

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра лесных машин и технологии лесозаготовок

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

**Программа, методические указания
и контрольные задания для студентов специальности
1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса»
специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование
лесной промышленности» заочной формы обучения**

Минск 2012

УДК 630*31(075.8)

ББК 43.904я75

О-75

Рассмотрены и рекомендованы редакционно-издательским советом университета

Составители:

С. Н. Пищов, А. Р. Гороновский, В. Н. Лой

Рецензент

кандидат технических наук,
заведующий кафедрой транспорта леса БГТУ, доцент

М. Т. Насковец

По тематическому плану изданий учебно-методической литературы университета на 2012 год. Поз. 199.

Для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» заочной формы обучения.

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2012

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Необходимым этапом подготовки инженера-механика по специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» является изучение дисциплины «Основы теории движения лесотранспортных машин», которая рассматривает процессы взаимодействия движителей колесных и гусеничных лесных машин с поверхностью движения.

Лесозаготовительная промышленность Республики Беларусь направлена на освоение лесосечного фонда, расположенного в различных почвенно-грунтовых условиях. Для повышения эффективности заготовки древесины на предприятиях применяется колесная и гусеничная техника различного назначения. Чтобы определить предпочтительный движитель лесных машин при работе в заданных природно-производственных условиях, необходимо уметь оценить показатели эксплуатационных свойств лесных машин с колесным, гусеничным и колесно-гусеничным (комбинированным) типами движителя. Поэтому глубокое изучение процессов взаимодействия движителей лесных машин с поверхностью движения является крайне необходимым для студентов высшего технического заведения лесного профиля.

Курс дисциплины «Основы теории движения лесотранспортных машин» изучается в 5-м и 6-м семестрах.

По курсу выполняется контрольная работа и сдается зачет.

К сдаче зачета по дисциплине «Основы теории движения лесотранспортных машин» в весеннюю сессию в 6-м семестре студент допускается при условии выполнения и защиты контрольной работы, а также сдачи отчета о практических занятиях.

Комплекс учебных занятий по дисциплине «Основы теории движения лесотранспортных машин» заключается в самостоятельной работе студентов по изучению материала, лекциях по основным вопросам дисциплины и практических занятиях. Для усвоения дисциплины студентам необходимо тщательно ознакомиться с разработанными методиками оценки показателей эксплуатационных свойств существующих и проектируемых лесных машин различного назначения. С этой целью программой курса предусмотрено проведение практических занятий с использованием разработанных методов и алгоритмов решения задач по обоснованию параметров проектируемой лесозаго-

товительной техники с учетом специфических условий эксплуатации и комплексной оценки основных показателей эксплуатационных свойств существующих машин.

Изучение рекомендуемой литературы должно производиться с обязательным конспектированием теоретических вопросов, расчетных методик, графического материала (тяговые и динамические характеристики, диаграммы и номограммы). После ознакомления с главой (разделом) подводится итог изучения материала и составляется представление о нем, его практическом и теоретическом значении.

Лекции по курсу являются обобщающими, в них рассматривается труднодоступный для студентов материал и последние достижения в области изучения методик оценки показателей эксплуатационных свойств лесотранспортных машин.

Практические занятия преследуют целью закрепление знаний, полученных во время самостоятельной работы и при прослушивании лекций по изучаемой дисциплине.

Студенту необходимо руководствоваться рабочей программой курса и настоящими методическими указаниями. Завершив проработку материалов одного раздела программы, следует ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в конце каждого раздела, и только после этого переходить к следующему. К выполнению контрольной работы можно приступать после изучения соответствующих разделов курса. Только такой порядок самостоятельной работы обеспечит получение глубоких знаний.

В случае возникновения затруднений при изучении дисциплины или выполнении контрольной работы следует обратиться на кафедру лесных машин и технологии лесозаготовок за консультацией.

Выполненную контрольную работу студент высылает в университет в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса.

В период лабораторно-экзаменационной сессии по отдельным темам курса, недостаточно освещенным в литературе, студентам читаются лекции, с ними проводятся практические занятия, на которых можно углубить знания по основам теории движения лесозаготовительных машин.

1. УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ КУРСА

Раздел 1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН. СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ. ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕСНЫХ МАШИН. ПРОХОДИМОСТЬ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

1.1. Эксплуатационные свойства тракторов и автомобилей. Основные показатели (измерители) эксплуатационных свойств. Тенденции их совершенствования. Внешние силы, действующие на лесотранспортную машину. Силы сопротивления движению. Сила сопротивления качению. Конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на ее величину. Физико-механические свойства пневматической шины. Деформация шины под воздействием различных нагрузок. Силы сопротивления подъему дороги, инерции, воздушного сопротивления; крюковая сила. Тяговая динамика. Уравнение тягового баланса. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателя. Коэффициенты приспособляемости и частоты вращения коленчатого вала. Регуляторная характеристика дизельного двигателя. Касательная сила тяги, ее образование и реализация. Тяговые и динамические характеристики. Тяговый КПД. Динамический фактор. Методы построения тяговых и динамических характеристик. Буксование и скольжение ведущего колеса. Потери энергии на буксование. Коэффициенты сцепления. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на сцепные качества колесной машины. Ограничение силы тяги по двигателю и по сцеплению движителя с грунтом. Нормальные реакции грунта на колеса трактора, тягача и автомобиля, их распределение по осям. Влияние нормальных реакций грунта на тягово-сцепные свойства и управляемость колесных машин. Особенности динамики колесной машины со всеми ведущими колесами. Циркуляция мощности, кинематическое несоответствие межосевого привода.

1.2. Проходимость. Опорные и геометрические параметры проходимости колесных и гусеничных систем. Методика расчета основных параметров проходимости. Проходимость по слабым почвам, грунтам и снегу. Влияние параметров движителя на колееобра-

зование. Мероприятия по улучшению проходимости лесосечных и лесотранспортных машин. Экологические требования к ходовым аппаратам.

Литература: [1–6].

Приступая к изучению дисциплины, необходимо ознакомиться с понятием эксплуатационные свойства лесных тракторов и автомобилей. Успешное освоение дисциплины базируется на глубоком знании основных показателей и измерителей эксплуатационных свойств лесотранспортных машин. Следует уделить внимание существующим тенденциям совершенствования конструкций лесотранспортных машин с целью повышения показателей эксплуатационных свойств.

При изучении вопросов теории движения особое внимание необходимо обратить на методику составления уравнения тягового и мощностного баланса с учетом внешних и частичных скоростных характеристик двигателя. Следует детально представлять процесс образования и реализации касательной силы тяги, уметь практически применять тяговые и динамические характеристики, определять тяговый КПД, динамический фактор. Необходимо владеть методами построения тяговых и динамических характеристик с учетом буксования и скольжения ведущего колеса или гусеницы; знать влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на сцепные качества колесной машины, коэффициенты сопротивления движению и сцепления.

Важными также являются вопросы влияния нормальных реакций грунта на тягово-сцепные свойства и управляемость колесных машин. Необходимо детально ознакомиться с особенностями динамики колесной машины со всеми ведущими колесами.

При изучении проходимости лесотранспортных машин необходимо знать опорные и геометрические параметры данного эксплуатационного свойства колесных и гусеничных систем. Требуется ознакомиться с существующими методиками расчета и оценки основных параметров проходимости по слабым почвам, грунтам и снегу, установить влияние параметров трансмиссии и движителя на колеобразование и другие показатели. Студент должен ознакомиться с мероприятиями по улучшению опорной и геометрической проходимости лесосечных и лесотранспортных машин, а также уделить внимание экологическим требованиям к ходовой части.

Контрольные вопросы

1. Какие свойства лесотранспортных машин называются эксплуатационными?
2. Показатели и измерители эксплуатационных свойств.
3. Влияние параметров шасси лесотранспортных машин на показатели эксплуатационных свойств.
4. Режимы качения колес лесотранспортных машин.
5. Понятие буксования движителя лесотранспортной машины.
6. Параметры движителя и почвогрунта, влияющие на величину касательной силы тяги.
7. Способы определения сил сопротивления движению и касательных сил тяги.
8. Скоростные, нагрузочные и регуляторные характеристики двигателей внутреннего сгорания.

