

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
ИМ. М.И. ЩАДОВА»**

РАССМОТРЕНО
на заседании ЦК
«Горных дисциплин»
«31» июнь 2022 г.
Протокол № 10
Председатель: Н.А. Жук

Утверждаю:
И.о. зам. директора по УР
О.В. Папанова
«15» июнь 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения
практических (лабораторных) работ студентов
по междисциплинарному курсу

МДК 01.03 Механизация и электроснабжение горных и взрывных работ
программы подготовки специалистов среднего звена
21.02.15 Открытые горные работы
(заочное отделение)

Разработал преподаватель:
Пилипченко Н.А.

2022г.

СОДЕРЖАНИЕ

	СТР.
1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	6
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	7
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	55
5. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЁННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	58

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических (лабораторных) работ по учебной дисциплине **МДК 01.03** Механизация и электроснабжение горных и взрывных работ предназначены для студентов специальности 21.02.15 Открытые горные работы, составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины **МДК 01.03 Механизация и электроснабжение горных и взрывных работ** и направлены на достижение следующих целей:

- данное учебное пособие направлено на развитие у студентов практических расчетов навыков и умений.

Методические указания являются частью учебно-методического комплекса по дисциплине (Механизация и электроснабжение горных и взрывных работ) и содержат задания, указания (**добавить:** теоретический минимум, формулы и т.п.). Перед выполнением практической работы каждый студент обязан показать свою готовность к выполнению работы:

- пройти инструктаж по технике безопасности;
- ответить на теоретические вопросы преподавателя.

По окончании работы студент оформляет отчет в тетради и защищает свою работу.

В результате выполнения полного объема практических работ студент должен **уметь:**

- обосновывать выбор комплекса горнотранспортного оборудования;
- организовывать и контролировать работу горнотранспортного оборудования;
- обосновывать выбор комплекса оборудования для электроснабжения горных машин;
- оборудования для проветривания и осушения горных выработок;
- обосновывать выбор оборудования для механизации взрывных работ;
- определять нормы выработки на горнотранспортный комплекс (экскаваторную бригаду и транспортные средства);
- определять факторы, влияющие на производительность горнотранспортного комплекса.

При проведении практических работ применяются следующие технологии и методы обучения:

1. Проблемно-поисковых технологий
2. Тестовые технологии

Правила выполнения практических работ:

1. Внимательно прослушать инструктаж по технике безопасности.
2. Запомнить порядок проведения практических работ, правила оформления.
3. Изучить теоретические аспекты практической работы.

4. Выполнить задания практической работы.

5. Оформить отчет в тетради.

Требования к рабочему месту:

- рабочее место преподавателя;
- посадочные места студентов (по количеству обучающихся);
- комплект учебно-методических материалов по дисциплине, включая образовательные электронные ресурсы;
- комплект плакатов по разделам дисциплины;

Технические средства обучения:

Интерактивная доска, компьютер, видеопроектор.

Критерии оценки:

Оценки «5» (отлично) заслуживает студент, обнаруживший при выполнении заданий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно - программного материала, учения свободно выполнять профессиональные задачи с всесторонним творческим подходом, обнаруживший познания с использованием основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой, усвоивший взаимосвязь изучаемых и изученных дисциплин в их значении для приобретаемой специальности, проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно- программного материала, проявивший высокий профессионализм, индивидуальность в решении поставленной перед собой задачи, проявивший неординарность при выполнении практического задания.

Оценки «4» (хорошо) заслуживает студент, обнаруживший при выполнении заданий полное знание учебно- программного материала, успешно выполняющий профессиональную задачу или проблемную ситуацию, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе, показавший систематический характер знаний, умений и навыков при выполнении теоретических и практических заданий.

Оценки «3» (удовлетворительно) заслуживает студент, обнаруживший при выполнении практических и теоретических заданий знания основного учебно- программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, допустивший погрешности в ответе при защите и выполнении теоретических и практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, проявивший какую-то долю творчества и индивидуальность в решении поставленных задач.

Оценки «2» (неудовлетворительно) заслуживает студент, обнаруживший при выполнении практических и теоретических заданий проблемы в знаниях основного учебного материала, допустивший основные принципиальные ошибки в выполнении задания или ситуативной задачи, которую он желал бы

решить или предложить варианты решения, который не проявил творческого подхода, индивидуальности.

В соответствии с учебным планом программы подготовки специалистов среднего звена по специальности **21.02.15 Открытые горные работы** и рабочей программой на практические (лабораторные) работы по дисциплине «Механизация и электроснабжение горных и взрывных работ» отводится 30 часов

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ (выписка из рабочей программы)

№ п/п	Название практической работы	Количество часов
1	Практическая работа № 1-2 Разборка и сборка электросверл.	4
2	Практическая работа № 3-4 Определение износа рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов.	4
3	Практическая работа № 5-6 Использование бульдозеров и рыхлителей на ОГР.	4
4	Практическая работа № 7-8 Расчет производительности скрепера.	4
5	Практическая работа № 9-10 Производительность насосной установки.	4
6	Практическая работа № 11 Определение на плане преобладающее направление ветров по розе ветров.	2
7	Практическая работа № 12-13 Расчет производительности поршневых компрессоров, применяемых на открытых горных работах.	4
8	Практическая работа № 14-15 Расчет и выбор трансформаторов тока.	4

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практическая работа № 1-2

Разборка и сборка электросверл.

Цель: Изучить конструкцию, принцип действия и работы ручного электросверла СЭР19М порядок его ремонта и технического обслуживания.

1 Оборудование, инструменты, приспособления:

- 1.1 Промышленные образцы ручного сверла СЭР-19М
- 1.2 Набор гаечных и торцовых ключей
- 1.3 Молоток, отвертка, выколотки, плоскогубцы
- 1.4 Плакаты «Электросверло СЭР-19М», конспект лекций

2 Порядок выполнения:

2.1 Изучить конструкцию ручного сверла СЭР-19М с использованием плаката «Электросверло СЭР-19М», промышленного образца ручного сверла СЭР-19М и конспекта лекций.

2.2 Произвести подключение ручного сверла СЭР-19М с сети напряжением 127 В при помощи переносной муфты МР-5М

2.3 Произвести включение – отключение ручного сверла СЭР-19М с удержанием его в руках.

Управление горными электросверлами производится последовательно всеми студентами из состава звена.

После изучения конструкции одного механизма звенья меняются рабочими местами, для изучения второго механизма.

3 Техника безопасности

3.1 Работа по подключению к сети и управлению горными сверлами производится отдельными звеньями, не более 6 человек

3.2 Подключение и управление горными сверлами производится одним человеком из состава звена

3.3 При управлении горными сверлами соблюдать осторожность, так как не исключена возможность травматизма.

4 Методические указания

4.1 Перед проведением практического занятия изучите теоретический материал темы. С использованием конспекта лекций, инструкции к проведению практического занятия, плакатов и промышленных образцов определите основные элементы конструкций горных сверл.

При изучении конструкции допускается частичная разборка промышленного образца или его макета

Конструкция ручного сверла СЭР-19М приведена на рисунке 1.

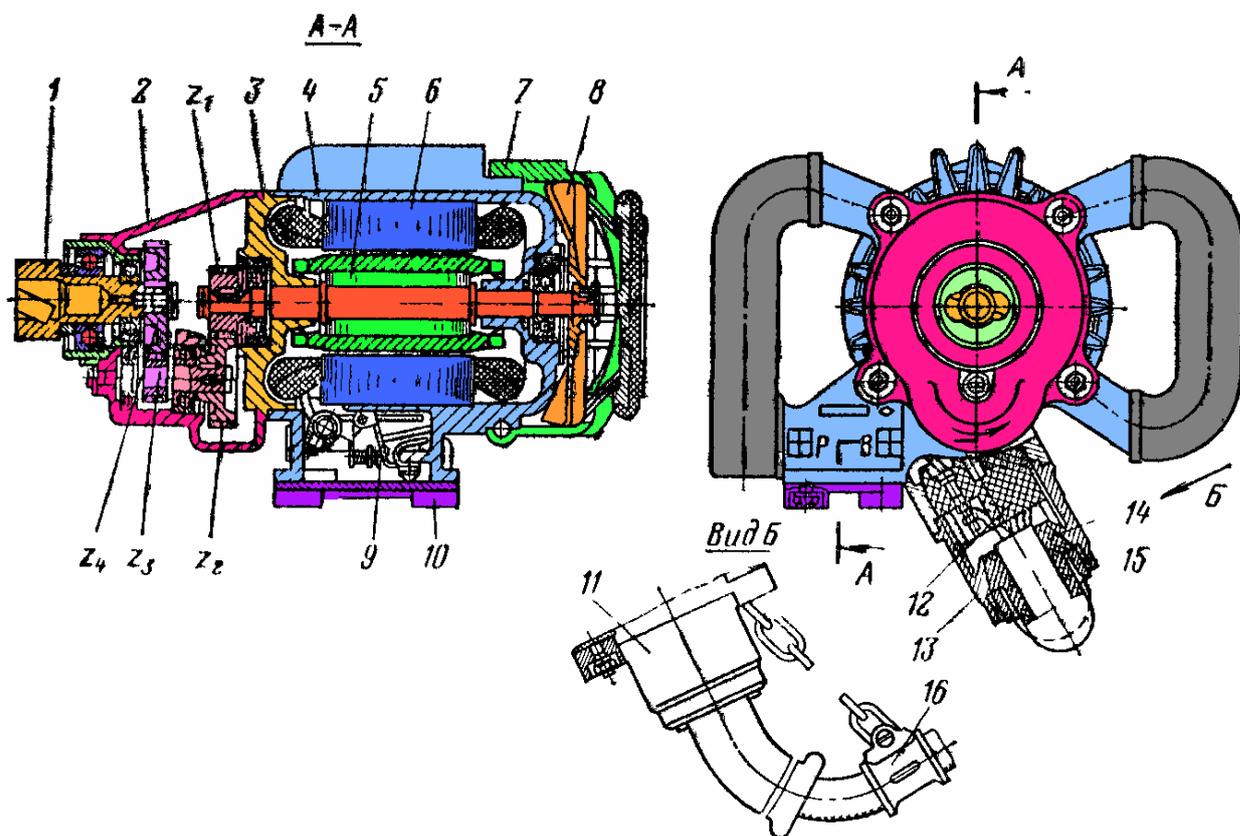


Рисунок 1 – Конструкция ручного сверла СЭР-19М

Ручное электросверло СЭР-19М состоит:

литой алюминиевый корпус 4 с двумя рукоятками, с изолирующим полихлорвиниловым покрытием;

асинхронного электродвигателя, встроенного в корпус и состоящего из статора 6 и ротора 5 с подшипниками;

передней крышки 2 с двухступенчатым редуктором;

промежуточного щита 8, обеспечивающего взрывобезопасность корпуса;

шпинделя 1, в который вставляется хвостовик бура;

вентилятора 8;

затыльной крышки 7 с изолирующим полихлорвиниловым покрытием;

устройства для ввода гибкого кабеля, которое состоит из фланца 11, колодки из негорючей пластмассы 12, в которой расположены проходные болты для присоединения жил гибкого кабеля и соединительных концов от обмотки статора и пускового устройства, патрубка 13, заглушки 14, которая закреплена гайкой 15. На гибком кабеле крепится хомут 16, присоединяемый отрезком цепи к фланцу 11 корпуса сверла, что предотвращает выдергивание кабеля из вводного устройства, а также его чрезмерные перегибы.

пусковое устройство 9 (однополюсный выключатель дистанционного управления без фиксации) смонтировано в отдельной камере корпуса сверла и закрыто крышкой 10.

4.2 Подключение горных сверл производится гибким кабелем к сети:

СЭР-19М - при помощи переносной муфты МР-5М – к агрегату пусковому АП4
ЭБПП1 – путем включения пускателя.

4.3 После подачи напряжения на горные сверла:

4.3.1 Для СЭР-19М:

произвести включение сверла путем нажатия на пусковую клавишу, расположенную на рукоятке сверла;

произвести отключение сверла, отпустив рукоятку;

рассоединить муфту МР-5М и произвести повторное подключение с реверсированием вращения шпинделя сверла;

опробовать работу сверла.

4.4 Снять напряжение с горных сверл и собрать инструменты.

Контрольные вопросы

- Опишите назначение и особенности конструкции ручных горных сверл;
- Опишите порядок подачи напряжения и подсоединения к сети горных сверл;
- Опишите порядок проведения разборки и сборки горных сверл;
- Опишите порядок подключения к сети, подачи напряжения горных сверл;
- Опишите порядок управления горными сверлами;
- Опишите порядок проведения технического обслуживания ручных горных сверл.

Итог работы: отчет

Практическая работа № 3-4

Определение износа рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов.

Цель: выработка у студентов практических навыков самостоятельного использования знаний, полученных на лекциях и лабораторных занятиях курса, получение методических знаний решения комплексных задач, знакомство со справочной литературой и умение использовать ее для решения поставленной задачи.

Для определения износа рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов, необходимо провести экспертизу.

Целью проведения экспертизы является всестороннее определение технического состояния карьерного одноковшового экскаватора и принятие на этой основе решения о возможности и условиях его дальнейшей безопасной эксплуатации.

Экспертиза КЭ проводится:
- по истечении нормативного срока эксплуатации;
- после проведенного капитального ремонта;
- в случаях возникновения в процессе эксплуатации непредусмотренной (сверхнормативной) нагрузки.

