

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е. И. Луковникова

«_____» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Б1.Б.19.16 (год набора 2013-2015)

Б1.Б.20.16 (год набора 2016-2018)

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Квалификация выпускника: инженер

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	8
4.4 Практические занятия.....	8
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	9
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ, практических занятий.....	14
9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта	43
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	43
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	44
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	46
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	51
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	52

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

- осуществление информационного поиска по строительным и дорожным машинам и оборудованию;
- участие в составе коллектива исполнителей в разработке технических условий на проектирование и техническое описание строительных и дорожных машин и оборудования;
- участие в составе коллектива исполнителей в проектировании и эксплуатации проводить стандартные испытания средств механизации и автоматизации строительных и дорожных машин и оборудования.

Задачи дисциплины

- дать общие сведения об основных тенденциях и направлениях в развитии строительных и дорожных машин и оборудования;
- дать общие сведения об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области строительных и дорожных машин и оборудования.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать: -основные понятия в сфере наземных транспортно-технологических средств; уметь: -обобщать, анализировать, систематизировать информацию в области наземных транспортно-технологических средств; владеть: -способностями к абстрактному мышлению, анализу, синтезу в сфере наземных транспортно-технологических средств.
ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	знать: -основные особенности разработки конструкторско-технической документации; уметь: -осуществлять разработку конструкторско-технической документации; владеть: -навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов.
ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического	знать: -основную технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации,

	обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ	<p>технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>уметь:</p> <p>-осуществлять разработку технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>владеть:</p> <p>-навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.</p>
--	---	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.19.16 (Б1.Б.20.16) Строительные и дорожные машины и оборудование относится к базовой части.

Дисциплина Строительные и дорожные машины и оборудование базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Теория механизмов и машин, Конструкции подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин Строительные и дорожные машины и оборудование представляет основу для изучения дисциплин: Ремонт и утилизация подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования, Испытания подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования. Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации инженер.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	8	144	68	34	17	17	40	КП	экзамен
Заочная	5	-	144	16	8	4	4	119	КП	экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Трудо- емкость (час.)</i>	<i>в т.ч. в интерактивной, активной, иннова- ционной формах, (час.)</i>	<i>Распределение по семестрам, час</i>
			8
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	68	20	68
Лекции (Лк)	34	-	34
Лабораторные работы (ЛР)	17	10	17
Практические занятия	17	10	17
Курсовой проект	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	40	-	40
Подготовка к лабораторным работам	10	-	10
Подготовка к практическим занятиям	10	-	10
Подготовка к экзамену в течение семестра	10	-	10
Выполнение курсового проекта	10	-	10
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины час.	144	-	144
зач. ед.	4	-	4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

<i>№ раз- дела и темы</i>	<i>Наименование раздела и тема дисциплины</i>	<i>Трудоемкость, (час.)</i>	<i>Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)</i>			
			<i>учебные занятия</i>			<i>Самостоятельная работа обучающихся</i>
			<i>лекции</i>	<i>лабораторные работы</i>	<i>практические занятия</i>	
1	2	3	4	5		6
1.	Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов	18	8	-	-	10
2.	Оборудование для измельчения строительных материалов	33	8	12	5	8

3.	Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов.	33	10	5	6	12
4.	Дробильно-сортировочные заводы и установки	24	8	-	6	10
	ИТОГО	108	34	17	17	40

- для заочной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4		5	6
1.	Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов	31	2	-	-	29
2.	Оборудование для измельчения строительных материалов	36	2	2	2	30
3.	Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов	35	2	2	1	30

4.	Дробильно-сортировочные заводы и установки	33	2	-	1	30
	ИТОГО	135	8	4	4	119

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

<i>№ темы</i>	<i>Наименование темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов	Введение. Состояние и перспективы развития строительных машин. Задачи строительного и дорожного машиностроения по созданию высокопроизводительных машин, автоматизированных комплексов и строительных роботов. Общие сведения о процессах измельчения. Классификация машин для измельчения материалов. Физические основы процессов измельчения горных пород. Критерии оценки показателей процессов измельчения. Основные способы измельчения нерудных строительных материалов.	-
2.	Оборудование для измельчения строительных материалов	Щековые дробилки. Принципиальные схемы и назначение дробилок. Ряды, основные параметры и технико-эксплуатационные показатели дробилок по ГОСТ. Тенденция развития конструкций дробилок. Конусные дробилки крупного дробления. Конусные дробилки мелкого дробления. Дробилки ударного действия. Особенности рабочего процесса ударных дробилок. Анализ технических показателей. Область рационального применения. Классификация и конструктивные схемы.	-
3.	Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов	Грохоты с плоскими рабочими органами. Технологические параметры процессов сортировки и их связь с механическими параметрами грохотов. Государственные стандарты, регламентирующие качество сортировки. Типы просеивающих поверхностей. Классификация сортировочных машин и оборудования. Схемы конструкций и работа вибрационных грохотов с плоскими ситами. Расчет их основных параметров. Машины и оборудование для	-

		обеспыливания и обогащения строительных материалов. Принципиальные схемы и назначение машин. Методика определения основных параметров. Особенности охраны труда и окружающей среды при эксплуатации машин. Машины и оборудование для механической сортировки материалов. Основы теории гидравлической классификации и воздушной сепарации материалов. Общие сведения о процессах. Схема конструкции и работы гидроклассификаторов и воздушных сепараторов. Оборудование для очистки отходящих газов от пыли. Схемы и устройство циклов и фильтров.	
4.	Дробильно-сортировочные заводы и установки	Дробильно-сортировочные заводы и установки. Основные технологические схемы дробильно-сортировочных заводов и передвижных установок. Методика расчета грузопотоков материалов и выбор оборудования. Автоматизация технологических процессов. Техно-экономические показатели работы ДСЗ и ПДСУ. Охрана труда и мероприятия по уменьшению загрязнения окружающей среды.	-

4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Щековые дробилки	4	Работа в малой группе (2 час.)
2	2.	Конусные дробилки	4	Работа в малой группе (2 час.)
3	2.	Дробилки ударного действия	4	Работа в малой группе (2 час.)
4	3.	Вибрационные грохоты	5	Работа в малой группе (4 час.)
ИТОГО			17	10

4.4. Практические занятия.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Изучение конструкций и расчет основных параметров конусных дробильных машин	5	Исследовательская деятельность (2 час.)

2	3.	Вибрационные грохоты	6	Исследовательская деятельность (4 час.)
3	4.	Дробильно-сортировочные заводы и установки	6	Исследовательская деятельность (4 час.)
ИТОГО			17	10

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект.

Цель: углубление и расширение познаний студентов в области строительной индустрии, научить их правильно принимать инженерные решения, обоснованные расчетами, а также научить пользоваться соответствующей научно-технической литературой, подготовить студента к выполнению выпускной квалификационной работы.

Структура:

Пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание на отдельном листе;
- содержание;
- список использованных сокращений и обозначений;
- введение [1-2 стр.];
- основная часть;
- заключение [1 стр.];
- список использованных источников.

Основная тематика курсовых проектов:

- 1) Формовочные агрегаты, установки, посты или линии для изготовления железобетонных изделий и конструкций;
- 2) Установки для изготовления специальных железобетонных изделий и конструкций;
- 3) Бетоносмесительные и растворосмесительные цехи, узлы, заводы и установки;
- 4) Механизированные склады цемента и заполнителей;
- 5) Установки и машины для обработки стали и изготовления арматурных изделий и закладных деталей;
- 6) Установки и машины для отделки и офактуривания железобетонных изделий и конструкций.

Рекомендуемый объем. Оформление курсового проекта: объем отчёта должен составлять 20-30 страниц печатного текста.

Выдача задания, прием и защита КП проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки курсового проекта
отлично	Обучающийся продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков: умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Структура оформления курсового проекта соблюдена.
хорошо	При защите курсового проекта обучающийся допустил небольшие пробелы, не искавшие логического и информационного содержания ответа: один-два недочета при освещении основного содержания, исправленные по замечанию преподавателя; при ответе на дополнительные вопросы допущено не более 2-3 ошибок.

	Структура оформления курсового проекта соблюдена.
удовлетворительно	Содержание материала раскрыто не полностью, но показано общее понимание темы курсового проекта, продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, обучающийся продемонстрировал затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при проверке знаний теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков. При оформлении курсового проекта допущены ошибки.
неудовлетворительно	Не раскрыто основное содержание курсового проекта, обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала. При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения курсового проекта.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОК</i>	<i>ПК</i>	<i>ПСК</i>				
			<i>1</i>	<i>10</i>	<i>2.7</i>				
1		2	3		4	5	6	7	8
1. Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов		18	+	+	+	3	6	Лк, СР	Экзамен КП
2. Оборудование для измельчения строительных материалов		33	+	+	+	3	11	Лк, ЛР, ПЗ, СР	Экзамен КП
3. Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов.		33	+	+	+	3	11	Лк, ЛР, ПЗ, СР	Экзамен КП
4. Дробильно-сортировочные заводы и установки		24	+	+	+	3	8	Лк, ПЗ, СР	Экзамен КП
всего часов		108	36	36	36	3	36		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Мамаев Л.А., Герасимов С.Н. Расчет и проектирование щековых и конусных дробилок. Методические указания к выполнению расчетных работ: ГОУ ВПО «БрГУ». – 2006.-62 с.
2. Мамаев Л.А., Герасимов С.Н. Расчет и проектирование дробильно-сортировочных заводов. Методические указания к выполнению расчетных работ: ГОУ ВПО «БрГУ». – 2006.-42 с.
3. Мамаев Л.А., Герасимов С.Н., Плеханов Г.Н., Федоров В.С. Строительные машины и оборудование – Братск: Изд-во «БрГУ», 2011. – 138 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания (автор, заглавие, выходные данные)	Вид заяв- ления	Количе- ство экземп- ляров в библио- теке, шт.	Обеспечен- ность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование. [Электронный ресурс] / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2781	ПЗ ЛР КП СР	ЭР	1
2.	Бойко, Н.И. Организация, технология и производственно-техническая база сервиса строительных, дорожных и коммунальных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Бойко, В.Г. Санамян, А.Е. Хачкина. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2013. — 424 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/58908	ПЗ ЛР СР	ЭР	1
3.	Глаголев, С.Н. Строительные машины, механизмы и оборудование : учебное пособие / С.Н. Глаголев. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 396 с. - ISBN 978-5-4458-5282-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235423	ПЗ ЛР КП СР	ЭР	1
4.	Кравникова, А.П. Гидравлическое и пневматическое оборудование путевых и строительных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Кравникова. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2016. — 420 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/90933	ПЗ ЛР СР	ЭР	1
Дополнительная литература				
5.	Волков, Д. П. Строительные машины : учебное пособие / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : АСВ, 2002. - 376 с.	ПЗ ЛР КП СР	24	1
6.	Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог : учебное пособие для вузов / Под ред. В.И. Баловнева. - 2-е изд., перераб. и доп. - Омск : Омский дом печати, 2005. - 768 с.	ПЗ ЛР СР	16	0,8
7.	Баловнев, В. И. Машины для содержания городских и автомобильных дорог. В 2 кн. Кн. 1-2 : учебное пособие / В. И. Баловнев, Р. Г. Данилов, А. Г. Савельев. - 3-е изд., доп. и перераб. - М. : ТЕХПОЛИГРАФЦЕНТР, 2013. - ISBN 978-5-94385-093-6. Кн.1 : Содержание дорог в летний период. - 333 с.	ПЗ ЛР СР	5	0,3

8.	Баловнев, В. И. Машины для содержания городских и автомобильных дорог. В 2 кн. Кн. 1-2 : учебное пособие / В. И. Баловнев, Р. Г. Данилов, А. Г. Савельев. - 3-е изд., доп. и перераб. - М. : ТЕХПОЛИГРАФЦЕНТР, 2013. - ISBN 978-5-94385-093-6. Кн.2 : Содержание дорог в зимний период. - 343 с.	ПЗ ЛР СР	5	0,3
9.	Сергеев В.П. Строительные машины и оборудование: учебное пособие. - М.; Высшая школа, 1987. - 375с.	ЛР ПЗ СР	77	1
10.	Строительные машины. Справочник. Под общей редакцией В.А. Баумана и Ф.А. Лапира. М.; М.; Машиностроение. Т. I (для I части курса). 1976. -480с., Т II (для II части курса). 1977. - 496с.	ПЗ ЛР КП СР	12	0,6

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- 1.Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--plai/how-to-search/>.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Работа на лекциях: ведение конспекта лекционного материала для успешного использования его при подготовке к экзамену, закрепления и расширения теоретических знаний. После проработки лекционного материала обучающийся должен четко владеть следующими аспектами по каждой лекции:

- знать тему;
- четко представлять план лекции;
- уметь выделять основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций.

Самостоятельная работа выполняет функцию закрепления, повторения изученного материала. Выполнение самостоятельной работы способствует углублению знаний и более успешному формированию умений и навыков, связанных с изучением конкретных тем.