Раздел 2. ТОПЛИВНАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН. УПРАВЛЯЕМОСТЬ И МАНЕВРЕННОСТЬ ЛЕСНЫХ МАШИН

2.1. Топливная экономичность. Показатели топливной экономичности лесных машин. Расход топлива при установившемся движении машины. Уравнение расхода топлива. Методы определения расхода топлива. Влияние эксплуатационных факторов на экономичность трактора, пути ее улучшения.

2.2. Управляемость лесных машин. Способы и кинематика поворота автомобиля. Боковой увод шин и его влияние на поворачиваемость и курсовую устойчивость колесных машин. Динамика поворота колесных машин. Поворачивающая сила, условие сохранения управляемости. Установка и стабилизация управляемых колес. Конструктивные и эксплуатационные факторы, влияющие на управляемость колес. Особенности поворота сочлененных машин. Основы теории поворота лесовозного автопоезда. Показатели маневренности. Поворот гусеничных машин. Результирующий момент сопротивления повороту. Поворачивающий момент. Силы тяги на отстающей и забегающей гусеницах. Нормальные реакции грунта на опорную часть гусеницы, эпюры давления. Зависимость тягово-сцепных свойств и проходимости гусеничной машины от эпюры давления. Условие реализации поворота по мощности двигателя и по сцеплению гусениц с грунтом.

Литература: [1, 3, 4, 6].

При изучении топливной экономичности лесотранспортных машин необходимо уделить особое внимание составлению уравнения расхода топлива. Изучить методы определения удельного и часового расходов топлива и установить влияние эксплуатационных факторов на топливную экономичность лесотранспортных машин, а также пути улучшения данного эксплуатационного свойства.

При изучении управляемости и маневренности лесных машин установить способы и кинематику поворота автомобиля и трактора. Определить влияние установки и стабилизации управляемых колес на управляемость машины. Обратить внимание на особенности поворота сочлененных машин и автопоездов. Установить зависимость тягово-сцепных свойств и проходимости гусеничной машины от эпюры давления с учетом выполнения условия реализации поворота по мощности двигателя и по сцеплению гусениц с грунтом. На высоком уровне нужно изучить конструктивные параметры машин и эксплуатационные факторы, влияющие на управляемость колес. Особое внимание следует уделить рассмотрению вопросов поворота шарнирно-сочлененных машин и лесовозных автопоездов, детальному изучению показателей их маневренности.

Контрольные вопросы

1. Показатели и измерители топливной экономичности.
2. Какие факторы влияют на топливную экономичность?
3. Теоретические и экспериментальные методы определения показателей топливной экономичности.
4. Составляющие, входящие в уравнение расхода топлива.
5. Мероприятия, направленные на улучшение топливной экономичности.
6. Параметры лесотранспортных машин, характеризующие ее поворот.
7. Какие силы действуют на лесотранспортную машину при ее движении на повороте?
8. Способы стабилизации и установки управляемых колес лесных машин.
9. Понятие увода колес лесотранспортных машин.
10. Факторы, оказывающие влияние на управляемость машин.
11. Какими показателями оценивается маневренность лесотранспортных машин?

12. Параметры лесотранспортных машин, оказывающие влияние на маневренность машин.

13. Показатели маневренности лесовозных автопоездов и лесных машин с шарнирно-сочлененной рамой.

14. Показатели маневренности лесных машин на гусеничном ходу.

15. Методы повышения маневренности лесотранспортных машин.

Раздел 3. УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН. ТОРМОЗНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН. ПЛАВНОСТЬ ХОДА ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

3.1. Устойчивость. Продольная устойчивость по критериям опрокидывания и сползания. Предельные статические углы подъема и уклона машин. Общие условия продольной устойчивости. Динамическая продольная устойчивость. Продольная устойчивость гусеничных машин. Критерии поперечной устойчивости. Динамическая поперечная устойчивость. Поперечная устойчивость машин при повороте. Мероприятия по повышению продольной и поперечной устойчивости машин. Техника безопасности и правила эксплуатации машин в условиях возможной потери устойчивости.