Критерии предельных состояний составных частей и агрегатов одноковшового экскаватора

Составная часть, сборочная единица	Наименование изделия (составной части)	Критерии предельного состояния (КПС)		Метод диагностирования
		Качественный	Количественный	

		признак	признак	
1. Металлические конструкции	Соединения заклепочные	Трещины заклепок Ослабление заклепок	Не допускаются На опорных рамах более 8% общего числа; на остальных металлоконструкциях более 18% Прохождение щупа под головку на глубину более 3 мм	Визуальный Инструментальный - простукивание молотком массой 0,2 - 0,4 кг. Глухой дребезжащий звук при ударе; с помощью щупа толщиной 0,2 мм
	Соединения сварные	Непровар, шлаковые включения, поры, раковины, свищи, кратеры, подрезы, наплывы Наличие трещин Наличие усталостных трещин, внутренних дефектов	Отклонение количественных характеристик шва (катет, длина) от проектных Не допускается Не допускается	ВИК (лупа с 6 -8-кратным увеличением, металлическая линейка, штангенциркуль) ВИК (лупа с 6 - 8-кратный увеличением, металлическая линейка), ПВК
	Соединения резьбовые (болты, гайки, шпильки)	Отсутствие болта, гайки, шпильки Отсутствие контргайки, шплинта (где предусмотрено конструкцией)	Не допускается Не допускается	
		Износ: - резьбы в резьбовых отверстиях деталей; - посадочного отверстия под придонный болт Износ резьбы Срыв резьбы Снятие граней болтов, гаек Деформация стержня болта, шпильки Износ, смятие шлицев корончатых и круглых гаек	Более двух витков Более двух витков Более 20% длины резьбовой части Более двух витков Не допускается Более 0,25 мм на 150 мм длины стержня Не допускается	Визуальный Визуальный Визуальный Визуальный Измерительный Визуальный Визуальный Измерительный Визуальный
2. Ковш	Стенка передняя	Износ Износ пяты Трещины	Более 50% толщины (в зоне крепления зубьев – более 35%) Более 10 мм на сторону Длина более 80 – 100 мм в зависимости от места расположения	Штангенциркуль Металлическая линейка
	Засов днища	Ход засова Перекрытие в передней стенке	Менее 60 мм Менее 30 мм	ВИК, ПВК, МК
	Стенка задняя	Износ отверстий под	Не допускается	Линейка, рулетка

	Днище	втулки в проушинах Трещины Износ по толщине: - отверстий проушин; - направляющей засова; - отверстий засова и рычага	Длина более 100 - 400 мм в зависимости от места расположения Более 30% Более 10% диаметра отверстий Более 11% толщины направляющей Более 5% диаметра отверстий	Штангенциркуль ВИК, ПВК, МК Толщинометрия. Измерительный (штангенциркуль, металлическая линейка, рулетка)
	Ось, втулка	Износ	Зазор в пазе "ось-втулка" более 1,6 мм	
	Валик палец	Износ Трещины: - вне зоны проушин; - направляющей засова; - петли днища	Более 0,8 мм Более одной длиной до 200 мм Более одной Более одной	Измерительный (штангенциркуль) Измерительный (штангенциркуль) ВИК, УК, ПВК
3. Механизм торможения днища	Рычаг	Деформация	Более 5 мм	Рулетка, штангенциркуль
	Втулка	Износ	Более 0,75 мм	Штангенциркуль
	Пружина	Деформация	По высоте в свободном состоянии менее размера 135 мм (для ЭКГ-4,6, ЭКГ-8И)	Рулетка
	Тормозной сектор	Износ по толщине	Более 6 мм	Рулетка
4. Подвеска и упряжь ковша	Коромысло	Трещины	Не допускается	ВИК, ПВК
		Износ отверстий	Более 0,0 5% диаметра	Измерительный
	Втулка	Износ отверстий	Зазор в паре "втулка - ось" более 1, 6 мм	Измерительный
	Обойма подвески	Трещины	Более одной длиной более 50 мм (не проходящие через посадочные отверстия)	ВИК, УК, ПВК
Износ отверстий		Более 0,01% диаметра	Измерительный	
Ролик	Износ профиля	Более 0,4 толщины стенки ролика	Рулетка	
5. Механизм открывания днища ковша	Блок	Износ ручья блока	Более 0,4 исходной толщины стенки в средней части ручья при наружном диаметре блока более 1400 мм; более 9 мм - при диаметре менее	Измерительный (рулетка)

		Трещины спиц	1400 мм Более одной на спице	Визуальный
	Втулка обоймы	Износ отверстия	Более 3,5 мм для отверстий диаметром 70 ... 150 мм; более 5 мм для отверстий диаметром более 150 мм	Штангенциркуль
	Рычаг	Изгиб Износ отверстия	Более 5 мм Более чем на два качества	Штангенциркуль Рулетка
6. Рукоять	Балка	Трещины балки	Более двух длиной до 50 мм	ВИК, УК, ПВК
		Трещины сварных швов	Более трех длиной до 50 мм	ВИК, УК, ПВК
		Трещины плиты	Более одной длиной до 20 мм	ВИК, УК, ПВК
		Трещины головной отливки	Более двух длиной до 25 мм	ВИК, УК, ПВК
		Трещины проушин головной отливки	Более одной на проушине длиной до 15 мм	ВИК, УК, ПВК
	Кронштейн	Износ отверстия	Более чем на два качества	ВИК
		Трещины	Не допускаются	ВИК, УК, ПВК
	Полублок передний	Трещины	Не допускаются	ВИК, УК, ПВК
	Полублок задний	Трещины	Не допускаются	ВИК, УК, ПВК
		Трещины корпуса	Более двух длиной до 100 мм, не проходящих через основание корпуса	ВИК, УК, ПВК
		Износ наружной поверхности	Более 12% первоначальной толщины	Измерительный (рулетка, штангенциркуль)
		Износ отверстия	Более 0,05 диаметра	ВИК (штангенциркуль)
		Износ ручья по луб ко в	Более 5 мм для стенок; более 10 мм - для дна	ВИК (штангенциркуль, рулетка)
7. Стрела	Секция	Отклонение от проектного положения.		ВИК (натянутая нить, рулетка)
		Непрямолинейность оси стрелы (секции стрелы), мм	Отклонение более L/500, мм (где L - длина стрелы секции, мм)	
		Непрямолинейность оси отдельной секции (в 2 плоскостях), мм;	Отклонение более M/800, мм (где M - длина секции, мм)	
		Трещины сварных швов	Длина более 100 мм	ВИК, УК, ПВК
		Трещины вертикального пояса и горизонтальных листов	Более двух длиной до 50 мм при расстоянии между трещинами не менее 1 м	ВИК, УК, ПВК
		Зазоры в соединении нижней секции с верхней	Не допускаются	Измерительный (рулетка, штангенциркуль)
		Зазоры между пятой	Не допускаются	Измерительный

		стрелы и кронштейнам и поворотной платформы Отсутствие штифтов на пальцах крепления секций Зазор между рукоятью и вкладышами Ограждения лестниц и площадок	Не допускается Более 8 мм Отсутствие, ненадежность крепления	(рулетка, штангенциркуль) Визуальный Измерительный (рулетка, штангенциркуль) Визуальный
	Серьга	Трещины	Не допускаются	ВИК, УК
		Износ отверстий и осей	Износ, мм, отверстия ΔО и шейки оси ΔШ в зависимости от номинального диаметра отверстия Db. мм dB ΔО ΔШ 70 - 90 2,3 1,6 90 - 2,8 1,8 130 - 3,2 2,3 160 - 3,6 2,7 200	Измерительный (штангенциркуль)
	Двухручьевого блок	Трещины Износ поверхности ручья Трещины трубы	Не допускаются Более 6 мм по всему профилю Длина более 100 мм	Измерительный (рулетка, штангенциркуль) ВИК, УК, ПВК
8. Напорный механизм	Корпус редуктора	Нагрев	Более 70°C	ВИК (устройство контроля температуры, термометры, термопары, терморезисторы)
		Трещины	Не допускаются	ВИК, МК
	Зубчатая передача	Трещины и сколы на торцах зубьев	Наличие сколов кромок более чем у 10% зубьев	ВИК
		Повреждения шлицевых и шпоночных соединений	Не допускаются	ВИК, УК
		Трещины во впадинах зубьев	Не допускаются	ВИК
		Излом зубьев	Не допускается	ВИК, МК
	Подшипник седловой	Износ втулок	Более половины глубины смазочных канавок	Визуальный
	Тормозные шкивы	Трещины	Не допускаются	ВИК
	Тормозные накладки	Износ	Более 60% толщины	ВИК (лупа с 6-8-кратным увеличением,
		Надрывы, расслоения, выкрашивания	Не допускаются	металлическая линейка,

				штангенциркуль)
		Площадь прилегания к шкиву	Менее 60%	
		Отход колодок от шкива	Более 2 - 2,5 мм	
	Тормозные пружины	Сжатие	На размер 204 мм	ВИК (рулетка)
		Функционирование	Неудержание ковша при вертикальном положении рукояти	Испытание
	Муфты	Износ кулачков	Более 8 мм	ВИК (лупа с 6 -8-кратным увеличением, металлическая линейка, штангенциркуль)
		Износ отверстий под пальцы, амортизаторы и резиновые втулки	Более 0,5 мм	
9. Подвеска стрелы	Тяга, серьги, коуш, обойма	Трещины	Не допускаются	ВИК
	Блоки	Износ ручья Износ посадочных отверстий Трещины	Более 4 мм Не допускаются	ВИК
	Клиновые втулки	Трещины	Не допускаются	ВИК
	Растяжки	Разность длин	Более 50 мм	Измерительный
	Коромысло, подкосы	Трещины	Не допускаются	ВИК, МК, ПВК
10. Двухногая стойка	Соединение с поворотной платформой	Трещины основного металла и сварных соединений	Не допускаются	ВИК, МК, ПВК
	Соединение между пальцем и втулкой	Зазор	Более 30% начального	Измерительный
11. Лебедка подъемная	Функционирование	Неудержание груженого ковша при полном вылете рукояти при ее горизонтальном положении	Не допускается	Испытание
	Шкив тормозной	Трещины	Не допускаются	ВИК
	Накладка	Износ Отход тормозных колодок от шкива	Более 20% по толщине Более 1 мм	Штангенциркуль
	Барaban	Трещины: - вне ступицы - на ступице	Более двух длиной до 20 мм Не допускаются	ВИК, УК, ПВК
	Тормозная пружина	Сжатие Заострение кромок рабочей поверхности	На размер 204 мм Не допускается	Измерительный Визуальный
	Муфта	Износ и выкрашивание упругих элементов Остаточная деформация пружины	Не допускаются Более 10% длины пружины	Визуальный Измерительный (рулетка)
	Цапфа	Износ	Зазор более 10% длины пружины	Измерительный
12. Поворотный механизм	Корпус редуктора	Нагрев	Более 70°C	ВИК (устройство контроля

		Трещины	Не допускаются	температуры, термометры, термопары, терморезисторы) ВИК
Зубчатая передача	Трещины Сколы на торцах зубьев Повреждения шлицевых и шпоночных соединений Трещины во впадинах зубьев Излом зубьев		Не допускаются Наличие сколов кромок более чем у 10% зубьев Не допускаются Не допускаются Не допускается	ВИК ВИК, МК
Подшипник седловой	Износ втулок		Более половины глубины смазочных канавок	ВИК
Тормозные шкивы	Трещины		Не допускаются	ВИК
Тормозные накладки	Износ Надрывы, расслоения, выкрашивания Площадь прилегания к шкиву Отход колодок от шкива		Более 60% толщины Не допускаются Менее 60% Более 2-2,5 мм	ВИК ВИК ВИК ВИК
Тормозные пружины	Сжатие Функционирование		На размер 204 мм Неудержание ковша при вертикальном положении рукояти	Измерительный Испытание
Муфты	Износ кулачков Износ отверстий под пальцы, амортизаторы и резиновые втулки		Более 8 мм Более 0,5 мм	ВИК
Вертикальные и горизонтальные листы балок	Трещины		Не допускаются	ВИК
Лючок для замены опорно-поворотных катков	Наличие		Отсутствие	Визуальный
Тормоз	Отход колодок от шкива Прилегание колодок Функционирование		Более 1 мм Менее 60% Неостановка поворотной платформы	ВИК ВИК Визуально при повороте на 90 в обе стороны
Главный вал	Трещины зубьев и впадин		Не допускаются	УК, МК
Зубчатый венец и вал-шестерня	Трещины		Не допускаются	УК, МК
13. Круг роликовый	Рельс	Износ по головке Трещины Выкрашивание Раскат головок	Более 6 мм (ЭКГ5) Более 8 мм (ЭКГ8) Не допускаются Глубина более 0,8 мм Более 3 мм	ВИК
	Ролик	Биение Разность диаметров	Более 0,25 мм Более 0,12 (ЭКГ5) Более 0,45 мм (ЭКГ8)	ВИК

		Выкрашивание	Глубина более 0,45 мм и более 10% площади		
14. Центральная цапфа	Цапфа и гайка	Трещины	Не допускаются	ВИК	
	Задние ролики и верхний рельс	Зазор	Менее 1 мм Более 4 мм	Измерительный при стопорении ковша в забое	
	Центральная цапфа и втулка нижней рамы	Зазор	Более 2,5 мм (ЭКГ5) Менее 4 мм, более 8 мм (ЭКГ8)	ВИК	
	Сферическая шайба	Износ	Толщина менее 15 мм	ВИК	
15. Нижняя рама		Трещины	Не допускаются	ВИК, УК	
16. Гусеничный ход	Корпус редуктора	Негерметичность	Не допускается	Визуальный	
	Зубчатые передачи	Боковой зазор в конической паре	Менее 0,25 мм, более 0,54 мм	ВИК	
	Тормоз	Ход якоря электромагнита	Менее 2,5 мм, более 5,0 мм	Неоднородный, менее 0,7 мм, более 1,0 мм	ВИК
		Отход колодок от шкива	Неудержание экскаватора на уклоне		ВИК
		Функционирование		Испытания	
	Кожухи и ограждения	Наличие и исправность	Отсутствие, повреждения	Визуальный	
	Гусеничные ленты	Провис	Более 20 мм	ВИК	
	Гусеничные рамы	Трещины	Не допускаются	ВИК	
	Ведущие колеса	Износ боковых граней Трещины, сколы	Более 6-8 мм Не допускаются	ВИК	
	Натяжные колеса	Поверхности катания	Сколы до 10 мм Не допускаются	Уменьшение диаметра более 22 мм. раскат обода более 4 мм	ВИК
Трещины обода Раскат обода					
Крышка нижнего люка, закрывающая доступ к высоковольтному токоприемнику	Наличие	Отсутствие	Визуальный		
17. Кабельный барабан		Деформация кожуха токоприемника	Не допускается	ВИК	
18. Пневматическая система	Предохранительный клапан	Давление настройки	Более 0,75 МПа	Измерительный (манометр)	
	Пневмосистема	Герметичность	Включение компрессора ранее чем через 25 - 30 мин (снижение давления от 0,7 до 0,5 МПа)	Визуальный	
	Воздухосборник	Конденсат Трещины	Не допускается Не допускаются	УК, гидравлические испытания	
	Маслоотделитель	Конденсат	Не допускается	Визуальный	
	Манометр	Нарушение показаний	Не допускается	ВИК	
19. Система густой смазки	Реле давления	Регулировка	Более 15 МПа	Измерительный (манометр)	

