

УДК 621.81/85

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ В ТЕХНИКЕ

Мудров Александр Григорьевич,
доктор технических наук, профессор

Сахапов Рустам Лукманович

доктор технических наук, профессор

*ФГБОУ ВПО Архитектурно-строительный университет,
Россия, Казань*

PATIAL MECHANISMS IN THE TECHNIQUE

Alexander Grigorjevich Mudrov,
doctor of technical Sciences, Professor

Sakhapov Rustem Lukmanovich

doctor of technical Sciences, Professor

FSBEI HPE University of Architecture and construction, Russia, Kazan

Аннотация. В устройствах и машинах широко используются различные типы рычажных механизмов, простые и сложные, плоские (звенья движутся в одной плоскости) и пространственные (звенья совершают движение в разных плоскостях). В вышеперечисленных механизмах звенья соединяются комбинацией различных кинематических пар: вращательных, цилиндрических, поступательных, сферических. Образование таких механизмов с набором кинематических пар не вызывает особых трудностей, но снижается их ресурс работы, точность и силовые показатели.

Более предпочтительны в этом случае пространственные механизмы только с вращательными шарнирами, оформляемые на стандартных подшипниках качения. Механизмы обладают многочисленными функциональными свойствами, которых нет у других типов механизмов. Но они практически не входят в сферу исследований зарубежных и отечественных ученых, это объясняется структурной особенностью механизмов, особой технологией изготовления моделей и производственных образцов, без знания которых практически невозможно изготовить в металле тот или иной механизм.

В статье показаны основные функциональные свойства нескольких типов механизмов, которые можно использовать при конструировании технических устройств.

Abstract. In devices and machines are widely used different types of levers, simple and complex, flat (links move in the same plane) and spatial (links move in different planes). In the above mechanisms, the links are connected by a combination of different kinematic pairs: rotational, cylindrical, translational, spherical. The

formation of such mechanisms with a set of kinematic pairs does not cause any difficulties, but their service life, accuracy and power indicators are reduced.

More preferable in this case, the spatial mechanisms only with rotational hinges, designed on standard rolling bearings. Mechanisms have numerous functional properties that other types of mechanisms do not have. But they are practically not included in the sphere of research of foreign and domestic scientists, this is due to the structural feature of the mechanisms, the special technology of making models and production samples, without the knowledge of which it is almost impossible to make a particular mechanism in the metal.

The article shows the basic functional properties of several types of mechanisms that can be used in the design of technical devices.

Ключевые слова. Устройства и машины, механизмы пространственные, вращательные шарниры, скрещенные оси, модели, переменная скорость вращения.

Keyword. Appliances and machines, the mechanisms of spatial, rotational joints, cross-axis models, the variable rotational speed.

Введение. Механизмы, используемые в технике, разделяются на плоские и пространственные, последние имеют в составе вращательные, поступательные, шаровые, шаровые с пальцем шарниры, которые позволяют создавать механизмы без затруднений. Но они имеют ограниченный ресурс и низкие силовые показатели [1]. Предпочтительнее во всех отношениях в механизмах иметь только вращательные шарниры, оформляемые стандартными подшипниками качения или скольжения, у которых значительно выше силовые передаточные показатели и срок службы, они технологичнее в изготовлении, имеют многоцелевые функциональные свойства, эффективны в практическом применении.

Но в развитии этих механизмов имелись неразрешимые проблемы в исследовании, и особенно, в изготовлении и использовании в технике. Был известен только семизвенный механизм, который до сих пор в технике не используется. В практике наибольшее применение нашел механизм Кардана-Гука для подвеса морских компасов и для передачи движения. Пространственных механизмов с другим расположением осей шарниров известно не было.

Только в 1903 г. английским математиком Беннеттом был опубликован четырехзвенный механизм со скрещенными осями шарниров, он пытался изготовить модель механизма, но сделать ее не удалось, по этой причине он сомневался и в его практическом использовании, рассматривал механизм как математическое доказательство согласованного расположения тел в пространстве (теоретические изыскания математика) [2].

Интерес к механизму проявляли как отечественные, так и зарубежные ученые только в теоретическом исследовании, но никто из них не мог изготовить

хотя бы модель механизма. Проблема заключалась в том, что механизм имел особую структуру, имел избыточные связи, в теоретических исследованиях ученых длины смежных звеньев пересекались в одной точке, а в моделях из-за наличия шарниров, длина материального звена не равнялась теоретической длине и звенья не проворачивались, механизм не был работоспособным

В этом разделе науки за последние годы в материалах различных конференций, форумов и научных журналов практически не обнаружено ни докладов, ни научных статей. Это свидетельствует о том, что пространственные механизмы с вращательными шарнирами практически не входят в сферу исследований зарубежных и отечественных ученых.