3.2. Тормозные свойства. Процесс торможения. Тормозной путь. Время торможения. Распределение тормозной силы по колесам. Торможение двигателем. Требования к тормозным системам тракторов, автомобилей и лесовозных автопоездов. Охрана труда и безопасные методы при эксплуатации и испытаниях машин.

3.3. Плавность хода. Измерители и нормативы плавности хода. Факторы, влияющие на плавность хода колесных и гусеничных машин. Возмущающие силы: причины возникновения, классификация. Гашение колебаний. Оценка плавности хода и вибраций по воздействию на оператора. Эргономические свойства машин. Экспериментальная оценка плавности хода и эргономических показателей.

Литература: [1, 2, 4, 5,].

При изучении показателей продольной и поперечной устойчивости лесотранспортных машин необходимо уделить внимание определению предельных углов подъема и спуска машин по условиям опрокидывания и сползания. Следует изучить мероприятия по повышению продольной и поперечной устойчивости машин, а также технику

безопасности и правила их эксплуатации в условиях возможной потери устойчивости.

В процессе изучения показателей тормозных свойств лесотранспортных машин нужно обратить внимание на методики определения тормозного пути и времени торможения, на распределение тормозной силы по колесам и требования к тормозным системам тракторов, автомобилей и лесовозных автопоездов.

При изучении плавности хода лесотранспортных машин установить ее измерители и нормативы, определить факторы, влияющие на плавность хода колесных и гусеничных машин, рассмотреть эргономические свойства машин.

Контрольные вопросы

1. Что является признаком нарушения устойчивости лесотранспортной машины?
2. Какими показателями оценивается устойчивость машины?
3. Понятие коэффициента поперечной устойчивости лесотранспортной машины.
4. Понятие критической скорости движения машины по заносу и опрокидыванию.
5. Мероприятия по повышению продольной и поперечной устойчивости лесотранспортных машин.
6. Показатели тормозных свойств лесотранспортных машин.
7. Различие между тормозным и остановочным путями машины.
8. Зависимость показателей тормозных свойств от скорости машины.
9. Мероприятия, улучшающие показатели тормозных свойств лесотранспортных машин.
10. Влияние динамической нагруженности машины на оператора.
11. Показатели, оценивающие плавность хода лесотранспортных машин.
12. Понятие подрессоренных и недрессоренных масс лесотранспортной машины.
13. Конструктивные и эксплуатационные факторы, оказывающие влияние на плавность хода лесотранспортных машин.
14. Способы повышения плавности хода лесотранспортных машин.

2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

При изучении курса «Основы теории движения лесотранспортных машин» студент выполняет контрольную работу, которая состоит из двух заданий. Ее выполнение является ответственным этапом самостоятельной работы студента над курсом.

На вопросы, поставленные в первом задании, необходимо своими словами в сжатом виде дать последовательные и исчерпывающие ответы, дополняя текст в необходимых случаях рисунками и схемами. Не допускается дословное переписывание текста из книг и других источников информации. Все схемы и рисунки должны иметь пояснения в тексте и быть с ними органически связанными.

Второе задание посвящено изучению характера распределения опорных реакций между осями лесовозного автопоезда с колесной формулой 4×4 при изменении конструктивных параметров тягача и объема транспортируемой пачки древесины.

В конце работы помещается список использованной литературы. Задания на контрольную работу разработаны в десяти вариантах, студент выполняет тот, номер которого совпадает с последней цифрой номера зачетной книжки. Исходные данные для выполнения задания № 1 приведены ниже.

1. Эксплуатационные свойства лесотранспортных машин.
2. Тягово-сцепные свойства лесотранспортных машин.
3. Топливная экономичность лесотранспортных машин.
4. Управляемость лесотранспортных машин.
5. Маневренность лесотранспортных машин.
6. Устойчивость лесотранспортных машин.
7. Тормозные свойства лесотранспортных машин.
8. Проходимость лесотранспортных машин.
9. Плавность хода лесотранспортных машин.
0. Показатели и измерители эксплуатационных свойств.