20. Гидравлическая система	Гидропривод в целом	Нестабильность частоты вращения вала насоса, температуры рабочей жидкости и режима нагружения	Не допускаются	Измерительный (секундомер, тахометр, термометр)
	Гидропривод в целом, насос, гидрораспределитель, гидроцилиндр, гидромотор	Снижение объемного КПД (наличие утечек рабочей жидкости), см ³ /с	В соответствии с эксплуатационной документацией	Измерительный (секундомер и мерный сосуд или осциллографическая аппаратура)
	Манометр	Зазоры (степень износа) в трущихся сопряжениях		Измерительный
	Манометр	Отсутствие пломбы, клейма	Не допускается	Визуальный
	Гидроцилиндры	Утечки масла	Не допускаются	Визуальный
		Функционирование	Выдвижение не на всю длину, рывками, с заеданиями	Испытание
21. Кузов		Жесткость конструкции	По конструкторской документации	ВИК
	Ограждения на крыше	Отсутствие, нарушение крепления	Не допускается	Визуальный
	Листы обшивки	Вмятины, коробление	Более двух глубиной более 20 мм на площади 2м ²	ВИК
	Площадки, поручни, лестницы	Деформация	Более 15 мм на 1000 мм длины	ВИК
22. Кабина	Оборудование кабины	Отсутствие предусмотренных конструкцией органов управления, средств отображения информации	Не допускается	Визуальный
	Окна	Отсутствие	Не допускается	Визуальный
	Листы обшивки	Вмятины, коробление	Более двух глубиной более 20 мм на площади 2 м ²	ВИК
22. Противовес		Уравновешенность поворотной части экскаватора	Отрыв заднего рельса от роликов	Визуальный при грузе на ковше и полном вылете
23. Электрооборудование	Электрическое сопротивление изоляции обмоток статора, ротора, электропроводки		Менее 0,5 МОм	
		Нарушение состояния заземления	Не допускается	Измерительный (мегаомметр)
		Величина переходного сопротивления	Более 4 Ом	М1102/1, омметр М4125/1)
				Визуальный Измерительный (приборы ИСЗ-1, МС-07, МС-08 в нормальном исполнении)
		Отклонения	Более 10%	Измерительный

	напряжения питания электрооборудования в сетях с напряжением: - до 1 кВ - 6 - 10 кВ		(вольтметры в нормальном или искробезопасном исполнении в зависимости от верхнего предела измерений прибора)
Электродвигатели, преобразовательный агрегат	Видимые повреждения обмоток Частота вращения вала	Не допускаются Для электродвигателей типа ЭДКОФ превышение скольжения более 1,8 + 0,3%	
	Температура активных частей	Более 65° - для изоляции класса А; Более 80° - для изоляции класса Е; Более 90° - для изоляции класса В; Более 110° - для изоляции класса Г; Более 135° - для изоляции класса Н. Вибрация более предельных значений (приложение N 9)	Визуальный Измерительный Измерительный
	Дисбаланс, расцентровка, неудовлетворительное состояние подшипниковых опор Трещины, деформация элементов вентилятора	Не допускаются Не допускаются	Вибродиагностика, ВИК
	Температура корпусов подшипников	Более 65°	ВИК
	Отсутствие и неисправность крепления защитных кожухов		Визуальный Измерительный
Осветительные установки	Загрязнение, выход из строя	Освещенность по всей высоте забоя и по всей высоте разгрузки менее 10 лк, горизонтальная на почве - менее 5 лк	Визуальный
Система управления главных приводов	Электрическое торможение привода подъема и напора в нулевом положении командоконтроллера Защиты от обрыва поля электродвигателей	Неработоспособность при заполненном ковше и вытянутой рукояти Неработоспособность	Визуальный Визуальный

	Схема управления, сигнализации и блокировки: - сигнализация между машинистом и помощником - блокировка поворота и хода от положения лестницы - концевые выключатели переподачи ковша и ограничения хода рукояти и входной двери	Неработоспособность Неработоспособность Неработоспособность	Визуальный Визуальный Визуальный
--	--	---	--

Документация, представляемая заказчиком для проведения экспертизы

- данные о заказчике (наименование предприятия, организации (эксплуатирующей организации), юридический адрес, финансовые реквизиты);
- конструкторская документация (КД) на конструктивные изменения, внесенные при эксплуатации КЭ;
- эксплуатационная документация на КЭ;
- руководство (инструкция) по эксплуатации КЭ;
- формуляр на экскаватор и паспорта на комплектующее оборудование;
- протоколы проверки геометрии стрелы (для шагающих КЭ);
- акты (отчеты) о проведении ревизии и наладки КЭ специализированной организацией;
- материалы полного технического освидетельствования КЭ;
- график планово-предупредительных ремонтов (ППР);
- технологические регламенты;
- акты проверки сопротивления изоляции электрооборудования и проверки заземления;
- информация о выполненных ремонтах КЭ (акты, справки, журналы);
- протокол испытаний грузоподъемных кранов экскаватора;
- сертификаты на применяемые канаты, масла и смазочные материалы;
- справка о характере работ, выполняемых КЭ, об условиях применения КЭ и его фактической наработке;
- паспорт забоя;
- отчет о наладке главных и вспомогательных приводов;
- протоколы проверки повышенным напряжением высоковольтного оборудования (кабели, электродвигатели, распределительные устройства);
- заключение по вибродиагностике главных приводов КЭ;
- акты (протоколы) неразрушающего контроля основных составных частей;
- акты замеров шума и вибрации на рабочих местах;
- разрешения на внесение конструктивных изменений, выданные Службой;
- предписания территориальных органов Службы и инспекции по охране труда;
- акты расследования аварий (инцидентов) и несчастных случаев при работе с оборудованием КЭ;
- результаты предыдущих экспертиз (экспертных обследований) оборудования КЭ.

Проверяются правильность и соответствие использования оборудования нормативной и технической документации, устанавливаются фактические технические параметры его эксплуатации, сравниваются с заданными или предельно допустимыми параметрами по паспорту и проекту.

Контрольные вопросы:

1. Что необходимо провести для определения износа рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов?
2. Что является целью проведения экспертизы промышленной безопасности?
3. Когда проводится Экспертиза КЭ ?
4. Какие документы необходимы для определения износа оборудования одноковшовых карьерных экскаваторов?

Итоги работы: отчет.

Практическая работа № 5-6

Использование бульдозеров и рыхлителей на ОГР.

Цель: работы является ознакомление с конструкциями бульдозеров и рыхлителей приобретение навыков в расчете основных параметров бульдозеров.

Порядок выполнения работы

1. Студент определяет свой вариант исходных данных по табл. 4.1 и 4.2 (номер задания определяется по последним цифрам зачетной книжки): по последней цифре определяется номер варианта по таблице 4.1, а по предпоследней цифре зачетной книжки определяются характеристики грунта (табл. 1.2).

Таблица 4.1

Варианты	Уклон местности, град	
	подъем	уклон
0	5	–
1	3	–
2	8	–
3	10	–
4	15	–
5	–	5
6	–	7
7	–	9
8	–	11
9	–	15

2. Изучить основные конструкции отечественных и зарубежных бульдозеров.
3. Рассчитать производительность и мощность бульдозера.
4. По расчетным данным выбрать бульдозер.
5. Оформить отчет .

Основные теоретические сведения**1. Конструкция бульдозера, его работа**

Бульдозер – основная машина при выполнении подготовительных работ вдоль трассы будущего магистрального трубопровода. Бульдозер состоит из базовой машины (трактора) и специального навесного оборудования (отвала с рамой или толкающими балками) (рис. 4.1).

По способу установки отвала относительно оси трактора, различают бульдозеры неповоротные (рис. 4.2, а) и универсальные (поворотные) (рис. 4.2, б).

Неповоротными называются бульдозеры, у которых отвал располагается строго перпендикулярно к оси трактора, а универсальными – когда отвал может быть установлен как перпендикулярно к оси трактора, так и под некоторым углом (до 60°).

Рабочий процесс бульдозера с неповоротным отвалом состоит из операций копания, срезания стружки, перемещения грунта перед ним и разравнивания грунта. Срезанный грунт, поднимаясь вверх по отвалу, накапливается перед ним, образуя валик, близкий по форме к треугольнику в поперечном сечении, называемый призмой волочения. При транспортировании грунта катет призмы, прилегающей к отвалу, может достигнуть его высоты. После этого отвал приподнимают, прекращая тем самым процесс резания, транспортируют срезанный ранее грунт до места разгрузки.

При разработке грунта бульдозером универсального типа срезаемый грунт будет перемещаться по ширине отвала, и отводиться в боковом, к направлению движения машины, направлении. Наиболее эффективно последняя операция совершается при установке отвала под углом к продольной оси, близким к 45° . Таким методом могут вестись работы при засыпке траншей, разработке выемок на косогорах, разравнивании валиков грунта и т.п.

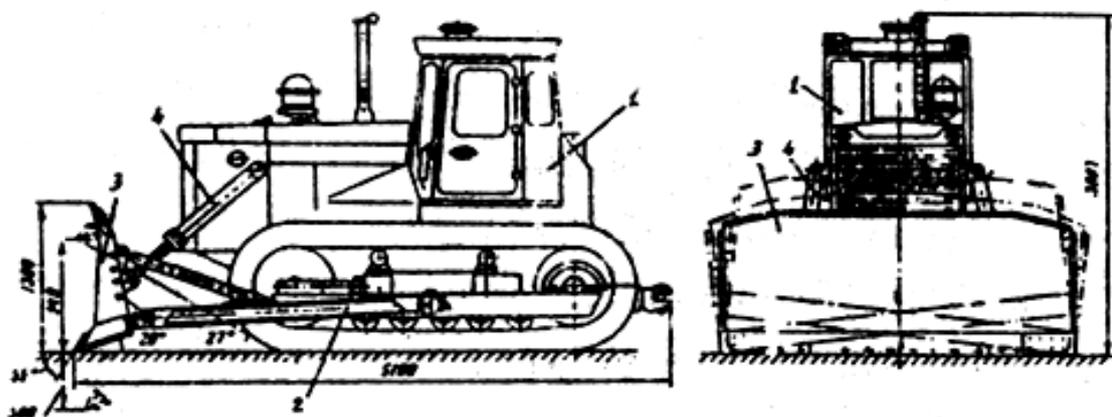


Рис. 4.1. Бульдозер (общий вид): 1 – базовая машина;
2 – толкающая балка; 3 – отвал; 4 – система управления отвалом

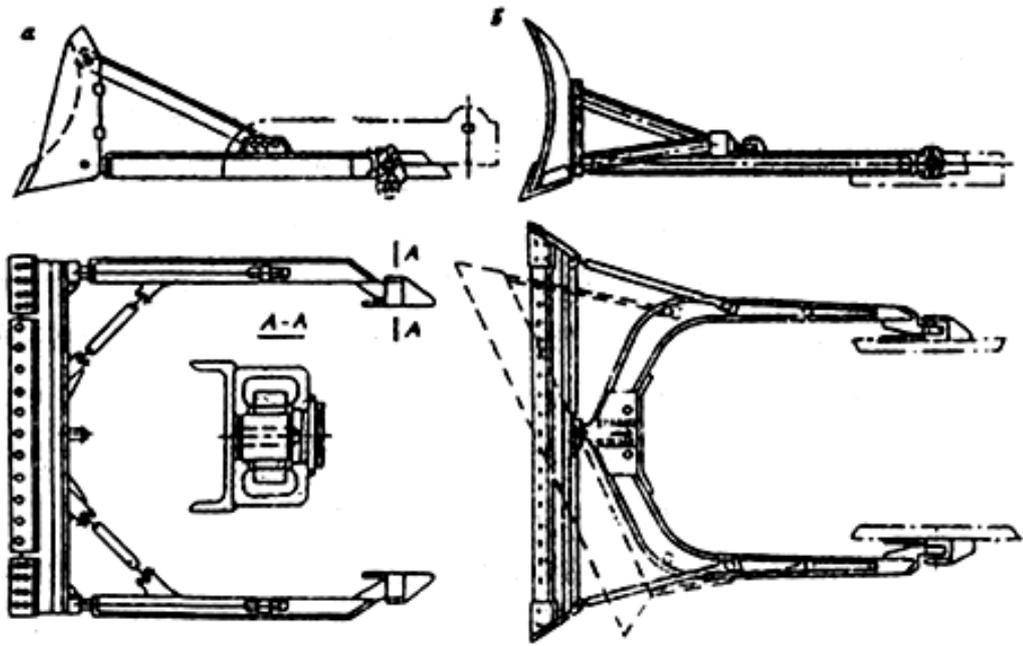


Рис. 4.2. Конструкция отвала бульдозера:
а – неповоротного типа; б – универсального (поворотного) типа

В таблицах 4.2 и 4.3 приведены технические характеристики бульдозеров различных типов.

