

**Московский Энергетический Институт**  
**(Национальный исследовательский университет)**

**Кафедра теоретического механики и мехатроники**

Научно-исследовательская работа по робототехнике на тему

<< Кинематика бионических мобильных роботов >>

Руководитель: Осадченко Н. В.

Студент: Чжао Кай

Группа: С-12-07

Москва 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>Цель работы</b> .....	1
1 <b>Введение</b> .....	1
1.2 <b>Обзор роботов</b> .....	4
1.3 <b>Классификация мобильных роботов</b>	7
2 <b>Принцип движения робота-монтажника</b> .....	11
3 <b>Математическое моделирование движения робота-монтажника</b>	13
4 <b>Поиск литературы</b> .....	20

## **Цель работы**

Познакомиться с конструкцией и кинематикой современных бионических роботов, её преимуществами и недостатками при применении в производственных процессах.

## **1. Введение**

Робот можно определить как универсальный автомат для осуществления механических действий, подобных тем, которые производит человек, выполняющий физическую работу. При создании первых роботов и вплоть до наших дней образцом для них служат возможности человека. Именно стремление заменить человека на тяжелых и опасных работах породило идею робота, затем первые попытки её реализации и, наконец, обусловило возникновение и развитие современной робототехники и роботостроения.

Современные мобильные роботы способны совершать разнообразные движения, нередко имитирующие движения живых существ. Например, в последние годы обсуждаются варианты конструкции ползающих роботов [16,17]. Их название связано с тем, что ползающее движение — вид движения, достаточно широко распространённый в живой природе (достаточно вспомнить змей, червей, улиток и многих других живых существ).

Речь идёт о таком перемещении движущегося объекта по той или иной опорной поверхности, при котором несколько(или бесконечное множество) его точек непрерывно находится в контакте с этой поверхностью, причём совокупность контактирующих точек остаётся неизменной(в случае же качения или ходьбы на смену одним точкам контакта приходят другие) .

Надо сказать, что возможны различные способы реализации ползающего движения – как за счёт сил трения, так и за счёт реакций идеальных связей. В подавляющем большинстве публикаций рассматривается (работы С.Хиросе, В.Г.Градецкого, Дж.Бёрдика, Ф.Л.Черноусько, В.Ф.Журавлёва, М.М.Князькова, Т.Ю.Фигуриной, Х.Гонсалеса Гомеса, И.Танева, Р.П.Чаттерджи и др.) первый способ; результаты данных исследований привели к созданию ряда моделей роботов для движения внутри труб: KARO и KRA4 (Германия), Jjo-2 и Nomad (США), Theseuss (Япония). Второй способ реализации ползающего движения относится к случаю, когда опорная поверхность является гладкой; применительно к этому случаю до сих пор изучались лишь модельные задачи (А.Ю.Ишлинский, Ю.Г. Мартыненко, Н.В.Осадченко) .

Робототехника представляет собой комплекс высоко интегрированных дисциплин, связанных с механикой, биологией, кибернетикой и управлением инженерными и промышленными роботами. В 1959 году Соединенные Штаты запустили в производство первый в мире промышленный робот.

Основные дисциплины бионических роботов для исследования бионики, спортивные бионические восприятия бионических управления бионических, энергии бионических, материалы бионических таких, как много в углубленном изучении основе бионических технологий обеспечивает теоретическую основу и техническую поддержку для развития биомиметических роботов. В соответствии с движением бионических роботов робот ползают роботы, летающие роботы, прыжки роботы, подводные роботы, эти роботы играют уникальную роль в жизни человека, производстве и военные, ползающих роботов на земле движения, легко управлять, так что наиболее широко ползающих роботов .

Виды движения бионических роботов можно разделить на конкретные типы: подъём робота на стену, ползание змеи, переступание робота-паука, закапывание в землю дождевого червя. В настоящее время в Китае и других странах эти исследования бионических роботов остаются профильными. При этом задача

создания бионических роботов находится ещё на начальном этапе своей реализации.

В последние годы, так как оба имеют высокую способность двигаться в сложных условиях, но и с высокой надёжностью и простотой расширения мобильной платформы является более актуальной потребностей человека. Довольно много исследований, чтобы изучить применение двух ног или многоногих роботов. Но за последние двухногий робот становится мультиколесной системой организмом, и его движение ограничено в двумерной плоскости, не в состоянии преодолеть трудности в горной пересеченной местности. Таким образом, люди начали думать о создании человека как насекомые, образцы животного бионического ползающего робота.