Характер самостоятельной работы: решение задач, которые выполняются по заданию и при методическом руководстве преподавателя, а также без его непосредственного участия. Правильное выполнение заданий по самостоятельной работе развивает способности самостоятельно работать с информацией, используя учебную и научную литературу. Самостоятельная работа дисциплинирует обучающихся, развивает произвольное внимание и совершенствует навыки целесообразного восприятия.

Лабораторные работы выполняются группами из 2-3 человек.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ и практических занятий.

Отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям оформляется на листах формата А4.

Отчеты по лабораторным работам должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Принципиальная схема работы лабораторной установки.
4. Поэтапное выполнение задания.
5. Заключение.

Отчеты по практическим заданиям должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Поэтапное выполнение задания.
4. Заключение.

Лабораторная работа №1.

Щековые дробилки.

Цель работы: Познакомиться с конструкциями щековых дробилок, определить их оптимальные параметры и режимы работы

Задание:

С помощью лабораторной установки определить её максимальную производительность, оптимальную скорость вращения эксцентрикового вала, а также размер исходного материала и готового продукта.

Порядок выполнения:

Выполнить измерения размеров входной и выходной щеки лабораторной дробилки, ход подвижной щеки, число оборотов эксцентрикового вала при дроблении различного материала (мел, кирпич, уголь, гравий).

Исходные данные для лабораторной работы № 1

Предпоследняя цифра шифра зачетной книжки	Последняя цифра шифра зачетной книжки														
	1; 2			3; 4			5; 6			7; 8			9; 0		
	Q , м ³ /ч	D , м	d , м	Q , м ³ /ч	D , м	d , м	Q , м ³ /ч	D , м	d , м	Q , м ³ /ч	D , м	d , м	Q , м ³ /ч	D , м	d , м
1; 2	15	0,1	0,03	30	0,26	0,08	48	0,4	0,15	62	0,53	0,21	77	0,64	0,237
3; 4	17	0,13	0,04	34	0,29	0,09	50	0,43	0,17	65	0,55	0,22	80	0,66	0,24
5; 6	20	0,17	0,06	37	0,32	0,095	53	0,46	0,18	67	0,57	0,225	83	0,69	0,245
7; 8	23	0,2	0,065	40	0,35	0,98	55	0,5	0,19	70	0,6	0,23	86	0,71	0,247
9; 0	26	0,23	0,7	45	0,38	0,1	58	0,52	0,2	74	0,62	0,235	89	0,71	0,25

$$k = 1; \angle \alpha = 18^\circ; \text{КПД} = 0,85.$$

Чтобы рассчитать основные параметры щековой дробилки, необходимо определить:

– длину камеры дробления, м,

$$L = \frac{Q}{qKd}, \quad (1)$$

где K – коэффициент трудности дробления ($K = 1 \dots 1,5$); q – удельная объемная производительность, отнесенная к единице площади разгрузочного отверстия ($q = 340$ м/ч); d – размер готового щебня, м;

– ширину камеры дробления, м,

$$B = 1,25D, \quad (2)$$

где D – диаметр кусков исходного сырья;

– высоту камеры дробления, м,

$$H = 2,3B; \quad (3)$$

– ход подвижной щеки, м,

$$S = 0,04B; \quad (4)$$

– угловую скорость эксцентрикового вала, рад/с,

$$\omega = 5\sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{S}}, \quad (5)$$

где α – угол захвата ($\alpha = 16 \dots 20^\circ$);

– усилия, действующие на подвижную щеку, Н,

$$F = 2,7 \cdot 10^6 \cdot HL; \quad (6)$$

– мощность привода, Вт,

$$P = 5,5 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{FS}{\eta}, \quad (7)$$

где η – КПД привода ($\eta = 0,8 \dots 0,9$).

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5-10] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Принцип работы щековых дробилок.
2. Основные показатели щековых дробилок.

Лабораторная работа №2.

Конусные дробилки.

Цель работы: Познакомиться с рабочим процессом конусных дробилок.

Задание:

Экспериментально выполнить измерение производительности, оптимальной скорости вращения эксцентрикового стакана, угла захвата куска материала и мощности привода дробилки.

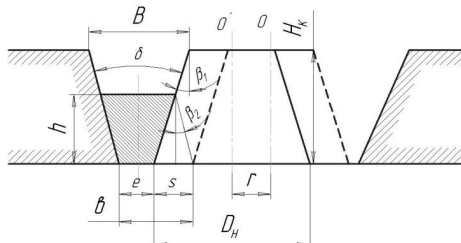
Порядок выполнения:

С помощью измерительной аппаратуры определить оптимальные параметры дробилки и сравнить их с теоретическими данными. Рассчитать усилие дробления для различных материалов (мел, кирпич, уголь, гравий).

Ширину загрузочного отверстия по заданному максимальному куску горной породы принимают по уравнению

$$B = \frac{D}{0,7 \dots 0,8}, \quad (1)$$

где B – ширина загрузочного отверстия, м; D – максимальный размер куска дробимого материала, м.



Расчетная схема для определения технологических параметров

Угол захвата α должен быть меньше двойного угла трения:

$$\alpha < 2\varphi; \quad \operatorname{tg} \varphi = f. \quad (2)$$

Здесь f – коэффициент трения кусков материала о поверхность футеровки ($f = 0,2 \dots 0,3$).

Угол захвата в дробилках с прямолинейным профилем принимают $\alpha = 22 \dots 24^\circ$. В дробилках с криволинейным профилем в зоне приемного отверстия α может достигать до 26° с постепенным уменьшением до $9 \dots 10^\circ$ в зоне разгрузочной щели.

Для длинноконусных дробилок угол захвата α равен $\beta_1 + \beta_2$.

Обычно для расчета выбирают $\beta_1 = \beta_2$.

Ширину разгрузочной щели b определяют, как и в щековых дробилках:

$$b = e + s_1 + s_2 = e + 2z, \quad (3)$$

$$s_1 = h \cdot \operatorname{tg} \beta_1; \quad s_2 = h \cdot \operatorname{tg} \beta_2; \quad s_1 + s_2 = 2z, \quad (4)$$

где e – минимальная ширина разгрузочной щели, м; b – ширина разгрузочной щели, м.

Максимальный размер готового продукта d_{\max} , м, определяется по формуле

$$d_{\max} = 1,2b, \quad (5)$$

Откуда минимальный размер разгрузочной щели

$$e = b - 2z. \quad (6)$$

Здесь z – максимальный размер эксцентриситета, $z = (0,01 \dots 0,03)B$.

Высоту подвижного конуса H_k вычисляем по формуле

$$H_k = \frac{B - e}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}, \quad (7)$$

где B – ширина загрузочного отверстия, м; e – минимальная ширина разгрузочной щели, м; β

– половина угла захвата, $\beta = \frac{\alpha}{2} = 11 \dots 12^\circ$.

Диаметр основания дробящего конуса

$$D_i = BK. \quad (8)$$

Здесь B – размер загрузочного отверстия, м; K – коэффициент подобия.

При определении коэффициента подобия за главный параметр принят размер загрузочного отверстия дробилки B :

$$K = \frac{D_i}{B}. \quad (9)$$

Для дробилок типа Аплес-Чалмерс с размером загрузочного отверстия дробилки от 700 до 1500 мм $K = (1,5 \dots 1,6)$, для отечественных дробилок $K = (1,8 \dots 2,8)$. Меньший показатель коэффициента подобия относится к крупным дробилкам, у которых $D_i \geq 700$ мм. Окончательно диаметр основания дробящего конуса уточняют в процессе конструктивной разборки машины.

Диаметр вертикального вала в эксцентриковой втулке

$$D_1 = (0,35 \dots 0,4)D_i. \quad (10)$$

Остальные параметры находим по эмпирическим зависимостям:

$$D_2 = (0,25 \dots 0,27)D_i;$$

$$D_3 = (0,27 \dots 0,3)D_i; \quad H_\epsilon = \frac{D_1 - D_3}{2} \cdot \operatorname{tg} \gamma;$$

$$h_1 = (0,2 \dots 0,3)H_\epsilon; \quad h_2 = (0,5 \dots 0,7)H_\epsilon; \quad (11)$$

$$h_3 = (0,5 \dots 0,6)H_\epsilon; \quad h_4 = (0,25 \dots 0,3)H_\epsilon;$$

$$\theta = 0,5 \dots 2^\circ; \quad \alpha = 19 \dots 23^\circ; \quad \gamma = 70 \dots 72^\circ.$$

Площадь призмы выпадения раздробленного материала ограничивается двумя коническими поверхностями подвижного конуса и неподвижного (рис. 6):

$$F = \frac{2e + s_1 + s_2}{2} \cdot h = \frac{2e + 2z}{2} \cdot h, \quad (12)$$

$$h = \frac{2r}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}. \quad (13)$$

Произведя подстановку значений h , получим

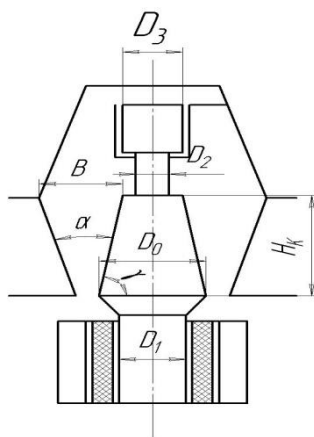
$$F = \frac{2r(e+r)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2} \quad \text{или} \quad F = \frac{2r(e+b)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}. \quad (14)$$

Объем выпадения раздробленного материала вычисляем по формуле

$$V = \pi D_{\text{cp}} F = \frac{2\pi D_{\text{cp}} r(e+r)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}, \quad (15)$$

где F – площадь поперечного сечения раздробленного материала, м^2 ; r – радиус эксцентриситета, м ; e – минимальная ширина разгрузочной щели, м ; b – ширина разгрузочной щели, м ; β_1 и β_2 – углы между образующими подвижного и неподвижного конусов;

V – объем призмы выпадения, м^3 ; D_{cp} – диаметр по среднему сечению призмы выпадения, м .



Основные габаритные размеры дробилки

Производительность дробилки

$$\Pi = 60Vn\mu = \frac{377D_{\text{cp}}n\mu r(e+r)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}. \quad (16)$$

Здесь n – число оборотов в минуту, $n = \sqrt[3]{\frac{0,75}{D_{\text{cp}}}}$; μ – коэффициент дробимости, $\mu = 0,45 \dots 0,6$; Π

– производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Число оборотов подвижного конуса определяют из условия свободного выпадения призмы высотой h за время t , соответствующее половине оборотов эксцентрика:

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

откуда

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2,2r}{g(\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2)}}. \quad (17)$$

Так как $t = \frac{30}{n_k}$, имеем

$$n_k = 471 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}{r}}, \quad (18)$$

где n_k – число качаний конуса в минуту; g – земное ускорение $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; r – эксцентриситет, см .

Если значение r выражено в метрах и n_k определяется в секундах, то формула (2.18) будет иметь вид

$$n_k = 0,78 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}{r}}. \quad (19)$$

Мощность двигателя определяют, как и в щековых дробилках:

$$N = \frac{\pi \omega \sigma^2 D_{cp} (D^2 - d^2)}{1000 \cdot 24 \cdot E \cdot B}. \quad (20)$$

Здесь σ – предел прочности дробимого материала, МПа, $\sigma = 170$ МПа; E – модуль упругости дробимого материала, МПа, $E = 6,5 \cdot 10^4$ МПа; D_{cp} – средний диаметр, который равен диаметру наружного конуса; D – диаметр наибольших кусков, поступающих в дробилку, м; d – диаметр наибольших кусков готового продукта, м.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5-10] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назначение конусных дробилок.
2. Что такое угол захвата куска материала.
3. Что такое оптимальное число оборотов эксцентрикового стакана.
4. Достоинства и недостатки конусных дробилок.
5. Как изменить размер готового продукта.

Лабораторная работа №3.

Дробилки ударного действия.

Цель работы: Ознакомиться с конструкциями дробилок ударного действия и определить их основные параметры.

Задание:

1. Ознакомиться с конструкциями и принципом работы дробилки ударного действия.
2. Осуществить расчет дробилки ударного действия согласно варианта.

Порядок выполнения:

Изучить рабочий процесс роторных и молотковых дробилок. Согласно заданного варианта рассчитать критический диаметр куска $d_{кр}$ и критическую скорость вращения ротора $U_{кр}$, а также определить производительность Π и мощность привода N .

Исходные данные для лабораторной работы № 3

Последняя цифра зачетной книжки	Диаметр ротора D_p , м	Длина ротора L_p , м	Частота вращения ротора n , об/с	Степень измельчения i	Средневзвешенный размер частиц исходного материала $d_{св}$, м	Предел прочности материала при растяжении σ_p	Плотность дробимого материала ρ , кг/м ³
1, 2	1,7	1,45	9,85	6,67	0,8	200	1400
3, 4	0,8	1,3	16,7	5,44	0,6	250	1600
5, 6	1,45	1,6	12,5	8,22	0,5	300	1800
7, 8	0,6	1,5	8,17	4,95	0,7	350	1900
9, 10	1,2	1,4	20,8	5,22	0,9	400	2100

Производительность роторных дробилок определяют, допуская, что била ротора подобно фрезе срезают стружку материала, который опускается на ротор под действием силы тяжести (рис. 3.6).