Таблица 4.2

Техническая характеристика гусеничных бульдозеров с неповоротным отвалом на тракторах тяговых классов 10-75

Показатели	ДЗ-42А	ДЗ-110	ДЗ-35	ДЗ-1713	ДЗ-1713-05	ДЗ-126А	ДЗ-126В	ДЗ-158	ДЗ-94С	ДЗ-129 ХЛ	ДЗ-141 ХЛ	ДЗ-159
Базовый трактор	ДТ-75	Т-130	Т-180	Т-170	Т-170	ДЭТ-250	ДЭТ-250	Т-2501	Т-330	Т-330	Т-500	Т-7501
Мощность, кВт	55	118	130	125	125	243	243	250	250	250	368	603
Номинальное тяговое усилие трактора, ТС	3	(10)	(15)	10	10	25	25	25	35	35	35	75
Отвал:												
длина, мм	2560	3220	3360	3220	4100	4310	4590	4620	4860	4860	4800	5500
высота, мм	800	1100	1200	1300	1140	1550	1700	1700	1880	1880	2000	2300
подъем, мм	600	900	1130	935	935	835	1200	1040	1700	1700	1670	1745
Опускание ниже опорной поверхности, мм	200	500	430	400	400	515	520	600	600	780	720	805
Угол резания град.	55	55-5	55-5	55	55	55	55	55	55	55	55	55
перекоса	-	-5	-14	12	6	10	12	12	12	12	10	10
Управление	ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ											
Масса бульдозера, кг	6910	16300	17065	17050	18000	43800	36896	36540	46940	46940	54400	88975

Таблица 4.3

Техническая характеристика гусеничных бульдозеров с
поворотным отвалом

Показатели	ДЗ-43	ДЗ-104	ДЗ-18	ДЗ-17	ДЗ-28	ДЗ-55	ДЗ-109	ДЗ-60
Базовый трактор	ДТ-75-Б	Т-4АП1	Т-100 МЗГП	Т-100 МЗГП	Т-130.1 Г-1	ТП-4	Т-130.1 Г-1	Т-330
Номинальное тяговое усилие трактора, ТС	3	6(6)	(10)	(10)	(10)	4(6)	6(10)	(25)
Отвал:								
длина, мм	350	3280	3940	2940	3940	3700	4120	4860
высота без козырька, мм	800	1000	815	815	830	1170	1170	1300
подъем, мм	600	720	1000	1100	1000	900	935	890
опускание, мм	200	350	350	1000	400	350	505	450
Угол, град:								
резчик	55	55	47-57	47-57	55	55	50-60	50-60
перекоса	5	5	5	5	5	6	6	6
в плане	63 и 90	63 и 90	62 и 90	63 и 90	63 и 90	63 и 90	63 и 90	63 и 90
Способ изменения углов перекоса и в плане	ВРУЧНУЮ							
Управление	Гидравлическое			Канатное			Гидравлическое	
Масса, кг:								
бульдозерного	1585	1800	1900 13900	2200	1900	1450	2800	4200
оборудования	9100	10030		14000	14900	10450	16650	29200
общая с трактором								

2. Расчет основных рабочих параметров бульдозера

2.1. Тяговый расчет бульдозера

Сопротивление грунта резанию и перемещению преодолевается тяговым усилием бульдозера, которое должно быть несколько больше суммы всех возникающих сопротивлений. Усилие для преодоления этих сопротивлений следует определить для наиболее тяжелых условий работы бульдозера, когда он при копании и перемещении грунта движется на подъем и призма волочения грунта достигает максимальной величины (высоты отвала).

В данном примере предложена методика расчета тягового усилия бульдозера с неповоротным отвалом и бульдозера универсального типа.

При разработке грунта бульдозером с неповоротным отвалом (угол поворота отвала к оси трактора в плане равен 90^0) максимальное сопротивление перемещению бульдозера P в момент окончания набора грунта отвалом складывается из следующих величин:

$$P = P_p + P_{np} + P_c + P_n + P_m, \quad (4.1)$$

где P_p – сопротивление грунта резанию;

P_{np} – сопротивление перемещению призмы грунта (призмы волочения) перед отвалом;

P_c – сопротивление от скольжения грунта вверх по отвалу;

P_n – сопротивление трению ножа отвала бульдозера по грунту;

P_m – сопротивление перемещению тягача.

Расчет проводится по методике приведенной в учебном пособии [3], или по упрощенной методике (Грабчак Л.Г. и др., 1990) (формула 4.1.)

где сопротивления:

P_p – движение при резании:

$$P_p = K_p B h; \quad (4.2)$$

P_m – перемещению базовой машины:

$$P_m = G_{б.н.} f; \quad (4.3)$$

P_n – движения отвала:

$$P_n = G_{б.0} \mu; \quad (4.4)$$

P_{np} – движения призмы волочения:

$$P_{np} = V_{\phi} \mu_{т} \gamma_{р}; \quad (4.5)$$

P_c – движения грунта вверх по отвалу:

$$P_c = V_{\phi} \mu_{т} \gamma_{р} \cos^2 \beta. \quad (4.6)$$

В приведенных формулах:

$G_{б.н.}; G_{б.0}$ – соответственно масса базовой машины и базового отвала, кг;

B – длина отвала, м;

h – средняя толщина стружки, м;

$K_p = 4000 \dots 10000$ кг/см² – коэффициент удельного сопротивления резанию;

$f = 0,008 \dots 0,12$ – коэффициент, сопротивления перекачиванию;

$\mu = 0,5 \dots 0,7$ – коэффициент трения грунта о сталь;

$\mu_{т} = 0,8 \dots 1,0$ – коэффициент трения грунта о грунт;

$\gamma_{р}$ – объемная масса разрыхленного грунта, кг/м³;

V_{ϕ} – фактический объем грунта, перемещаемый бульдозером, м³.

Необходимая мощность (в Вт) базовой машины

$$N = \frac{W \cdot v}{1000\eta}, \quad (4.7)$$

где v – скорость движения бульдозера, м/с;

η – механический КПД базовой машины, равный 0,75.

4.2.2. **Производительность бульдозера.** Производительность бульдозера при резании и перемещении грунта определяют из следующего выражения:

$$Q = \frac{3600K_{\epsilon} \cdot q}{t_{\text{ц}}} \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (4.8)$$

где K_{ϵ} – коэффициент использования бульдозера во времени

($K_{\epsilon} = 0,8 \dots 0,9$);

q – объём грунта перед отвалом плотном теле, м³;

$$q = \frac{lb^2 K_{\Pi}}{2K_{\text{пр}} \text{tg} \varphi_0} \quad (4.9)$$

l – длина отвала, мм;

b – высота отвала, м;

K_{Π} – коэффициент, учитывающий потери грунта и зависящий от длины перемещения – 0,005...1,0;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, зависящий от характера разрабатываемых пород;

- для связных пород – $K_{\text{пр}} = 0,8 \dots 0,9$;

- для несвязных $K_{\text{пр}} = 1,2 \dots 1,3$;

φ_0 – угол естественного откоса грунта;

$t_{\text{ц}}$ – длительность одного цикла при движении без поворотов бульдозера (движение задним ходом,

$L_0 = L_p + L_{\Pi} \leq 50$ м), с;

$$t_{\text{ц}} = \frac{L_p}{v_p} + \frac{L_{\Pi}}{v_{\Pi}} + \frac{L_0}{v_0} + t_0 \quad (4.10)$$

При движении на начало работ с разворотом бульдозера ($L_0 = L_p + L_{\Pi}$; $50 < L_{\Pi} < 100$ м)

$$t_{\text{ц}} = \frac{L_p}{v_p} + \frac{L_{\Pi}}{v_{\Pi}} + \frac{L_0}{v_0} + t_0 + 2t_{\text{пов}} \quad (4.11)$$

где L_p , L_{Π} , L_0 – длина пути соответственно резания, перемещения, и обратного хода бульдозера, м;

v_p , v_{Π} , v_0 – скорости движения соответственно при резании, перемещении и обратном ходе, м/с; t_0 и

$t_{\text{пов}}$ – время остановок на переключение передачи и поворота, с.

Производительность бульдозера при резании и перемещении грунта определяется по формуле:

$$\Pi_l = \frac{3600 \cdot V \cdot K_u \cdot K_y}{t \cdot K_p}, \quad (4.12)$$

где K_u – коэффициент использования бульдозера по времени

($K_u = 0,85 \dots 0,90$);

K_y – коэффициент, учитывающей влияние уклона местности на производительность бульдозера, определяют по табл. 4.4;

K_p – коэффициент разрыхления (см. табл. 1.2);

t – продолжительность одного цикла, с;
 V – объем призмы волочения перед отвалом.

Таблица 4.4

Значение коэффициента K_y			
Угол подъема в град.	K_y	Угол уклона в град.	K_y
0...5	1,00...0,67	0...5	1,00...1,33
5...10	0,67...0,50	5...10	1,33...1,94
10...15	0,50...0,40	10...15	1,94...2,25
		15...20	2,25...2,68

$$V = \frac{B(H-h)^2 K_{nom}}{2K_p}, \quad (4.13)$$

где K_{nom} – коэффициент, учитывающий потери грунта в процессе перемещения призмы,

$$K_{nom} = 1 - 0,005 \cdot L_n, \quad (4.14)$$

где L_n – расстояние на которое перемещается грунтовая призма, м (зависит от схемы движения бульдозера по строительной полосе при резании и перемещении срезанного слоя грунта).

Выбираем скорости движения бульдозера на участках: набора грунта (резание).

$v_p = 2...6$ км/ч, перемещения призмы $v_n = 4...8$ км/ч, движения задним ходом $v_{zx} = 5...10$ км/ч.

Продолжительность работы машины t за один цикл складывается из следующих отрезков времени:

$$t = \sum t_i = t_p + t_n + t_{z.x} + t_{nn} + t_0 + 2t_{нов}, \quad (4.15)$$

где t_p , t_n , $t_{z.x}$, – соответственно продолжительность работы машины при резании грунта, его перемещении и заднего холостого движения машины; t_{nn} – время переключения передач ($t_{nn} = 6...8$ с); t_0 – время опускания отвала ($t_0 = 2...4$ с).

Время на выполнение процессов резания, перемещения грунта и обратного хода бульдозера рассчитывается по формулам

$$\left. \begin{aligned} t_p &= \frac{3,6L_p}{v_p} \text{ с}; & t_n &= \frac{3,6L_n}{v_n} \text{ с}; & t_{z.x} &= \frac{3,6 \cdot (L_p + L_n)}{v_{z.x}} \text{ с} \end{aligned} \right\}, \quad (4.20)$$

Длина резания грунта бульдозером рассчитывается по формуле

$$L_p = \frac{0,5H^2}{\text{tg } \varphi_0 h} \quad (4.21)$$

где L_p – длина пути резания грунта;

H – высота отвала, м;

h – толщина срезанного слоя, м (0,1...0,5);

φ_0 – угол естественного откоса грунта [6, стр. 51, 177].

Производительность бульдозера при планировочных работах (разравнивании грунта) определяется по формуле

$$P_1 = \frac{3600L(B \sin \varphi - b_1)K_u}{n\left(\frac{L}{v} + t_{нов}\right)} \text{ м}^2/\text{ч}, \quad (4.22)$$

где L – длина планируемого участка;

φ – угол установки отвала в плане;
 b_I – величина перекрытия прохода ($b_I = 0,5$);
 n – число проходов по одному месту ($n = 1...2$);
 v – рабочая скорость движения бульдозера (при резании);
 $t_{пов}$ – время поворота бульдозера ($t_{пов} = 10...15$ с).

3. Расчет количества бульдозеров

Для определения количества единиц техники при выполнении процессов резания и перемещения грунта необходимо определить объем работ $V_{рп}$ (m^3) и $V_{пл}$ (m^2)

$$V_{рп} = B L h; \quad (4.23)$$

$$V_{пл} = B L, \quad (4.24)$$

где B – ширина строительной полосы, м;
 L – длина строительной полосы, м;
 h – толщина срезаемого слоя грунта (0,3...0,5 м).

Необходимое количество бульдозеров для выполнения необходимых объемов работ при резании и перемещении можно определить по формулам:

$$N_{рп} = V_{рп}/P_{рп}; \quad (4.25)$$

$$N_{пл} = V_{пл}/P_{пл}, \quad (4.26)$$

где $V_{рп}$ и $V_{пл}$ – соответственно объем работ при резании и перемещении срезаемого слоя грунта и при планировочных работах в пределах землеотвода;

$P_{пл}$ и $P_{рп}$ – необходимая производительность бульдозера при выполнении планировочных работ и при резании и перемещении.

Итог работы: отчет.

Практическая работа № 7-8

Расчет производительности скрепера.

Цель: определить эксплуатационную производительность скрепера.