## **1.2 Обзор роботов**

(1) Определение Американской федерации робототехники (IFR): робот – машина для перемещения различных материалов, деталей, инструментов или специальных устройств, использующая переменную программу.

(2) Япония : робот – универсальная машина, оборудованная устройством памяти и приводом, которая заменяет человеческий труд и позволяет автоматически выполнять различные технологические операции.

(3) Определение Международной организации по стандартизации: робот представляет собой автоматизированное, контролируемое положение, многофункциональный манипулятор, этот манипулятор имеющих возможность программирования с несколькими осями, способными обрабатывать различные материалы, с помощью переменной работы программы, частей, ящик для инструмента специального устройства для выполнения различных задач .

Определение различных стран и Организация по Стандартизации работа и то же, потому что непрерывное развитие робототехники и связанные с понятием человека. Таким образом, определение работа не ограничивается технических наук, философии и включает в себя различные понимания работа определению.

Европа и Соединенные Штаты Америки: роботы должны управляться компьютером через хореографию программа и имеют многофункциональные автоматические механические системы, но японцы не согласны с этим аргументом. Японцы считают, что робот является передовой автоматикой "Такого рода все еще нуждается в манипуляции работа включить. Поэтому многие японские концепции робот, не как определено в европейских и американских людей. Теперь, концепция международной команды роботов

постепенно приближается к той же. В общем, люди могут принять этот аргумент: что робот имеет свои силы и способности для управления различными функциями .

Робот критериев потенциала в области оценки включают в себя: Интеллектуальное способность, т.е. способность ссылаться на память, арифметические, сравнения, идентификация, оценка, принятие решений, обучение и логическое мышление; функции, гибкость , общего назначения, или пространство притяжательные, т.е. физической энергии, относится к силе, скорости, непрерывное работает способностью, надежностью в сочетании с жизнью. Таким образом, можно сказать, что робот должен иметь биологические функции в трехмерном пространстве .

Мобильный робот является важной отраслью работа. Его исследование началось в конце 1960-х годов, в Стэнфордском исследовательском институте Нильса Nilsson и Charles Розен и др. разработали систему именованную Shakey автономный мобильный робот, разработанный в 1966-1972. Целью является изучение применения технологии искусственного интеллекта, автономных систем роботов в сложных условиях, рассуждения, планирования и контроля, в то же время, наиболее для работы шагающий робот успешно развивается, и, таким образом приступил к изучению



шагающего робота неравномерное географическое движения , разработан и мультиноги робота. В конце 1970-х годов, с развитием компьютерных приложений и сенсорных технологий, мобильной робототехники исследований появилась новая кульминации.

Особенно в середине 1980-х, разработке и производстве роботов охватывает мир. Ряд всемирно известных компаний начали изучать мобильной платформе робота, робота мобильной платформе эксперимента робот, как университетских лабораторий и исследовательских институтов, тем самым способствуя появлению различных исследовательских направлений мобильного робота. С 1990-х годов, развитие высоких стандартов экологической датчиков и обработки информации, технологии, хорошо адаптируется мобильные технологии управления роботом, планирование технологии в реальных условиях, отмечалось и проводить исследования наиболее высокий уровень мобильного робота.

### **1.3 Классификация мобильных роботов**

Разработка мобильных роботов является важной отраслью робототехники. Создававшиеся ранее роботы имеют несложный способ управления и более низкий уровень интеллекта, так что они могут сделать лишь несколько простых рассуждений, суждений и

решений. В последние годы, с развитием робототехники и смежных областях технологии, особенно в области развития компьютерных технологий, области робототехники исследований добилась значительного прогресса. Их уровень интеллекта также значительно улучшилось, Постепенно перешли от предыдущих пульт дистанционного управления для полуавтономных и автономных чрезмерное, простого к сложному.

Современные мобильные роботы, обладая высокой степенью автономии, находят всё больше и больше областей применения. Особенно широкие перспективы применения мобильные роботы находят в суровых условиях военной разведки, освоения космоса, миннотральных приключения, ядерного и химического загрязнения. Кроме того, с развитием технологий производства автоматки, мобильные роботы в гибкой автоматизации производственной линии производства и никаких химических была также широко используется .