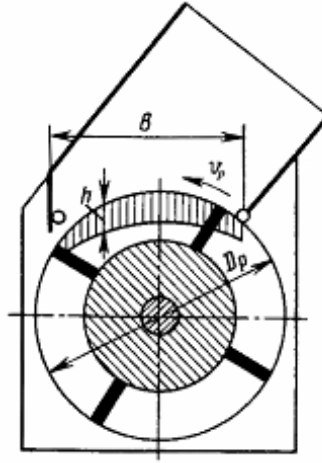


Схема для расчета производительности роторной дробилки

С учетом конструктивных и кинематических соотношений рекомендуется определять производительность по формуле

$$Q = \frac{480 L_p D_p^{1.5} k_\beta}{v_p^{0.35} z^{0.5}}, \quad (1)$$

где L_p – длина ротора, D_p – диаметр ротора, м; k_β – коэффициент, зависящий от положения первой отражательной плиты ($k_\beta = 1,3$ при полностью опущенной плите и $k_\beta = 5,2$ при полностью поднятой плите); v_p – окружная скорость бил ротора, м/с; $z = 10 \dots 20$.

Барабашкин В.П. предложил следующие формулы для расчета ориентировочной производительности молотковых дробилок:

$$\begin{aligned} \text{при } D_p > L_p \quad Q &= 1,66 L_p D_p^2 n, \\ \text{при } D_p < L_p \quad Q &= 1,66 L_p^2 D_p n, \end{aligned} \quad (2)$$

где n – частота вращения ротора, об/с.

Мощность двигателя роторных дробилок с большой степенью измельчения i рассчитывают на основе оценки удельной энергии, расходуемой на дробление, с учетом показателя удельной, вновь открытой поверхности:

$$N = \frac{k_y Q (i - 1) \cdot 10^{-3}}{d_{\text{нв}} \eta}, \quad (3)$$

где k_y – энергетический показатель, зависящий от свойств измельчаемого материала и равный $15 \dots 40$ Вт·ч/м²; $d_{\text{св}}$ – средневзвешенный размер частиц исходного материала, м; η – КПД привода

$\eta = 0,8 \dots 0,95$.

Мощность двигателя молотковых дробилок определяется по уравнению

$$N = (360 \dots 540) Q_i, \quad (4)$$

где Q_i – производительность дробилки, т/ч.

Для реализации силы удара, необходимой для разрушения куска, его масса должна быть достаточной для создания соответствующей реактивной силы инерции, воспринимающей силу удара. Минимальный критический размер куска должен быть равен

$$d_{\text{ед}} = \frac{2300 \cdot 10^{-5} \sigma_\delta}{\rho v_\delta^{1.5}}, \quad (5)$$

где σ_δ – предел прочности материала при растяжении, Па; ρ – плотность дробимого материала, кг/м³; v_δ – окружная скорость ротора, м/с.

Необходимая окружная скорость ротора определяется как

$$v_{\delta} = 1,75 \cdot 10^{-2} \sqrt[3]{\left[\sigma_{\delta} / (\rho d_{\text{нв}}) \right]^2}, \quad (6)$$

где $d_{\text{св}}$ – средневзвешенный размер исходного материала, м.

При соударении твердых тел сила удара зависит от их масс, относительной скорости удара, физико-механических свойств материалов и формконтактных поверхностей. На практике часто имеет место промежуточное положение между упругим и неупругим ударом. Поэтому определить энергию, расходуемую на разрушение куска, исходя из классической теории удара практически невозможно.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5-10] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назначение дробилок ударного действия.
2. Классификация дробилок ударного действия.
3. Что такое критерий ударного воздействия на горную породу?
4. Конструкция бил и молотков.
5. Конструкция роторов дробилок ударного действия.

Лабораторная работа №4.

Вибрационные грохоты.

Цель работы: Ознакомиться с конструкцией вибрационного грохота и его основными параметрами.

Задание:

1. Ознакомиться с конструкцией и рабочим процессом лабораторного вибрационного грохота.
2. Рассчитать основные параметры режимов работы вибрационного грохота.

Порядок выполнения:

Определить скорость движения сита U_0 , угол наклона сита α , частоту и амплитуду A колебаний грохота, а также его производительность и мощность привода.

Исходные данные для лабораторной работы № 4

Последняя цифра шифра зачетной книжки	Q , м ³ /ч	$L_{\text{тр}}$, м	α	q , м ³ /м ² ч	Форма отверстий	Число сит n
1	54	0,007	0	12	Круглые отверстия	2
2	88	0,011	10	20		1
3	123	0,016	15	28		1
4	158	0,021	25	36		2
5	193	0,025	30	44		2
6	228	0,03	0	52	Квадратные отверстия	1
7	264	0,035	10	60		1
8	300	0,04	15	68		2
9	334	0,044	25	76		2
0	360	0,047	30	82		1

Для расчета параметров вибрационного грохота необходимо определить:

– ширину поверхности качения, м,

$$B = \sqrt{\frac{Q}{qK \cdot 2,5}}, \quad (1)$$

где Q – производительность, м³/ч; $q = 12 \dots 82$ м³/(м²·ч) – удельная производительность грохота;

– длину поверхности грохочения, м,

$$L = (2 \dots 2,5) \cdot B; \quad (2)$$

– размер отверстий, м,

$$l = p l_{\text{гр}}, \quad (3)$$

где p – коэффициент, учитывающий форму отверстий (для прямоугольных $p = 0,8 \dots 0,1$, для круглых $p = 1,15 \dots 1,25$); $l_{\text{гр}}$ – граница разделения фракций (размер отверстий), м (для наклонных сит $l_{\text{гр}}$ выбирается по наиболее нагруженному ситу);

– площадь грохочения

$$S = BL; \quad (4)$$

– производительность грохота

$$Q = qSK_1K_2K_3m, \quad (5)$$

где K_1, K_2, K_3, m – коэффициент, зависящий от угла наклона грохота, состава и формы материала, неравномерности питания;

– амплитуду виброперемещений:

наклонный грохот $\dot{a} = 0,00052 \cdot S \cdot \cos \alpha \dot{a}$;

горизонтальный грохот $\dot{a} = 0,0004 + 0,14l \dot{a}$;

где α – угол наклона грохота, $\alpha = 0 \dots 30^\circ$;

– угловую частоту колебаний, рад/с,

$$\omega = \frac{S \cdot \sqrt{l \cos \alpha}}{a}, \quad (6)$$

где $s = 2,8$ – для наклонных, $s = 4,88$ – для горизонтальных грохотов;

– усилия, действующие в конструкции, и жесткость упругих опор:

а) центробежная сила вибровозбудителя

$$F = 70\pi BLna\omega^2, \quad (7)$$

где $\pi = 0,4 \dots 0,8$ – коэффициент массы; n – число сит;

б) масса вибрирующих частей грохота, Н,

$$m = 70\pi BLn, \quad (8)$$

где $\pi = 0,4 \dots 0,8$ – коэффициент массы; n – число сит;

в) жесткость упругих опор, Н/м,

$$C = m\omega_0^2. \quad (9)$$

В резонансном режиме $\omega = (7 \dots 10)\omega_0$, д/а/ñ.

– мощность двигателя, кВт,

$$P = \frac{F\omega}{2\eta} \left(\frac{a}{u} + \mu d \right), \quad (10)$$

где μ – коэффициент трения качения ($\mu = 0,0001 \dots 0,0005$); d – диаметр дебалансного вала, $d = 0,05 \dots 0,08$ м; u – коэффициент направленности вибрации ($u = 1$ – для наклонных с круговыми колебаниями; $u = 2$ – для горизонтальных с направленными колебаниями); η – КПД привода ($\eta = 0,8 \dots 0,9$); a – амплитуда виброперемещений.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5-10] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назначение виброгрохотов.
2. Конструкции вибраторов.
3. Что такое эффективность грохочения?
4. От чего зависит ускорение грохота?
5. Конструктивный расчет виброгрохотов.

Практическое занятие №1.

Тема: Изучение конструкций и расчет основных параметров конусных дробильных машин.

Цель работы: Изучение конструкции и расчет основных параметров конусных дробильных машин.

Задание: По заданным характеристикам произвести расчет параметров конусных дробильных машин.

Порядок выполнения:

Конусная дробилка крупного дробления (рис. 1) состоит из корпуса, неподвижного наружного конуса, подвижного внутреннего конуса с верхним подвесом вала, привода и вспомогательных устройств. Корпус является ограждающим элементом машины, воспринимающим рабочие усилия и обеспечивающим необходимую жесткость конструкции. Нижняя часть корпуса – станина 1, на нее устанавливаются три кольца – нижнее 2, среднее 6 и верхнее 15, которые соединены между собой болтами 16 и 5. К фланцу верхнего кольца прикреплена траверса 8. Внутренние поверхности корпуса футерованы пятью рядами сменных плит из высокомарганцовистой стали, образующими дробящую поверхность неподвижного конуса. Второй (снизу) ряд 4 плит имеет переход наклона образующей конуса, а нижний ряд 3 имеет наклон, близкий к вертикали, что улучшает условия измельчения и выхода материала. Лапы траверсы защищены от износа плитами 9. В средней части траверсы расположен узел подвески вала подвижного конуса, защищенный сверху колпаком 10. На главный вал 17 жестко насажен подвижный конус, футерованный дробящими плитами на цинковой заливке. Верхний конец вала 17 помещен в подвеске, а нижний – свободно вставлен в эксцентриковую втулку 19. Верхний подвес вала включает опорную втулку 13, обойму 12 и гайку 11. Смазка к подвесу подводится маслопроводом 7.

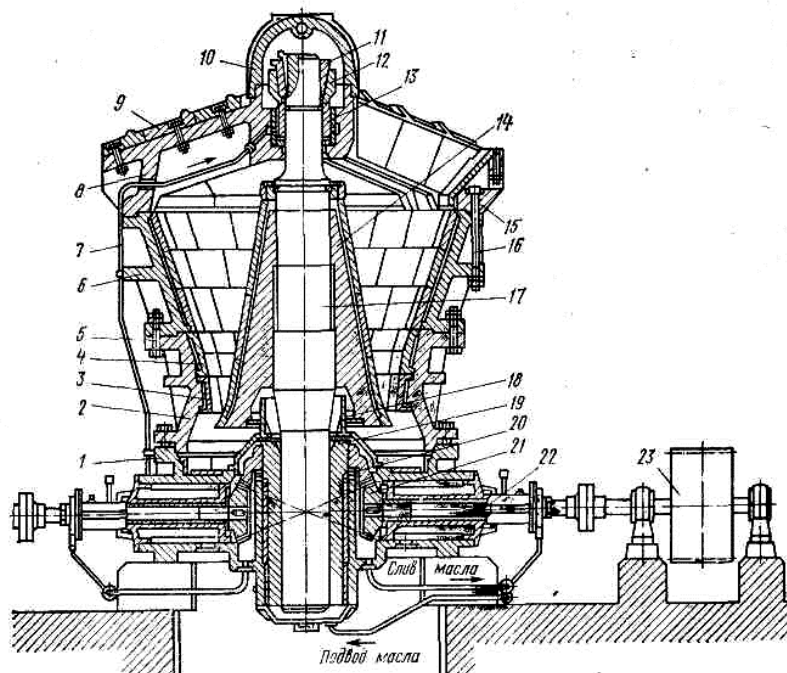


Рис. 1 - Схема конусной дробилки крупного дробления

На рис. 2 показана схема узла подвески. В центральной части траверсы под колпаком 1 имеется цилиндрическое гнездо, в котором установлены неподвижная втулка 6 и плоская опорная шайба 5. На опорную шайбу опирается конусная втулка 4. Положение втулки фиксируется обоймой 3 и разрезной гайкой 2. Последней можно регулировать высоту установки подвижного конуса и, следовательно, изменять ширину выходной щели дробилки. При работе дробилки конусная втулка 4 торцом обкатывается по шайбе 5, а конической поверхностью – по втулке 6, а так как вал подвижного конуса обкатывается также и вокруг своей оси, то втулка 4 одновременно проскальзывает по шайбе 5 и втулке 6. Эксцентриковая втулка 19 (см. рис. 1) вставлена в стакан эксцентрика 20, расположенный в центре станины. К эксцентриковой втулке прикреплена коническая шестерня 21, находящаяся в зацеплении с конической шестерней приводного вала 22, соединенного через муфту с приводным шкивом 23.

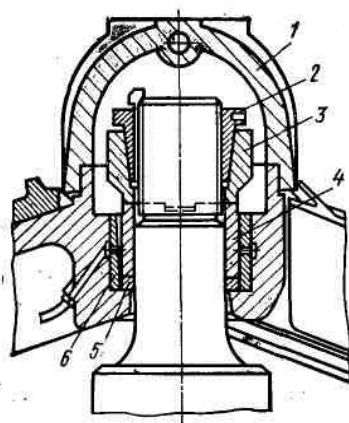


Рис. 2 - Схема узла подвески подвижного конуса

Эксцентриковый узел является наиболее нагруженным элементом дробилки. Для обеспечения нормальных условий работы наружную и внутреннюю поверхности втулки 19 заливают баббитом или устанавливают баббитовые или биметаллические вкладыши. Смазка трущихся поверхностей узла осуществляется от насосной станции по маслопроводу. Эксцентриковый узел защищает от попадания пыли (установка под подвижным конусом трех колец 18). Приводной вал устанавливается в разъемном корпусе, который может монтироваться без разборки других узлов машины. Втулка приводного вала и ступица приводного шкива соединены болтами, выполняющими роль предохранительного звена. При

попадании в машину недробимых предметов болты срезаются, предохраняя поломку ответственных деталей машины. Наиболее крупные дробилки ККД оснащены двухдвигательным приводом. При этом один из двигателей предназначен для пуска дробилки под завалом (камера дробления заполнена материалом).

