

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные,
строительные, дорожные машины и оборудование
(по направлениям)» заочной формы обучения*



Могилев 2021

УДК 625.7.18
ББК 39.311
С63

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«9» февраля 2021 г., протокол № 7

Составители: канд. техн. наук, доц. С. Б. Партнов;
ст. преподаватель Е. В. Заровчатская

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов

Методические рекомендации к самостоятельной работе предназначены для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование (по направлениям)» заочной формы обучения.

Учебно-методическое издание

СТРОИТЕЛЬНЫЕ, ДОРОЖНЫЕ И МЕЛИОРАТИВНЫЕ МАШИНЫ

Ответственный за выпуск

И. В. Лесковец

Корректор

Т. А. Рыжикова

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Общая часть	5
2 Машины и оборудование для добычи и переработки каменных материалов	5
3 Машины и оборудование для приготовления и транспортирования бетонных смесей.....	6
4 Машины и оборудование для приготовления асфальтобетонных смесей	7
5 Машины для постройки дорожных покрытий.....	8
6 Машины для уплотнения дорожно-строительных материалов.....	8
7 Коммунальные машины	8
8 Задания к контрольной работе.....	9
9 Задачи к контрольной работе.....	12
10 Критерии допуска работы к собеседованию	13
11 Задание к самостоятельной работе.....	14
Список литературы	22

Введение

Строительное, дорожное и коммунальное машиностроение является важной отраслью народного хозяйства страны.

При изучении курса студенты получают основные сведения о технологических процессах, рассматривают классификацию дорожных машин, их принципиальные схемы, кинематики привода, конструктивные решения эксплуатации отечественных и зарубежных машин в конкретных условиях с соблюдением правил техники безопасности и экологии.

В ходе изучения дисциплины студент выполняет самостоятельную работу, а также курсовой проект. Методические рекомендации призваны привлечь внимание студентов к вопросам методологии формирования новых конструкций рабочих органов машин, позволяющих реализовать ресурсосберегающие технологические процессы.

Материал дисциплины изучается в лекционном курсе, закрепляется при выполнении учебно-исследовательских и лабораторных работ и практических занятий. Лабораторные работы способствуют развитию у студентов практических навыков оптимизации параметров и режимов работы машин, использования измерительной аппаратуры и приборов, методов планирования и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ.

1 Общая часть

Общая часть включает следующие вопросы.

1 Роль дорожных машин в народном хозяйстве; состояние и перспективы развития дорожного, строительного, коммунального машиностроения; общие сведения о рабочих процессах и параметрах машин; общая классификация машин; основные технико-экономические показатели машин.

При изучении этих вопросов студент должен усвоить понятия таких показателей, как производительность, энерговооруженность, уровень механизации, удельные приведенные затраты, представлять себе изменение этих величин с течением времени.

2 Общие вопросы теории и устройства дорожных машин: основы механического взаимодействия рабочих органов машин со средой; нагруженность дорожных машин; особенности привода дорожных машин; ходовые устройства машин; системы управления, автоматизация и роботизация дорожных машин и комплексов.

Рассматривая конструкции машин, студент должен уяснить взаимодействие их основных узлов, особенности конструктивных и кинематических схем, основные зависимости тягового расчета и расчета мощности на привод рабочих органов.

Изучая учебник, следует составлять конспект, обязательно зарисовывать расчетные схемы и записывать вывод расчетных зависимостей. После ознакомления с материалом необходимо приступить к выполнению конкретных заданий.

2 Машины и оборудование для добычи и переработки каменных материалов

2.1 Машины и оборудование для добычи каменных материалов

Изучить назначение и область применения оборудования, способы разрушения скальных пород при бурении, классификацию машин, конструкцию основных узлов и механизмов, особенности рабочего процесса. Знать основные положения расчета параметров станков ударного и ударно-вращательного бурения, перфораторов. Ознакомиться с термобурами [1, 5, 10].

2.2 Машины, оборудование и комплексы для измельчения каменных материалов

2.2.1 Щековые, конусные, валковые, молотковые и роторные дробилки.

Изучить назначение, классификацию и принцип работы каждого типа дробилок. Четко уяснить методику определения технологических и конструктивных параметров дробилок, особенности конструкций отечественных и

зарубежных образцов, методика расчета необходимых усилий дробления, мощности двигателя, частоты вращения и производительности, особенности определения усилий в элементах дробилок и расчета на прочность. Автоматизация процесса дробления [1, 5, 10, 15, 17, 26].

2.2.2 Машины и оборудование для помола строительных материалов.

Обратить внимание на принцип действия машин для тонкого помола, изучить основные схемы барабанных, шаровых, вибрационных, роlikо-маятниковых, ударных, пружинных, струйных мельниц. Изучить методики определения действующих сил, скорости рабочих процессов, мощности привода, производительности, особенности расчета на прочность и автоматизации рабочих процессов [1, 5, 10, 15, 17, 18, 26, 29].

2.3 Машины и оборудование для сортировки и обогащения материалов

Рассмотреть существующие способы сортировки материалов и подробно остановиться на грохочении, получившем наибольшее применение.

Изучить методику определения основных геометрических и кинематических параметров, производительности и мощности двигателя грохота, а также методику определения усилий, действующих на основные элементы грохотов, и особенности расчета на прочность [1–4, 10, 26, 29].