В 1989 году фирма TRC разработала автономный робот-инспектор, который в состоянии прокладывать кабели на большие расстояния, ползать и выполнять задачи визуального осмотра. Когда робот встречается с башней, он подражает обезьяне при восхождении на всю башню, как показано на рис. 1.1.

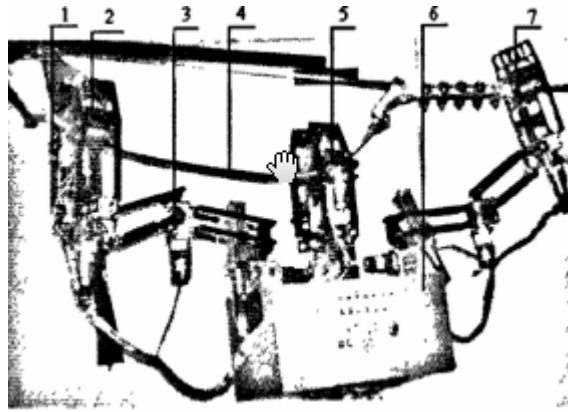


Рис. 1.1.

В 2000 году Канада Hydro-Quebec научно-исследовательский институт разработал HQ LinROVer удаленных патрульную машину , как показано на рисунке 1-2. Патрульный автомобиль может быть использован для очистки льда передачи и кабельные линии , линии осмотра и обслуживания.

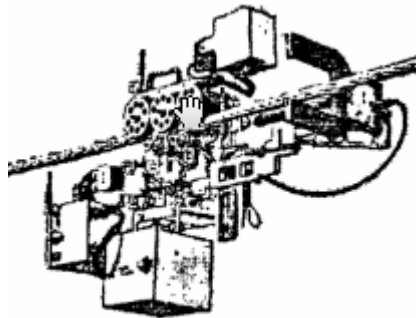


Рис.1.2

Основная часть этого типа роботов состоит из двух или трех механическую руку ползать действия похожи на восхождение за действиями обезьян в ветвях. Движение, одной рукой из кабеля и

двигаться по другой рукой крепко возьмитесь за кабель и поддержки предплечья поперек, затем предплечье обратить пристальное внимание на кабель, а затем переместить через заднюю руку, руку до и после повторных поочередно по действию вы можете достигнуть движения машины.

В 1988 году мощность Tokyo Electric Company, Япония SWADA и др. разработали свет для удовлетворения накладные нижней строке проверка робота. Робот препятствие, несет свои собственные железнодорожные от препятствий сторону скольжения, как показано на рисунке 1-3.

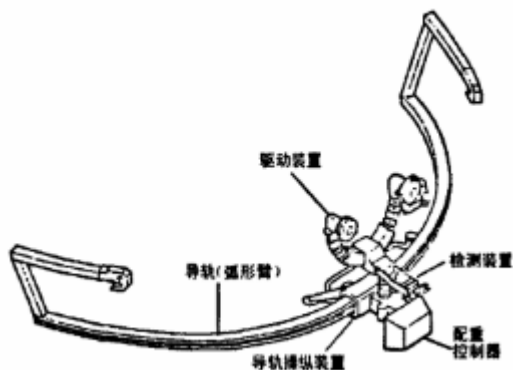
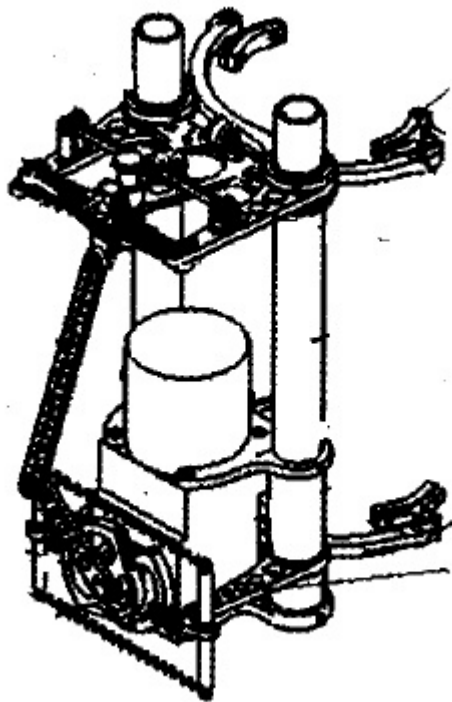
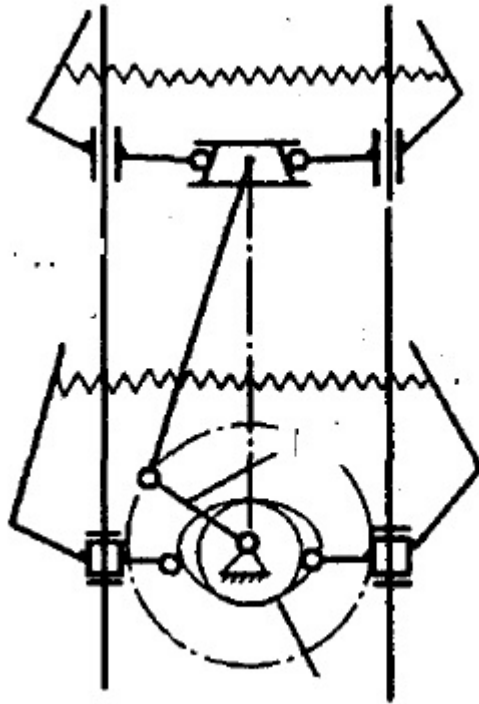