При выполнении задания № 2 контрольной работы необходимо выполнить следующее.

1. Определить реакции переднего и заднего мостов тягача лесовозного автопоезда без прицепа-ропуса.

2. Определить реакции переднего и заднего мостов лесовозного автопоезда, загруженного пачкой древесины.

3. Определить реакции мостов груженого лесовозного автопоезда и построить графики изменения с учетом изменяемых параметров $G_{\text{п}}$ и x .

4. Сравнить полученные значения реакций с заданными $R_{\text{макс}}$, $R_{\text{мин}}$.

Расчетная схема для определения опорных реакций лесовозного автопоезда 4×4 представлена на рис. 1.

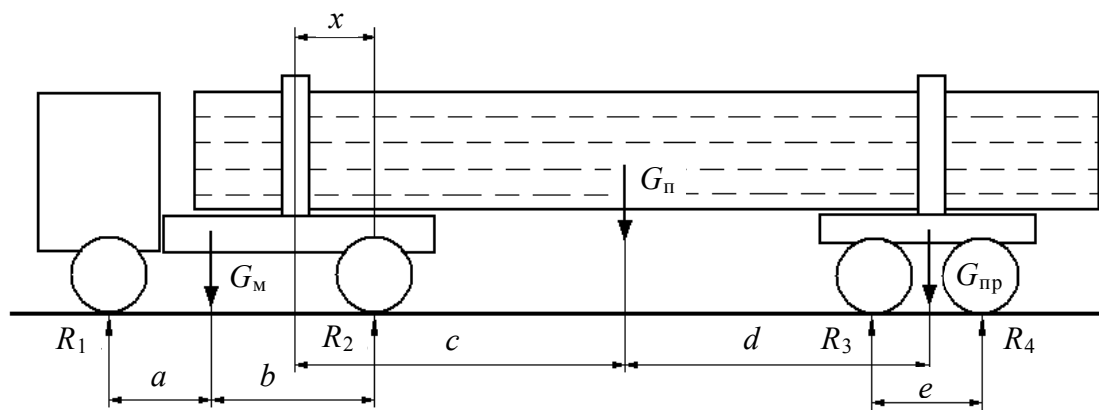


Рис. 1. Расчетная схема для определения опорных реакций лесовозного автопоезда 4×4

Для определения реакций переднего и заднего мостов тягача лесовозного автопоезда без прицепа-ропуски служит схема, приведенная на рис. 2.

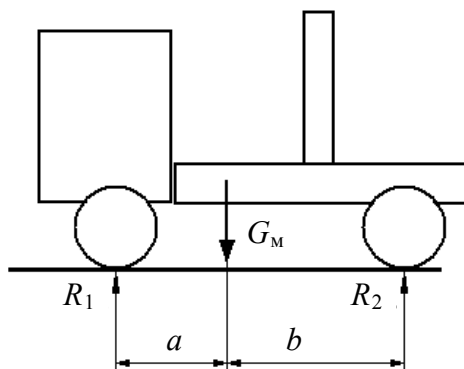


Рис. 2. Расчетная схема для определения опорных реакций тягача

Реакции под колесами переднего и заднего мостов определяются путем составления уравнений моментов относительно осей переднего и заднего мостов.

Реакция колес переднего R_1 и заднего R_2 мостов определяется по зависимостям:

$$R_1 = G_M \frac{b}{a+b};$$

$$R_2 = G_M \frac{a}{a+b},$$

где G_M – вес тягача, кН; a и b – расстояние от центра тяжести тягача до передней и задней оси соответственно, мм.

Для определения реакций переднего и заднего мостов лесовозного автопоезда, нагруженного пачкой хлыстов, необходимо разбить лесовозный автопоезд на две подсистемы (рис. 3).

