

№ 2832

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Горный институт

Кафедра энергетики и эффективности горной промышленности

А.К. Малиновский

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ГОРНЫХ МАШИН И УСТАНОВОК

Практикум

Рекомендовано редакционно-издательским советом



Москва 2017

УДК 681.5:622.647
М18

Рецензент
канд. техн. наук, доц. *Ю.Е. Бабичев*

Малиновский А.К.
М18 Автоматизированный электропривод горных машин и установок: практикум / А.К. Малиновский. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. – 156 с.

ISBN 978-5-906846-29-7

Содержит изложение практических занятий, посвящённых решению задач по определению параметров эквивалентных расчётных схем электропривода, по приведению статических моментов и сил сопротивления, моментов инерции и масс, жёсткостей к валу двигателя или рабочей машины, расчёту механических и электромеханических характеристик машин постоянного и переменного тока при различных режимах работы, расчёту переходных процессов в электроприводе.

Предназначен для студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Электрификация и автоматизация горного производства».

УДК 681.5:622.647

ISBN 978-5-906846-29-7

© А.К. Малиновский, 2017
© НИТУ «МИСиС», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Режимы работы электрической машины	5
2. Механические характеристики рабочих машин и механизмов.....	11
3. Написание уравнения электрического равновесия	15
4. Статическая устойчивость электропривода.....	21
5. Эквивалентные расчётные схемы электропривода	29
6. Естественные и искусственные механические характеристики электрических машин	39
7. Написание уравнения электрического равновесия	47
8. Режимы работы электродвигателей.....	51
9. Расчёт и построение графиков механического переходного процесса	76
10. Механический переходный процесс при изменении параметров электропривода	80
11. Механический переходный процесс при изменении нагрузки на валу электрической машины	109
12. Написание дифференциальных уравнений в операторной форме.....	135
13. Написание передаточной функции	139
14. Составление структурных схем	143
15. Схемы управления электроприводом.....	147
Библиографический список.....	156

ВВЕДЕНИЕ

В связи с бурным развитием науки и техники студенты за ограниченное время обучения должны изучить и закрепить большое количество информации по каждому предмету.

Для подготовки инженеров высокой квалификации постоянно совершенствуется учебный процесс, повышается эффективность лекций, упражнений, лабораторных занятий, широко используются для обучения и контроля знаний студентов обучающие и контролирующие машины, создавая тем самым условия, при которых студент вынужден работать самостоятельно над изучением дисциплины.

Основой глубоких и прочных знаний является систематическая самостоятельная и равномерная работа в течение всего семестра и не заучивание, как стихотворений, законов, формул и т.п., а активное их применение к анализу и решению практических задач. Термин «студент знает» означает умение не только пересказать то, что студент услышал на лекциях или узнал из учебников, но и применить теорию к решению и анализу практических инженерных задач.

Выявить знания можно только с помощью вопросов и задач, в которых отражена теория и практика данного предмета.

При составлении данного практикума автор стремился в вопросах и задачах с практическим инженерным содержанием отразить теорию, принцип действия, характеристики электрических машин, участвующих в составе электропривода, описываемых в дисциплинах «Электрический привод» и «Теория электропривода».

Задачи и вопросы практикума составлены таким образом, что для их решения и проверки результатов преподавателю не требуется много времени. Это позволяет осуществлять систематический контроль работы студентов в течение всего времени изучения дисциплины.

1. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

Задача 1.1. В каком квадранте или квадрантах (ω , M) (рис. 1.1) изображается механическая характеристика электрической машины, работающей:

- а) в двигательном режиме;
- б) в режиме динамического торможения;
- в) в режиме противовключения;
- г) в генераторном режиме с отдачей энергии в сеть.

Задача 1.2. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.2?

Задача 1.3. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.3?

Задача 1.4. Асинхронная машина работает в точке 1, расположенной на её механической характеристике (рис. 1.4). Какому режиму соответствует эта точка?