2.4 Дробильно-сортировочные агрегаты и заводы

Изучить схемы дробильно-сортировочных заводов, основные принципы проектирования технологических схем заводов (одностадийная, многостадийная), принципы составления компоновочных схем, особенности выбора оборудования, принципы автоматизации дробильно-сортировочных установок на основе использования микропроцессорной техники [1, 2, 8, 9, 26].

3 Машины и оборудование для приготовления и транспортирования бетонных смесей

3.1 Машина для приготовления цементных смесей

Ознакомиться с основным свойством бетонной смеси – подвижностью и влиянием степени подвижности на технологические процессы. Усвоить, каким из показателей оценивается марка бетона и как на нее влияют его плотность и однородность структуры.

Изучить особенности конструкции и рабочего процесса гравитационных смесителей и смесителей принудительного смешивания, расчета геометрических и кинематических параметров, определения сил, действующих на элементы смесителя, и их расчета на прочность [3, 5, 9, 10, 29, 33, 35].

3.2 Дозировочное оборудование

Ознакомиться с дозированием бетонной смеси. Методы и точность дозирования. Рассмотреть устройство и принцип действия дозаторов циклического и непрерывного действия, автоматизацию управления дозированием на основе микропроцессоров [1, 3, 4, 8, 10, 26, 29, 33, 35].

3.3 Машины и оборудование для транспортирования бетонных смесей

Изучить методы транспортирования цементобетонной смеси, обеспечения сохранности технологических качеств, конструкции автобетоносмесителей, бетононасосов, научиться определять основные геометрические и кинематические параметры, мощность двигателя, производительность, перспективы развития [2, 3, 5, 9, 10, 12, 26, 29, 30, 33].

4 Машины и оборудование для приготовления асфальтобетонных смесей

4.1 Оборудование для хранения, подогрева и транспортирования битума

Изучить транспортные средства для доставки битума, способы подогрева битума при разгрузке, ознакомиться с типами конструкций битумохранилищ, с устройством и принципом действия насосов, битумоплавильных котлов, гудронаторов, получить представление о методике определения основных параметров насосов для перекачки битума [1–3, 29, 35].

4.2 Асфальтосмесительные установки и заводы

Ознакомиться с составляющими асфальтобетонной смеси, с типами смесей и их характеристиками. Рассмотреть классификацию по производительности, компоновке отдельных агрегатов (башенные, партерные) и по технологии приготовления смесей, уяснить назначение, основы устройства и принцип работы таких агрегатов, как мешалка, грохот, сушильный барабан, элеваторы, питатель, пылеулавливающее устройство, ознакомиться с тенденциями развития асфальтобетонных заводов [1, 3, 8, 10, 12, 29, 30, 35].

5 Машины для постройки дорожных покрытий

5.1 Машины и автоматизированные комплексы для постройки цементобетонных покрытий

Рассмотреть технологические операции при постройке цементобетонного покрытия и комплект машин, выполняющих эти операции. Изучить бункерные и шнековые распределители бетонной смеси, бетоноотделочные машины с одним, двумя, тремя и четырьмя рабочими органами, средства и способы нарезки швов в свежеложенном и в затвердевшем бетоне, комплексы машин для скоростного строительства цементобетонных покрытий [1, 2, 5, 12, 26, 29, 33, 35].

5.2 Машины для постройки асфальтобетонных покрытий

Ознакомиться с технологией и организацией постройки асфальтобетонных покрытий. Уяснить классификацию асфальтоукладчиков по основным конструктивным признакам (перемещению, приему и воздействию на смесь).

Изучить методику тягового расчета, определения расчетных усилий в основных элементах, особенности расчета на прочность. Перспективы развития асфальтоукладчиков [1, 2, 8, 10, 26, 29].

6 Машины для уплотнения дорожно-строительных материалов

Рассмотреть физические процессы, возникающие при уплотнении, изучить классификацию самоходных катков по типу вальцов, величине линейного движения и мощности двигателя, по числу и расположению вальцов, усвоить методы уплотнения, их преимущества и недостатки, уметь определять основные параметры катков и подсчитать производительность [1–3, 5, 10, 21, 26, 28, 29, 33, 35].

7 Коммунальные машины

7.1 Машины для ремонта и летнего содержания дорог

Ознакомиться с видами ремонта дорог и машинами для ремонта дорожных покрытий, изучить принципиальные схемы и конструкции машин, метод определения технологических и конструктивных параметров, принципиальные схемы и принцип работы поливомоечных и подметательных машин, а также методику определения производительности и мощности рабочих органов [1–3, 11, 19, 26, 28, 29, 33, 35].

7.2 Машины для зимнего содержания дорог

Ознакомиться с основными физико-техническими свойствами снега. Изучить классификацию снегоочистителей, принципиальные схемы рабочего оборудования и описать принцип их работы. При рассмотрении плужных снегоочистителей уметь определять потребное тяговое усилие и их производительность. Изучить методику определения основных параметров роторных снегоочистителей, таких как дальность отброса снега, производительность и мощность привода рабочего оборудования и ходовой части [1–3, 5, 10, 11, 23].

8 Задания к контрольной работе

Контрольная работа состоит из письменных ответов на четыре вопроса, номера которых выбираются из таблицы 1 в соответствии с двумя последними цифрами шифра (контрольные вопросы под соответствующими номерами даны в тексте методических рекомендаций), и решения задачи, номер которой выбирается по номеру списка групп (задачи под соответствующими номерами даны в тексте методических рекомендаций).