Рис.1.3.

## **2. Принцип движения робота-монтажника**

В оставшейся части работы рассматривается конкретная конструкция бионического робота. Речь идёт о роботе-монтажнике, который может взбираться на столбы линий электропередач и выполнять несложные электротехнические работы.

При проектировании конструкцию мобильного робота следует сначала рассмотреть функции, выполняемые данным роботом, поскольку при различном выборе целей и механизмы мобильного робота должны быть разными. Кроме этого, еще надо рассматриваться рабочую среду робота, прочность, устойчивость, маневренность, управляемость, сложность, размер и себестоимость продукции .



Этот бионический робот использует для реализации поступательного движения рабочего органа конструкцию обычного кривошипно-ползунного механизма. Вообще говоря

возвратно-поступательное движение реализуется с помощью целого ряда структур (например, зубчатой рейки, кривошипно-ползунного механизма или спиральной структуры, содержащей винт). Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки.

Как показано на рис. 1.4, движение кривошипно-ползунного механизма можно разделить на следующие пять операций .

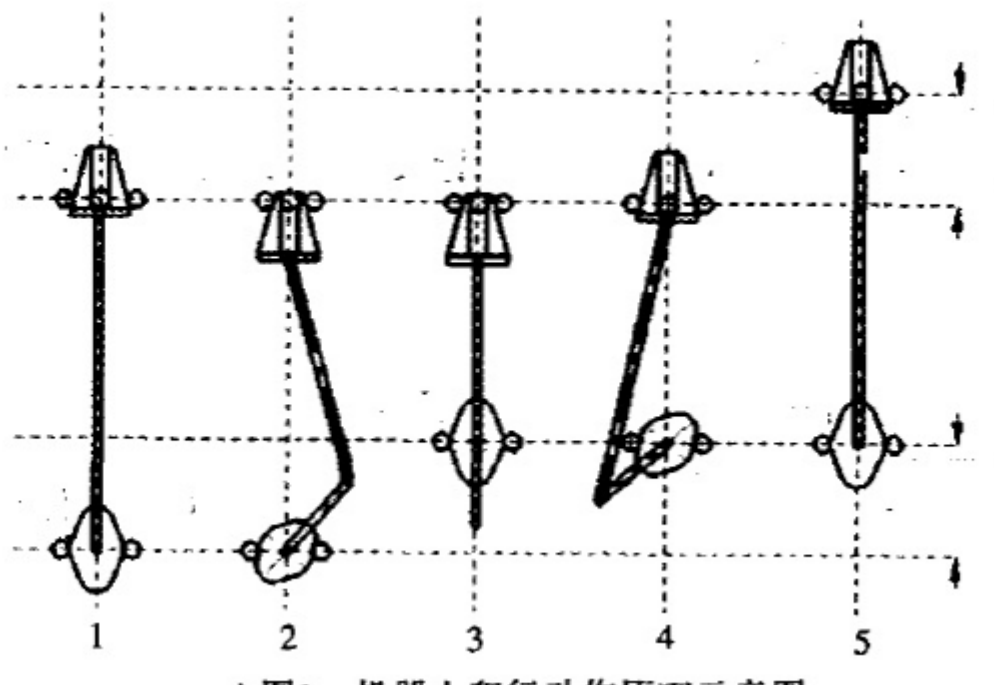


Рис. 1.4. Пять операций

- 1) В исходном состоянии, нижний манипулятор активизирует, а верхний манипулятор свободно.
- 2) При вращении мотор, кривошипно и жестко связанный с кривошипном кулачковый диск вращаются одновременно

по часовой стрелке. В то же время, шатуны и жестко скрепленный с шатунами кулачок перемещаются вниз и верхний манипулятор отпускается. И одновременно верхняя мобильная камера движется через воздушные и верхний манипулятор активизируется. Робот находится в состоянии 2.