Разрешить проблему в полной мере удалось профессору Б.В. Шитикову [3] и его ученику П.Г. Мудрову [4,5], которые фундаментально раскрыли новое научное направление о пространственных механизмах только с вращательными шарнирами, изготовили модель механизма (рис.1) и натурный образец, были раскрыты большие функциональные возможности механизма Беннетта.

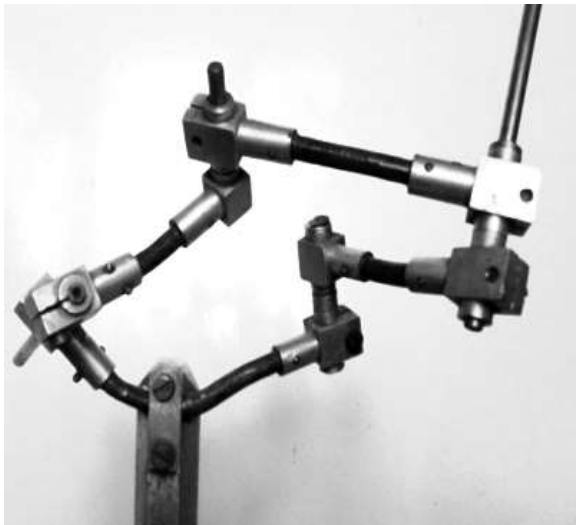


Рис.1. Модель механизма

Приводим основные направления применения механизма по свойствам [6, 7, 8].

1. Передавать движение между скрещивающимися валами. Привод посредством механизма существенно упрощает конструкцию устройства в целом и увеличивает надежность, долговечность и КПД.

2. Сообщать рабочим органам переменную на одном обороте угловую скорость. Это свойство можно использовать в рабочих машинах для интенсификации различных технологических процессов: перемешивании материалов, протравливании зерна перед посевом, поверхностной обработки деталей и т.п.

3. Использовать шатун в качестве носителя рабочего органа или звена.

4. Копировать траектории некоторых движений, например, крыла птиц в орнитоптерах, ковша землеройной машины, весел плавсредств, захватного устройства в дистанционных манипуляторах и т.д.

5. Создавать направленный силовой импульс, который можно использовать в рабочих роботах для ударных воздействиях на объекты, в качестве инерционного двигателя и т.п.

6. При постановке на малое звено, механизм воспроизводит планетарное движение с качанием, что можно использовать в роботах, аппаратах с мешалкой, тренажерах, смесителях и т.д.

7. Служит «образующим» модулем для создания пяти, шести, семизвенных, многозвенных и дифференциальных механизмов с вращательными шарнирами.

На рисунке 2 приведены примеры использования механизма Беннетта в технике, устройства защищены 34 изобретениями.

1. Мешалка  А.с.№854350	2. Планетарная Мешалка  А.с.№854350	3. Мешалка с 3 раб. Лопастями  А.с.№841663	4. Устройство Для мойки  А.с.№560778	5. Протравливатель  А.с.№950216
6. Смеситель  А.с.№643305	7. Смеситель  А.с.№651833	8. Смеситель Вертикальный  А.с.№755577	9. Тренажер  А.с.№ 1442241	10. Режущий Аппарат  А.с.№967353
11. Привод диска свеклокомбайна  А.с.№ 808035	12. Тренажер  А.с.№ 774567	13. Смеситель  А.с.№1158969	14. Устройство для очистки  А.с.№848509	15. Галтователь  А.с.№ 742114
16. Для мойки  А.с.№169998	17. Для погружения свай  А.с.№ 1245656	18. Привод крыла орнитоптера  А.с.№ 878652	19. Инерционный двигатель  А.с.№939817	20. Землеройная машина  А.с.№883248
21. Смеситель  А.с.№753611	22. Для мойки  А.с.№766675	23. Смеситель  А.с.№1694340	24. Смеситель  А.с.№ 876146	25. Шлифовальщик семян  А.с.№ 2078489
26. Для закалки деталей  А.с.№ 1330182	27. Смеситель  А.с.№730548	28. Для очистки полых изделий  А.с.№1310044	29. Устройство для мойки  А.с.№ 1011416	30. Смеситель  А.с.№895485
31. Смеситель  А.с.№ 1694396	32. Смеситель  А.с.№715128	33. Смеситель  А.с.№818831	34. Смеситель  А.с.№1761511	35. Устройство для мойки  А.с.№698809