Таблица 1 – Номера вопросов контрольной работы

Пред- послед- няя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4, 14, 24, 34	8, 18, 28, 38	8, 17, 27, 36	2, 12, 22, 32	5, 15, 25, 35	3, 13, 23, 23	4, 14, 34, 54	2, 11, 36, 48	8, 18, 28, 54	7, 17, 27, 37
2	2, 12, 22, 32	6, 16, 26, 36	5, 15, 25, 35	1, 11, 21, 31	3, 13, 23, 13	9, 19, 29, 46	2, 12, 22, 45	3, 12, 37, 49	7, 17, 36, 45	6, 17, 24, 34
3	25, 12, 22, 37	18, 25, 34, 47	15, 30, 41, 2	2, 17, 23, 36	3, 23, 33, 42	11, 17, 21, 47	6, 16, 36, 46	4, 13, 22, 40	4, 14, 34, 46	5, 16, 27, 39
4	15, 30, 24, 17	16, 11, 34, 48	1, 7, 12, 33	3, 12, 19, 34	12, 20, 30, 40	14, 23, 29, 39	7, 17, 27, 47	5, 14, 23, 31	13, 23, 38, 47	17, 26, 40, 49
5	28, 31, 1, 11	2, 7, 10, 29	11, 22, 29, 43	18, 36, 43, 22	19, 26, 29, 31	14, 24, 31, 49	2, 20, 35, 41	6, 15, 24, 42	6, 16, 36, 28	5, 14, 25, 37
6	5, 15, 25, 35	7, 17, 27, 37	8, 18, 29, 39	3, 13, 23, 33	4, 14, 24, 34	2, 12, 22, 30	3, 17, 34, 42	7, 16, 25, 40	5, 15, 24, 38	8, 18, 28, 44
7	3, 13, 27, 47	6, 16, 43, 33	9, 19, 39, 49	1, 11, 41, 35	9, 19, 29, 49	2, 12, 16, 46	4, 20, 33, 43	8, 17, 26, 41	6, 15, 33, 48	8, 18, 28, 45
8	15, 30, 24, 17	11, 52, 18, 34	5, 15, 22, 33	3, 12, 27, 47	12, 20, 30, 42	14, 23, 29, 39	5, 21, 32, 44	9, 18, 27, 42	4, 17, 25, 36	6, 16, 22, 36
9	38, 17, 1, 11	2, 7, 10, 29	10, 14, 27, 38	15, 23, 36, 46	6, 16, 26, 36	13, 24, 31, 40	9, 22, 31, 45	10, 19, 28, 43	8, 19, 38, 49	17, 33, 41, 47
0	25, 14, 21, 44	16, 26, 38, 41	11, 24, 37, 44	2, 16, 25, 45	11, 23, 34, 49	14, 26, 45, 31	10, 19, 30, 46	1, 20, 26, 29	9, 20, 39, 45	1, 13, 24, 38

Контрольные вопросы

- 1 Назовите машины и оборудование, входящие в системы машин для строительства, содержания и ремонта дорог.
- 2 Назовите основные признаки классификации дорожных машин.
- 3 Дайте общую классификацию машин по производственному признаку.
- 4 Дайте характеристику системы показателей эффективности дорожных машин. Какие из них оценивают машину по совокупности технико-экономических параметров?
- 5 Перечислите типы ходовых устройств, их преимущества и недостатки и приведите принципиальные схемы.
- 6 Назовите основные типы системы управления дорожных машин, их особенности и принципиальные схемы.
- 7 Перечислите и дайте характеристику сопротивлений при взаимодействии рабочих органов дорожных машин со средой, укажите их достоинства и недостатки.
- 8 Перечислите основные методы дробления и тонкого измельчения строительных материалов.
- 9 Назовите основные гипотезы дробления и их практическое использование.
- 10 Основные схемы щековых дробилок, их принцип действия, сравнительная оценка конструктивных и эксплуатационных качеств.
- 11 Как определить основные параметры щековой дробилки, производительность, мощность привода?
- 12 Начертите схемы и опишите принцип действия конусных дробилок.
- 13 Основные технологические параметры конусных дробилок и метод их определения.
- 14 Назовите основные типы и дайте схемы роторных и молотковых дробилок. Как определить производительность и мощность привода?
- 15 Назовите наиболее распространенные методы сортировки материалов.
- 16 Дайте основные конструктивные схемы грохотов; приведите методы расчета.
- 17 Как определить вынуждающую силу и статический момент дебалансов инерционных грохотов?
- 18 Начертите схему дробильно-сортировочного завода двухстадийного дробления с замкнутым циклом. Опишите ее работу.
- 19 Как классифицируют бетоносмесители по процессу смешивания и принципу работы?
- 20 Как определить мощность на привод смесителей, производительность?
- 21 Каковы методы дозирования составляющих бетонной смеси, в чем их различие, преимущества и недостатки?
- 22 Рассмотрите устройство дозаторов и схемы управления ими.
- 23 Приведите примеры технологических схем бетонных заводов циклического и непрерывного действия и изложите методику выбора смесительных машин и дозаторов.

