

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ С ТРОСОВЫМИ ПРИВОДАМИ В ТЭК

Борисов В.А.

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
г.Москва*

Ключевые слова: роботы с тросовым приводом (РТП), технология натяжения, моделирование движения, технология управления, тенденция развития.

Аннотация. Механизмы параллельной структуры с тросовыми приводами обладают следующими преимуществами: низкая инерция звена, низкий уровень шума, мобильность, низкий расход материала и другие. Роботы с кабельным приводом находят все больше и больше приложений в ТЭК, примеры которых описаны в этой статье.

REVIEW USE OF PARALLEL STRUCTURE MECHANISMS WITH CABLE DRIVES IN THE FUEL AND ENERGY SECTOR

Borisov V.A.

*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow*

Keywords: cable-driven robots (CDR), tensioning technology, motion simulation, control technology, development trend.

Abstract. Parallel structure mechanisms with cable drives offer the following advantages: low link inertia, low noise, mobility, low material consumption and others. Cable-driven robots are finding more and more applications in the fuel and energy sector, examples of which are described in this article.

Разработка и исследование механизмов параллельной структуры начались в ИМАШ РАН в 1980-х годах с работ А.Ш. Колискова, который разработал классификацию механизмов параллельной структуры, названных им L-координатными схемами. Последующее развитие это направление получило в работах А.Ф. Крайнева и В.А. Глазунова [1-3]. Впервые класс механизмов параллельной структуры с тросовыми приводами был выделен в США в конце 1980-х годов и получил название «кран с контролируемыми тросами (Cable controlled crane)» и «кран робот (Robot Crane)», которые в последствии преобразовались в – «Робот с тросовыми приводами/РТП (Cable-Driven Robot(CDR))» [4].

Манипуляционные механизмы параллельной структуры с тросовыми приводами (ММПСТП/РТП) могут работать в крайне агрессивных средах, где рабочая зона сопоставима с размерами объекта или превосходит его (рис. 1а), что делает такие механизмы более предпочтительными по сравнению с обычными роботами и манипуляторами. Удаленное расположение приводов и электронных компонентов позволяет отказаться от особых требований к техническим характеристикам этих частей манипуляторов. Недостатком в этом случае будет являться необходимость учитывать внешние условия среды, особенно плотной,

например, воды. Известны примеры (рис. 1б), когда при проведении работ в открытом море тросовый привод воспринимая колебания водной глади, заставлял операторов вырабатывать особые модели управления таким приводом.

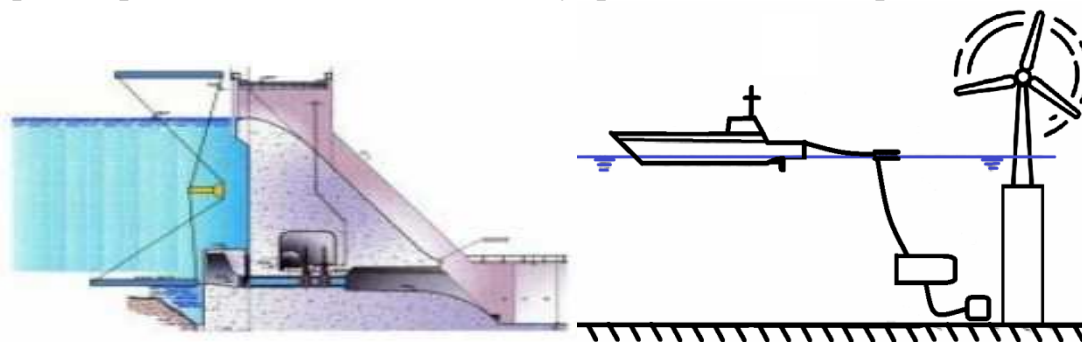


Рис. 1. Примеры применения ММПСТП/РТП: а) обслуживание дамбы ГЭС; б) обследование основания ветрогенераторов

В 2019 году сотрудниками Калифорнийского университета предложено техническое решение, названное: Погружной преобразователь энергии волн для работы на мелководье и глубоководье [5]. Такая 6-и координатная система позволяет преобразователю энергии улавливать максимальное количество энергии волн. Устройство имеет корпус амортизатора, который прикреплен к одному или нескольким демпфирующим механизмам, гидравлический контур, который может создавать полезный механический крутящий момент, механизм восстановления, такой как пневматическая рессора и плавучую искусственную платформу для создания противодействующей силы реакции (рис. 2).