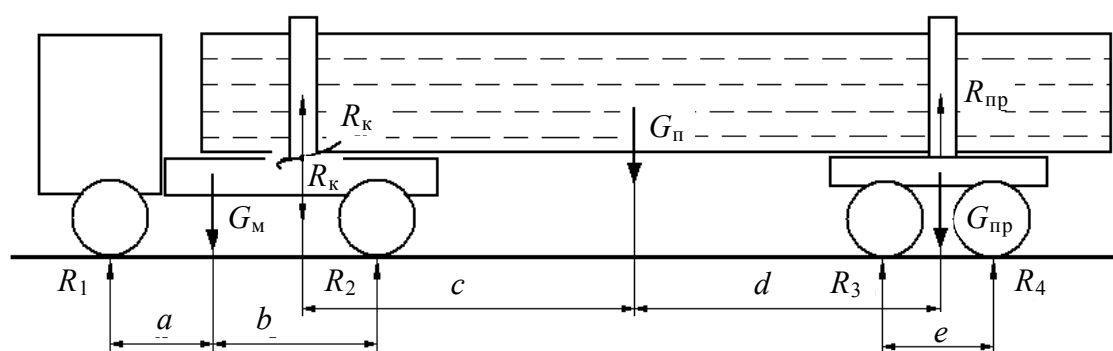


Рис. 3. Схема разбивки лесовозного автопоезда на две подсистемы

Для определения реакций под колесами прицепа-ропуска и коником рассмотрим схему, представленную на рис. 4.

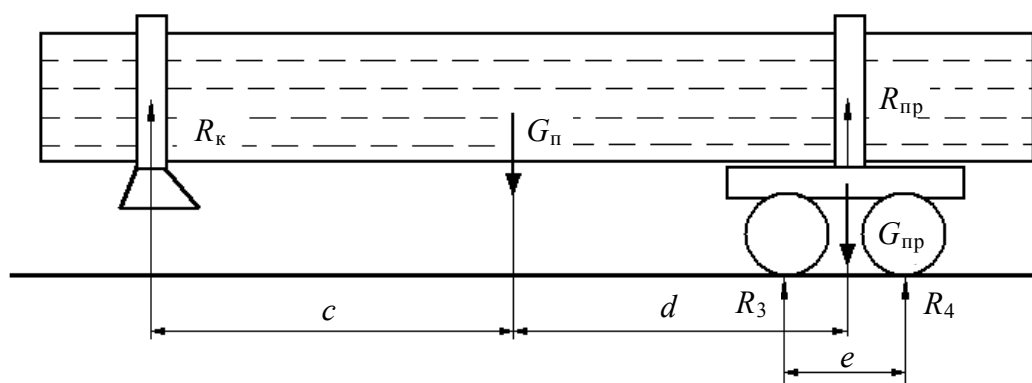


Рис. 4. Схема для определения реакций под колесами прицепа-ропуска и коником

Реакции определяются с помощью уравнений моментов относительно оси крепления коника и оси балансирной тележки прицепа-ропуска.

$$R_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{п}}c + G_{\text{пр}}(c + d)}{c + d};$$

$$R_3 = R_4 = \frac{R_{\text{пр}}}{2};$$

$$R_{\text{к}} = G_{\text{п}} \frac{d}{c + d},$$

где $G_{\text{п}}$ – вес пачки древесины, кН; c – расстояние от оси крепления коника на тягаче до центра тяжести пачки древесины, мм; $G_{\text{пр}}$ – вес прицепа-ропуски, кН; d – расстояние от центра тяжести пачки древесины до центральной оси тележки прицепа ропуска, мм.

Реакции под колесами тягача с учетом реакции коника согласно схеме, представленной на рис. 5, определяются по формулам

$$R_1 = \frac{G_{\text{м}}b + R_{\text{к}}x}{a + b};$$

$$R_2 = \frac{G_{\text{м}}a + R_{\text{к}}(a + b - x)}{a + b},$$

где $R_{\text{к}}$ – реакция коника на тягач, кН; x – расстояние от оси крепления коника на тягаче до задней оси тягача, мм.