- 24 Как определяется расчетная величина напора и мощность двигателя битумного насоса?
- 25 Опишите устройство и рабочий процесс автогудронатора.
- 26 Как классифицируют асфальтобетонные смеси? Укажите их основные характеристики.
- 27 Какие типы компоновочных схем асфальтобетонных заводов Вы знаете?
- 28 Назовите состав агрегатов, входящих в типовую асфальто-смесительную установку. Каково их назначение?
- 29 Как устроен и рассчитывается сушильный барабан?
- 30 Основные технологические операции и машины, применяемые при постройке цементобетонных покрытий.
- 31 Принципиальные схемы рабочих органов отделочных машин (трубчатый финишер) и их расположение на машине.
- 32 Как определить сопротивление на рабочем органе и мощность привода профилировщика и распределителя смеси?
- 33 Изложите классификацию асфальтоукладчиков.
- 34 Начертите конструктивные и кинематические схемы асфальтоукладчиков.
- 35 Как осуществляется регулировка толщины укладываемого слоя и автоматическое регулирование поперечного и продольного профиля покрытия?
- 36 Из каких основных частей состоит рабочее оборудование асфальтоукладчика, каковы их устройство и принцип действия?
- 37 Изложите методику определения сопротивления передвижного асфальтоукладчика.
- 38 Изложите методику определения мощности привода отдельных агрегатов асфальтоукладчика.
- 39 Какие факторы влияют на степень уплотнения материалов?
- 40 Приведите классификацию уплотняющих машин и их схемы.
- 41 Опишите принцип действия уплотняющих машин динамического действия, их основные параметры.
- 42 Как выполнить тяговый расчет катка и составить баланс мощности?
- 43 Машины для летнего содержания дорог, их назначение, кинематические схемы и устройство.
- 44 Машины для ремонта дорог (дорожная фреза), их кинематические схемы и устройство.
- 45 Физико-механические свойства снега, типы и классификация снегоочистителей.
- 46 Устройство, процесс работы и основы расчета плужных снегоочистителей.
- 47 Устройство и расчёт основных параметров роторных снегоочистителей.
- 48 Комплект машин для строительства бетонных покрытий.
- 49 Машины для разметки дорожных покрытий.

9 Задачи к контрольной работе

1 Определить производительность щековой дробилки со сложным движением подвижной щеки. Исходные данные: ход подвижной щеки $S_{cp} = 0,02$ м; диаметр конечного продукта $d = 0,04$ м; ширина камеры дробления $b = 0,25$ м; Частота вращения эксцентрикового вала $n = 5$ с⁻¹; угол захвата $\alpha = 20^\circ$; коэффициент, учитывающий разрыхление материала при дроблении, $\mu = 0,4$; степень дробления $i = 10$.

2 Определить мощность двигателя щековой дробилки со сложным движением подвижной щеки. Исходные данные: производительность $Q = 10$ м³/ч; степень дробления $i = 10$; предел прочности материала $\sigma = 100$ МПа; модуль упругости материала $E = 50 \cdot 10^3$ МПа; КПД дробилки $\eta_d = 0,2 \dots 0,3$; КПД привода $\eta_{\text{пр}} = 0,9$.

3 Определить производительность вибрационного грохота инерционного типа. Исходные данные: размер сита: длина $L = 2,5$ м; ширина $B = 1,0$ м; удельная производительность грохота $q = 70$ м³/(м²·ч); коэффициент, зависящий от вида сортируемого материала (гравий или щебень), $K = 0,80$; коэффициент, учитывающий способ грохочения (мокрый или сухой), $K_1 = 1,1$; коэффициент, учитывающий в исходном материале зерна нижнего класса, $K_2 = 0,8$; коэффициент, учитывающий зерна нижнего класса размером, равным половине отверстия сита, $K_3 = 0,8$.

4 Определить мощность двигателя на привод сушильного барабана. Исходные данные: сила сопротивления на подъём материала внутри барабана $W_1 = 40000$ Н; сила сопротивления качения бандажей по роликам $W_2 = 8000$ Н; сила сопротивления трения в цапфах опорных роликов $W_3 = 6000$ Н; окружная скорость звездочки $v_{зв} = 1,4$ м/с; КПД привода барабана $\eta = 0,8$.

5 Определить производительность лопастного двухвального смесителя непрерывного действия. Исходные данные: частота вращения валов $n_{\text{дв}} = 40$ мин⁻¹; площадь сечения потока в смесителе $F = 0,4$ м²; шаг лопастей $S = 0,20$ м; коэффициент возврата смеси $k_{см} = 0,9$; коэффициент использования смесителя по времени $K_B = 0,85$.

6 Выполнить тяговый расчёт дорожного катка. Исходные данные: масса катка $m_k = 8000$ кг; рабочая скорость катка $v = 0,7$ м/с; коэффициент сопротивления повороту $k_{\text{п}} = 0,3$; развесовка по осям – 1/2; коэффициент, учитывающий величину сопротивления качению с включенным вибратором $k_B = 1,2$.

7 Определить мощность двигателя на привод виброкатка. Исходные данные: масса катка $m_k = 8000$ кг; рабочая скорость катка $v = 0,7$ м/с; коэффициент сопротивления повороту $k_{\text{п}} = 0,35$; развесовка по осям – 1/2; амплитуда колебаний $a = 0,002$ м; частота вращения вибратора $\omega = 210$ рад/с; модуль вязкости асфальтобетонной смеси $c = 100$ кН·м/с.

8 Определить производительность асфальтоукладчика. Исходные данные: ширина укладываемой полосы $B = 3,75$ м; толщина укладываемого слоя $h = 0,12$ м; рабочая скорость $v = 2,0$ м/мин; объёмная масса асфальтобетонной смеси $\gamma = 1,9$ т/м³; коэффициент использования по времени $k_B = 0,85$.

