении, особенно при создании грузозахватных и подвесных манипулирующих устройств проводилось с использованием примеров живой природы,

приводящих к близким оптимальным решениям [8, 10]. Расширение области применения этих принципов привело к появлению нового решения в проектировании мобильного спасательного оборудования для работы в чрезвычайных ситуациях, например, при ликвидации последствий землетрясений. Обобщающий информационный материал, освещающий проблему сокращения потери времени при создании тяжеловесных объектов атомного энергетического машиностроения, подводит к необходимости использовать элементы искусственного интеллекта при решении проблемы создания тяжеловесных энергетических объектов (рис. 2).



Рис. 2. – Средства решения и базы данных

Схемное решение проблемы изготовления тяжеловесного энергетического объекта на современном уровне показано в цепи «механика - наук, муравей - подъемно-транспортные машины - инженерная психология». По данному направлению уже созданы 12 изобретений, при разработке которых использовались различные приемы поиска лучших технологических решений.

Анализ технических решений на уровне изобретений при использовании аналогов живой природы позволяет сделать вывод о целесообразности практического использования всех предложенных вариантов. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Производство тяжеловесного энергетического оборудования из-за влияния внешних условий и человеческого фактора в полной мере не оптимизировано.
2. Оптимизация процесса изготовления тяжеловесных энергетических объектов в современных условиях требует широкого применения искусственного интеллекта.
3. Требуется обоснование критериев оптимальности при решении указанной проблемы, особенно, при взаимодействии человека и искусственного интеллекта.
4. Требуется методика отбора экспертов для поиска рационального пути решения проблемы.
5. Требуется основательная проработка схемной модели для повышения уровня безопасности производства и эксплуатации объекта.
6. Настоящая статья представлена в порядке обсуждения, т.к. использование искусственного интеллекта неизбежно, а нерешенных проблем множество.

Литература

1. Алексеев Г.Н. Общая теплотехника. М: Высш. школа. 1980. 552 с.

2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М: Машиностроение. 1988. 368 с.
3. Настасенко В.А. Морфологический анализ - метод синтеза тысяч изобретений: монография. Херсон: Айлант. 2015. 100 с.
4. Wang Jinghan, Sun Xinyi, Syschik M.V. Application of bionics in urban and architectural design // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. Т. 2. 2020. С. 49-55.
5. Томова Н. Аналогия // Философская антропология. Т. 6. № 1. 2020. С. 102-119.
6. Евстропов В.М. Бионика как элемент антропогенно обусловленного взаимодействия в системе «человек-техносфера» // Техносферная безопасность, надежность, качество, энерго- и ресурсосбережение: Материалы 21 международной научно-практической конференции. 2019 Ростов-на-Дону, 09-13 сентября 2019 года. С. 153-160.
7. Габидуллина Д.Х. Атомное машиностроение - аккумулятор технологий и инноваций // Современная наука: Новый взгляд. Самара, 31 августа 2018 года сборник статей 2 международной научно-практической конференции. 2018. С. 12-13.
8. Кравченко П.Д., Косогова Ю.П., Годунов С.Ф., Антонова Т.В., Леонов В.А. Расчетное обоснование способа применения съемных грузозахватных устройств при перемещении эллипсоидных днищ корпусного оборудования АЭС // Инженерный вестник Дона. 2020. №1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_15__1_Kravchenko.pdf_37ffaf2207.pdf
9. Берела А.И., Федотов А.Г., Томилин С.А., Былкин Б.К. Разработка технологических процессов демонтажа оборудования при выводе из эксплуатации атомных станций // Инженерный вестник Дона. 2013. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734.

10. Kravchenko, P. D., Fedorenko D. N. New Engineering Decisions in Nuclear Engineering. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences ISSN 1819-6608 VOL. 11, № 3, February. 2016. pp. 1951-1955.

References

1. Alekseev G.N. Obshhaja teplotehnika [General heating engineering]. M: Vyssh. shkola. 1980. 552 p.
2. Polovinkin A.I. Osnovy inzhenernogo tvorchestva [Fundamentals of Engineering Creativity]. M: Mashinostroenie. 1988. 368 p.
3. Nastasenko V.A. Morfologicheskij analiz - metod sinteza tysjach izobretenij: monografija [Morphological analysis - a method for the synthesis of thousands of inventions: monograph]. Herson: Ajlant. 2015. 100 p.
4. Wang Jinghan, Sun Xinyi, Syschik M.V. Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU. T. 2. 2020. pp. 49-55.
5. Tomova N. Filosofskaja antropologija. T. 6. № 1. 2020. pp. 102-119.
6. Evstropov V.M. Tehnosfernaja bezopasnost', nadezhnost', kachestvo, jenergo- i resursosberezhenie: Materialy 21 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2019 Rostov-na-Donu, 09-13 sentjabrja 2019 goda. pp. 153-160.
7. Gabidullina D.H. Sovremennaja nauka: Novyj vzgljad. Samara, 31 avgusta 2018 goda sbornik statej 2 mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2018. pp. 12-13.
8. Kravchenko P.D., Kosogova Yu.P., Godunov S.F., Antonova T.V., Leonov V.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020. № 1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_15__1_Kravchenko.pdf_37ffaf2207.pdf.
9. Berela A.I., Fedotov A.G., Tomilin S.A., Bylkin B.K. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1734.



10. Kravchenko P. D., Fedorenko D. N. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences ISSN 1819-6608 VOL. 11, № 3, February. 2016. pp. 1951-1955.