При работе дробилки нижний конец вала 17 описывает окружность, радиус которой равен эксцентриситету втулки, а геометрическая ось этого вала – коническую поверхность с вершиной в точке подвеса. При таком движении образующие подвижного конуса поочередно приближаются к неподвижному конусу, а затем удаляются от него, т. е. подвижный конус как бы обкатывается по неподвижному (через слой материала), производя непрерывное измельчение материала. При этом вал 17 не вращается. Однако в реальных условиях силы трения в кинематической паре вал – эксцентриковая втулка могут быть выше, чем в паре вал – коническая втулка в узле подвеса. Тогда подвижный конус начнет вращаться относительно вала 17 в том же направлении, что и эксцентриковая втулка. В зависимости от соотношения сил трения в этих парах частота вращения конуса относительно вала может меняться от 0 до частоты вращения эксцентриковой втулки.

Для повышения надежности работы предохранительного устройства, упрощения и облегчения регулирования ширины выходной щели и пуска машины под завалом, обеспечения дистанционного управления машиной в некоторых моделях ККД применяется гидроопора вала подвижного конуса. При этом нижний торец вала конуса опирается на скалку (короткий цилиндрический стержень), расположенную внутри полого поршня и вместе с ним перемещающуюся в гидроцилиндре. Конструкция такой опоры (рис. 3) состоит из цилиндра 2, поршня 3, скалки 6 и контактных деталей. Цилиндр с крышкой 1 и поршнем крепят болтами 9 к станине 10. В проточках поршня и торца вала устанавливают опорные шайбы 4 и 8, а также кольца 5 и 7. Шайбы контактируют с торцовыми поверхностями скалки, имеющими конусность, а внутренние поверхности колец – со сферическими боковыми поверхностями скалки. Трущиеся поверхности непрерывно смазываются и охлаждаются маслом. Для подъема поршня скалки и вала масло подается через сверления в крышке цилиндра. Изменяя положение поршня по высоте (за счет изменения давления в гидросистеме), можно регулировать зазор между подвижным и неподвижным конусами.

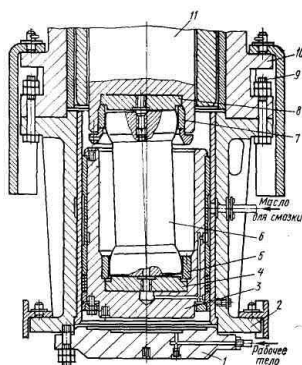
Недостатком рассмотренной конструкции является сложность монтажа и демонтажа опоры, поэтому более широкое распространение получила система с верхним гидравлическим подвесом, при котором опорная шайба вместе с закрепленной на конусе вала конусной втулкой может подниматься крестовиной, соединенной с плунжерами гидроцилиндров.

За основной параметр крупных конусных дробилок принимают ширину приемного отверстия. Дробилки в зависимости от типоразмера дробят куски горной породы от 400 до 1200 мм и имеют выходную щель 75...300 мм.

Степень уменьшения дробимого материала этих дробилок определяют отношением загрузочного отверстия B к разгрузочной щели e . Она колеблется в пределах:

$$\text{для дробилок ККД: } i = \frac{B}{e} = 5 \dots 8,$$

$$\text{для дробилок КСД: } i = \frac{B}{e} = 5 \dots 9.$$



ис. 3 - Схема гидравлической опоры подвижного конуса ККД

Фактически степень сокращения значительно ниже конструктивной и находится в пределах 2,5...4,0.

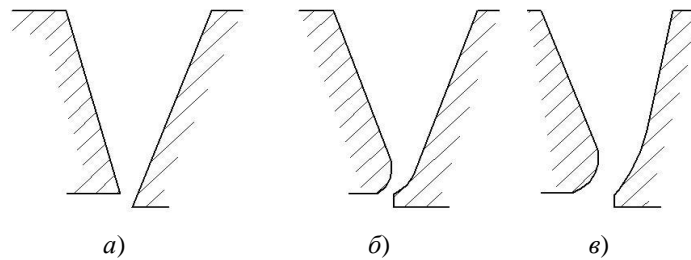


Рис. 4 - Профиль дробящего пространства крупноконусных дробилок:

a – прямолинейный; *б, в* – криволинейные

Профиль дробящего пространства в конусных дробилках может быть прямолинейным или криволинейным (рис. 4, *a–в*). Прямолинейный профиль имеет постоянный угол захвата по всей высоте. Пропускная способность в нижней точке дробящего пространства по сравнению с верхней меньше, вследствие чего происходит забивание материалом выходного отверстия. При криволинейном профиле дробящего пространства угол захвата по высоте переменный, за счет смещения зоны с наименьшей пропускной способностью кверху обеспечивается большая производительность дробилки и исключается возможность забивания дробящего пространства материалом в зоне разгрузки.

Ширину загрузочного отверстия по заданному максимальному куску горной породы принимают (рис. 5) по уравнению

$$B = \frac{D}{0,7...0,8}, \quad (1)$$

где B – ширина загрузочного отверстия, м; D – максимальный размер куска дробимого материала, м.

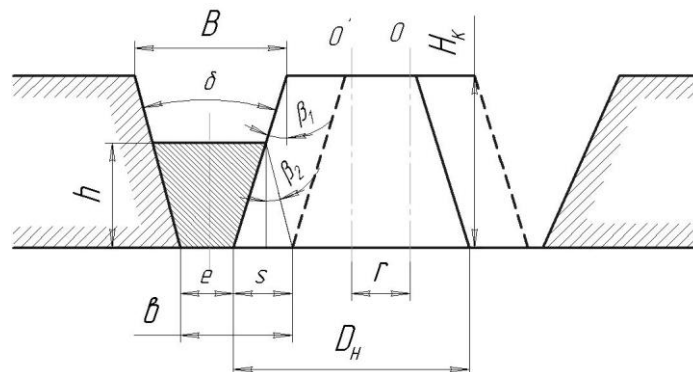


Рис. 5 - Расчетная схема для определения технологических параметров

Угол захвата α должен быть меньше двойного угла трения:

$$\alpha < 2\varphi; \quad \operatorname{tg} \varphi = f. \quad (2)$$

Здесь f – коэффициент трения кусков материала о поверхность футеровки ($f = 0,2...0,3$).

Угол захвата в дробилках с прямолинейным профилем принимают $\alpha = 22...24^\circ$. В дробилках с криволинейным профилем в зоне приемного отверстия α может достигать до 26° с постепенным уменьшением до $9...10^\circ$ в зоне разгрузочной щели.

Для длиноконусных дробилок угол захвата α равен $\beta_1 + \beta_2$.

Обычно для расчета выбирают $\beta_1 = \beta_2$.

Ширину разгрузочной щели b определяют, как и в щековых дробилках:

$$b = e + s_1 + s_2 = e + 2z, \quad (3)$$

$$s_1 = h \cdot \operatorname{tg} \beta_1; \quad s_2 = h \cdot \operatorname{tg} \beta_2; \quad s_1 + s_2 = 2z, \quad (4)$$

где e – минимальная ширина разгрузочной щели, м; b – ширина разгрузочной щели, м. Максимальный размер готового продукта d_{\max} , м, определяется по формуле

$$d_{\max} = 1,2b, \quad (5)$$

Откуда минимальный размер разгрузочной щели

$$e = b - 2z. \quad (6)$$

Здесь z – максимальный размер эксцентриситета, $z = (0,01...0,03)B$.

Высоту подвижного конуса H_k вычисляем по формуле

$$H_k = \frac{B - e}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}, \quad (7)$$

где B – ширина загрузочного отверстия, м; e – минимальная ширина разгрузочной щели, м; β – половина угла захвата, $\beta = \frac{\alpha}{2} = 11...12^\circ$.

Диаметр основания дробящего конуса

$$D_i = BK. \quad (8)$$

Здесь B – размер загрузочного отверстия, м; K – коэффициент подобия.

При определении коэффициента подобия за главный параметр принят размер загрузочного отверстия дробилки B :

$$K = \frac{D_i}{B}. \quad (9)$$

Для дробилок типа Аплес-Чалмерс с размером загрузочного отверстия дробилки от 700 до 1500 мм $K = (1,5...1,6)$, для отечественных дробилок $K = (1,8...2,8)$. Меньший показатель коэффициента подобия относится к крупным дробилкам, у которых $D_i \geq 700$ мм. Окончательно диаметр основания дробящего конуса уточняют в процессе конструктивной разборки машины.

Диаметр вертикального вала в эксцентриковой втулке

$$D_1 = (0,35...0,4)D_i. \quad (10)$$

Остальные параметры находим по эмпирическим зависимостям:

$$D_2 = (0,25...0,27)D_i;$$

$$D_3 = (0,27...0,3)D_i; \quad H_\epsilon = \frac{D_1 - D_3}{2} \cdot \operatorname{tg} \gamma;$$

$$h_1 = (0,2...0,3)H_\epsilon; \quad h_2 = (0,5...0,7)H_\epsilon; \quad (11)$$

$$h_3 = (0,5...0,6)H_\epsilon; \quad h_4 = (0,25...0,3)H_\epsilon;$$

$$\theta = 0,5...2^\circ; \quad \alpha = 19...23^\circ; \quad \gamma = 70...72^\circ.$$

Площадь призмы выпадения раздробленного материала ограничивается двумя коническими поверхностями подвижного конуса и неподвижного (рис. 6):

$$F = \frac{2e + s_1 + s_2}{2} \cdot h = \frac{2e + 2z}{2} \cdot h, \quad (12)$$

$$h = \frac{2r}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}. \quad (13)$$

Произведя подстановку значений h , получим

$$F = \frac{2r(e + r)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2} \quad \text{или} \quad F = \frac{2r(e + b)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}. \quad (14)$$

Объем выпадения раздробленного материала вычисляем по формуле

$$V = \pi D_{cp} F = \frac{2\pi D_{cp} r(e + r)}{\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2}, \quad (15)$$

где F – площадь поперечного сечения раздробленного материала, м²; r – радиус эксцентриситета, м; e – минимальная ширина разгрузочной щели, м; b – ширина разгрузочной щели, м; β_1 и β_2 – углы между образующими подвижного и неподвижного

конусов;

V – объем призмы выпадения, м^3 ; D_{cp} – диаметр по среднему сечению призмы выпадения, м.

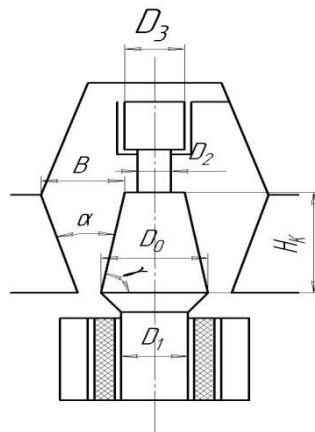


Рис. 6 - Основные габаритные размеры дробилки

Производительность дробилки

$$\Pi = 60Vn\mu = \frac{377D_{\text{cp}}n\mu r(e+r)}{\text{tg } \beta_1 + \text{tg } \beta_2}. \quad (16)$$

Здесь n – число оборотов в минуту, $n = \sqrt[3]{\frac{0,75}{D_{\text{cp}}}}$; μ – коэффициент дробимости, $\mu = 0,45 \dots 0,6$; Π – производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Число оборотов подвижного конуса определяют из условия свободного выпадения призмы высотой h за время t , соответствующее половине оборотов эксцентрика:

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

откуда

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2,2r}{g(\text{tg } \beta_1 + \text{tg } \beta_2)}}. \quad (17)$$

Так как $t = \frac{30}{n_k}$, имеем

$$n_k = 471 \sqrt{\frac{\text{tg } \beta_1 + \text{tg } \beta_2}{r}}, \quad (18)$$

где n_k – число качаний конуса в минуту; g – земное ускорение $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; r – эксцентриситет, см.

Если значение r выражено в метрах и n_k определяется в секундах, то формула (2.18) будет иметь вид

$$n_k = 0,78 \sqrt{\frac{\text{tg } \beta_1 + \text{tg } \beta_2}{r}}. \quad (19)$$

Мощность двигателя определяют, как и в щековых дробилках:

$$N = \frac{\pi \omega \sigma^2 D_{\text{cp}} (D^2 - d^2)}{1000 \cdot 24 \cdot E \cdot B}. \quad (20)$$

Здесь σ – предел прочности дробимого материала, МПа, $\sigma = 170 \text{ МПа}$; E – модуль упругости дробимого материала, МПа, $E = 6,5 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; D_{cp} – средний диаметр, который равен диаметру наружного конуса; D – диаметр наибольших кусков, поступающих в дробилку, м; d – диаметр наибольших кусков готового продукта, м.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются преимущества и недостатки конусных дробилок по отношению к щековым дробилкам?
2. Каким может быть профиль дробящего пространства?