Рис.2. Примеры использования механизма в технике

Поскольку четырехзвенный механизм был теоретически открыт английским математиком Беннеттом в 1903 г., модель которого изготовил Б.В. Шитиков 75 лет спустя, поэтому этот механизм в дальнейшем предлагается называть «механизм Беннетта-Шитикова». Первый ученый открыл его теоретически, а второй – изготовил и применил в технике, развил новое научное направление в науке о пространственных механизмах только с вращательными шарнирами, причем на мировом уровне.

В качестве познавательной информации приводим фотографии моделей пятизвенного (рис.3) и шестизвенного (рис.4) пространственных механизмов,

образованных на базе механизма Беннетта-Шитикова и на рис.5 – фото шестизвенного механизма.



Рис.3. Пятизвенник Рис.4. Шестизвенник Рис.5. Натурный механизм

На базе пространственного четырехзвенного механизма сконструирован захват манипулятора (Рис.6) (положение захвата объекта) и на рис.7 – в положении раскрытия лап.

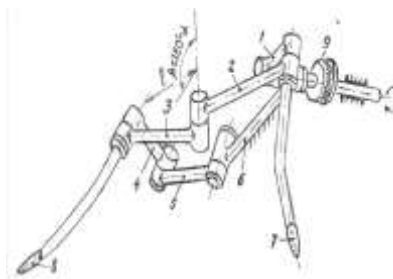
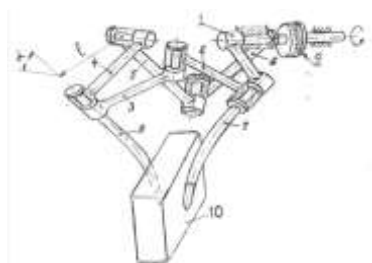


Рис.6. Захват манипулятора Рис.7. Захват в раскрытом положении

Таким образом, механизм Беннетта-Шитикова явился начальным механизмом, с которого образовалось новое научное направление в теории пространственных механизмов. Сто лет назад их было один, два, сейчас механизмов и устройств на их базе создано более 120, 110 из которых признаны изобретениями.

Заключение

1. Решена проблема создания (образования) многозвенных пространственных механизмов только с вращательными шарнирами, с наперед заданными свойствами и целенаправленными функциями.

2. Разработана технология изготовления пространственных механизмов и устройств на их базе, которая не требует сложного оборудования и может быть использована при индивидуальном и мелкосерийном производствах при наличии токарного, фрезерного станков, сварочного оборудования.

3. Предложены и разработаны различные направления использования механизмов в общем машиностроении, строительном, в химическом, сельскохозяйственном производствах, разработки защищены сотней авторских свидетельств и патентов на изобретения.

4. Результаты данной статьи могут быть использованы в проектно-конструкторских и научно-исследовательских организациях при создании и разработке новых конструкций устройств, а также в учебных ВУЗах.

Список литературы

1. Смелягин А. И. Структура машин и механизмов / А. И. Смелягин-Новосибирск, НГТУ, 2001. -298 с.

2. Bennett G. T. A new mechanism. «Engineering», London, v.76, 1903, p.777-778.

3. Шитиков Б. В. Исследование пространственных шарнирных механизмов, Рукопись. Отчет о научно-исследовательской работе. – Казань: КХТИ, 1958. – 30 с.

4. Мудров П. Г. Исследование пространственных шарнирных механизмов с особой структурой и их внедрение в машиностроении: Автореферат дисс. докт. техн. наук: 05.02.18 / П. Г. Мудров. - М.: ИМАШ, 1979. - 44 с.

5. Мудров П. Г. Пространственные механизмы с вращательными парами / П.Г. Мудров. – Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 1976. – 264 с.

6. Мудров А. Г. Механизм Беннетта и использование его в технике / А. Г. Мудров. – Казань: КГСХА, 1999. – 80 с.

7. Мудров А. Г. Пространственные механизмы с особой структурой / А. Г. Мудров.– Казань: РИЦ «Школа», 2003. – 300 с.

8. Мудров А. Г. Практическое использование механизма Беннетта в технике / The Eighth IFToMM International Symposium on Theory of Machines and Mechanisms. SYROM 2001. Bucharest-ROMANIA, 2001. Vol.11, p. 221-228.