- 3) Двигатель вращается дальше и при активизировании верхнего манипулятора и отпуске нижнего, робот поднимается под действием реакции мотора. Когда кривошип и шатун перекрываются, нижняя часть поднимается до предела позиции. Это состояние 3.
- 4) Мотор вращается дальше и нижний дисковый кулачок вращается через вернутый угол. Нижний манипулятор активизируется и в то же время, верхний мобильная камера вращается через воздушный транспортер, и верхний манипулятор отпускается. Робот в состоянии 4 .
- 5) При вращении мотора робот поднимается дальше и когда кривошип и шатун перекрываются и робот верхняя часть двигается до предела позиции. Состоянии 5 .



Как было показано на рисунке, робот совершает один шаг подъёма при обороте мотора. Повторяя перечисленные выше пять операций, можно получить точное движение робота с координацией взаимодействия между манипуляторами .

### 3. Математическое моделирование движения робота-монтажника

Принцип движения кривошипно-ползунного механизма показан на рисунке 1-5. Эта система преобразует вращательное движение кривошипа в поступательное движение ползуна. Рукотки длиной  $r$ , стержень длиной  $l$ . Угловая скорость  $\omega$ .

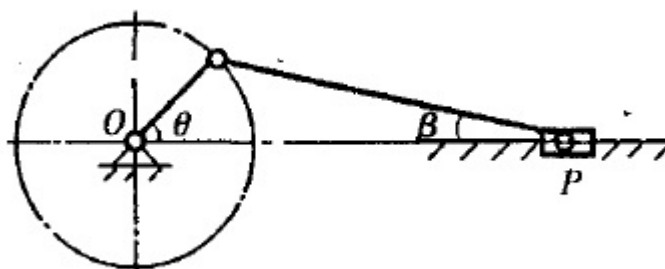


Рис. 1.5. Кривошипно-ползунный механизм

Пусть точка O начало координата, P имеет компонент x в оси X. Так мы можем обозначать перемещение точки P через x и с помощью геометрических соображений получаем :

$$x = r \cos \theta + l \sqrt{1 - \left(\frac{r}{l}\right)^2 \sin^2 \theta} \quad (1)$$

Из-того, что  $\theta = \omega t$  мы получим скорость и ускорение на следующий вид

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = \omega \frac{dx}{d\theta} = -\omega r \sin \theta \left[ 1 + \frac{r \cos \theta}{\sqrt{l^2 - r^2 \sin^2 \theta}} \right] \quad (2)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \omega \frac{dv}{d\theta} = \frac{-\omega^2 r [\cos \theta + r(l^2 \cos 2\theta + r^2 \sin^4 \theta)]}{(l^2 - r^2 \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \quad (3)$$

И очевидно, что  $l \sin \beta = r \sin \theta$

То получим соотношение между углами

$$\beta = \arcsin \left[ \frac{r}{l} \sin \theta \right] \quad (4)$$

Продифференцируем по времени дважды от уравнений (3) (4)

$$\frac{d^2 \beta}{dt^2} = \frac{-r\omega^2 \sin \theta (l^2 - r^2)}{(l^2 - r^2 \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \quad (5)$$

Уравнение (3)(5) столько сложно, что не удобно решить. Так как в уравнении (1)  $\frac{r^2}{l^2} \ll 1$  мы можем получить приближенное

вид с помощью соотношения  $(1 + \varepsilon)^a \approx 1 + a\varepsilon + \dots, |\varepsilon| < 1,$

$$x_1 = r \cos \theta + l \left[ 1 - \left( \frac{r^2}{2l^2} \right) \sin^2 \theta \right] \quad (6)$$

И у нас есть приближенная скорость и приближенное ускорение.

$$v_1 = \frac{dx_1}{dt} = \frac{dx_1}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = -\omega r (\sin \theta + \frac{r}{2l} \sin 2\theta) \quad (7)$$

$$a_1 = \frac{dv_1}{dt} = -\omega^2 r (\cos \theta + \frac{r}{l} \cos 2\theta) \quad (8)$$

Отношения перемещения, скорость, ускорения от времени поставлены на рисунке 1-6, 1-7, 1-8 соответственно.