Практическое занятие №2.

Тема: Вибрационные грохоты.

Цель работы: Изучение конструкции и расчет основных параметров вибрационных грохотов.

Задание: По заданным характеристикам произвести расчет параметров вибрационных грохотов.

Порядок выполнения:

Процесс разделения массы или смеси зерен природного происхождения на классы по крупности называется *грохочением* или *сортировкой*. Грохочение осуществляют механическим, гидравлическим, воздушным и магнитным способами. Наиболее распространен механический способ, при котором дробленую массу разделяют путем просеивания на грохотах. Основной частью грохота является просеивающая поверхность. Она выполняется в виде сита из плетеной или сварной сетки, а также решета, штампованного из листовой стали или литого из резины. Сита и решета должны быть износостойкими, сохранять в процессе работы неизменным размер отверстий, иметь большую площадь отверстий.

Различают грохочение предварительное, промежуточное, товарное (окончательное). Предварительное грохочение применяют для грубой сортировки на крупные и мелкие куски перед дробилками первичного дробления. При промежуточном грохочении из дробленого материала отделяются более крупные куски для направления в дробилки последующих стадий дробления. При окончательном грохочении материал разделяют на фракции в соответствии с требованиями стандарта. Разделение материала по крупности на фракции осуществляется в результате придания поверхности грохочения определенных по частоте и амплитуде колебаний, обеспечивающих эффективное встряхивание материала и прохождение зерен через просеивающие поверхности. На грохотах можно устанавливать до трех сит. Сита располагают в одной плоскости (грохочение от мелкого к крупному) или ярусами (грохочение от крупного к мелкому).

При грохочении от мелкого к крупному (рис. 1, а) грохот имеет конструкцию простую, удобную для осмотра и ремонта сит. Недостатками такой схемы являются большая длина грохота, интенсивный износ первого сита, низкое качество грохочения, так как мелкие частицы увлекаются более крупными. При грохочении от крупного к мелкому (рис. 1, б) достигаются высокое качество сортирования, более равномерный износ сит, однако ухудшается возможность наблюдения за работой грохота. Комбинированная схема (рис. 1, в) по сравнению с другими занимает промежуточное положение и является наиболее распространенной.

При перемещении по просеивающей поверхности сит материал разделяется по крупности. Зерна материала, превышающие размер отверстий сит, сходят с поверхности грохочения, образуя верхний класс. Зерна материала, прошедшие через отверстия, называются *нижним классом*. Нижний класс каждого предыдущего сита является исходным материалом для следующего расположенного за ним сита. При движении материалов по ситам не все зерна размером меньше отверстия сита могут пройти через него. В результате верхний класс оказывается засоренным зернами нижнего класса. Отношение (в процентах) массы зерен, прошедших сквозь сито, к количеству материала такой же крупности, содержащегося в исходном материале, называют *эффективностью грохочения*. Эталонное значение эффективности грохочения в зависимости от материала и типа грохотов составляет 86...91 %.

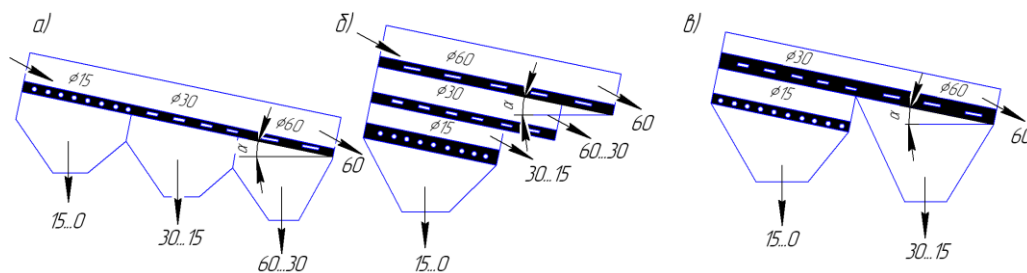


Рис. 1 - Схемы расположения сит на грохотах:

а – от мелкого к крупному; *б* – от крупного к мелкому; *в* – комбинированная

По исполнению и типу привода грохоты делят на неподвижные колосниковые, барабанные вращающиеся, эксцентриковые и инерционные виброгрохоты.

Неподвижные грохоты представляют собой колосниковые решетки из износостойкой стали с высоким ударным сопротивлением. Их применяют для предварительного грохочения.

Барабанные грохоты имеют наклонный, под углом $5...7^\circ$, вращающийся барабан, состоящий из секций с различными размерами отверстий. Загрузка осуществляется в секцию с меньшими размерами отверстий. При трехсекционном барабане получают четыре фракции щебня. Диаметры барабанов таких грохотов $600... 1000$ мм при длине $3...3.5$ м. Частота вращения грохота зависит от его диаметра и составляет $15...20$ мин⁻¹. При большей частоте грохочение прекращается. Производительность их $10...45$ м³/ч при мощности двигателя $1,7...4,5$ кВт. В связи с низким качеством грохочения и большим расходом энергии барабанные грохоты имеют ограниченное применение.

Эксцентриковые грохоты (рис. 2, *а*) состоят из наклонного под углом $15...25^\circ$ короба *1* с ситами *6* и *8*, шарнирно подвешенного к шейкам приводного эксцентрикового вала *7* с дебалансами *5* и опирающегося на пружины *2*. Вращение вала передается от электродвигателя *3* через клиноременную передачу *4*. При такой подвеске короба материал на его просеивающей поверхности получает круговые колебания с постоянной амплитудой, равной двойному эксцентриситету вала, при любой нагрузке. Эксцентриковые грохоты изготовляют с двумя ситами размером 1500×3750 мм и амплитудой колебаний $3...4,5$ мм и частотой колебаний $800... 1400$ в минуту.

Инерционные виброгрохоты делятся на инерционные наклонные (угол наклона сит $10...25^\circ$) и инерционные горизонтальные.

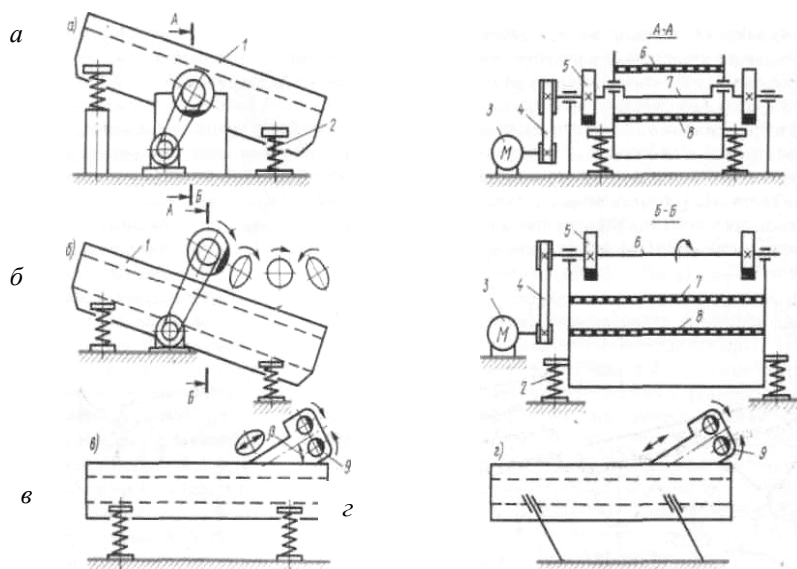


Рис. 2 - Схемы плоских грохотов:

а – эксцентриковый; *б* – инерционный наклонный; *в, г* – инерционный горизонтальный

Инерционный наклонный виброгрохот (рис. 2, б) имеет приводной механизм, представляющий собой вал 6 с дебалансами 5, опертый на два подшипника, корпуса которых укреплены в стенках корпуса 1. Короб с ситами 7 и 8 опирается на основание через упругие связи 2.

Форма колебаний зависит от расположения неуравновешенных масс и способа подвески корпуса. Они могут быть круговыми, эллиптическими или прямолинейными (грохоты с пластинчатыми рессорами). Наиболее эффективны грохоты на пружинных опорах. Регулирование амплитуды колебаний достигается сменными дебалансами. В отличие от эксцентриковых в инерционных грохотах с увеличением нагрузки амплитуда колебания корпуса уменьшается автоматически, защищая конструкцию от перегрузок. Такие грохоты применяют для тяжелых условий работы при товарном грохочении, а также для предварительного грохочения крупнокусковых материалов перед первичным дроблением (вместо сит устанавливают колосниковые решетки в один ярус). Размеры просеивающей поверхности сит 1750×1450 мм, частота вращения вала вибратора порядка 800 мин^{-1} , амплитуда колебаний 3,7...4,5 мм.

Эффективное сортирование достигается с вибраторами направленного действия (рис. 2, в, г). Инерционный горизонтальный виброгрохот имеет вибровозбудитель прямолинейно направленных колебаний 9, смонтированный на коробе с ситами. Возбудитель состоит из двух параллельно расположенных дебалансных валов, синхронно вращающихся в разных направлениях. Возмущающая сила такого вибратора направлена по прямой перпендикулярной линии, соединяющей центры дебалансных валов, и изменяется по закону синуса. Угол действия между возмущающей силой и плоскостью сит составляет $35...45^\circ$. Короб с ситами опирается на основание через вертикальные пружины. Размеры просеивающей поверхности сит таких грохотов 1250×3000 мм, частота колебаний 500...700 в минуту, амплитуда колебаний 8...12 мм, мощность приводного двигателя 5,5 кВт. Горизонтальные виброгрохоты с направленными колебаниями обеспечивают большую удельную производительность и лучшее качество грохочения по сравнению с наклонными (рис. 3).

Техническая производительность грохотов, $\text{м}^3/\text{ч}$, при промежуточном и окончательном грохочении

$$P_t = qAk_1k_2k_3, \quad (1)$$

где q – удельная производительность 1 м^2 сита для определенного размера отверстий (для отверстий от 5 до 70 мм изменяется от 12 до $82 \text{ м}^3/\text{ч}$); A – площадь сита, м^2 ; k_1 – коэффициент, учитывающий угол наклона грохота (для горизонтальных грохотов с направленными колебаниями $k_1 = 1,0$; для наклонных при угле наклона $9...15^\circ$ – 0,45...1,54); k_2 – коэффициент, учитывающий содержание в данном продукте зерен нижнего класса (при содержании 10...90% соответственно 0,58...1,25); k_3 – коэффициент, учитывающий содержание в нижнем классе зерен меньше $1/2$ размера отверстий сит (при содержании 10...90 % соответственно 0,63...1,37).

При приближенных расчетах можно определять производительность грохота как производительность желоба с определенной пропускной способностью

$$P_t = 3600bh\vartheta k_p, \quad (2)$$

где b – ширина сита, м; h – толщина слоя сортируемого материала, м (принимается равной размеру поступающих на сито кусков); $\vartheta = 0,05...0,25 \text{ м/с}$ – скорость движения материала вдоль желоба; $k_p = 0,4...0,5$ – коэффициент разрыхления материала.

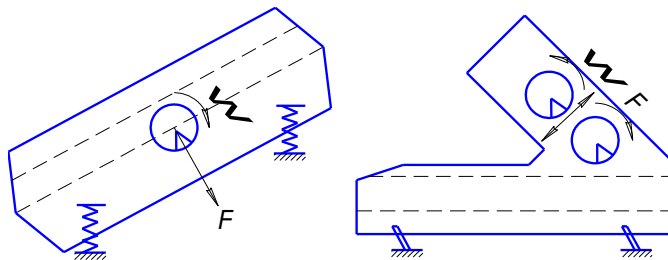


Рис. 3 - Схема вибрационного грохота

Для расчета параметров вибрационного грохота необходимо определить:

– ширину поверхности качения, м,

$$B = \sqrt{\frac{Q}{qK \cdot 2,5}}, \quad (3)$$

где Q – производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$; $q = 12 \dots 82 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ – удельная производительность грохота;

– длину поверхности грохочения, м,

$$L = (2 \dots 2,5) \cdot B; \quad (4)$$

– размер отверстий, м,

$$l = pl_{\text{гр}}, \quad (5)$$

где p – коэффициент, учитывающий форму отверстий (для прямоугольных $p = 0,8 \dots 0,1$, для круглых $p = 1,15 \dots 1,25$); $l_{\text{гр}}$ – граница разделения фракций (размер отверстий), м (для наклонных сит $l_{\text{гр}}$ выбирается по наиболее нагруженному ситу);

– площадь грохочения

$$S = BL; \quad (6)$$

– производительность грохота

$$Q = qSK_1K_2K_3m, \quad (7)$$

где K_1, K_2, K_3, m – коэффициент, зависящий от угла наклона грохота, состава и формы материала, неравномерности питания;

– амплитуду виброперемещений:

наклонный грохот $\dot{a} = 0,00052 \cdot S \cdot \cos \alpha \dot{a}$;

горизонтальный грохот $\dot{a} = 0,0004 + 0,14l \dot{a}$;

где α – угол наклона грохота, $\alpha = 0 \dots 30^\circ$;

– угловую частоту колебаний, рад/с,

$$\omega = \frac{S \cdot \sqrt{l \cos \alpha}}{a}, \quad (8)$$

где $s = 2,8$ – для наклонных, $s = 4,88$ – для горизонтальных грохотов;

– усилия, действующие в конструкции, и жесткость упругих опор:

а) центробежная сила вибровозбудителя

$$F = 70\pi BLna\omega^2, \quad (9)$$

где $\pi = 0,4 \dots 0,8$ – коэффициент массы; n – число сит;

б) масса вибрирующих частей грохота, Н,

$$m = 70\pi BLn, \quad (10)$$

где $\pi = 0,4 \dots 0,8$ – коэффициент массы; n – число сит;

в) жесткость упругих опор, Н/м,

$$C = m\omega_0^2. \quad (11)$$

В резонансном режиме $\omega = (7 \dots 10)\omega_0$.