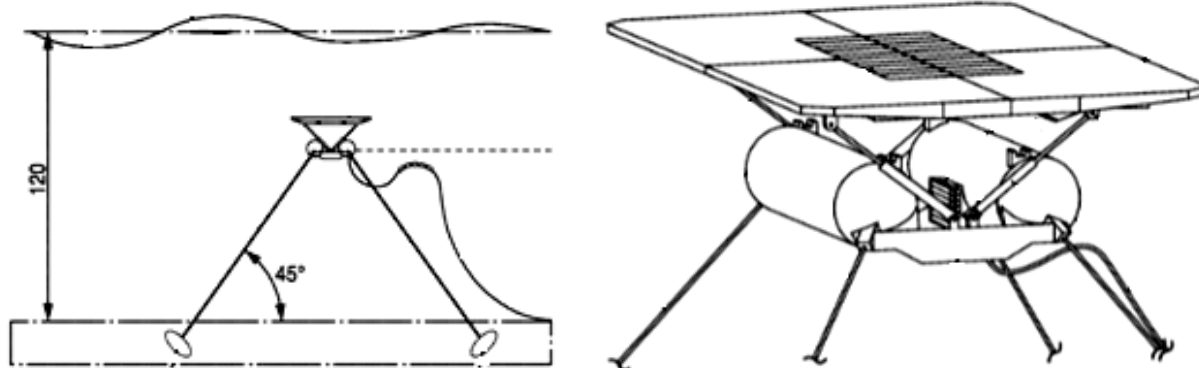


Рис. 2. Погружной преобразователь энергии волн с тросами [5]

Кабельные краны-манипуляторы с тросовыми приводами находят широкое применение при строительстве и эксплуатации солнечных электростанций (СЭС). Особенностью СЭС является необходимость размещения как можно большего количества позиционируемых зеркал на ограниченном пространстве (рис. 3). Такой кран является более масштабной версией РТП типа FASTKIT [6].

Конструкции ММПСТП, аналогичные представленным (рис. 1а), могут применяться для ремонта и обслуживания резервуаров и градирен всех типов электростанций и промышленных объектов [7]. При строительстве объектов ТЭК могут применяться строительные принтеры на базе РТП. Приведенные примеры показывают растущий интерес к ММПСТП в таких направлениях ТЭК как генерация, сервис, строительство и логистика.

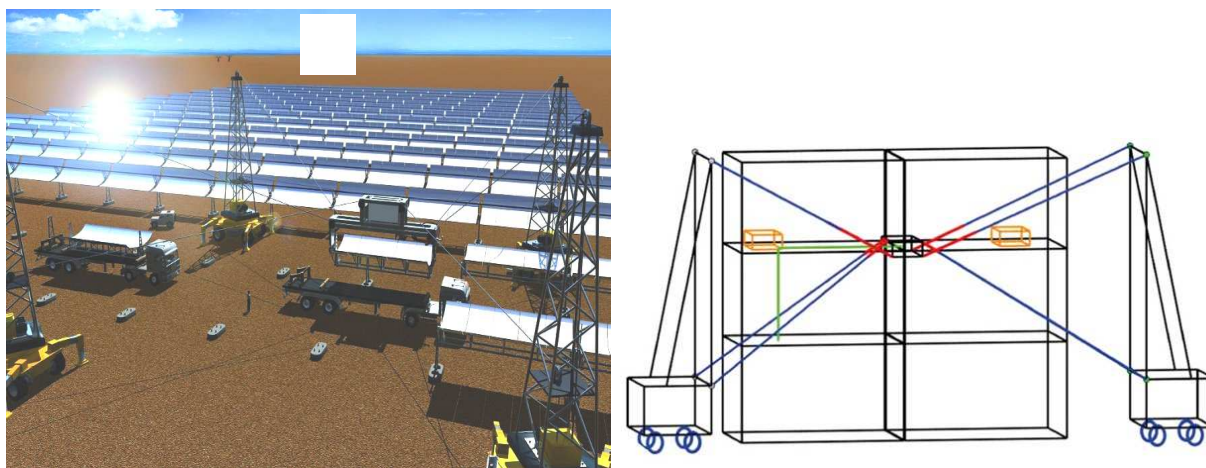


Рис. 3. Кабельный кран-манипулятор с тросовыми приводами для СЭС (а) и проект Fastkit (б) для логистики [6]

Список литературы

1. Ганиев Р.Ф., Глазунов В.А. Манипуляционные механизмы параллельной структуры и их приложения в современной технике // Доклады Академии наук. 2014. Т. 459, № 4. С. 428-431.
2. Глазунов В.А., Колискор А.Ш., Крайнев А.Ф. Пространственные механизмы параллельной структуры. – М.: Наука, 1991. – 96 с.
3. Глазунов В.А. и др. Перспективы развития механизмов параллельной структуры // Станкоинструмент. 2016. №3. С. 86-88.
4. Борисов В.А. Разработка и исследование механизмов параллельной структуры с гибкими звеньями // Механизмы перспективных робототехнических систем: Монография. – М.: Техносфера, 2020. – С. 265-295.
5. Patent 20190145373 USA. Submerged wave energy converter for shallow and deep water operations.
6. Alexis Girin, Pascal Dayez-Burgeon. FASTKIT: A Mobile Cable-Driven Parallel Robot for Logistics, January 2020, 23 p.
7. Patent CN104440877A China. Rope parallel robot for overhauling large vertical storage tank.

Сведения об авторе:

Борисов Вячеслав Александрович – к.т.н., научный сотрудник отдела "Механика машин и управления машинами", ИМАШ РАН, Москва.