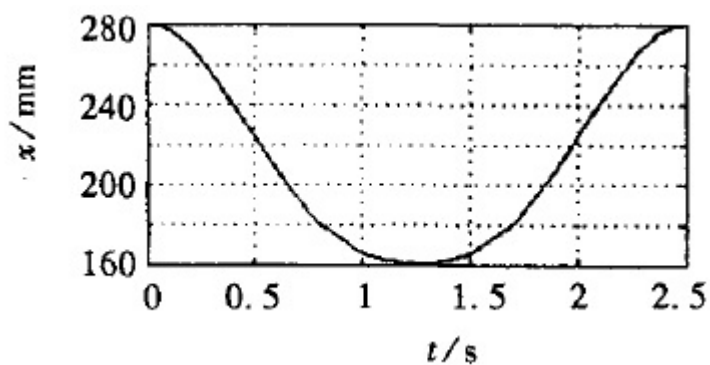


Рис. 1.6. отношение перемещения от времени

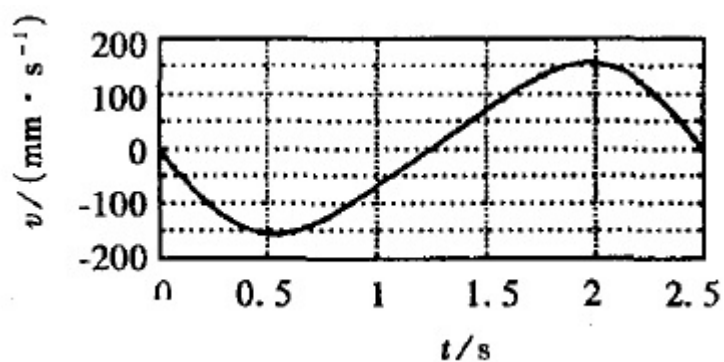


Рис. 1.7. отношение скорости от времени

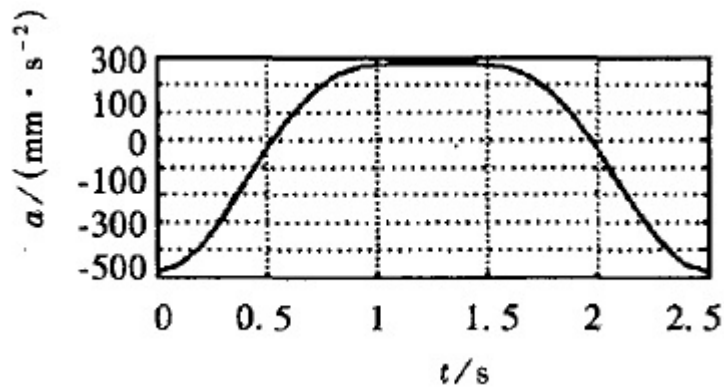


Рис. 1.8. отношение ускорения от времени

В отношении угол мы можем использовать формула

Маклафлина разложить на степенный ряд.  $\arcsin \varepsilon = \varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{6} + \dots$ ,

И получим приближенный математический модель по углу

$$\beta = \frac{r}{l} \sin \theta$$

Угловое ускорение на следующий вид показано

$$\frac{d\beta}{dt} = \omega \frac{r}{l} \cos \theta \quad (9)$$

$$\frac{d^2\beta}{dt^2} = -\omega^2 \frac{r}{l} \sin \theta \quad (10)$$

Связь между скорость угла  $\beta$  и времени представлены на рисунке 1-9, и на рисунке 1-10 показана соотношение ускорение угла  $\beta$ .