– мощность двигателя, кВт,

$$P = \frac{F\omega}{2\eta} \left(\frac{a}{u} + \mu d \right), \quad (12)$$

где μ – коэффициент трения качения ($\mu = 0,0001 \dots 0,0005$); d – диаметр дебалансного вала, $d = 0,05 \dots 0,08$ м; u – коэффициент направленности вибрации ($u = 1$ – для наклонных с круговыми колебаниями; $u = 2$ – для горизонтальных с направленными колебаниями); η – КПД привода ($\eta = 0,8 \dots 0,9$); a – амплитуда виброперемещений.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5-10] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Классификация вибрационного грохота.
2. Принцип работы вибрационного грохота.
3. Схемы вибрационного грохота.
4. Достоинства и недостатки вибрационного грохота.

Практическое занятие №3.

Тема: Дробильно-сортировочные заводы и установки.

Цель работы: Освоение методики подбора и расчета режимов работы дробильно-сортировочных машин.

Задание: По заданным характеристикам произвести подбор и расчет режимов работы дробильно-сортировочных машин

Порядок выполнения:

На дробильно-сортировочных заводах по производству щебня выполняются следующие основные операции: дробление, сортировка, обогащение, складирование щебня и утилизация отходов.

Технологические схемы дробильно-сортировочных заводов определяются характером исходной горной массы, требованиями к готовому продукту, номенклатурой выпускаемого оборудования, мощностью и назначением предприятия. Они должны быть «гибкими» и давать возможность варьировать характеристиками щебня за счет изменения режимов работы оборудования, а также обеспечивать высокое качество щебня при минимальных капитальных затратах и эксплуатационных расходах.

В современных производствах щебня применяются, как правило, многостадийные технологические схемы, при которых создаются лучшие условия использования дробилок и обеспечивается высокое качество продукции.

Для учебных целей, когда важно изучить методику расчета и подбора оборудования, можно ограничиться разработкой двух- трех стадийных схем производства, полагая, что перерабатывается однородная, не загрязненная глинистыми включениями горная масса, не требующая операций промывки. Обогащение щебня в этих условиях сводится к удалению карьерных отходов и сортировке. На рис.1 показана двухстадийная технологическая схема производства щебня с замкнутым циклом работы дробилки второй стадии дробления. На схеме все грузопотоки продуктов нумеруются буквой m с индексами арабскими цифрами, а операции – римскими цифрами. Исходная горная масса m_1 , доставленная из карьера, подвергается предварительной сортировке на грохоте I, где из нее отбирается карьерная – m_2 . Остальная горная масса m_3 направляется в дробилку первой стадии дробления II. Раздробленный материал m_4 поступает на односитовый промежуточный грохот III. На этой операции из продукта дробления отсеивается щебень m_5 (размером меньше максимального куска щебня по заданию α_{\max}), который направляется на грохот окончательной сортировки VI. Остальная масса m_6 поступает в дробилку IV, где подвергается вторичному дроблению. Продукт дробления m_7 поступает на второй промежуточный грохот V, где из него отсеивается щебень m_8 размером d_{\max} , который направляется на грохоты окончательной

сортировки VI. Если в продукте m_7 имеются куски размером больше d_{\max} в количестве 3-4%, то эта часть m_8 материала должна подвергнуться дроблению. В рассматриваемой схеме она снова направлена во вторичную дробилку IV. Работа вторичной дробилки в замкнутом цикле возможна при условии достаточности ее производительности на переработку этого дополнительного потока материала. В противном случае следует применить трехстадийную схему производства. Грохот окончательной сортировки VI разделяет щебень на товарные фракции : $m_{11}(0-10\text{мм})$; $m_{12}(10-20\text{мм})$; $m_{13}(20-40\text{мм})$; $m_{14}(40-70\text{мм})$.

Таблица 1

Исходные данные для заданий

№ задания	Производительность П, $\text{м}^3/\text{ч}$	Дробный материал			Наибольший размер щебня d , мм	Примечание
		Наименование	Предел прочности и на сжатие σ_c , МПа	Наибольший размер D, мм		
1	2	3	4	5	6	7
1	75	Гранит	130	340	40	
2	200	Кварц	140	400	40	
3	160	Песчаник	100	450	70	
4	70	Известняк	80	300	40	
5	600	Мрамор	64	900	40	
6	300	Гранит	140	500	40	
7	230	Диабаз	150	800	70	
8	100	Мергель	80	600	70	
9	60	Пронит	120	350	40	
10	35	Известняк	64	300	40	
11	120	Гранат	135	600	70	
12	60	Известняк	80	420	40	
13	115	Кварцит	160	700	40	
14	140	Мрамор	100	550	40	
15	100	Мергель	100	600	70	
16	300	Гранит	140	800	70	
17	100	Диабаз	150	650	40	
18	40	Известняк	70	390	40	
19	500	Кварц	125	1000	70	
20	80	Мергель	60	300	40	
21	20	Гранит	130	300	70	
22	50	Диабаз	140	380	40	
23	120	Известняк	73	500	40	
24	600	Гранит	100	1100	70	
25	30	Диабаз	130	320	40	
26	320	Известняк	100	640	40	
27	350	Мрамор	64	1000	40	
28	150	Мрамор	120	550	40	

**Двухстадийная технологическая схема
производства с замкнутым циклом
вторичного дробления**

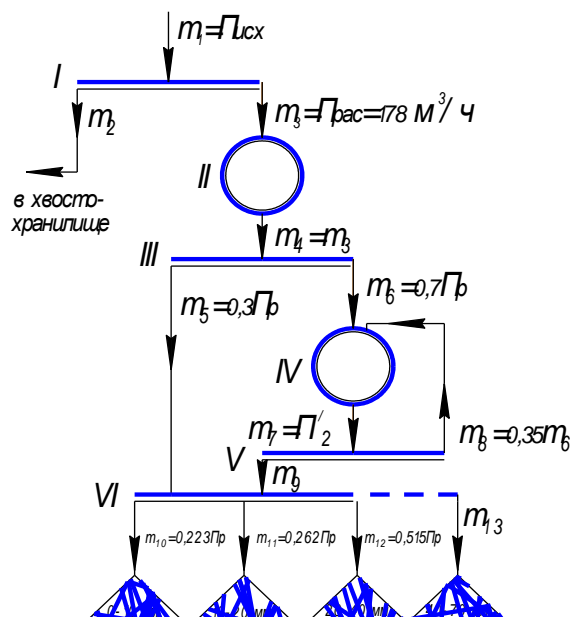


Рис. 1

Число стадий дробления является основным показателем, характеризующим технологический процесс, и определяется заданными условиями производства и возможностями дробильных машин, т.е. рассчитывается через общую и частные степени измельчения.

Общая степень измельчения $i_{i\dot{a}i\dot{u}}$, в первом приближении, рассчитывается по формуле:

$$i_{i\dot{a}i\dot{u}} = \frac{D_{\max}}{d_{\max}}; \quad (1)$$

где D_{\max} - максимальный размер камня в исходной горной массе, мм
 d_{\max} - наибольший размер щебня, мм.

Частные степени дробления, получаемые в основных типах дробилок, имеют следующие значения.

Тип дробилки	Степень измельчения
Щековые и конусные крупного дробления	3 - 5
Конусные среднего и мелкого дробления:	
в открытом цикле	3 – 6
в замкнутом цикле	4 - 7
Дробилки ударного действия	4 - 12

Сопоставляя рассчитанное значение $i_{i\dot{a}i\dot{u}}$ с частными значениями степеней измельчения отдельных машин, определяют число стадий дробления и выбирают соответствующую технологическую схему, которая в ходе последующих расчетов уточняется и снабжается количественными значениями грузопотоков материалов, направляемых в соответствующие машины.

Трехстадийная технологическая схема производства

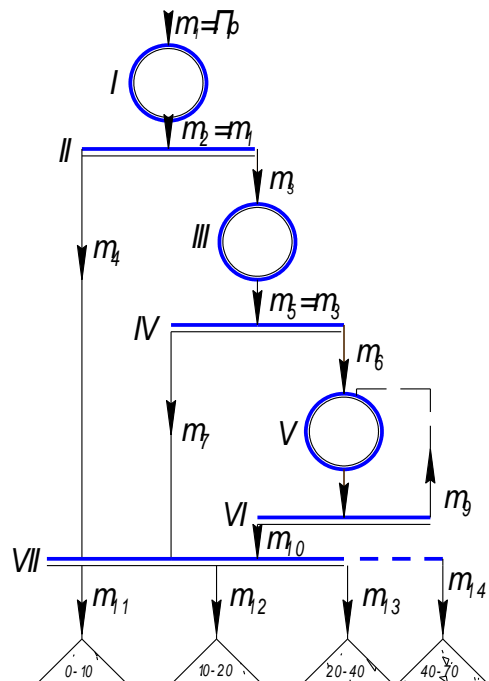


Рис. 2

Рекомендуется следующая последовательность расчетов и подбора дробилок. В зависимости от дробимой породы и в соответствии с вышеизложенными рекомендациями, выбирается (по двум вариантам) тип дробилок первой стадии дробления.

Выбор конкретной марки (модели) машины производится по расчетной производительности и в зависимости от заданного максимального размера камня в исходной горной массе. Первоначальный выбор дробилки следует сделать по допустимому для нее максимальному размеру загружаемого куска, а затем проверить достаточность ее производительности. Принимаемая дробилка должна иметь производительность несколько большую, чем расчетная производительность предприятия Π_p ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$\Pi_p = \frac{\Pi_{\text{зад}} \cdot K_n}{K_u}, \quad (2)$$

где $\Pi_{\text{зад}}$ - заданная производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$;

\hat{E}_i - коэффициент неравномерности подачи горной массы ($\hat{E}_i \approx 1,1 - 1,15$);

\hat{E}_E - коэффициент использования оборудования по времени ($\hat{E}_E \approx 0,8 - 0,85$).

Если одна дробилка не обеспечивает нужной производительности, то принимается двухлинейная схема завода.

Расчеты по двум вариантам необходимо вести параллельно на всех стадиях работы и результаты фиксировать в табличной форме (таблица 2).

Таблица 2

Техническая характеристика дробилок 1-й стадии

Показатели	Единица измерения	Вариант	
		«А»	«Б»
Марка (модель)	-		
Размер загрузочного отверстия	мм		
Максимальный размер загружаемого камня	мм		
Диапазон регулирования выходной щели	мм		

Диапазон производительности	м ³ /ч		
Мощность двигателя	кВт		
Масса	т		
Цена	руб		

Далее необходимо рассчитать размер выходной щели подобранных дробилок и гранулометрический состав продукта дробления. Выходная щель должна быть максимальной и обеспечивать расчетную производительность.

Зависимость между производительностью и размером выходной щели e_1 линейная. Определение размера e_1 можно производить по графикам для соответствующих дробилок. Принимая на вертикальной оси нужные значения $\dot{V}_{\partial \partial \bar{n} \rightarrow}$, на горизонтальной оси определяем значение e_1 .

Щебень для строительства имеет следующую градацию фракций: 0-3(5); 3-10; 10-20; 20-40; 40-70 мм.

Определение процента содержания каждой фракции для щековых и конусных дробилок производится по типовым графикам грануло состава. На этих графиках для щековых и конусных дробилок размер щебня (горизонтальная ось) дан в долях от выходной щели дробилки e_1 , поэтому нужно выразить границы фракций в виде соответствующих отношений.

Методика определения гранулометрического состава щебня пояснена на ниже проводимом примере.

Допустим, в варианте «А» используется щековая дробилка с рассчитанной выходной щелью $e_1 = 90$ мм, а в варианте «Б» - конусная дробилка с $e_1 = 75$ мм.

Техника определения зернового состава по типовым графикам грануло состава следующая: на горизонтальной оси берется отношение $\frac{d}{e_1}$, соответствующее определяемой фракции, из этой точки восстанавливается перпендикуляр до пересечения с кривой и на вертикальной оси определяется «остаток» (процент щебня, не прошедший сквозь соответствующее контрольное сито).