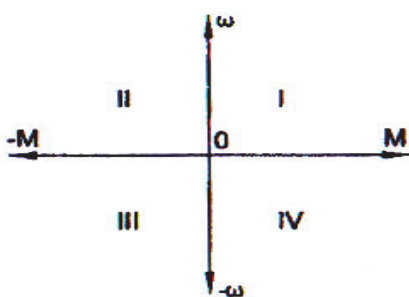


Рис. 1.1

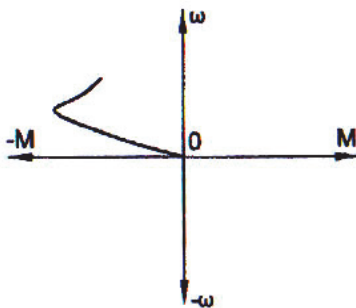


Рис. 1.2

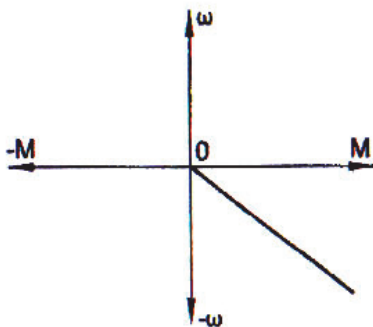


Рис. 1.3

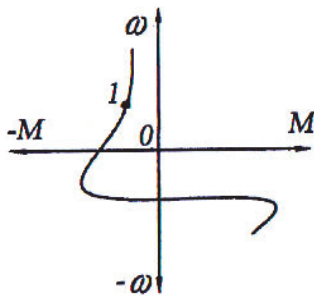


Рис. 1.4

Задача 1.5. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.5?

Задача 1.6. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.6?

Задача 1.7. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.7?

Задача 1.8. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.8?

Задача 1.9. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.9?

Задача 1.10. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.10?

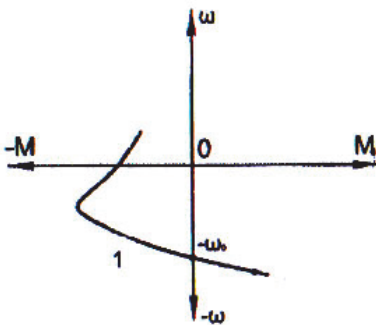


Рис. 1.5

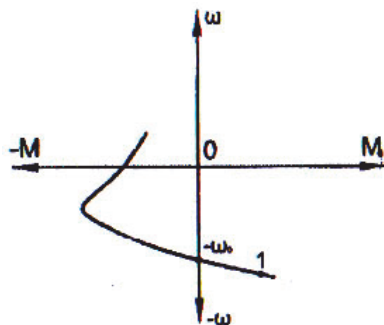


Рис. 1.6

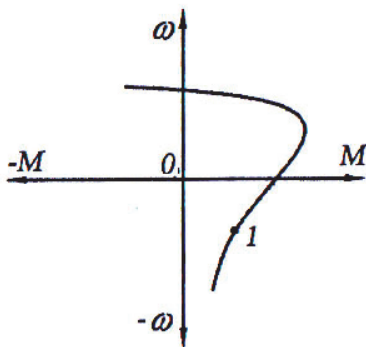


Рис. 1.7

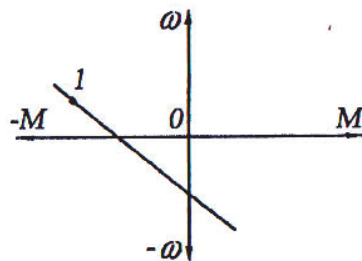


Рис. 1.8

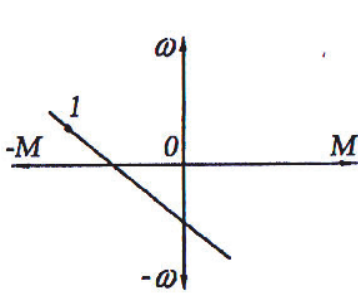


Рис. 1.9

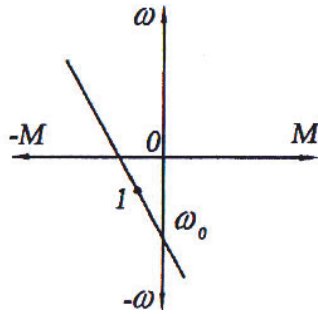


Рис. 1.10

Задача 1.11. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.11?

Задача 1.12. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.12?

Задача 1.13. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.13?

Задача 1.14. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.14?

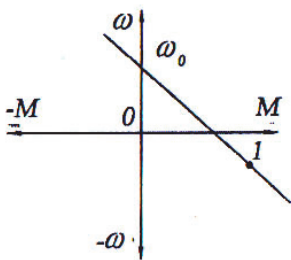


Рис. 1.11

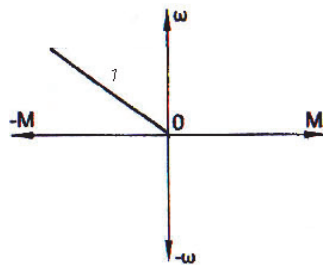


Рис. 1.12

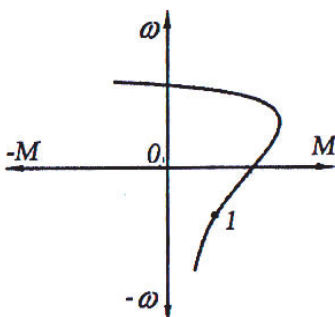


Рис. 1.13

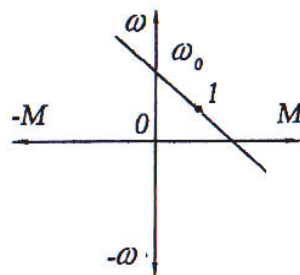


Рис. 1.14

Задача 1.15. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.15?