9 Выполнить тяговый расчёт асфальтоукладчика. Исходные данные: масса асфальтоукладчика $m_{a/y} = 18000$ кг; масса смеси $m_{см} = 10000$ кг; масса самосвала $m_{сам} = 7500$ кг; масса рабочих органов $m_{р.о.} = 3000$ кг; масса призмы волочения $m_{пр.} = 1800$ кг; коэффициент внешнего трения смеси $\mu_1 = 0,5$; коэффициент внутреннего трения смеси $\mu_2 = 0,8$; коэффициент сопротивления качению $f = 0,02$.

10 Определить производительность фрезерно-роторного снегоочистителя, дальность отбрасывания снега. Исходные данные: ширина уборки $B = 3,0$ м; толщина уборки $h = 1,2$ м; скорость автомобиля $v = 2$ км/ч; плотность снега $\gamma = 800$ кг/м³; коэффициент, учитывающий сопротивление воздуха, $k_B = 0,9$; абсолютная скорость лопасти ротора $v_a = 20$ м/с; угол разгрузки ротора $\varphi_p = 45^\circ$.

10 Критерии допуска работы к собеседованию

По результатам проведенного рецензирования делается отметка:

- «допущена» – при положительной оценке работы (от 10 до 4 баллов);
- «не допущена» – при отрицательной оценке работы (от 3 до 0 баллов).

10 баллов:

- полные, систематизированные и глубокие знания по разделам дисциплины;
- логически правильное и стилистически грамотное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- способность самостоятельно и творчески решать задачи дисциплины.

9 баллов:

- логически правильное и стилистически грамотное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- способность самостоятельно и творчески решать задачи дисциплины.

8 баллов:

- логически правильное и стилистически грамотное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- способность самостоятельно решать задачи дисциплины.

7 баллов:

- логически правильное и стилистически грамотное изложение ответов на вопросы;
- способность самостоятельно решать задачи дисциплины.

6 баллов:

- грамотное изложение ответов на вопросы;
- умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины.

5 баллов:

- грамотное изложение ответов на вопросы;
- умение решать стандартные задачи при подсказке преподавателя.

4 балла:

- достаточные знания в рамках образовательного стандарта;
- умение решать стандартные задачи с незначительной помощью преподавателя.

3 балла:

- знание отдельных тем, не полностью отражающих изучаемую дисциплину;
- значительные трудности в решении стандартных задач.

2 балла:

- знание некоторых отдельных вопросов изучаемой дисциплины.

1 балл:

- отрывочные сведения из изучаемой дисциплины.

0 баллов:

- отказ от выполнения аудиторной самостоятельной работы.

11 Задание к самостоятельной работе

Самостоятельная работа состоит из ответа на вопросы, которые выбираются из таблицы 1, и решения задачи, номер которой выбирается по списку группы.

11.1 Указания к решению задач**11.1.1 Машины и оборудование для переработки каменных материалов.**

Производительность Q_v , м³/ч, щековых дробилок с учетом ее параметров определяется по формуле

$$Q_v = \frac{3600bn\mu d_{cp}S_0}{\operatorname{tg}\alpha},$$

где b – ширина камеры дробления, м;

n – частота вращения эксцентрикового вала, с⁻¹;

μ – коэффициент, учитывающий разрыхление материала при дроблении, $\mu = 0,4$;

S_0 – ход подвижной щеки, м;

α – угол захвата, $\alpha = 18...22^\circ$.

Мощность N , кВт, приводного электродвигателя рассчитывается по формуле

$$N = \frac{\sigma^2 \cdot Q_v \cdot (i-1)}{2,4 \cdot E \cdot \eta_d \cdot \eta_{II}},$$

где η_d – КПД дробилки, $\eta_d = 0,2 \dots 0,3$;

η_{II} – КПД привода, $\eta_{II} = 0,9$;

i – степень дробления.

Производительность виброгрохота Q_T , м³/ч, определяют по формуле

$$Q_T = KFqk_1k_2k_3,$$

где K – коэффициент, зависящий от вида сортируемого материала;

F – площадь сита, м²;

q – удельная производительность 1 м² сита, зависящая от размера ячеек, м³/(м²·ч);

k_1 – коэффициент, учитывающий способ грохочения;

k_2 – коэффициент, зависящий от содержания зерен нижнего сорта в исходном материале;

k_3 – коэффициент, зависящий от содержания в нижнем сорте зерен, размер которых меньше 1/2 размера ячейки сита.

Мощность на приводе сушильного барабана

$$N_{\partial s} = \frac{\sum W v_{зс}}{\eta},$$

где $\sum W$ – сумма сопротивлений, Н; $\sum W = W_1 + W_2 + W_3$;;

$v_{зс}$ – окружная скорость звездочки, м/с;

η – КПД привода.

11.1.2 Смесители принудительного действия.

Определение производительности. Производительность смесителей циклического действия Π , м³/ч, определяется по формуле

$$\Pi = \frac{V_3 z}{1000},$$

где V_3 – емкость смесителя (по выходу готовой смеси), л;

z – число циклов в час, $z = 3600/T$.

Время одного цикла

$$T = t_1 + t_2 + t_3,$$

где t_1 – время загрузки, с;
 t_2 – время смешивания, с;
 t_3 – время выгрузки, с.

Производительность смесителя непрерывного действия Π , м³/ч, рассчитывается по формуле

$$\Pi = 60n_{\text{об}}FS\rho K_{\text{см}}K_B,$$

где F – площадь поперечного сечения материала в смесителе, м²;
 S – шаг лопастей, м;
 ρ – плотность бетонной смеси, кг/м³.