Таблица 3

Расчет зернового состава щебня, полученного в дробилках 1-й стадии

Фракция щебня d_i , мм	Вариант «А»		Вариант «Б»	
	$\frac{d_i}{l_{1A}}$	Процентное содержание фракции	$\frac{d_i}{l_{1B}}$	Процентное содержание фракции
0-3	$\frac{3}{90} = 0,036$	100-99,6=0,4	$\frac{3}{75} = 0,04$	100-98,7=1,3
3-10	$\frac{10}{90} = 0,11$	99,6-96=3,6	$\frac{10}{75} = 0,13$	98,7-88=10,7
10-20	$\frac{20}{90} = 0,22$	96-86=10	$\frac{20}{75} = 0,27$	88-77=11
20-40	$\frac{40}{90} = 0,45$	86-70=16	$\frac{40}{75} = 0,54$	77-54=23
Более 40	-	70	-	54
ИТОГО	-	100	-	100

Зерновой состав щебня, получаемого в ударных дробилках, рассчитывается в следующем порядке. Определяется средневзвешенный размер щебня $d_{\bar{n} \bar{a}}$ в зависимости от устанавливаемого размера выходной щели l_1 по графику. Затем, по графику, используя ближайшую кривую $d_{\bar{n} \bar{a}}$, определяется процентное содержание фракций. На

горизонтальной оси графиков отложены размеры щебня в абсолютном выражении, поэтому пересчета $\frac{d}{l}$ не требуется.

Дробилки 2-й стадии дробления подбираются аналогично, т.е. по крупности загружаемого камня и потребной производительности. Максимальный размер камня, выходящего из предыдущей дробилки, будет предельным для последующей дробилки, он рассчитывается по формуле

$$d_{2\max} = l_1 \cdot \varphi, \quad (3)$$

где l_1 - размер выходной дробилки 1-й стадии;

φ - коэффициент, численно равный значению абсциссы (на графиках зернового состава) в точке пересечения с ней соответствующей кривой.

Например, для варианта «А» $l_1 = 90$ мм, а $\varphi = 1,8$, тогда $d_{2\max} = 90 \cdot 1,8 = 160$ мм.

Если возникают затруднения в подборе дробилки для второй стадии из-за размера $d_{2\max}$, то можно, допуская 5% негабарита, использовать пересечение кривой с пунктирной линией. Тогда $\varphi_2 = 1,48$ и $d_{2\max} = 90 \cdot 1,48 = 133$ мм.

При использовании на первой стадии ударных дробилок, φ определяется точкой пересечения соответствующей кривой средневзвешенного размера щебня с осью абсцисс.

Потребная производительность дробилок 2-й стадии Π_2 равна той доле материала, выходящего из дробилки 1-й стадии, крупность которого превышает максимальный размер щебня по заданию.

Например, согласно гранулосоставу щебня после первичного дробления (см. табл. 3), в варианте «А» фракции размером более 40 мм имелось 70%, тогда

$$\Pi_2 = 0,7 \cdot \Pi_{\text{расч}}, \quad (4)$$

Технические показатели подобранных дробилок для второй стадии необходимо зафиксировать также в виде таблицы (по форме табл.2). Выходная щель дробилки 2-й стадии дробления во избежание многостадийного дробления должна быть минимальной и обеспечивать выполнение определенных требований к товарному продукту.

Можно, например, задать такой размер выходной щели вторичной дробилки, при котором из нее не будет выходить щебень крупнее заданного d_{\max} , и тогда не потребуются додробления сверхгабарита в 3-й стадии (или замкнутого цикла дробилки 2-й стадии).

Для поставленного условия необходимая выходная щель вторичной дробилки будет равна

$$l_2 = \frac{d_{\max}}{\varphi_2}, \quad (5)$$

Значения φ_2 определяется по графикам гранулометрического состава для соответствующего типа дробилок в точке пересечения кривой с осью абсцисс. Но при выполнении этого условия обычно получается сверхнормативное количество пылевидных фракций 0-3 мм. Техническими условиями на качество щебня допускается не более 5% этой фракции в общей массе щебня. Для того, чтобы избежать операции по извлечению пыли из щебня, следует задать выходную щель из условия не превышения 4% фракции 0-3 мм в общей массе (1% резервируется на некоторый объем пылевидных фракций, уже полученных в дробилке 1-й стадии).

Техника расчета величины l_2 в этом случае следующая.

Например, при использовании для вторичного дробления конусных дробилок для среднего дробления, по графику гранулометрического состава для этого типа машин из точки, соответствующей 96% остатку фракции на сите 3 мм, проводим горизонтальную линию до пересечения с кривой и, проектируя эту точку на ось абсцисс, получаем соответствующее

значение $\frac{d}{l_2} = 0,08$.

Отсюда, размер выходной щели вторичной дробилки, при которой фракции $d \leq 3$ мм будут не более 4%, составит:

$$l_2 = \frac{d}{0,08} = \frac{3}{0,08} = 38 \text{ мм.}$$

Зерновой состав щебня, получаемого во вторичной дробилке, рассчитывается также, как и дробилок 1-й стадии (по соответствующим типовым градиентам грануло состава).

Например, при принятой величине $l_2 = 38$, определяются сначала отношения $\frac{d_i}{l}$ и по графику определяется зерновой состав щебня. По аналогии с первой стадией дробления результаты расчетов следует представить в табл. 4.

Таблица 4

Зерновой состав щебня, полученного в дробилке 2-й стадии

Фракции щебня, мм	Вариант «А»		Вариант «Б»	
	$\frac{d_i}{l_2}$	Процентное содержание фракции	$\frac{d_i}{l_2}$	Процентное содержание фракции
0-3	$\frac{3}{38} = 0,08$	100-96=4		
3-10	$\frac{10}{38} = 0,26$	96-83=13		
10-20	$\frac{20}{38} = 0,54$	83-68=15		
20-40	$\frac{40}{38} = 1,05$	68-35=33		
Более 40		35		
ИТОГО		100		

Расчет показывает, что 35% щебня, выходящего из вторичной дробилки, требует дополнительного додробления. Если позволяет производительность вторичной дробилки, можно принять схему ее работы в замкнутом цикле. Для этого определяется нагрузка на вторичную дробилку с учетом возврата в нее на додробление некоторого потока щебня m_8 (см. схему рис.1)

$$П'_2 = \frac{П_2}{1 - m_8}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6)$$

где $П_2$ - первоначальная загрузка дробилки;

m_8 - поток щебня (в долях от потока m_6), направляемого на додробление (в нашем примере $m_8=0,35$).

Если дробилка на второй стадии не обеспечивает производительности $П'_2$ при работе на выходной щели l_2 (в нашем примере $l_2=38$ мм), то следует принять к установке дробилку большего параметра или перейти на трехстадийную схему.

Грохоты рассчитываются и подбираются только для одного выбранного (лучшего) варианта. Перед расчетом грохотов необходимо полностью отработать технологическую схему, нанеся на нее сведения о грануло составе и потоках материала.

Расчет грохотов состоит в определении необходимой полезной площади сит, выборе марки грохота и их качества.

Для предварительной сортировки горной массы применяются колосниковые грохоты (типа ГИТ). На операциях промежуточной (контрольной) сортировки используются односитовые грохоты с размерами ячеек сит равными d_{\max} . В цехе окончательной сортировки следует применять, в зависимости, от числа фракций щебня, двух- или трехситовые (число сит в

грохоте должно быть на единицу меньше числа фракции). Подбор грохотов производится по необходимой суммарной площади сита.

Расчетная потребная площадь сита грохота F_p (м^2), исходя из формулы его производительности,

$$F_p = \frac{\dot{I}_i}{\delta \cdot q \cdot k_1 \cdot k_2}, \quad (15)$$

где \dot{I}_i - нагрузка на рассчитываемое сито, $\text{м}^3/\text{ч}$;

δ - коэффициент, зависящий от вида дробимого материала и угла наклона грохота; при сортировке щебня на наклонном грохоте $\delta = 0,4$;

q - производительность 1 м^2 сита данных размеров ячеек;

k_1 - коэффициент, зависящий от процентного содержания в исходном материале зерен, размер которых меньше ячейки сита;

K_2 - коэффициент, зависящий от процентного содержания в продукте, который прошел под сито, зерен размером меньше $\frac{1}{2}$ (половины) ячейки сита.

Для определения нагрузок на сита грохотов следует использовать количественные данные о грузопотоках, помеченные на технологической схеме производства.

Например, согласно схеме рис. 1, нагрузка на 1-й промежуточный грохот III составляет $\dot{I}_\delta = 178 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Размер ячеек сита принимаем равным $d_{\text{max}} = 40 \text{ мм}$. Тогда по графику рис. 9 $q = 62 \text{ м}^3/\text{ч}$; фракций размером от 0 до 40 мм в щебне имеется 30%. Тогда $\hat{E}_1 = 0,77$ (по графику рис. 10). По результатам расчета гранулометрического состава щебня после 1-й стадии дробления (см. табл. 3) в продукте, прошедшем сквозь сито, имеется 14% зерен размером меньше половины размера ячеек сита, т.е. от 0 до 20 мм. Для расчета K_2 выразим это количество щебня в % от всего подситового продукта, т.е. примем 30% за 100, 14% - за x .

Тогда

$$x = \frac{14 \cdot 100}{30} = 47\%.$$

По этой величине на графике определяем значение $\hat{E}_2 = 0,96$.

Необходимая площадь сита первого промежуточного грохота

$$F_p = \frac{178}{0,4 \cdot 62 \cdot 0,77 \cdot 0,96} = 9,7 \text{ м}^2.$$

При выборе грохота, установленного после первичной дробилки, следует обратить внимание на максимально допустимую для него крупность кусков. В нашем примере, максимальная крупность камней, выходящих из первичной дробилки, $d_2 = 160 \text{ мм}$.

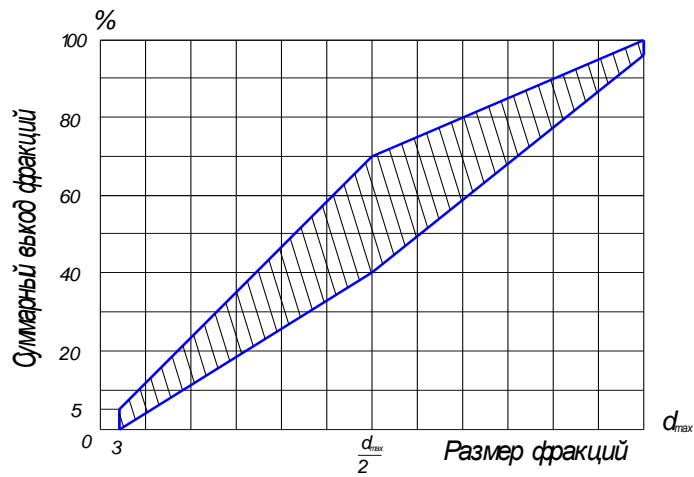


Рис. 8. Предельные соотношения фракций щебня

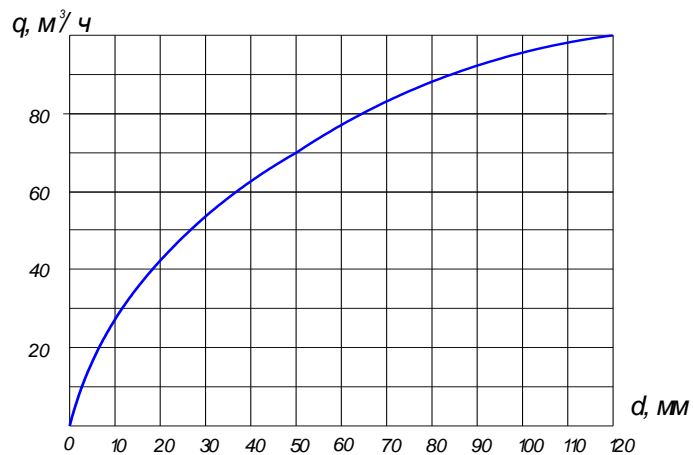


Рис. 9. Производительность сит грохотов в зависимости от размера ячеек

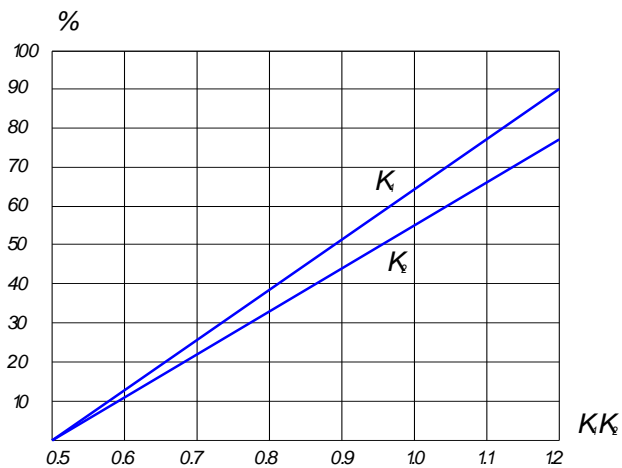


Рис. 10. График для определения коэффициентов K и K_s

Принимаем для этого поста сортировки два грохота С-690 с суммарной площадью сит $F_p = 9,0 \text{ м}^2$.

В таком же порядке рассчитывается и подбирается промежуточный грохот $у$, установленный после вторичной дробилки. Нагрузкой на него является грузопоток m_7 , равный потоку материала, проходящему через вторичную дробилку \dot{I}'_2 . Для определения коэффициента \hat{E}_1 и \hat{E}_2 используются данные о гранулометрическом составе щебня,

производимого вторичной дробилкой (см. таблица 4). В грохоте окончательной сортировки рассчитывается отдельно площадь каждого сита, и марка грохота выбирается по наибольшему из них.