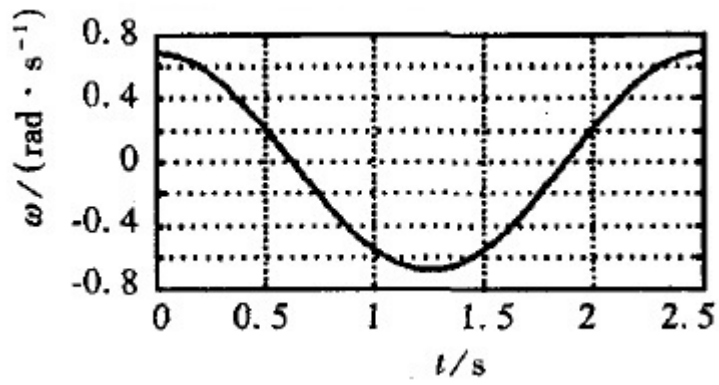


Рис. 1.9. соотношение угловой скорости  $\beta$  от времени

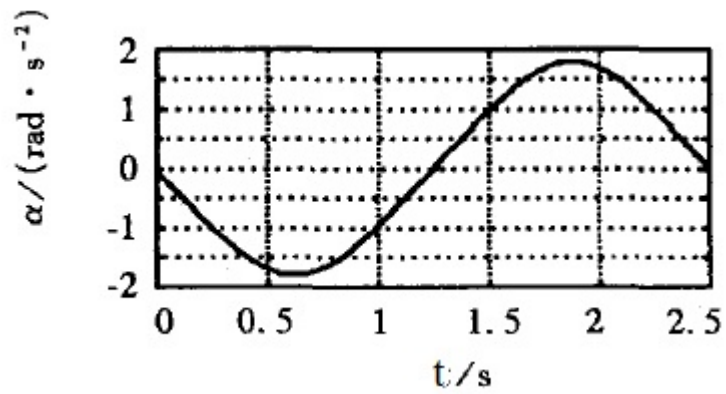


Рис. 1.10. соотношение угловой ускорения  $\beta$  от времени

## Список литературы

1. Xu Sheng, Zhang Libin, Yang Qinghua. Pneumatic peristaltic pole climbing robot. Mechanical Engineering Division, 2004 (3).
2. Zhao Song. The modern mechanical innovation and product analysis and design. Beijing: Machinery Industry Press, 2000.
3. Wangyong Zhen, Shen Jian, Tan Snickers. Spherical wall-crawling robot kinematics analysis and Simulation . Mechatronics, 2001 (5).
4. Xiaoguang, Chen Mingsen, the Zhang Qing. Column Cleaning Robot . China Patent 00810046602.5.
5. Guido La Rosa, Michele Messina, Giovanni Muscato, R Sinatra. A Low -cost Lightweight Climbing Rorbot for the Inspection of Vertical Surfaces. Meehatronies ,2002,12:71-96.
6. Yu Shengwei, Yah Wenjun, Design of Low-level Motion Controller for a two-Wheel Mobile Mini. robot . Mechanical & Electrical Engineering Magazine, 2006,23 (9) :38-40, 46.
7. Xu Sheng, Zhang Libin, Yang Qinghua, et al. Pneumatic peristaltic pole climbing robot [J]. Mechanical Engineers, 2004. (3) :2-3
8. Yang Cun Zhi. Of climbing pole (rope) Robot . The mechatronic 2003. (4) :1-3
9. Chen Junlong, Mei-Qin Zhang, Sheng Gang The climbing pole relay control machine aXp. Electrical and Mechanical Engineering, 2005.22 (9): 14Fusheng, places Hyo Qing Shen Xiao Qin, et al.
10. Zhao Song years. The modern mechanical innovation and product analysis and design . Beijing: Mechanical Industry Press,2000.1:1-3
11. А. И. Кобрин , К.В. Панкратьева . Колебания. Управление. Устойчивость. МЭИ Москва 1994
12. А . П. Маркеев . Теоретическая механика РХД москва Ижевск 2001
13. И. М. Михайлович . К. К. Сергеевич . С.Ю.Сергеевич . Теория Колебания . Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана 2001
14. Ф. Л. Черноусько УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ МНОГОЗВЕННИКОВ НА ШЕРОХОВАТОЙ ПЛОСКОСТИ
15. A pneumatic pole climbing robot jack. China Patent, 200620088771.1
16. Осадченко Н.В., Абдельрахман А.М.З. Компьютерное моделирование движения мобильного ползающего робота // Вестник МЭИ. 2008. № 5. С. 131-136.
17. Осадченко Н.В., Абдельрахман А.М.З. Моделирование движения робота, ползающего по гладкой поверхности // Вестник МЭИ. 2010. № 3. С. 28-36.