11.1.3 Машины для устройства дорожных покрытий.

Тяговый расчет. Общее сопротивление, возникающее при передвижении укладчика, складывается из следующих отдельных сопротивлений:

- сопротивления W_1 перемещению укладчика по нижнему слою или основанию с преодолением максимального уклона, Н;
- сопротивлений W_2 и W_3 , возникающих при перемещении работающих рабочих органов укладчика в направлении движения машины, Н;
- сопротивления W_4 при толкании автомобиля-самосвала, Н.

Сопротивление W_1 определяется по формуле

$$W_1 = (m_m + m_c)(f + i),$$

где m_m – общая масса укладчика, кг;

m_c – масса асфальтобетонной смеси, выгруженной в приемный бункер машины и равной одной загрузке автомобиля-самосвала, кг;

f – коэффициент сопротивления перекачиванию гусеничного хода по основанию или нижнему слою асфальтобетона, $f = 0,03 \dots 0,04$;

i – наибольший продольный уклон асфальтобетонных покрытий, $i = 0,07$.

Сопротивления, возникающие при перемещении рабочих органов в направлении движения, складываются из сопротивления W_2 перемещению призмы асфальтобетонной смеси перед трамбуемым брусом и сопротивления W_3 сил трения подошвы трамбуемого бруса и выравнивающей плиты о поверхность асфальтобетонной смеси.

Сопротивление W_2 рассчитывается по формуле

$$W_2 = Q\mu_2,$$

где μ_2 – коэффициент трения асфальтобетона по асфальтобетону, по опытным данным $\mu_2 = 0,7 \dots 0,9$.

Сопротивление W_3 определяется по формуле

$$W_3 = (m_{\text{м.б}} + m_{\text{в.п.}})\mu_1,$$

где $m_{м.б}$ – масса трамбуемого бруса, кг;

$m_{в.п}$ – масса выравнивающей плиты (точнее составляющая массы навесной части укладчика, передающаяся на покрытие через подошву выравнивающей плиты), кг;

μ_1 – коэффициент трения металла по асфальтобетону, $\mu_1 = 0,5 \dots 0,7$.

Сопротивление, возникающее при толкании груженого самосвала, рассчитывается по аналогии с сопротивлением перемещению всего укладчика:

$$W_4 = m_a (f_0 + i),$$

где m_a – масса груженого автомобиля-самосвала, кг;

f_0 – коэффициент сопротивления перекачиванию; для автомобилей при хорошем основании дороги $f_0 = 0,018$;

i – уклон дороги.

Здесь следует отметить, что при определении более правильно будет принимать вес порожнего автомобиля-самосвала, а не груженого, поскольку вес смеси учитывался уже при определении сопротивления W_1 .

Кроме того, следует определить сопротивление W_5 при трогании с места по формуле

$$W_5 = \frac{(m_m + m_c) v}{g t_p},$$

где v – рабочая скорость передвижения, м/с;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

t_p – время разгон, $t_p = 3 \dots 5$ с.

Общее сопротивление, возникающее при передвижении асфальтоукладчика,

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5.$$

Производительность эксплуатационная $\Pi_{экс}$, т/ч, асфальтоукладчика определяется по формуле

$$\Pi_{экс} = h B v \gamma K_v,$$

где h – толщина укладываемого слоя, м;

B – ширина укладываемого слоя, м;

v – рабочая скорость асфальтоукладчика, м/ч;

γ – плотность асфальтобетонной смеси, т/м³;

K_v – коэффициент использования машины по времени.

11.1.4 Машины для уплотнения.

Мощность двигателя моторного катка должна обеспечивать нормальную его работу в наиболее тяжелых условиях, которыми можно считать укатку на предельном подъеме, кирование старого шоссе на подъеме, проход катка на транспортной скорости по дороге с предельным подъемом.

Необходимая мощность двигателя катка рассчитывается по формуле

$$N = \frac{Tv}{270\eta},$$

где T – сила тяги на ободе ведущих вальцов катка, Н;

v – низшая рабочая скорость катка, км/час;

η – КПД трансмиссии от двигателя к ведущим вальцам.

Тяговый расчет катка. Сила тяги на ободе ведущих вальцов катка должна быть больше суммы всех сопротивлений, возникающих при движении катка, т. е.

$$T > \sum W,$$

причем в $\sum W$ должны входить все сопротивления при движении катка при его работе в наиболее тяжелых условиях. Сопротивления, возникающие при движении катка, могут быть следующими:

W_1 – сопротивление при передвижении катка по дороге как повозки, Н;

W_2 – сопротивление при преодолении подъема, Н;

W_3 – сопротивление от преодоления сил инерции при разгоне, Н;

Сопротивление W_1 при передвижении катка по дороге как повозки с преодолением подъема обычно определяется по формуле

$$W_1 + W_2 = m(f + i),$$

где m – масса катка, кг;

f – коэффициент сопротивления движению;

i – уклон дороги в сотых долях.

Сопротивления от преодоления сил инерции при трогании катка с места

$$W_3 = W_3' + W_3'',$$

где W_3' – сопротивление от преодоления сил инерции поступательно движущихся масс катка, Н;

W_3'' – сопротивление от преодоления сил инерции вращающихся масс катка, Н.

$$W_3' = \frac{m}{g} \cdot \frac{v}{t_p},$$

где m – масса катка, кг;

g – ускорение катка, м/с²;

v – рабочая скорость катка, м/с;

t_p – время разгона, $t_p = 3 \dots 5$ с.

