

В. А. Ксендзов

**ВВЕДЕНИЕ В МЕХАНИКУ
МАШИН И МЕХАНИЗМОВ
С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМИ
ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ**

Москва 2009

УДК 531 (075.8) 621.01 631.3

ББК 40.72-01

Рецензенты:

Заслуженный деятель науки и техники РФ доктор технических наук

профессор ОАО ВИСХОМ им. В. П. Горячкина

Панов И. М.

Почетный работник высшего профессионального образования заведующий
кафедрой «Эксплуатация машинно-тракторного парка» Рязанской Государ-
ственной сельскохозяйственной академии им. П. А. Костычева

доктор технических наук профессор

Бышов Н. В.

Ксендзов В. А.

Введение в механику машин и механизмов с запаздывающими
обратными связями – Рязань, 2009. - 200 с.

В монографии излагаются основы механики почво- и грунтообрабатывающих машин, имеющих опоры, расположенные за рабочими органами. Изложены кинематика и динамика наиболее простых моделей таких машин в детерминированном и статистических аспектах.

Монография предназначена для научных работников НИИ сельскохозяйственного, дорожно-строительного и мелиоративного профиля, работников КБ, а также преподавателей и студентов соответствующих вузов.

ISBN 5 – 98660 – 013 – 4

© В.А. Ксендзов, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ.....	5
---	----------

ГЛАВА 1. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МАШИН С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ.....	15
---	-----------

1. 1 Плоская кинематическая модель машины с положительной запаздывающей обратной связью (п. з. о. с.).....	15
Уравнения движения и передаточные функции.....	15
1.2 Переходные процессы машины с п. з. о. с.	20
1.3 Частотные свойства машины с п. з. о. с.	26
1.4 Копирование машиной с п. з. о. с. профиля в виде случайной стационарной функции.....	30
1.5 Кинематика машин с отрицательными запаздывающими обратными связями (о.з.о.с.).....	36
1.6 Кинематика пространственной модели машины с положительной запаздывающей обратной связью.....	50

ГЛАВА 2. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МАШИН С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ.....	59
---	-----------

2.1 Плоская модель машины с одной степенью свободы и положительной запаздывающей обратной связью (п. з. о. с.).....	59
2.2 Дифференциальное уравнение движения машины с п. з. о. с.	65
2.3 Линейная модель машины с положительной запаздывающей обратной связью.....	69
2.4 Решение дифференциального уравнения движения машины при постоянном возмущающем воздействии.....	74
2.5 Программа решения дифференциально-разностного уравнения.....	95
2.6 Свободные движения машины как материальной точки, охваченной п. з. о. с.	99
2.7 Переходные процессы машины с п. з. о. с.	101

2.8 Частотные свойства машин с положительными запаздывающими обратными связями.....	108
2.9 Устойчивость движения машин с положительными запаздывающими обратными связями.....	128
2.10 Случай малого времени запаздывания.....	135
2.11 Элементы статистической динамики машин с запаздывающими обратными связями.....	141
2.12 Учет вязкого трения в упругой опоре.....	147
2.13 Нелинейная динамическая модель машины с положительной запаздывающей обратной связью	158

ГЛАВА 3. ДИНАМИКА МАШИН КАК СИСТЕМ С ФОРМИРУЕМЫМ ТИПОМ СВЯЗИ.....163

3.1 Формирование связей машиной.....	163
3.2 Дифференциальное уравнение движения машины с формируемым типом связи и его решение методом последовательного интегрирования (методом шагов).....	165
3.3 Описание движения машины дифференциально-разностным уравнением нейтрального типа.....	172
3.4 Общее решение уравнения движения.....	179
3.5 Определение корней характеристического уравнения.....	181
3.6. Расчет переходного процесса	182
3.7 Частотные свойства модели и ее устойчивость.....	185
ЛИТЕРАТУРА.....	191

ВВЕДЕНИЕ

МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМИ ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ

Среди почвообрабатывающих, посевных и других машин, орудий и отдельных механизмов сельскохозяйственного назначения, а также мелиоративных и строительно-дорожных для земляных работ имеются такие, у которых различного вида опоры (колеса, катки, лыжи, пяты и тому подобное) расположены за рабочими органами и перемещаются по поверхностям, создаваемым этими рабочими органами во время выполнения технологических процессов (рис.1). К таким машинам среди сельскохозяйственных отно-

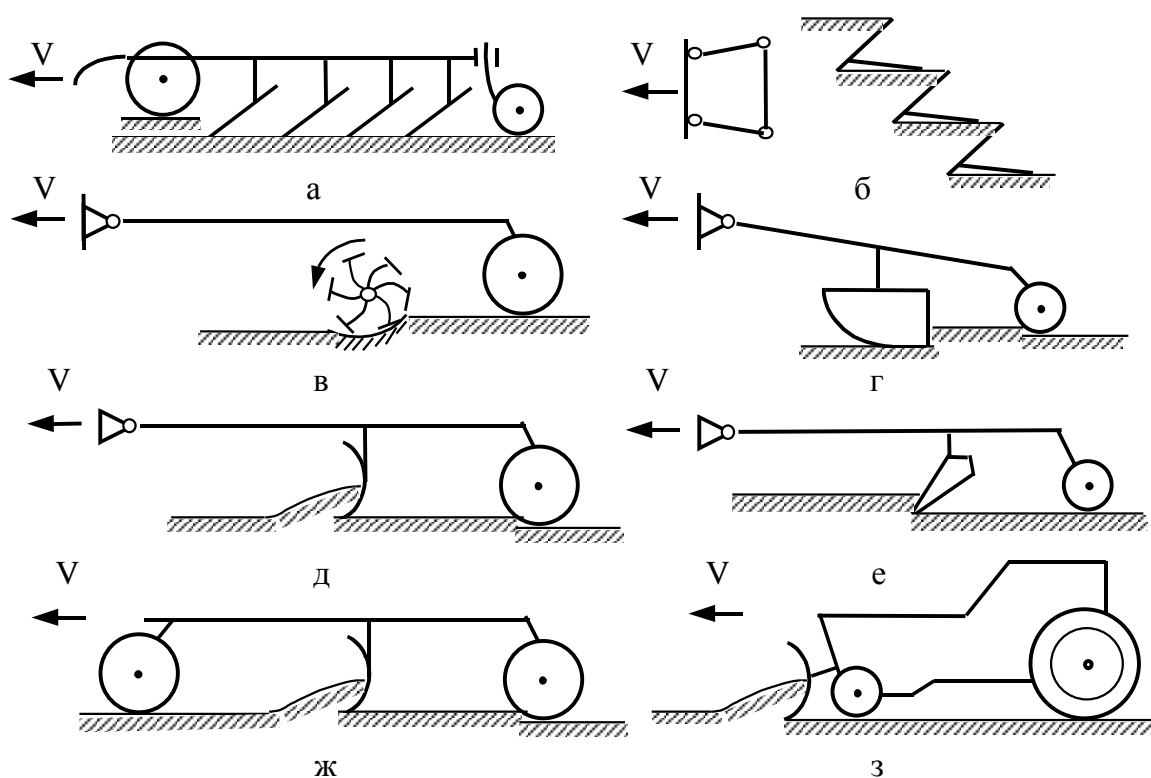


Рисунок 1 – Машины и механизмы с запаздывающими обратными связями.

сятся лемешно-отвальные плуги, имеющие задние борздные колеса, перемещающиеся по дну борозд, образуемых лемехом идущего впереди корпуса (рис. 1а); лемешно-овальные плуги, рассматриваемые в горизонтальной плоскости, полевые доски корпусов которых скользят по стенкам борозд, образуемых их полевыми обрезами (рис. 1б); фрезерные и комбинированные агрегаты, имеющие опорные прикатывающие катки, расположенные за фрезбарабаном