Варианты исходных данных приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Исходные данные

Вариант	Тип грунта	Вместимость ковша, q_k m^3	Базовый трактор	Масса скрепера M_c , т	Дальность транспортировки $L_{тр}$, км	Ширина ковша, B_k , м	Глубина резания, h , м
1	Глина	7	Т-100 МГП	7,7	0,5	2,6	0,08
2	Плотный суглинок	3	Т-74	4,5	0,6	1,4	0,06
3	Суглинок	4,5	Т-4 АП	5,1	0,7	1,6	0,07
4	Супесь	10	Т-100 М	10,2	0,8	3,1	0,01
5	Песок влажный	15	Т-180	15,5	0,6	3,3	0,12
6	Песок сухой	10	Т-100 М	10,2	0,7	3,0	0,10
7	Супесь	25	Т-500	30,0	0,8	3,8	0,20
8	Суглинок	20	Т-220	22,0	0,7	3,4	0,15
9	Глина	9	Т-130	8,9	0,6	2,8	0,08

10	Плотный суглинок	10	Т-130	10,5	0,5	3,0	0,10
11	Суглинок	5	ДТ-75	4,9	0,4	1,7	0,06
12	Супесь	12	Т-130	9,2	0,6	3,2	0,11
13	Песок влажный	15	ДЭТ-250	18,6	0,5	3,2	0,10
14	Песок сухой	20	Т-330	22,0	0,7	3,5	0,15
15	Глина	10	Т-220	9,8	0,8	2,8	0,10
16	Плотный суглинок	8	Т-130	8,8	0,9	3,2	0,08
17	Песок сухой	25	ДЭТ-250	31,0	1,0	3,9	0,20
18	Песок влажный	18	Т-330	20,0	0,8	3,4	0,14
19	Суглинок	12	Т-220	10,2	0,7	3,0	0,10
20	Глина	8	Т-100 МГП	8,2	0,6	2,5	0,08

Скрепер находится в движении без буксования при условии, что сцепная сила больше тягового усилия трактора по развиваемой мощности и больше общего сопротивления передвижению,

$$T_{\text{сц.с.}} \geq T_{\text{т}} \geq \sum W_i$$

где $T_{\text{сц.б}}$ - сила тяги скрепера по сцеплению, Н;
 $T_{\text{т}}$ – тяговые усилия развиваемое трактором, Н;
 $\sum W_i$ - сумма сил сопротивлений, возникающих при резании и перемещении грунта, Н.

Сила тяги по сцеплению определяется по формуле

$$T_{\text{сц.с}} = G_{\text{сц.с.}} \cdot \varphi_{\text{сц.}}, \text{ Н,}$$

где $G_{\text{сц.с.}}$ - сцепной вес скрепера, Н;

$\varphi_{\text{сц}}$ - коэффициент сцепления ходового оборудования трактора с грунтом.

Так как рассчитывается прицепной скрепер, то сцепной вес скрепера принимается равным весу базового трактора.

$$G_{\text{сц.с.}} = G_{\text{тр.}} = M_{\text{тр.}} \cdot g, \text{ Н,}$$

где $G_{\text{тр}}$ – вес базового трактора, Н;

g - ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$

$M_{\text{тр}}$ - масса трактора, кг.

Массу базового трактора определяем из таблицы 1.2.

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{о.б.}} - M_{\text{б.о.}}$$

где $M_{\text{о.б}}$ - общая масса бульдозера, кг

$M_{\text{б.о.}}$ - масса бульдозерного оборудования, кг

Тяговое усилие трактора определяется по формуле

$$T_{\text{т}} = 0,9 \cdot 1000 \cdot N_{\text{дв.}} \cdot \eta_{\text{п.}} / v_{\text{т.}}, \text{ Н.}$$

где $N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя трактора, кВт;

$\eta_{\text{п}}$ - к. п. д. передачи, принимается $\eta_{\text{п}} = (0,75 - 0,85)$;

$v_{\text{т}}$ - скорость движения трактора на рабочей передаче, м/с.

В процессе работы скрепера возникают следующие силы сопротивления

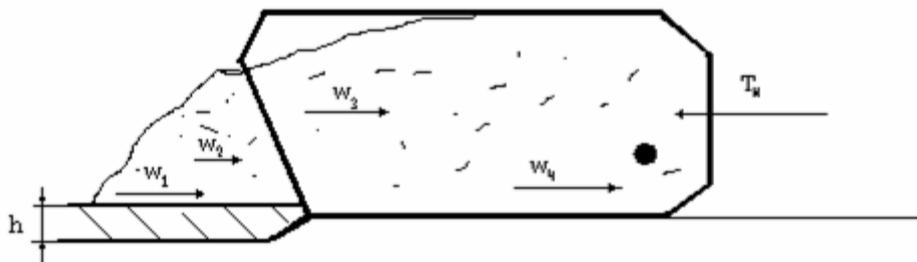


Рисунок 2.1. Расчётная схема.

$$\sum W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5,$$

где W_1 - сопротивление грунта резанию, Н;

W_2 - сопротивление волочению грунта перед ковшем, Н;

W_3 - сопротивление движению грунта вверх по ковшу, Н

W_4 - сопротивление движению грунта во внутрь ковша, Н

W_5 - сопротивление движению скрепера, Н.

Сопротивление грунта резанию определяется по формуле

$$W_1 = k_p \cdot B_k \cdot h, \text{ Н,}$$

где k_p - удельный коэффициент сопротивления грунта резанию, мПа, принимается из таблицы 2.3.

B_k - ширина ковша, м

h - глубина резания, м

Таблица 2 3 - Характеристика грунтов.

Тип грунта	Категория	Объёмная масса, кг/м ³ , γ_0	Коэффициент разрыхления, $k_{разр}$	Удельный коэфф. сопротивлений резанию, МПа, k_p
Песок сухой	1	1200-1600	1,05- 1,1	0,02- 0,04
Песок влажный	1	1400- 1800	1,1- 1,2	0,05- 0,10
Супесь	2	1500- 1800	1,15- 1,25	0,09- 0,18
Суглинок	2	1500- 1800	1,2- 1,3	0,16- 0,25
Суглинок средний	2	1600- 1900	1,25- 1,35	0,22- 0,28
Суглинок плотный	3	1600- 1900	1,3- 1,4	0,28- 0,32
Глина	3	1700- 2000	1,3- 1,4	0,30- 0,40
Глина тяжёлая	4	1900- 2200	1,35- 1,45	0,35- 0,45

Сопротивление волочению грунта перед ковшом определяется по формуле

$$W_2 = \gamma_0 \cdot B_k \cdot h_c^2 \cdot \mu_1 k_0 g, \text{ Н},$$

где γ_0 - объёмная масса грунта, кг/м³;

B_k - ширина ковша, м;

h_c - высота слоя грунта в ковше, м;

μ_1 - коэффициент трения грунта о грунт, принимают равным $\mu = 0,5-0,12$.

Меньшее значение для влажных и глинистых грунтов;

k_0 - коэффициент призмы волочения зависит от вместимости ковша q_k и типа грунта, принимается $k_0 = (0,5 - 0,7)$., Больше значение для сыпучих грунтов.

Таблица 2.4. Значение высоты слоя грунта в ковше .

Вместимость, м ³ , q_k	3	6	10	15	25
Высота слоя, м, h_c	1,0 - 1,13	1,25 - 1,5	1,8 - 2,0	2,0 - 2,4	2,4 - 2,8

Сопротивление движению грунта вверх по ковшу определяется по формуле

$$W_3 = \gamma_0 \cdot B_k \cdot h_c \cdot h g, \text{ Н},$$

где h - глубина резания грунта, м.

Сопротивление движению грунта во внутрь ковша определяется по формуле

$$W_4 = \gamma_0 \cdot B_k \cdot h_c^2 \cdot x g, \text{ Н},$$

где x - коэффициент учитывающий влияние типа грунта на движение его во внутрь ковша, принимается $x = (0,24 - 0,5)$, большее значение для песка.

Сопротивление движению скрепера определяется по формуле

$$W_4 = [(G_c + G_{гр.}) + G_T] \cdot (f + i), \text{ Н},$$

где G_c - вес скрепера, Н;

$G_{гр}$ - вес грунта в ковше, Н

Вес скрепера определяется

$$G_c = M_c \cdot g, \text{ Н,}$$

Вес грунта в ковше определяется

$$G_{гр.} = \gamma_0 \cdot q_k \cdot g, \text{ Н,}$$

где q_k - вместимость ковша, м^3 .

Проверка условия движения скрепера без буксования

$$T_{сц.с} \geq T_T \geq \sum W_i$$

В случае не выполнения условия необходимо сделать обоснованные изменения в исходных данных и расчёт повторить. Также возможно применение дополнительного трактора-толкача при резании и наборе грунта, то есть условие движения скрепер будет иметь вид

$$T_{сц.с} + T_{сц.т.}^{тол.} \geq \sum W_i$$

где $T_{сц.т.}^{тол.}$ – дополнительная сила тяги по сцеплению, развиваемая трактором-толкачем.

Отсюда определим необходимую силу тяги по сцеплению со стороны трактора- толкача

$$T_{сц.т.}^{тол.} \geq \sum W_i - T_{сц.с}, \text{ Н.}$$

а затем, пользуясь формулой определения силы тяги по сцеплению, подбираем по массе трактор- толкача.

$$T_{сц.т.}^{тол.} \geq M_c^{тол.} \cdot g \cdot \varphi_{сц.}, \text{ Н,}$$

где $M_c^{тол.}$ - масса трактора-толкача, кг,

$$M_c^{тол.} = T_{сц.т.}^{тол.} / g \cdot \varphi_{сц.}, \text{ кг,}$$

подбирается трактор- толкатель по таблице 1.2.

Эксплуатационная часовая производительность прицепного скрепера определяется по формуле

$$П_с. = 3600 \cdot q_k \cdot k_n \cdot k_{вр.} / T_{ц} \cdot k_{разр.}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где q_k - вместимость ковша скрепера, м^3 ;

k_n - коэффициент наполнения ковша, принимается $k_n = (0,8 - 1,2)$;

$k_{вр.}$ - коэффициент использования скрепера по времени, принимается $k_{вр.} = (0,75 - 0,80)$;

$k_{разр.}$ - коэффициент разрыхления грунта, принимается $k_{разр.} = (1,1 - 1,35)$

$T_{ц}$ – время цикла работы, с.

Время рабочего цикла работы скрепера определяется

$$T_{ц} = t_p. + t_{тр.} + t_{разг.} + t_{х.х.} + t_{о.ц...}, \text{ с.}$$

где t_p - время резания грунта, с

$t_{тр.}$ - время транспортировки грунта, с

$t_{\text{разг.}}$ - время разгрузки ковша, с

$t_{\text{х.х}}$ - время холостого хода, с

$t_{\text{о.ц}}$ - время обслуживания цикла, с

Время резания грунта определяется по формуле

$$t_p = l_p / v_p, \text{ с,}$$

где l_p - длина пути резания грунта до полного набора ковша набора грунта, м;

v_p - скорость скрепера при резании грунта, рекомендуется на первой или второй передаче трактора, или принимается $v_p = (3,5 - 6,0)$ м/с.

Длина пути резания и набора грунта определяется по формуле

$$l_p = q_k \cdot k_n / B_k h, \text{ м,}$$

Время транспортировки грунта определяется по формуле

$$t_{\text{тр}} = l_{\text{тр.}} / v_{\text{тр.}}, \text{ с,}$$

где $l_{\text{тр}}$ - дальность транспортировки грунта, принимается по таблице 2.1.

$v_{\text{тр}}$ - скорость при транспортировании грунта рекомендуется на третьей передаче трактора, или принимается $v_{\text{тр}} = (6,5 - 8)$ м/с.

Время разгрузки ковша определяется по формуле

$$t_{\text{разг.}} = l_{\text{разг.}} / v_{\text{разг.}}, \text{ с,}$$

где $l_{\text{разг}}$ - путь полной разгрузки ковша, м;

$v_{\text{разг}}$ - скорость при разгрузке ковша, м/с, рекомендуется на второй передаче трактора или принимается $v_{\text{разг}} = (4,5 - 8)$ м/с.

Путь разгрузки ковша определяется по формуле

$$l_{\text{разг}} = q_k \cdot k_n / B_k \cdot h_y, \text{ м,}$$

где h_y - толщина укладываемого слоя грунта, м, рекомендуется $h_y = (0,2 - 0,4)$ м.

Время холостого хода определяется по формуле

$$t_{\text{х.х.}} = l_{\text{х.х.}} / v_{\text{х.х.}}, \text{ с,}$$

где $l_{\text{х.х.}}$ - путь холостого хода, м, которой складывается из пути набора грунта, перемещения и разгрузки.

$$l_{\text{х.х.}} = l_p + l_{\text{тр.}} + l_{\text{разг.}}, \text{ м}$$

$v_{\text{х.х}}$ - скорость скрепера при холостом ходе, м/с, рекомендуется на пятой или шестой передаче трактора или принимается $v_{\text{х.х}} = (8 - 10)$ м/с

Время затрачиваемое на обслуживание цикла принимается равным $t_{\text{о.ц}} = (40 - 60)$ с

Контрольные задания:

1. Перечислите основные параметры скреперов;
2. Назовите области применения и поясните технологию ведения работ;
3. Назовите основные факторы, влияющие на эффективность работы;
4. Перечислите основные марки машин;
5. Назовите основные правила эксплуатации.

Итог работы: отчет.

Производительность насосной установки.

Цель: Определить производительность насосной установки.

Основные параметры, характеризующие работы насоса: напор, подача, КПД и др., тесно связаны с кинематическими показателями движения жидкости через рабочие органы насоса.

К рабочему колесу центробежного насоса жидкость подводится в осевом направлении. Попав в каналы рабочего колеса (пространство между лопастями), частицы жидкости совершают сложное движение. Вращательное движение частиц вместе с рабочим колесом характеризуется вектором окружной (переносной) скорости U , направленным по касательной к окружности вращения. Перемещение частиц относительно колеса характеризуется вектором относительной скорости W , направленным по касательной к поверхности лопасти. Абсолютная скорость V движения частиц равна геометрической сумме векторов окружной и относительной скоростей.

На рисунке 2.1 построены треугольники скоростей на входе и на выходе из рабочего колеса, приведены геометрические размеры колеса и кинематические показатели движения жидкости: D_0 – диаметр входного отверстия колеса; D_1, D_2 – диаметры входа и выхода; b_1, b_2 – ширина лопасти на входе и на выходе; U_1, U_2 – окружные скорости на входе и на выходе; W_1, W_2 – относительные скорости на входе и на выходе; V_1, V_2 – абсолютные скорости на входе и на выходе; α_1, α_2 – углы между абсолютной и окружной скоростями на входе и на выходе; β_1, β_2 – углы между относительной скоростью и продолжением окружной скорости на входе и на выходе; S – толщина лопасти; V_r – проекция абсолютной скорости на направление радиуса; V_u – проекция абсолютной скорости на направление окружной скорости.