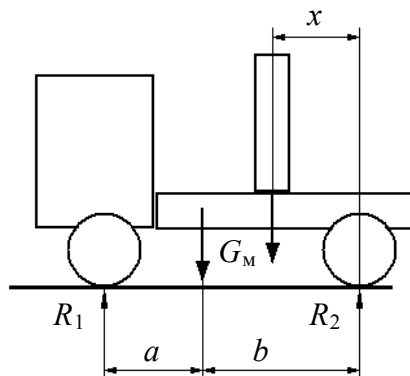


Рис. 5. Схема для определения реакций под колесами тягача груженого автопоезда

Далее определяются реакции R_1 и R_2 с учетом переменных факторов x и $G_{\text{п}}$. При изменении одного фактора остальные остаются неизменными. По полученным результатам расчетов строятся графики, на которые наносятся максимальное и минимальное значения реакций $R_{\text{макс}}$ и $R_{\text{мин}}$. В результате анализа полученных данных устанавливаются значения изменяемых параметров, которые позволяют эксплуатировать лесовозный автопоезд в заданных условиях. Исходные данные представлены в приложении.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Исходные данные для решения задания № 2

Параметр	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G_M , кН	132	130	120	145	125	135	150	147	140	142
$G_{пр}$, кН	47	45	42	48	40	46	50	49	46	48
$G_{п}$, кН	210	200	180	220	170	210	230	230	205	210
a , мм	2340	2350	2300	2400	2100	2300	2400	2450	2300	2350
b , мм	1420	1400	1200	1450	1200	1220	1400	1400	1200	1250
c , мм	4800	5000	4800	5200	4700	4500	5200	5000	4800	4900
d , мм	5000	4000	4200	4100	4200	4500	5100	5100	4900	5000
e , мм	1400	1400	1300	1400	1300	1400	1300	1350	1400	1350
R_{\max} , кН	180	160	160	180	160	185	200	200	190	192
R_{\min} , кН	55	55	46	60	50	60	70	65	58	59
$G_{п1}$, кН	190	170	160	190	150	190	210	210	185	190
$G_{п2}$, кН	210	190	180	210	170	210	230	230	205	210
$G_{п3}$, кН	230	210	200	230	190	230	250	250	225	230
x_1 , мм	250	300	250	320	200	300	320	280	230	240
x_2 , мм	350	400	350	420	300	400	420	380	330	340
x_3 , мм	450	500	450	520	400	500	520	480	430	440

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, А. В. Теория лесных машин: учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Жуков. – Минск: БГТУ, 2001. – 640 с.
2. Лесотранспортные машины: учеб.-метод. пособие / А. Р. Гороновский, В. Н. Лой, С. П. Мохов. – Минск: БГТУ, 2006. – 103 с.
3. Лесные машины / Г. М. Анисимов [и др.]. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 512 с.
4. Механизация лесохозяйственных работ. Тракторы и автомобили: учеб. пособие / М. К. Асмоловский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2007. – 256 с.
5. Скотников, В. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля: учеб. пособие / В. А. Скотников, А. А. Мащенко, А. С. Солонский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
6. Вахламов, В. К. Автомобили: конструкция и элементы расчета: учеб. пособие / В. К. Вахламов. – М.: Академия, 2006. – 479 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие положения	3
1. Указания по разделам курса.....	5
Раздел 1. Эксплуатационные свойства лесотранспортных машин. Силы сопротивления движению. Тягово-сцепные свойства лесных машин. Проходимость лесотранспортных машин	5
Раздел 2. Топливная экономичность лесотранспортных машин. Управляемость и маневренность лесных машин	7
Раздел 3. Устойчивость лесотранспортных машин. Тормозные свойства лесотранспортных машин. Плавность хода лесотранспортных машин	9
2. Контрольные задания.....	11
Приложение	15
Литература	16

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Составители: **Пищов** Сергей Николаевич
Гороновский Андрей Романович
Лой Владимир Николаевич

Редактор *Ю. А. Ирхина*
Компьютерная верстка *Ю. А. Ирхина*
Корректор *Ю. А. Ирхина*

Издатель:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.