Задача 1.16. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.16?

Задача 1.17. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.17?

Задача 1.18. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.18?

Задача 1.19. В каком режиме работает электрическая машина, механическая характеристика которой изображена на рис. 1.19?

Задача 1.20. Как распределяется энергия, если электрическая машина работает в точке 1 (рис. 1.20)?

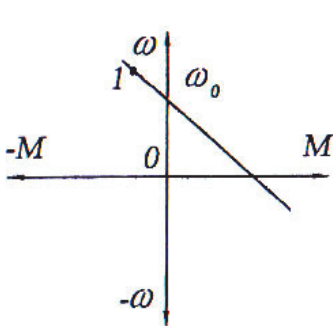


Рис. 1.15

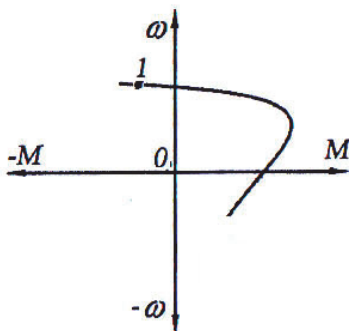


Рис. 1.16

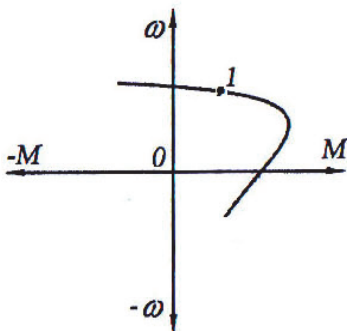


Рис. 1.17

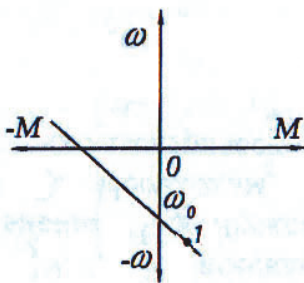


Рис. 1.18

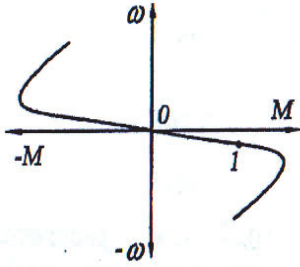


Рис. 1.19

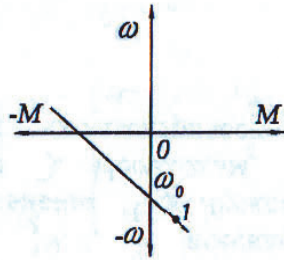


Рис. 1.20

Задача 1.21. Как распределяется энергия, если электрическая машина работает в точке I (рис. 1.21)?

Задача 1.22. Как распределяется энергия, если электрическая машина работает в точке I (рис. 1.22)?

Задача 1.23. Как распределяется энергия, если электрическая машина работает в точке I (рис. 1.23)?

Задача 1.24. Как распределяется энергия, если электрическая машина работает в точке I (рис. 1.24)?

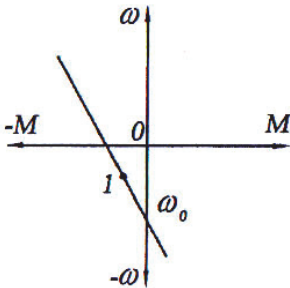


Рис. 1.21

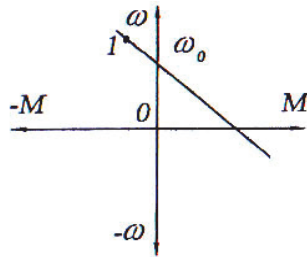


Рис. 1.22

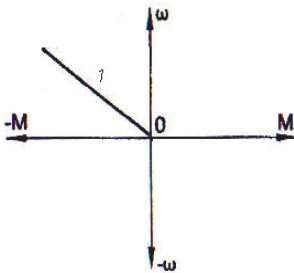


Рис. 1.23

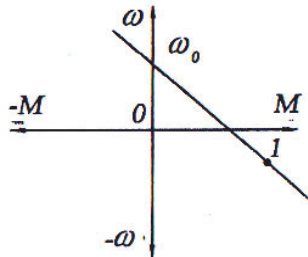


Рис. 1.24

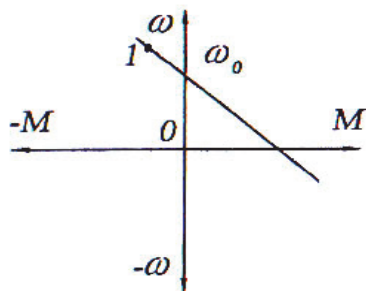


Рис. 1.25

Задача 1.25. Как распределяется энергия, если электрическая машина работает в точке I (рис. 1.25)?