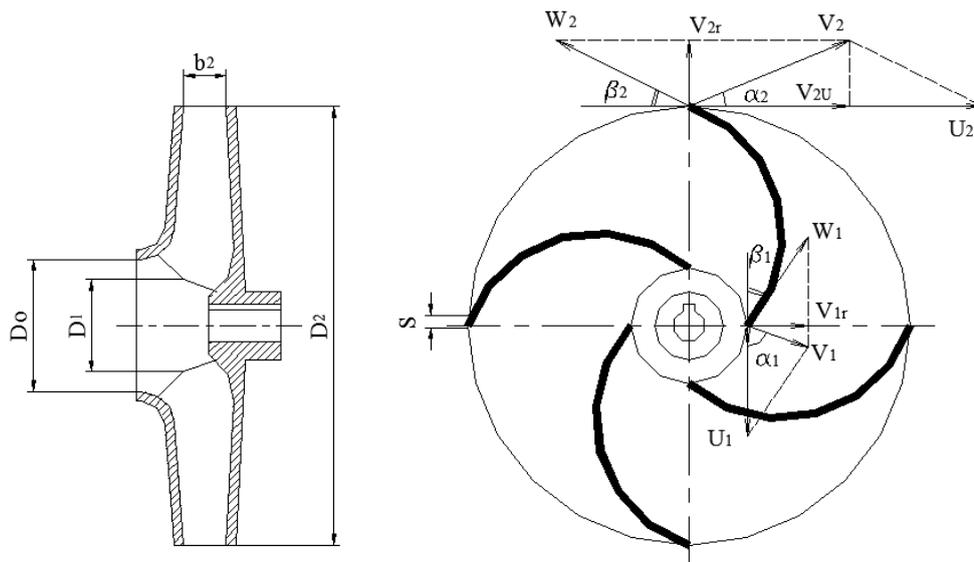


Рисунок 2.1 – Схема движения жидкости в рабочем колесе центробежного насоса

Треугольники скоростей могут быть построены независимо от рабочего колеса, но при этом необходимо соблюдать следующую условность: за направление радиуса принимается вертикаль, за направление окружной скорости – горизонталь (рисунок 2.2).

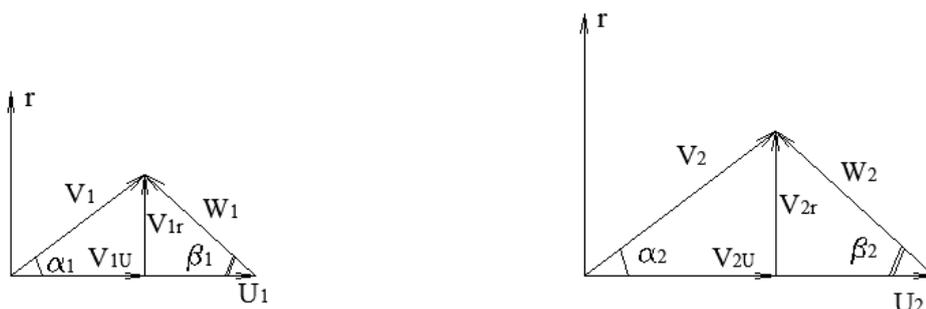


Рисунок 2.2 – Треугольники скоростей на входе и на выходе из рабочего колеса

Теоретический напор насоса зависит от кинематических параметров и может быть определен по уравнению Эйлера (основному уравнению лопастного насоса):

$$H_m = \frac{U_2 V_2 \cos \alpha_2 - U_1 V_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (2.1)$$

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – изучить зависимость основных параметров насоса от его размеров и кинематических показателей движения жидкости через рабочие органы насоса.

ОБОРУДОВАНИЕ: рабочие колеса центробежных насосов различных типов, штангенциркуль, транспортир.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить эскиз рабочего колеса.
2. Определить размеры рабочего колеса. Измерить:
 - диаметры на входе и на выходе D_1, D_2 ;
 - ширину канала на выходе b_2 ;
 - толщину лопасти на выходе S ;
 - число лопастей Z ;
 - углы между относительной скоростью и продолжением окружной скорости на входе и на выходе β_1, β_2 .

Результаты измерений занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Таблица измерений

D_1 , мм	D_2 , мм	b_2 , мм	S , мм	Z	β_1 , °	β_2 , °

3. Вычислить окружную скорость на входе и на выходе из рабочего колеса по формуле:

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \quad (2.2)$$

где D – диаметр окружности, на которой определяется скорость;

n – частота вращения рабочего колеса, об/мин (задается преподавателем).

4. Построить треугольники скоростей на входе и на выходе из рабочего колеса (в масштабе). Углы между абсолютными и окружными скоростями на входе и на выходе α_1, α_2 задаются преподавателем.

5. Определить величины относительных и абсолютных скоростей на входе и на выходе измерением и по формулам:

$$V = U \left(\frac{1}{\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \beta}} \right) \quad (2.3)$$

$$W = V \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (2.4)$$

Результаты занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты вычислений

Скорости	U , м/с	W , м/с	V , м/с
На входе			
На выходе			

6. Вычислить теоретический напор по уравнению Эйлера (2.1).

7. Определить теоретическую подачу по формуле:

$$Q_m = F_2 \cdot V_{r2}, \quad (2.5)$$

где V_{r2} – радиальная составляющая абсолютной скорости на выходе, определяемая по формуле:

$$V_{r2} = V_2 \cdot \sin \alpha_2, \quad (2.6)$$

F_2 – площадь живого сечения потока на выходе, которая определяется по формуле:

$$F_2 = \pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot \psi, \quad (2.7)$$

Стеснение потока учитывается коэффициентом:

$$\psi = \frac{\pi D_2 b_2 - z b_2 S}{\pi D_2 b_2} \quad (2.8)$$

Контрольные вопросы

1. Перечислить виды движения, в которых участвуют частицы жидкости при движении через рабочее колесо центробежного насоса.
2. Дать определение напору насоса.
3. Записать формулу для определения теоретического напора.
4. Перечислить способы увеличения теоретического напора насоса.
5. Начертить треугольник скоростей для условия радиального входа.
6. Перечислить виды лопастей центробежных насосов.
7. Записать формулу для определения теоретической подачи.
8. Объяснить, почему в практике насосостроения чаще всего используются рабочие колеса с лопатками, загнутыми назад.

Итог работы: отчет.

Практическая работа № 11

Определение на плане преобладающее направление ветров по розе ветров.

Цель: Привить практические навыки в построении розы ветров.

Оборудование: данные параметров ветра у поверхности земли.

Для наглядного представления режима ветра в данном месте для месяца, сезона, года по данным параметров ветра строится роза ветров.

Вначале считаем число дней со штилем и записываем отдельной графой. Далее, для построения розы ветров необходимо определить повторяемость направления ветра по сторонам света (по 16 или 8 румбам.) для различных скоростей. С этой целью строится таблица сопряженности, состоящая из 10 столбцов (для 8 румбов) и 18 столбцов (для 16 румбов). Во второй строке отмечают число сочетаний (случаев) $m_{i(1\div 3\text{м/с})}$ ветра определенного направления со скоростью: $1\div 3\text{м/с}$. В третьей строке определяется число сочетаний различных направлений ветра для скоростей $>3\text{м/с}$. Для каждой градации скорости ветра $m_{i(1\div 3\text{м/с})}$ и $m_{i(>3\text{м/с})}$ вычисляется сумма $\sum m_{i(1\div 3\text{м/с})}$ и $\sum m_{i(>3\text{м/с})}$.

Четвертая и пятая строки таблицы представляют повторяемость (процентное содержание или вероятность) определенных направлений ветра для соответствующих диапазонов скоростей, и определяются как частное числа случаев на сумму, умноженную на 100%:

$$P_{mi(1\div 3i / \bar{n})} = \frac{m_{i(1\div 3)}}{\sum m_{i(1\div 3)}} 100\% \quad (14)$$

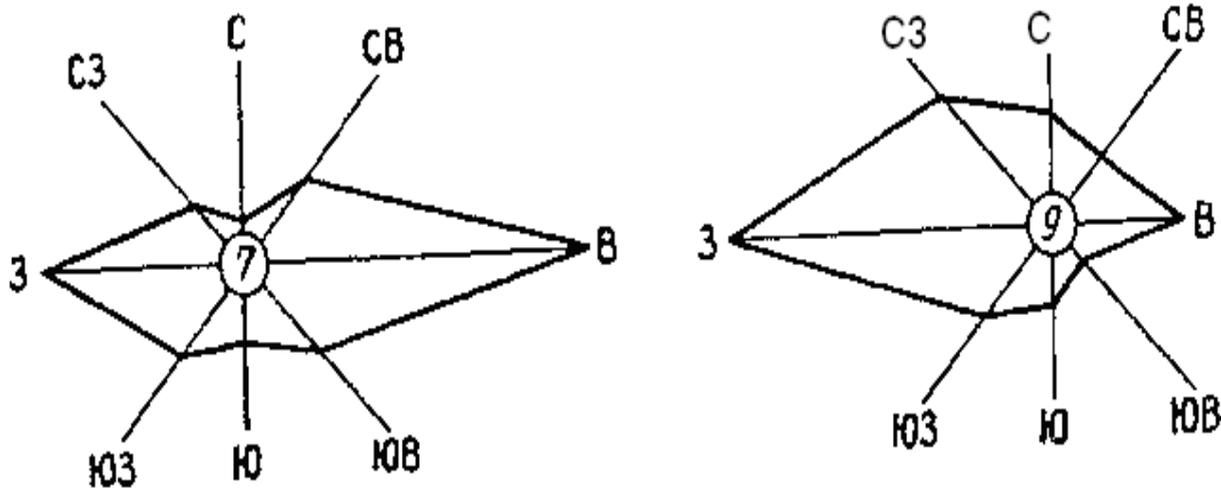
Таблица 3. Преобладающее направление ветра для различных скоростей.

Румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Сумма
$m_{i(1\div 3\text{м/с})}$	$m_{i\text{ С}}$	$m_{i\text{ СВ}}$	$m_{i\text{ В}}$	$m_{i\text{ ЮВ}}$	$m_{i\text{ Ю}}$	$m_{i\text{ ЮЗ}}$	$m_{i\text{ З}}$	$m_{i\text{ СЗ}}$	$\sum m_{i(1\div 3\text{м/с})}$
$m_{i(>3\text{м/с})}$	$m_{i\text{ С}}$	$m_{i\text{ СВ}}$	$m_{i\text{ В}}$	$m_{i\text{ ЮВ}}$	$m_{i\text{ Ю}}$	$m_{i\text{ ЮЗ}}$	$m_{i\text{ З}}$	$m_{i\text{ СЗ}}$	$\sum m_{i(>3\text{м/с})}$
$P_{mi(1\div 3\text{м/с})}$									100%
$P_{mi(>3\text{м/с})}$									100%

Полученное значение повторяемости необходимо округлить до целого числа. Следует следить за тем, чтобы сумма вероятностей всегда равнялась 100%. В случае неравенства 100% за счет округления полученную разницу необходимо прибавить или отнять от максимального значения вероятности.

Для построения розы ветров из одной точки по направлению восьми основных румбов откладывают отрезки, соответствующие повторяемости направления ветра (%) данного румба в выбранном масштабе. Полученные точки на румбах соединяют прямыми линиями (рис. 32). В центре розы ветров показывают число штилей.

ЯНВАРЬ



$V_{1-3 м/с} \quad V_{>3 м/с}$

Рис. 32. Роза ветров.

Таблица 4. Повторяемость направления ветра (%) по румбам и среднее число штилей.

Повторяемость %	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Число штилей
$P_{mi(1-3 м/с)}$	3	7	35	11	6	10	20	8	7
$P_{mi(>3 м/с)}$	9	8	13	5	6	10	33	16	9

Контрольные задания:

1. Ветер. Постоянные и переменные ветры.
2. ападные ветры умеренных широт.
3. Как называются постоянные ветры полярных широт.
4. Входят ли западные ветры в постоянные ветры.

Итог работы: отчет.

Практическая работа № 33

Проектирование направления развития горных работ с учетом естественного проветривания.

Цель: Научится проектировать направление развития горных работ с учетом естественного проветривания.

Методика расчета.

Расчет количества воздуха, необходимого для проветривания выработки производится по ряду факторов, основными из которых являются: количество ядовитых газов, образующихся при взрывных работах; количество выхлопных газов, образующихся при работе ДВС; количество газов выделяющихся из горных пород; количество одновременно работающих в выработках людей, минимальная скорость движения струи воздуха.

Расчет производится по каждому фактору и из полученных результатов принимают наибольшее значение, предварительно проверив его по минимальной допустимой скорости движения воздуха.

1. Количество воздуха для проветривания после взрывных работ при нагнетательном способе проветривания, $м^3/с$:

$$Q_H = \frac{2.}{25} \sqrt[3]{\frac{AbL^2 k_{обг}}{Sp^2}}, \text{ м}^3/с$$

$t = 30 \text{ мин} = 1800 \text{ с}$ - время проветривания, мин., согласно требованиям ПБ; A - количество одновременно взрываемого ВВ, кг;

S - площадь поперечного сечения выработки (в свету), м^2 ; L - длина проветриваемой выработки, м;

$b = 40 \text{ л/кг}$ - газовость ВВ,

кобв - коэффициент, учитывающий обводненность выработки, см. табл. 1;

$p = 0,96 - 0,98$ - коэффициент, учитывающий утечки воздуха из трубопровода при длине трубопровода до 500 м и расходе до 500 $\text{м}^3/\text{мин}$. При большей длине значение коэффициента меньше.

