

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ – СПЕЦИАЛИТЕТ

серия основана в 1996 г.



А.С. МАЗНЕВ  
М.Ю. ИЗВАРИН  
А.М. ЕВСТАФЬЕВ

# ДИНАМИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Рекомендовано

Учебно-методическим объединением  
по образованию в области железнодорожного транспорта  
и транспортного строительства в качестве учебного пособия  
для студентов вузов железнодорожного транспорта

Электронно-  
Библиотечная  
Система  
[znaniум.com](http://znanium.com)

Москва  
ИНФРА-М  
2023

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<i>Введение .....</i>	3
<i>Глава 1. Рессорное подвешивание .....</i>	4
1.1. Назначение рессорного подвешивания и его основные элементы .....	4
1.2. Основные параметры рессорного подвешивания .....	6
1.3. Жесткость рессорного подвешивания и его прогиб .....	7
1.4. Действительные и эквивалентные точки подвешивания.....	10
1.5. Эквивалентная жесткость систем .....	15
1.6. Центр упругости рессорного подвешивания .....	26
<i>Глава 2. Колебания электрического подвижного состава .....</i>	33
2.1. Виды колебаний и их взаимосвязь .....	33
2.2. Возбудители колебаний .....	34
2.3. Свободные вертикальные колебания экипажа с одноярусным рессорным подвешиванием .....	38
2.4. Вынужденные вертикальные колебания экипажа с одноярусным рессорным подвешиванием .....	41
2.5. Резонанс колебаний .....	43
2.6. Свободные вертикальные колебания системы с двумя степенями свободы .....	47
2.7. Главные и парциальные частоты колебаний экипажа с двухъярусным рессорным подвешиванием .....	50
2.8. Главные колебания и их формы .....	52
2.9. Свободные колебания галопирования .....	53
2.10. Свободные колебания боковой качки .....	55
2.11. Свободные колебания виляния .....	56
2.12. Извилистое движение колесных пар и боковая качка экипажа .....	60
2.13. Гашение колебаний. Вертикальные колебания ЭПС с учетом сил сопротивления в системе рессорного подвешивания.....	62
2.14. Типы гасителей колебаний, применяемых на отечественном ЭПС .....	63
2.15. Свободные вертикальные колебания системы с одной степенью свободы с учетом силы сопротивления .....	64
2.16. Основное условие выбора необходимой силы сопротивления гасителя колебаний в системе рессорного подвешивания .....	65
2.17. Выбор величины установившейся амплитуды колебаний в резонансном режиме .....	66

2.18. Увеличение амплитуды вертикальных колебаний за один период в резонансном режиме под действием периодической возмущающей силы .....	68
2.19. Уменьшение амплитуды колебаний под действием силы сопротивления за один период при работе в резонансном режиме .....	70
2.20. Основное условие обеспечения устойчивого колебательного процесса в режиме резонанса .....	71
2.21. Работа возмущающей силы за один период колебаний в резонансном режиме .....	71
2.22. Работа силы сопротивления за один период колебаний в резонансном режиме .....	73
2.23. Коэффициент сопротивления гидравлического гасителя колебаний .....	74
<b>Глава 3. Движение электрического подвижного состава в кривых .....</b>	<b>75</b>
3.1. Общие положения .....	75
3.2. Основные параметры колесной пары и рельсового пути, определяющие их взаимное расположение .....	75
3.3. Основные факторы, затрудняющие движение экипажа в кривой, и способы их устранения .....	77
3.4. Изображение положения экипажа в кривой .....	79
3.5. Максимальная база экипажа .....	80
3.6. Положения экипажа при его движении в кривой .....	81
3.7. Понятие о центре поворота экипажа при его движении по кривой .....	82
3.8. Эллиптический способ исследования статического вписывания ЭПС в кривую .....	85
3.9. Определение направляющего усилия, действующего на набегающую колесную пару .....	90
3.10. Определение скорости начала хордового положения экипажа .....	92
3.11. Определение максимальной скорости наибольшего перекоса .....	94
3.12. Сила, действующая на заднюю колесную пару при наибольшем перекосе .....	96
3.13. Безопасность движения экипажа в кривой .....	98
3.14. «Всползание» направляющего колеса на поверхность головки внешнего рельса .....	99
3.15. Уравнение вертикального равновесия колеса под действием приложенных сил .....	100

3.16. Сход экипажа с рельсов из-за бокового отжатия внешнего рельса .....	102
3.17. Опрокидывание экипажей в кривых .....	103
3.18. Системы наклона кузова .....	108
3.19. Динамика взаимодействия экипажа и пути .....	113
<b>Глава 4. Динамика тягового привода электрического подвижного состава .....</b>	<b>126</b>
4.1. Общие сведения о тяговом приводе .....	126
4.2. Силы, возникающие в приводе I класса при работе тягового двигателя .....	128
4.3. Динамика привода I класса .....	132
4.4. Силы, возникающие при работе тягового привода II класса .....	140
4.5. Динамика тягового привода II класса без учета вертикального перемещения подпрессоренных масс тележки .....	144
4.6. Динамика тягового привода II класса с учетом вертикальных перемещений рамы тележки .....	153
4.7. Силы, возникающие при работе тягового привода III класса .....	159
4.8. Передаточное число и передаточное отношение тягового привода .....	162
4.9. Степень совершенства тягового привода II класса по передаточному отношению .....	166
<b>Глава 5. Использование сцепного веса электрического подвижного состава .....</b>	<b>169</b>
5.1. Разгрузка движущих колесных пар. Понятие о коэффициенте использования сцепного веса локомотива .....	169
5.2. Коэффициент использования сцепного веса локомотива.....	172
5.3. Коэффициент использования сцепного веса двухосного электровоза с опорно-осевым тяговым приводом .....	173
5.4. Применение метода внешних сил при расчете коэффициента использования сцепного веса локомотива .....	182
5.5. Четырехосный рамный электровоз .....	183
5.6. Коэффициент использования сцепного веса электровоза с несочлененными тележками .....	186
5.7. Электровоз с сочлененными тележками и его коэффициент использования сцепного веса .....	189
5.8. Разгрузка движущих колесных пар и коэффициент использования сцепного веса локомотивов со статически неопределенной системой рессорного подвешивания .....	192
5.9. Рамный четырехосный электровоз .....	192

5.10. Шестиосный электровоз со свободными тележками ....	196
5.11. Электровоз с сочлененными тележками .....	201
5.12. Рамный симметричный электровоз с поддерживающими колесными парами и тяговым приводом III класса .....	205
5.13. Боксование движущих колесных пар ЭПС .....	207
<b>Библиографический список .....</b>	<b>209</b>