Полезно составить отдельно количественную схему грузопотоков на ситах этого грохота. При этом следует объединить фракции 0-3 мм и 3-10 мм в один сорт, так как мы выполнили условие того, что фракции 0-3 мм имеется менее 5%.

В нашем примере, при заданном максимальном размере щебня $d_{\max} = 40$ мм, общую массу щебня необходимо рассортировать на три фракции: 0-10; 10-20; и 20-40 мм. Поэтому будем иметь грохот с двумя ситами с размерами ячеек 20 и 10 мм.

Нагрузка на верхнее сито с ячейками 20 мм.

$$\dot{I}_{20} = \dot{I}_{\text{дан}} = 178 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Исходя из окончательного суммарного гранулометрического состава щебня (см. таблица 5), на рис. 11 намечены грузопотоки фракций на грохоте. В поступающей смеси имеется 48,5% зерен нижнего класса. Тогда по графику рис. 10 $K_1 = 0,89$. Принимая прошедший под верхнее сито поток 48,5% за 100%, и учитывая, что в этом потоке имеется 22,3% зерен меньше половины ячейки верхнего сита (т.е. меньше 10 мм), что принимается за искомое x , решаем пропорцию

$$x = \frac{22,3 \cdot 100}{48,5} = 46\%$$

По этому значению, пользуясь графиком рис. 10, находим значение $K_2 = 0,95$. Для сита с ячейками 20 мм $q = 43 \text{ м}^3/\text{ч}$ (по рис. 10). Необходимая площадь сита

$$F_{20} = \frac{178}{0,4 \cdot 43 \cdot 0,89 \cdot 0,95} = 12,3 \text{ м}^2.$$

Нагрузка на нижнее сито составляет

$$I_{10} = 0,485 \cdot I_{\text{расч}} = 0,485 \cdot 178 = 86,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Производительность 1 м^2 сита с ячейками 10 мм $q = 28 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В общем объеме щебня содержится 22,3% фракции 0-10 мм (т.е. зерен нижнего класса для сита 10 мм), что составляет 46% от поступающего на это сито материала (см. ранее решенную пропорцию). По этому значению определяем по графику (см. рис. 10) величину $K_1 = 0,88$.

Для определения K_2 следовало бы рассчитать, сколько в подситовом продукте имелось (в %) зерен размером 0-5 мм. Поскольку мы в окончательном грануло-составе щебня такой фракции не рассматривали, можно без большой погрешности принять $K_2 = 1$, полагая, что в подситовом продукте содержится 50% зерен меньше 5 мм.

Необходимая площадь сита

$$F_{10} = \frac{86,5}{0,4 \cdot 28 \cdot 0,88 \cdot 1,0} = 8,8 \text{ м}^2.$$

Из расчетов следует, что лимитирующим является верхнее сито с потребной площадью $F_{20} = 12,3 \text{ м}^2$, по которому производим подбор грохотов.

Принимаем для этого поста сортировки два двухситовых грохота марки С-785 с полезной площадью сит $7,9 \text{ м}^2$ каждый.

Схема грузопотоков щебня на грохоте окончательной сортировки

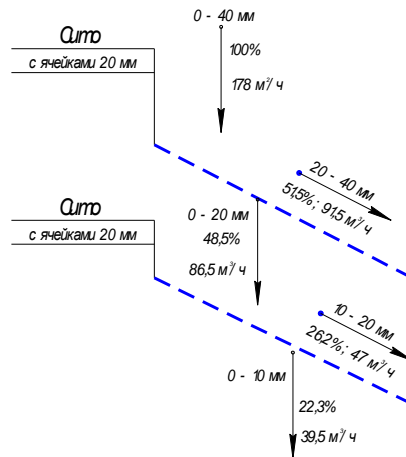
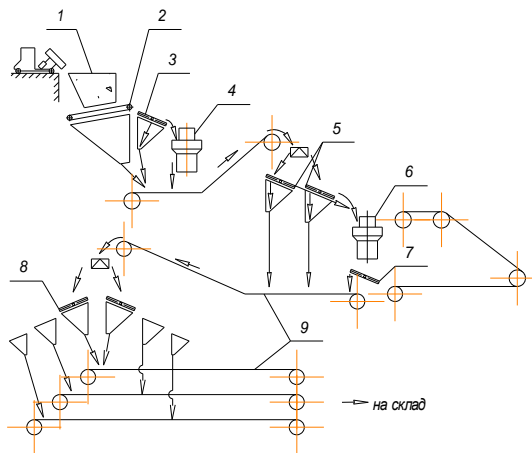


Рис. 11

Схема цепи оборудования дробильно-сортировочного завода



- 1 - приемный бункер; 2 - пластичный питатель; 3 - колосниковый грохот;
4 - дробилка КҚД-700; 5 - грохоты С-690; 6 - дробилка КҚД-1750 Гр;
7 - грохот С-784; 8 - грохоты С-785; 9 - ленточные транспортеры

Рис. 12

После подбора грохотов и уточнения всех расчетов, необходимо вычертить в чистовом варианте технологическую схему производства, пометив на ней все качественные и количественные характеристики грузопотоков материалов.

Затем выполняется схема цепи оборудования дробильно-сортировочного завода (рис. 12).

В подрисуночных подписях должен быть дан перечень всех позиций с указанием марок машин.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5-10] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Принцип подбора оборудования дробильно-сортировочных заводов.

9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта

Задание на курсовой проект оформляется на отдельно пронумерованном листе в печатном виде и снабжается заголовком «Задание». Задание не нумеруется как раздел и размещается сразу же за титульным листом. Лист задания включают в общее количество страниц отчета.

В содержании следует указать все заголовки отчёта и страницы, с которых они начинаются. Заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте.

Введение отчёта предназначено для краткого, вводного ознакомления с сутью и обоснованием курсового проекта. Должно быть выполнено краткое обоснование актуальности темы, сформулированы цель и задачи проекта, его новизна.

В заключении следует дать оценку полноты и качества выполнения задач, определённых заданием. Заключение содержит краткое изложение выводов по теме работы. Оно не должно носить характер сжатого пересказа всей работы, в нем должны быть изложены итоговые результаты. Эта часть исполняет роль концовки, обусловленной логикой проведенного исследования, которая носит форму синтеза накопленной в основной части работы - последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

Заключительная часть предполагает наличие обобщенной итоговой оценки проделанной работы. В некоторых случаях возникает необходимость указать пути продолжения исследования темы, формы и методы ее дальнейшего изучения, а также конкретные задачи, которые будущим исследователям придется решать в первую очередь.

Список использованных источников должен включать перечень источников: книг, периодических изданий, электронных ресурсов и Интернет-ресурсов, перечень справочной литературы, использованных при подготовке материалов основного раздела отчёта. Количество использованных источников и литературы в курсовой работе, как правило, должно быть не менее 15-20.

Обучающийся может предложить свою тему курсового проекта, но обосновав при этом целесообразность ее разработки. При защите курсового проекта обучающийся должен не только правильно излагать свои мысли, но и аргументировано отстаивать, защищать выдвигаемые выводы и решения.

Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титульном) листе номер не ставится.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Microsoft Imagine Premium (OC Windows 7 Professional);
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License;
- КОМПАС-3D V13;
- APM WinMachine.

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
1	2	3	4
ЛР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 4
ПЗ	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 3
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Учебная мебель, проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD	-

КП	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	-
СР	ЧЗ-1	Учебная мебель, оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	1. Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов	Экзаменационные вопросы 1 – 7
ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	2. Оборудование для измельчения строительных материалов	Экзаменационные вопросы 8 – 16
		3. Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов	Экзаменационные вопросы 17 - 28
		4. Дробильно-сортировочные заводы и установки	Экзаменационные вопросы 29 - 33
ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.		

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	1. Состояние и перспективы развития строительных машин. 2. Задачи строительного и дорожного машиностроения по созданию высокопроизводительных машин, автоматизированных комплексов и строительных роботов.	1. Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов
2.	ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	3. Общие сведения о процессах измельчения. 4. Классификация машин для измельчения материалов. 5. Физические основы процессов измельчения горных пород. 6. Критерии оценки показателей процессов измельчения. 7. Основные способы измельчения нерудных строительных материалов.	
3.	ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и	8. Принципиальные схемы и назначение щековых дробилок. 9. Ряды, основные параметры и технико-эксплуатационные показатели дробилок по ГОСТ. 10. Тенденция развития конструкций дробилок. 11. Конусные дробилки крупного дробления. 12. Конусные дробилки мелкого дробления. 13. Особенности рабочего процесса ударных дробилок. 14. Анализ технических показателей. 15. Область рационального применения. 16. Классификация и конструктивные схемы.	2. Оборудование для измельчения строительных материалов

			<p>17.Технологические параметры процессов сортировки и их связь с механическими параметрами грохотов.</p> <p>18.Государственные стандарты, регламентирующие качество сортировки.</p> <p>19.Типы просеивающих поверхностей.</p> <p>20. Классификация сортировочных машин и оборудования.</p> <p>21. Схемы конструкций и работа вибрационных грохотов с плоскими ситами.</p> <p>22.Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов.</p> <p>23. Принципиальные схемы и назначение машин.</p> <p>24. Методика определения основных параметров.</p> <p>25. Особенности охраны труда и окружающей среды при эксплуатации машин.</p> <p>26. Основы теории гидравлической классификации и воздушной сепарации материалов.</p> <p>27. Оборудование для очистки отходящих газов от пыли.</p> <p>28.Схемы и устройство циклов и фильтров.</p> <p>29.Основные технологические схемы дробильно-сортировочных заводов и передвижных установок.</p> <p>30.Методика расчета грузопотоков материалов и выбор оборудования.</p> <p>31.Автоматизация технологических процессов.</p> <p>32.Технико-экономические показатели работы ДСЗ и ПДСУ.</p> <p>33.Охрана труда и мероприятия по уменьшению загрязнения окружающей среды.</p>	<p>3. Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов</p> <p>4. Дробильно-сортировочные заводы и установки</p>
--	--	--	--	---

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: (ОК-1) --основные понятия в сфере наземных транспортно-технологических средств; (ПК-10) -основные особенности разработки конструкторско-технической документации (ПСК-2.7) -основную технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>Уметь: (ОК-1) --обобщать, анализировать, систематизировать информацию в области наземных транспортно-технологических средств; (ПК-10) -осуществлять разработку конструкторско-технической документации; (ПСК-2.7) -осуществлять разработку технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;</p> <p>Владеть: (ОК-1) - способностями к абстрактному мышлению, анализу, синтезу в сфере наземных транспортно-технологических средств; (ПК-10) -навыками разработки конструкторско-технической документации новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических машин и комплексов;</p>	отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует полное освоение теоретического содержания дисциплины; представляет практические навыки работы на учебных стендах учетом основных требований безопасности; все учебные задания выполнены правильно, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
	хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если в усвоении учебного материала им допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков решений практических задач.
	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в его ответе содержание теоретического материала раскрыто неполно, но показано общее понимание вопроса.
	неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний основных понятий строительных и дорожных машин и оборудования, навыков решения практических задач на учебных стендах.

(ПСК-2.7) -навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.		
---	--	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Изучение дисциплины «Строительные и дорожные машины и оборудование» охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов
2. Оборудование для измельчения строительных материалов
3. Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов
4. Дробильно-сортировочные заводы и установки

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, практических занятий, а также при подготовке к экзамену, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Лабораторные работы», «Практические занятия» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ, в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины Строительные и дорожные машины и оборудование

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: - осуществление информационного поиска по строительным и дорожным машинам и оборудованию; участие в составе коллектива исполнителей в разработке технических условий на проектирование и техническое описание строительных и дорожных машин и оборудования; участие в составе коллектива исполнителей в проектировании и эксплуатации проводить стандартные испытания средств механизации и автоматизации строительных и дорожных машин и оборудования.

Задачей изучения дисциплины является: получение общих сведений об основных тенденциях и направлениях в развитии строительных и дорожных машин и оборудования, дать общие сведения об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области строительных и дорожных машин и оборудования.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: ЛР – 17 час., ПЗ – 17 час., Лк-34 час., СР – 40 час.
Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Общие сведения о системах машин для комплексной механизации основных строительных процессов
2. Оборудование для измельчения строительных материалов
3. Общие сведения о процессах сортировки материалов. Машины и оборудование для обеспыливания и обогащения строительных материалов
4. Дробильно-сортировочные заводы и установки

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ПК-10 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

ПСК-2.7 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен, КП.

***Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20___-20___ учебный год***

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры СДМ №___ от «___» _____ 20___ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства от «11» августа 2016г. №1022

для набора 2013 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413, для заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413, для заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413, заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413, заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

Программу составил:

Мамаев Леонид Алексеевич, д.т.н., профессор

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «__» декабря 2018г., протокол №__

И.о. заведующего кафедрой СДМ _____ К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой СДМ _____ К.Н. Фигура

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «__» декабря 2018 г., протокол №_____

Председатель методической комиссии МФ _____ Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный №_____