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧИХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Задача 2.1. На рис. 2.1 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

Задача 2.2. Какой нагрузке соответствует характеристика $\omega = f(M_c)$, показанная на рис. 2.2?

Задача 2.3. На рис. 2.3 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

Задача 2.4. На рис. 2.4 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

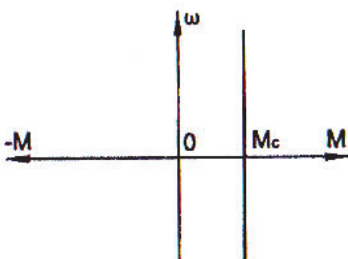


Рис. 2.1

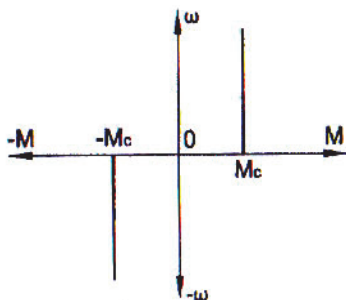


Рис. 2.2

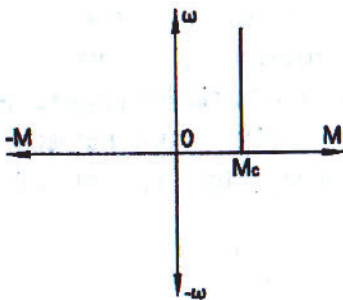


Рис. 2.3

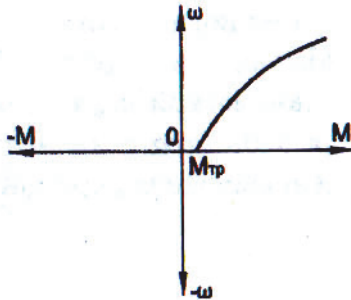


Рис. 2.4

Задача 2.5. На рис. 2.5 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

Задача 2.6. На рис. 2.6 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

Задача 2.7. На рис. 2.7 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

Задача 2.8. На рис. 2.8 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

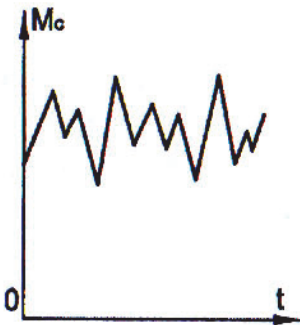


Рис. 2.5

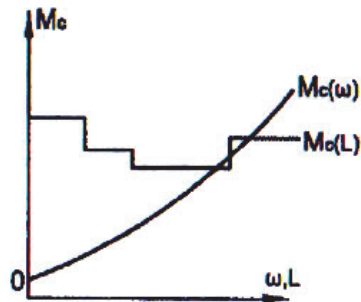


Рис. 2.6

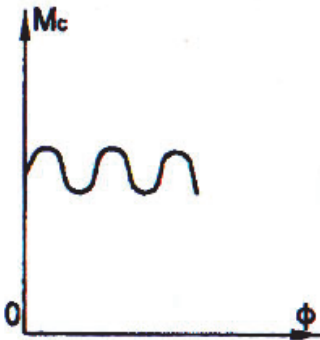


Рис. 2.7

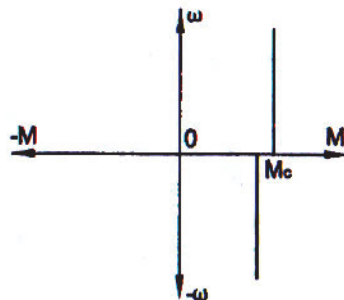


Рис. 2.8

Задача 2.11. Какому типу нагрузки соответствует характеристика $\omega = f(M_c)$, изображённая на рис. 2.11?

Задача 2.12. Изобразите механическую характеристику вентилятора.

Задача 2.13. Изобразите механическую характеристику подъёмного механизма.

Задача 2.14. Изобразите механическую характеристику механизма резания токарного станка.