Зная отдельные сопротивления, возникающие при работе катка, определяют суммарное сопротивление, учитывая наиболее тяжелые условия работы катка. После этого необходимая сила тяги на ведущих вальцах катка T определяется по формуле $\sum W < T$.

Необходимая мощность двигателя рассчитывается по формуле

$$N = \frac{Tv}{\eta},$$

где T – сила тяги на ободе ведущего вальца, Н;

v – рабочая скорость катка, м/с;

η – трансмиссии, $\eta = 0,85$.

Максимальное тяговое усилие по сцеплению,

$$P_{cy} = m_2 G_2 \phi_{cy},$$

где m_2 – коэффициент перераспределения массы при движении катка на подъеме;

G_2 – масса катка, приходящаяся на ведущие вальцы, кг;

ϕ_{cy} – коэффициент сцепления.

Мощность двигателя катка определяется по формуле

$$N_2 = \frac{P_{cy} v_p}{\eta},$$

где v_p – расчетная оптимальная скорость при укатке, км/ч;

η – трансмиссии катка, $\eta = 0,65 \dots 0,85$.

Мощность на привод вибровальца рассчитывается по формуле

$$N_{cp} = \frac{a^2 \omega^2 c}{2 \cdot 75 \cdot 100} = \frac{a^2 \omega^2 c}{15 \cdot 10^3},$$

где a – амплитуда колебаний, м;

ω – угловая частота, рад/с;

c – модуль вязкости асфальтобетонной смеси, кН·м/с.

11.1.5. Машины для содержания и уборки дорог.

Тяговый расчет снегоочистителей с метательным рабочим органом обычно производится для установившегося движения с максимально возможными сопротивлениями, возникающими в процессе работы. Толщина убираемого снежного покрова, прочность и плотность снега, а также уклон пути, по которому движется снегоочиститель, берутся максимальными. Общее сопротивление, преодолеваемое снегоочистителем, можно представить в виде суммы сопротивлений

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3,$$

где W_1 – сопротивление врезанию в снежный массив горизонтальных и вертикальных ножей рабочих органов, Н;

W_2 – сопротивление скольжению корпуса рабочих органов, Н;

W_3 – сопротивление перемещению тягача, на котором установлено рабочее оборудование, Н.

Сопротивление врезанию в снежный массив корпуса рабочих органов определяется по формуле

$$W_1 = kF,$$

где k – коэффициент сопротивления резанию, Н/м²;

F – площадь проекции на вертикальную поперечную плоскость элементов корпуса, врезающихся в снег, м².

Сопротивления W_2 и W_3 определяются по аналогии с изложенным ранее. Кроме того, проверяется тяговое усилие по сцеплению.

Производительность снегоочистителя определяется по формуле

$$\Pi_{сн} = Bhv_{сн}\gamma_{сн},$$

где B – ширина, м

h – толщина уборки, м;

$v_{сн}$ – скорость снегоочистителя, м/с;

$\gamma_{сн}$ – плотность снега, кг/м³.

Дальность отбрасывания снега является важным показателем ротора как метательного рабочего органа. В процессе расчистки автомобильных дорог ротор должен обеспечивать дальность отбрасывания, превышающую ширину проезжей части. Практика показывает, что для расчистки автомобильных дорог любого класса дальность отбрасывания снега не должна превышать 8...25 м, а при расчистке аэродромов должна быть не менее 50...70 м. Дальность отбрасывания снега ротором L_0 в первом приближении определяется на основании законов движения твердого тела, брошенного наклонно к горизонту в безвоздушном пространстве:

$$L_0 = \frac{v^2 \sin 2\varphi}{g},$$

где v – абсолютная скорость частицы снега в момент бросания, м/с;
 φ – угол направления бросания к горизонту, град.

11.2 Пример решения задачи

Определить производительность асфальтоукладчика.

Исходные данные:

- ширина укладываемой полосы $B = 3,75$ м;
- толщина укладываемого слоя $h = 0,15$ м;
- рабочая скорость $v = 2,0$ м/мин;
- объёмная масса асфальтобетонной смеси $\gamma = 1,9$ т/м³;
- коэффициент использования по времени $K_{\varepsilon} = 0,85$.

Решение

Производительность эксплуатационная $\Pi_{\text{экс}}$, т/ч, асфальтоукладчика определяем по формуле

$$\Pi_{\text{экс}} = hBv\gamma K_{\varepsilon},$$

где h – толщина укладываемого слоя, м;

B – ширина укладываемого слоя, м;

v – рабочая скорость асфальтоукладчика, м/ч;

γ – плотность асфальтобетонной смеси, т/м³.

K_{ε} – коэффициент использования машины по времени.

Подставим исходные данные в формулу:

$$\Pi = 0,15 \cdot 3,75 \cdot 2,0 \cdot 60 \cdot 1,9 \cdot 0,85 = 57,375 \text{ т/ч}.$$

Ответ: $\Pi = 57,375$ т/ч.