Таблица 1 - Значение коэффициента обводненности кобв

	кобв
Стволы сухие (приток до 1 $\text{м}^3 / \text{ч}$) и обводненные глубиной более 200м. Горизонтальные и наклонные выработки проводимые по сухим породам	0.8
Стволы обводненные (приток до 6 $\text{м}^3 / \text{ч}$) глубиной более 200 м. Горизонтальные и наклонные выработки частично проводимые по водоносным породам (влажные выработки)	0.6
Стволы обводненные (приток от 6 до 15 $\text{м}^3 / \text{ч}$), капеж в виде дождя. Горизонтальные и наклонные выработки на всю длину проводятся по водоносным горизонтам или с применением водяных завес (обводненные выработки)	0.3
Стволы обводненные (приток более 15 $\text{м}^3 / \text{ч}$), капеж в виде ливня	0.15

2. *Количество воздуха для проветривания выработок при работе транспорта с ДВС:*

$$Q_{\text{ДВС}} = q_n N_{\text{ДВС}} / 60, \text{ м}^3 / \text{с}$$

где $q_n = 5 \text{ м}^3/\text{мин}$ на 1 л.с. - норма расхода свежего воздуха на 1 л.с. одновременно работающих машин с ДВС, (для ОАО АПАТИТ принята норма расхода воздуха для проветривания 3 м^3 в мин на 1 л.с.)

$N_{\text{двс}}$ - общая мощность работающих в выработке ДВС, л с.

3. *Количество воздуха по эффективной скорости выноса пыли.*

$$Q_{\text{п}} = V_{\text{п}} * S, \text{ м}^3 / \text{с}$$

где, $V_{\text{п}} = 0,25 \text{ м} / \text{с}$ – эффективная скорость движения воздуха

S – сечение капитальной выработки, м^2

4. *Скорость движения струи воздуха по выработке:*

$v = Q_3 / S, \text{ м/с}$ где, Q_3 - максимальное из всех полученных значений Q .

Полученное значение v необходимо сравнить с величиной минимально допустимой скорости и сделать соответствующий вывод.

5. *Определение потребной подачи (производительности) вентилятора*

Потребная подача вентилятора:

$$Q_{\text{р}} = p Q_3, \text{ м}^3/\text{с}$$

где, $p = 1,02 - 1,04$ - коэффициент утечек воздуха в вентиляционном трубопроводе при длине до 500 м и расходе до 500 $\text{м}^3/\text{мин}$.

Аэродинамическое сопротивление трубопровода

$$R = 6,45 \alpha L/d^5 T$$

Диаметр трубы, м	Металлические Тип ^α		М Текстовинитовые ^α			
	атр* 10 ³	R100	атр* 10 ³	R100	атр* 10 ³	R100
0.3	3.7	990.0	4.8	1284.0	1.8	481.0
0.4	3.6	228.0	4.8	305.0	1.7	108.0
0.5	3.5	72.8	4.8	100.0	1.6	33.0
0.6	3.0	25.0	4.8	40.1	1.5	12.5
0.7	3.0	11.6	4.7	28.2	1.3	5.0
0.8	2.9	5.8	4.7	9.3	1.3	2.5
0.9	2.7	3.0	4.6	5.1	1.2	1.3
1.0	2.5	1.6	4.6	3.0	1.2	0.8

α - коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода, см. табл. 2;

dm - диаметр трубопровода, м

Таблица 2- Характеристики трубопроводов вентиляционной сети

Аэродинамическое сопротивление 1 м трубопровода при соответствующем диаметре определяется из справочных данных.

Депрессия трубопровода (напор вентилятора)

– определение скорости движения воздуха по трубопроводу

$$v_T = Q_3 / \pi r^2, \text{ м/с}$$

где, rm - радиус трубопровода

Статическое давление

$$H_c = R Q^2 p,$$

Па Местные потери напора

$$H_m = 0,2 H_c, \text{ Па}$$

Динамическое давление

$$H_d = v^2 T \gamma / 2, \text{ Па}$$

$\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ - плотность воздуха
Давление вентилятора

$$H_b = H_c + H_m + H_d, \text{ Па}$$

7. Выбор вентилятора

Вентилятор выбирается исходя из значений производительности Q_b и напора (давления) H_b

В пояснительной записке строится диаграмма работы выбранного вентилятора. На диаграмме необходимо отразить:

- по вертикали полное давление H
- по горизонтали, подача воздуха Q

В практической работе необходимо привести техническую характеристику выбранного вентилятора.

На отдельном листе практической работы вычерчивается схема вентиляции забоя. На этой схеме необходимо отобразить:

- место расположения вентилятора;
- расстояние от трубопровода до груди забоя;
- направление свежей струи,
- направление исходящей струи воздуха

8. Практическое задание.

Выполнить расчет вентиляции тупиковой выработки, выбрать вентилятор, составить схему проветривания забоя. Данные для расчета взять из таблицы 3.

Таблица 3 – Варианты для выполнения практического задания

Параметры / Номер вар.	1	2	3	4	5	6
Длина выработки, м	160	100	90	50	200	250
Площадь сечения выработки, м ²	21	16,9	8,9	7,5	21	16,9
Количество взрываемого ВВ, кг	250	230	120	100	250	300
Количество людей одновременно работающих в забое	3	3	3	3	3	4
Мощность двигателей дизельных машин, л.с.	250	200	-	-	300	350
Угол наклона выработки, град	3	2	2	1	2	2

Контрольные вопросы:

1. Источники загрязнения атмосферного воздуха на карьере.
2. Общие сведения о вентиляторах.
3. Вентиляторы местного проветривания.

Итог работы: отчет

Практическая работа № 12-13

Расчет производительности поршневых компрессоров, применяемых на открытых горных работах.
Цель: Изучить и освоить методику определения мощности двигателя компрессорной установки, условие выбора двигателя.

Порядок выполнения работы

Компрессор - устройство промышленного применения для сжатия и подачи воздуха и других газов под давлением. Устройство поршневого компрессора рисунок 1.

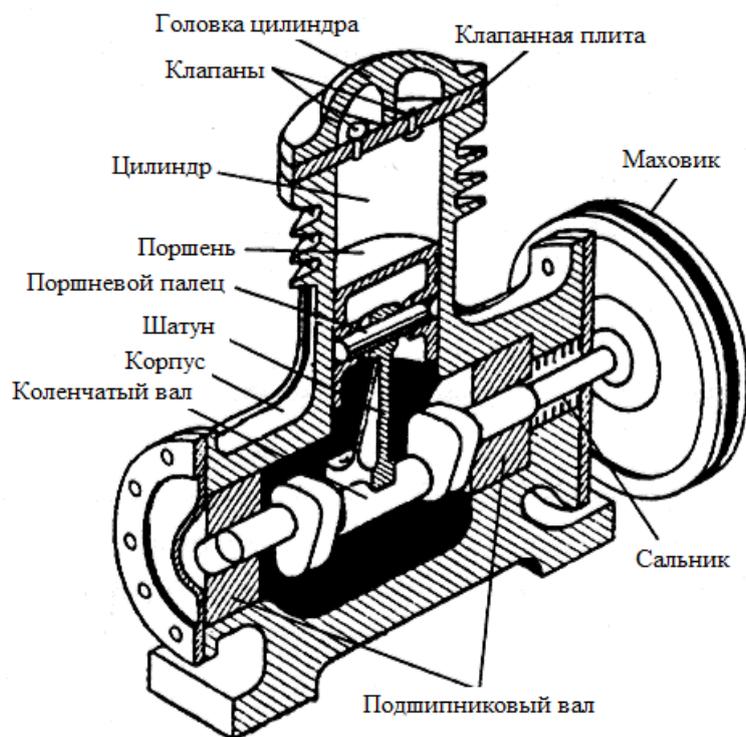


Рисунок 2.2.1 Устройство поршневого компрессора

Поршень в компрессорной головке создает давление за счет возвратно-поступательных движений. Кстати, самый простой поршневой компрессор - только поршень и цилиндр - велосипедный насос. Основные части поршневого компрессора:

- компрессорная головка;
- ресивер;
- двигатель (электро-, бензо- или дизельный).

Основная работа происходит именно в компрессорной головке. Она состоит из:

- цилиндра с поршнем;
- шатуна;
- коленчатого вала;
- впускного и выпускного клапанов;
- маховика;
- сальника.

Через впускной клапан воздух всасывается в цилиндр, там поршень сжимает его, и уже сжатый газ выходит через выпускной клапан, попадая в «резервуар для хранения» – ресивер.

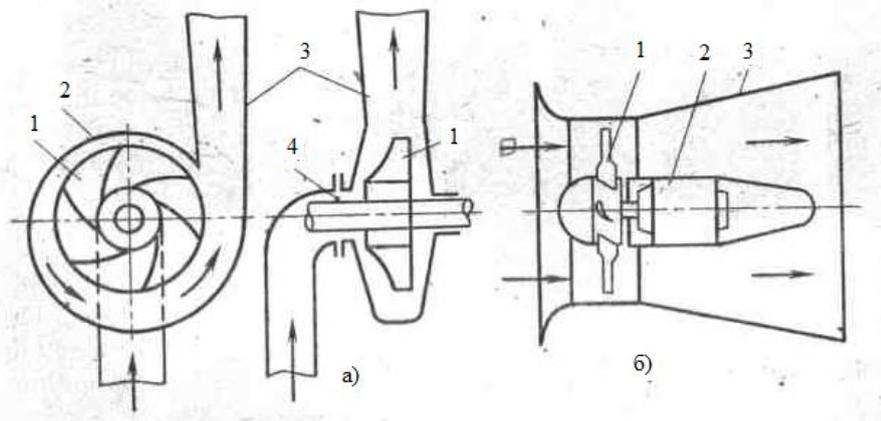
Инженерное оборудование жизнеобеспечения промышленных зданий и сооружений включает в себя в том числе и вентиляторы, используемые в системах вентиляции для создания обмена и кондиционирования воздуха, который необходим для обеспечения воздушной среды благоприятной для жизнедеятельности человека или для технологических целей производства. Вентилятор представляет собой электромеханическую машину с лопастями, перемещающую воздух и другие газопаровоздушные смеси.

Подача и вытяжка воздуха осуществляются вентиляторами по воздуховодам вентиляционной сети или напрямую в помещение и из помещения непосредственно через оконные, стеновые или потолочные проёмы.

Каждый вентилятор должен преодолеть сопротивление вентиляционной сети, создаваемое изгибами воздуховодов и вентиляционным оборудованием (клапаны, заслонки, фильтры, шумоглушители и т.п.). Это сопротивление вызывает перепад давления, и величина этого давления

является решающим фактором при выборе вентилятора. В зависимости от величины полного давления, создаваемого вентилятором при перемещении воздуха, их подразделяют на вентиляторы низкого давления (до 1000 Па), среднего давления (от 1000 Па до 3000 Па) и высокого давления (свыше 3000 Па).

По конструкции и принципу действия вентиляторы можно подразделить на два основных вида: осевые (аксиальные) и радиальные (центробежные), рисунок 4.



а) центробежный тип

б) осевой тип

Рисунок 2.2.2. Схемы вентиляторов

По конструкции вентиляторы делятся на центробежные и осевые. Они выпускаются в нескольких исполнениях в зависимости от направления выхода воздуха, (вверх, вниз, горизонтально и т.д.) и направления вращения. Рабочее колесо 1 центробежного вентилятора (рис.1, а) вращается в кожухе 2. Воздух засасывается через боковое отверстие 4 кожуха и выбрасывается через выходной раструб 3. Осевой вентилятор (рис.1, б) имеет рабочее колесо с несколькими лопатками 7, сходными по форме с лопатками воздушного или гребного винта. Колесо вращается электродвигателем 2, укрепленным внутри корпуса 3, и создается тяга (поток) воздуха через раструб вентилятора.

Наибольшее распространение на промышленных предприятиях получили центробежные вентиляторы. Они имеют такую же, как и центробежные компрессоры, зависимость статической мощности на валу от скорости называемую вентиляторной характеристикой. Момент на валу вентилятора изменяется пропорционально квадрату скорости, а производительность вентилятора пропорциональна угловой скорости в первой степени.

В осевом вентиляторе поток воздуха, поступающий во вращающееся рабочее колесо, не изменяет своего направления и проходит вдоль оси вращения, а в радиальном вентиляторе изменяет направление движения с осевого на радиальное (отклоняется на 90°).

В зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения радиальные вентиляторы подразделяются на:

Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C , не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Коррозионностойкие из нержавеющей стали для агрессивных сред.

Применяются для перемещения агрессивных невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C , не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Взрывозащищенные из разнородных металлов, нержавеющей стали, алюминиевых сплавов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (II А, II В категорий) с температурой до 80°C и в теплостойком исполнении до 200°C (кроме вентиляторов из алюминиевых сплавов), не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Теплостойкие (жаростойкие) из углеродистой стали, из разнородных металлов, из нержавеющей стали в обыкновенном или взрывозащищённом исполнении для обычных или агрессивных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред, взрывоопасных газопаровоздушных смесей (IIА, IIВ категорий), агрессивных сред и агрессивных взрывоопасных газопаровоздушных смесей (IIА, IIВ категорий) с температурой до 200°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

Пылевые из углеродистой стали, из нержавеющей стали для пылевоздушных сред.

Применяются для перемещения невзрывоопасных пылевоздушных смесей с содержанием пыли и других механических твёрдых примесей в количестве 1 кг/м³ при отсутствии липких веществ и волокнистых материалов.

Тягодутьевые машины: дымососы и дутьевые вентиляторы для котельных.

Дымососы котельные предназначены для отсасывания дымовых газов из топков котельных агрегатов с температурой до 200°C. Вентиляторы дутьевые котельные предназначены для подачи воздуха в топки котельных агрегатов с температурой до 80°C.