Задача 2.9. На рис. 2.9 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

Задача 2.10. На рис. 2.10 изображена механическая характеристика. Какому рабочему механизму или рабочей машине принадлежит эта характеристика?

Задача 2.15. Изобразите механическую характеристику бурильного станка.

Задача 2.16. Изобразите характеристику $\omega = f(M_c)$ для нагрузки типа сухого трения.

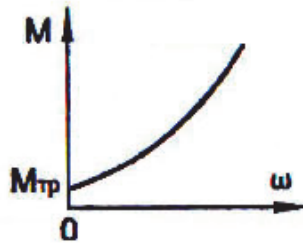
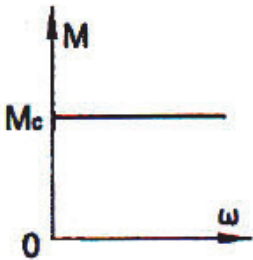


Рис. 2.9 Рис. 2.10

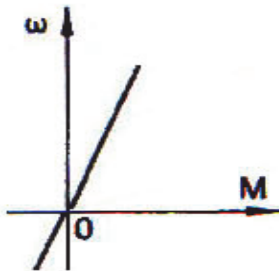


Рис. 2.11

Задача 2.17. Изобразите характеристику $\omega = f(M_c)$ для нагрузки типа вязкого трения.

Задача 2.18. Изобразите механическую характеристику механизма тяги экскаватора-драглайна.

Задача 2.19. Изобразите механическую характеристику поршневого насоса.

Задача 2.20. Изобразите характеристику $M_c = f(\phi)$ кривошипно-шатунного механизма.

Задача 2.21. Изобразите характеристику подъёмной машины с барабанами переменного радиуса навивки.

Задача 2.22. Изобразите характеристику опрокидывателя.

Задача 2.23. Изобразите характеристику ленточного конвейера с постоянной нагрузкой.

Задача 2.24. Изобразите механическую характеристику центробежного насоса.

Задача 2.25. Изобразите механическую характеристику $M_c = f(\omega, L)$ для электрического транспорта на шахтах.

3. НАПИСАНИЕ УРАВНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Задача 3.1. Электрическая машина работает в точке I , расположенной на её механической характеристике (рис. 3.1). Необходимо для этой точки написать уравнение электрического равновесия.

Задача 3.2. Электрическая машина работает в точке I , расположенной на её механической характеристике (рис. 3.2). Необходимо для этой точки написать уравнение электрического равновесия.

Задача 3.3. Электрическая машина работает в точке I , расположенной на её механической характеристике (рис. 3.3). Необходимо для этой точки написать уравнение электрического равновесия.

Задача 3.4. Электрическая машина работает в точке I , расположенной на её механической характеристике (рис. 3.4). Необходимо для этой точки написать уравнение электрического равновесия.

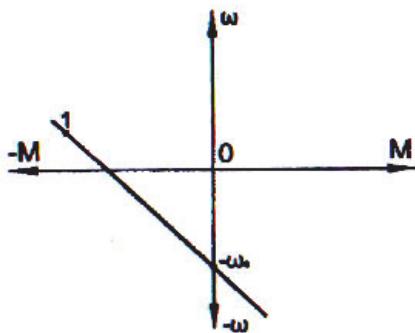


Рис. 3.1

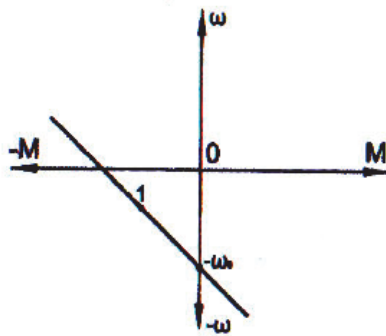


Рис. 3.2

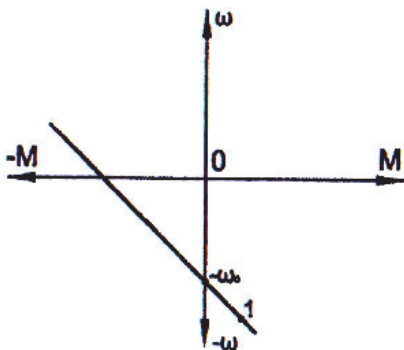


Рис. 3.3

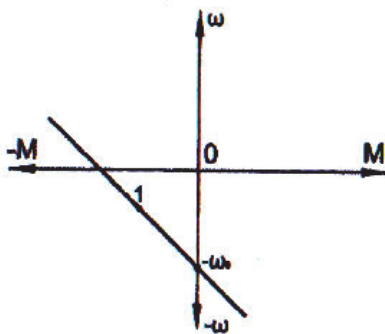


Рис. 3.4