Список литературы

- 1 Дорожные машины и комплексы / Под общ. ред. В. И. Баловнева. – Омск: СиБАДИ, 2001. – 528 с.
- 2 Дорожно-строительные машины и комплексы : учебник для вузов / В. И. Баловнев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1988. – 384 с.
- 3 **Щемелев, А. М.** Строительные машины и средства малой механизации : учебное пособие / А. М. Щемелев, С. Б. Партнов, Л. И. Белоусов. – Минск : Дизайн ПРО, 2002. – 274 с.
- 4 **Добронравов, С. С.** Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Минск : Вышэйшая школа, 2001. – 575 с.
- 5 **Белецкий, Б. Ф.** Строительные машины и оборудование: справочное пособие / Б. Ф. Белецкий. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 592 с.
- 6 **Щемелев, А. М.** Машины для коммунального хозяйства : учебное пособие / А. М. Щемелев, А. В. Вавилов; под ред. А. М. Щемелева. – Минск : Технопринт, 2003. – 400 с.
- 7 **Вавилов, А. В.** Дорожно-строительные машины : учебник / А. В. Вавилов. – Минск: Технопринт, 2000. – 460 с.: ил.
- 8 Машины для устройства дорожных покрытий / К. А. Артемьев [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1982. – 394 с.
- 9 **Бауман, В. Л.** Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / В. Л. Бауман, Б. В. Клушанцев, В. Д. Мартынов. – Москва : Машиностроение, 1981. – 324 с.
- 10 Справочник конструктора дорожных машин / Под ред. И. П. Бородачева. – Москва : Машиностроение, 1973. – 503 с.
- 11 Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог : учебное пособие для вузов / В. И. Баловнев [и др.]. – Москва; Омск: СиБАДИ, 2005. – 768 с.
- 12 Строительные машины : справочник в 2 т. / Под общ. ред. Э. Н. Кузина. – Москва : Машиностроение, 1991.
- 13 **ГОСТ 12.2.011–75.** Машины строительные и дорожные. Общие требования безопасности. – Москва : Изд-во стандартов, 1975. – 15 с.: ил.
- 14 **ГОСТ 6937–91Е.** Дробилки конусные. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1991. – 14 с.: ил.
- 15 **ГОСТ 7090–85.** Дробилки молотковые роторные. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1985. – 11 с.
- 16 **ГОСТ 9231–83.** Смесители лопастные двухвальные. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1983. – 16 с.: ил.
- 17 **ГОСТ 12375–70.** Дробилки однороторные крупного дробления. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1970. – 14 с.: ил.
- 18 **ГОСТ 14916–32.** Дробилки. Термины и определения. – Москва : Изд-во стандартов, 1982. – 13 с.: ил.
- 19 **ГОСТ 15840–70.** Снегоочистители. Термины и определения. – Москва : Изд-во стандартов, 1970. – 19 с.

- 20 **ГОСТ 21915–93.** Асфальтоукладчики. Типы и основные параметры. – Москва : Изд-во стандартов, 1993. – 11 с.
- 21 **ГОСТ 21994–82.** Катки дорожные. Термины и определения. – Москва : Изд-во стандартов, 1982. – 12 с.
- 22 **ГОСТ 22245–90.** Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1990. – 13 с.
- 23 **ГОСТ 23080–78.** Снегоочистители роторные. Правила приемки и методы испытаний. – Москва : Изд-во стандартов, 1978. – 7 с.
- 24 **ГОСТ 8269.0–99.** Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний. – Москва : МНТКС, 1999. – 60 с.: ил.
- 25 **СНиП 2.05.02–85.** Автомобильные дороги. – Москва : Стройиздат, 1985. – 4 с.
- 26 **Шестопапов, К. К.** Строительные и дорожные машины : учебное пособие / К. К. Шестопапов. – Москва : Академия, 2008. – 384 с.
- 27 **Гаврилов, К. Л.** Дорожно-строительные машины: устройство, ремонт, техническое обслуживание : учебное пособие / К. Л. Гаврилов, Н. А. Забара. – 2-е изд., испр. и доп. – Киев : Клиновская городская типография, 2011. – 320 с.
- 28 **Довгяло, В. А.** Дорожно-строительные машины: учебное пособие для вузов в 2 ч. Ч. 1: Машины для земляных работ / В. А. Довгяло. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 250 с.
- 29 **Довгяло, В. А.** Дорожно-строительные машины: учебное пособие для вузов в 2 ч. Ч. 2: Машины для устройства и ремонта дорожных покрытий / В. А. Довгяло. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 425 с.
- 30 **Недорезов, И. А.** Машины строительного производства : учебное пособие для вузов / И. А. Недорезов, А. Г. Савельев. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 119 с.
- 31 Машины для земляных работ. Конструкция, расчёт, потребительские свойства : учебное пособие для вузов в 2 ч. Ч. 2: Экскаваторы и землеройно-транспортные машины / Под ред. В. И. Баловнева. – Белгород: БГТУ, 2011. – 401 с.
- 32 Машины для земляных работ. Конструкция, расчёт, потребительские свойства: учебное пособие для вузов в 2 ч. Ч. 2: Погрузочно-разгрузочные и уплотняющие машины / Под ред. В. И. Баловнева. – Белгород: БГТУ, 2011. – 464 с.
- 33 **Дроздов, А. Н.** Строительные машины и оборудование : учебник / А. Н. Дроздов. – Москва : Академия, 2012. – 448 с.
- 34 **Дроздов, А. Н.** Строительные машины и оборудование. Практикум : учебное пособие / А. Н. Дроздов, Е. М. Кудрявцев. – Москва : Академия, 2012. – 176 с.
- 35 **Павлов, В. П.** Дорожно-строительные машины. Системное проектирование, моделирование, оптимизация / В. П. Павлов. – Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2011. – 240 с.
- 36 **Доценко, А. И.** Строительные машины: учебник для строительных вузов / А. И. Доценко. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 533 с.