Противопожарные: дымоудаления для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до 600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов.

По направлению вращения рабочего колеса радиальные вентиляторы бывают правого вращения или левого вращения. У вентилятора правого вращения рабочее колесо вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны всасывания воздуха, и у вентилятора левого вращения рабочее колесо вращается против часовой стрелки.

Радиальные вентиляторы имеют корпус спиральный поворотный с различным положением корпуса: 0°, 45°, 90°, 135°, 270°, 315°.

Осевые вентиляторы, в зависимости от состава перемещаемой среды, исполнения по материалам и назначения, подразделяются на:

1) Общего назначения из углеродистой стали для обычных сред.

Применяются для перемещения воздуха и других невзрывоопасных газопаровоздушных сред с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

2) Взрывозащищённые из разнородных металлов для взрывоопасных сред.

Применяются для перемещения газопаровоздушных взрывоопасных смесей (IIА, IIВ категорий) с температурой до 40°C, не содержащих липких веществ и волокнистых материалов.

3) Противопожарные: дымоудаления и подпора воздуха (противодымные) для противопожарной вентиляции.

Вентиляторы дымоудаления предназначены для удаления при пожаре дымовоздушных смесей с температурой до 400°C в течение 120 минут и до 600°C в течение 60 минут, не содержащих взрывчатых, липких веществ, волокнистых материалов. Вентиляторы подпора воздуха предназначены для подачи воздуха и создания избыточного давления и предотвращения проникновения дыма в лестничные клетки, тамбуры-шлюзы, шахты лифтов, что даёт возможность эвакуации людей при пожаре.

Расчёт и выбор электродвигателя поршневого компрессора

Для механизмов компрессоров типичен продолжительный режим работы, поэтому их электроприводы, как правило, неререверсивные с редкими пусками. Они имеют небольшие пусковые статические моменты – до 20 – 25% от номинального.

Поскольку поршневой компрессор при работе создаёт на валу периодически изменяющийся момент сопротивления (ударную нагрузку), это вызывает колебания ротора двигателя. Чтобы

уменьшить такие колебания для привода поршневых компрессоров чаще всего применяют тихоходные двигатели (ω_0 до 26,2 – 31,4 рад/с) с большой перегрузочной способностью, повышенным моментом инерции ротора.

При выборе мощности двигателя для компрессоров требуемую мощность двигателя $P_{дв}$ находят по мощности на валу механизма с учетом потерь в промежуточных механических передачах.

Мощность двигателя поршневого компрессора $P_{дв}$, кВт, определяется по следующей формуле:

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт (1)}$$

где $P_{дв}$ – мощность двигателя поршневого компрессора, кВт;

Q – производительность (подача) компрессора, м³/с;

$A = (A_{и} + A_{а})/2$ – работа, Дж/м³, изотермического и адиабатического сжатия 1м³ атмосферного воздуха давлением $p_1 = 1,01 \cdot 10^5$ Па до требуемого давления p_2 , Па; для давлений до $10 \cdot 10^5$ Па значения A указаны ниже:

$p_2, 10^5$ Па	3	4	5	6	7	8	9	10
$A, 10^{-3}$ Дж/м ³	132	164	190	213	230	245	260	272

η_k - индикаторный КПД компрессора, учитывающий потери мощности при реальном процессе сжатия воздуха и равный 0,6 – 0,8;

η_n - КПД механической передачи между компрессором и двигателем, его значения лежат в пределах 0,9 – 0,95.

k_3 - коэффициент запаса, равный 1,05 – 1,15 и учитывающий не поддающиеся расчету факторы.

Пример расчёта.

Дано: Решение

$Q = 20$ м³/мин;

По таблице №1 для давления $10 \cdot 10^5$ находим работу

$p_2 = 10 \cdot 10^5$, Па $A = 272 \cdot 10^3$, Дж/м³

$\eta_k = 0,78$

$$\eta_n = 0,95 \quad P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times A \times 10^{-3}}{\eta_k \times \eta_n}, \text{ кВт}$$

$$k_3 = 1,05 \quad P_{дв} = 1,05 \times \frac{20 \times 272 \times 10^3 \times 10^{-3}}{60 \times 0,78 \times 0,095} = 128,48 \text{ кВт}$$

$$w = 2\pi n \frac{1}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$\omega_{тр} = 103$, рад/с

$$n = \frac{w \cdot 30}{\pi} = \frac{103 \cdot 30}{3,14} = 983,58 \text{ об/мин}$$

$P=?$, $I=?$ $n=?$

По таблицам, указанным в приложении, выбираем электродвигатель типа 4А315, 132 кВт, 980 об/мин, 380 В, $\cos\phi$ 0,74. После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

$I_n = P_{ном} / \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\phi = 132 / 1,73 \cdot 0,38 \cdot 0,74 = 65,6$ А

Расчёт и выбор электродвигателя вентилятора.

Мощность электродвигателя вентилятора $P_{дв}$, кВт, можно вычислить по формуле:

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_v \times \eta_n} \text{ кВт (1)}$$

где Q - производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{с}$;

H - напор (давление) воздуха (газа), Па;

η_v - КПД вентилятора, равный 0,5 – 0,85 для осевых, 0,4 – 0,7 для центробежных вентиляторов;

η_n - КПД механической передачи;

k_3 - коэффициент запаса, равный 1,1 – 1,2 при мощности больше 5 кВт,

1,5 – при мощности до 2 кВт и 2,0 – при мощности до 1 кВт.

Номинальный момент двигателя определяется по формуле:

$$M_{ном} = P_{ном} \cdot 10^3 / \omega_{ном}, \text{ Н}\cdot\text{м (2)}$$

где $\omega_{ном}$ – номинальная скорость вращения, рад/с.

Производительность вентилятора определяется по формуле:

$$Q_{ном} = c \times \omega_{ном}, \text{ м}^3/\text{с}; (3)$$

где c – постоянный коэффициент.

Для определения момента при различной производительности можно воспользоваться следующими соотношениями:

$$Q_{ном} / Q_1 = \omega_{ном} / \omega_1; (4)$$

$$\omega_1 = \omega_{ном} \cdot Q_1 / Q_{ном}$$

Пример расчёта.

Дано:

$$Q_{ном} = 3, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$H_{ном} = 570, \text{ Па}$$

$$\eta_v = 0,64$$

$$\eta_n = 1,0$$

$$\omega_{ном} = 100 \text{ рад/с}$$

$$k_3 = 1,1$$

$$Q_1 = 2,6 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_2 = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$P=? , I=? n=? \omega_1=?$$

$$\omega_2=? M_1=? M_2=?$$

Решение:

Определяем требуемую мощность двигателя

$$P_{дв} = k_3 \times \frac{Q \times H \times 10^{-3}}{\eta_v \times \eta_n} = 1,1 \times \frac{3 \times 570 \times 10^{-3}}{0,64 \times 1,0} \approx 2,939 \text{ кВт}$$

Определяем номинальный момент

$$M_{ном} = P_{ном} \times 10^3 / \omega_{ном} = 3,0 \times 10^3 / 100 = 30,0 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\omega_1 = \omega_{ном} \cdot Q_1 / Q_{ном} = 100 \cdot 2,6 / 3 = 86,7 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \omega_{ном} \cdot Q_2 / Q_{ном} = 100 \cdot 2,8 / 3 = 93,5 \text{ рад/с}$$

Определяем мощность при различной производительности и скорости :

$$P_1 = 1,1 \cdot 2,6 \cdot 570 \cdot 10^{-3} / 0,64 \cdot 1,0 = 2,547 \text{ кВт},$$

$$P_2 = 1,1 \cdot 2,8 \cdot 570 \cdot 10^{-3} / 0,64 \cdot 1,0 = 2,743 \text{ кВт},$$

Определяем момент при различных мощностях:

$$M_1 = P_1 \cdot 10^3 / \omega_1 = 2,547 \cdot 10^3 / 86,7 = 29,3, \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_2 = P_2 \cdot 10^3 / \omega_2 = 2,743 \cdot 10^3 / 93,5 = 29,3, \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Вывод – при изменении производительности изменяется мощность и скорость

вращения, а момент на валу не изменяется.

Определяем требуемые обороты двигателя в об/мин,

По таблицам, указанным в приложении, выбираем электродвигатель.

После этого определяем номинальный ток двигателя по известной формуле.

План работы

1. Записать тему и цель работы.

2. Ответить на контрольные вопросы.

3. Выполнить расчеты и выбрать двигатель для задания 1 и задания 2 в соответствии с заданным вариантом.

Задания для выполнения практической

Задание 1.

Исходные данные для самостоятельной работы.

Вариант 1 Вариант 2 Вариант 3

Дано: Дано: Дано:

$Q = 12, \text{ м}^3/\text{мин}$ $Q = 40, \text{ м}^3/\text{мин}$ $Q = 160, \text{ м}^3/\text{мин}$

$p_2 = 6,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$ $p_2 = 7,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$ $p_2 = 8,0 \cdot 10^5, \text{ Па}$

$\eta_k = 0,75$ $\eta_k = 0,78$ $\eta_k = 0,8$

$\eta_{\text{п}} = 0,91$ $\eta_{\text{п}} = 0,92$ $\eta_{\text{п}} = 0,95$

$k_3 = 1,05$ $k_3 = 1,12$ $k_3 = 1,11$

$\omega_{\text{тр}} = 104, \text{ рад/с}$ $\omega_{\text{тр}} = 102, \text{ рад/с}$ $\omega_{\text{тр}} = 101, \text{ рад/с}$

$U = 380 \text{ В}$ $U = 380 \text{ В}$ $U = 380 \text{ В}$

Задание 2.

Исходные данные для самостоятельной работы.

Вариант 1 Вариант 2 Вариант 3

Дано: Дано: Дано:

$Q_{\text{ном}} = 2,5 \text{ м}^3/\text{с}$ $Q_{\text{ном}} = 5 \text{ м}^3/\text{с}$ $Q_{\text{ном}} = 4,5 \text{ м}^3/\text{с}$

$H_{\text{ном}} = 550 \text{ Па}$ $H_{\text{ном}} = 600 \text{ Па}$ $H_{\text{ном}} = 450 \text{ Па}$

$\eta_{\text{в}} = 0,75$ $\eta_{\text{в}} = 0,8$ $\eta_{\text{в}} = 0,65$

$\eta_{\text{п}} = 0,98$ $\eta_{\text{п}} = 0,99$ $\eta_{\text{п}} = 1,0$

$\omega_{\text{ном}} = 101 \text{ рад/с}$ $\omega_{\text{ном}} = 102 \text{ рад/с}$ $\omega_{\text{ном}} = 98 \text{ рад/с}$

$Q_1 = 2,0 \text{ м}^3/\text{с}$ $Q_1 = 4,0 \text{ м}^3/\text{с}$ $Q_1 = 4,0 \text{ м}^3/\text{с}$

$Q_2 = 2,2 \text{ м}^3/\text{с}$ $Q_2 = 4,5 \text{ м}^3/\text{с}$ $Q_2 = 4,3 \text{ м}^3/\text{с}$

$k_3 = 1,2$ $k_3 = 1,15$ $k_3 = 1,18$

Определить требуемую мощность двигателя, $P_{\text{дв.}}$, его обороты, n , и номинальный ток, I , моменты M_1 , M_2 , угловые скорости ω_1 , ω_2 .

Выбрать электродвигатель по таблицам.

Итог работы: отчет

Практическая работа № 14-15

Расчет и выбор трансформаторов тока.

Цель: Расчитать и выбрать измерительный трансформатор тока.

Краткие теоретические сведения

Трансформатор тока предназначен для присоединения для уменьшения первичного тока до значений, наиболее удобных для измерительных приборов и реле, а также для отделения цепей измерения и защиты от первичных цепей высокого напряжения.

Условие выбора трансформаторов тока:

По номинальному напряжению

$$U_{\text{н}} \geq U_{\text{р}}$$
$$I \leq I_{\text{н}}$$

По номинальному току $\geq I_{p \max}$;

По электродинамической стойкости $\sqrt{2}I_{1n} K_D \geq i_y$

(отдельно стоящие ТТ, кроме шинных)

По термической стойкости (отдельно $(I_{1n} K_T)^2 t_T$
 $\geq B^k$ стоящие ТТ)

По нагрузке вторичных цепей $Z_{2н}$
 $\geq Z_2$ Обозначения:

$I_{p \max}$ - максимальный рабочий ток присоединения, где устанавливают ТТ, А;

$I_{1н}$ - номинальный ток первичной обмотки ТТ, А; его значение должно быть как можно ближе к значению $I_{p \max}$, так как недогрузка первичной обмотки приводит к увеличению погрешности измерения;

K_D - кратность электродинамической стойкости по каталогу; I_y - ударный ток к.з в месте установки ТТ, А;

K_T - кратность термической стойкости по каталогу, с;

B_k - тепловой импульс тока к.з в месте установки ТТ по расчёту B_k ; $kA^2 \cdot c$;

$Z_{2н}$ - номинальная допустимая нагрузка проверяемой обмотки ТТ в выбранном классе точности по каталогу, Ом;

Z_2 - вторичная нагрузка, присоединенная к проверяемой обмотке ТТ по расчёту, Ом. Сопротивление соединительных проводов, Ом,

$$r_{пр} = \rho l_{расч} / q_{пр};$$

где ρ - удельное сопротивление материала провода; провода контрольных кабелей с медными жилами ($\rho = 1,75 \cdot 10^{-8}$ Ом*м) обязательно применяют во вторичных цепях подстанций с напряжением 220 кВ и больше, в остальных случаях обычно используют провода и кабели с алюминиевыми жилами ($\rho = 2,83 \cdot 10^{-8}$ Ом*м);

$l_{расч}$ - расчётная длина соединительного провода зависит от схемы соединения ТТ с приборами, м; если не известна точная длина проводов от ТТ до приборов, ее можно принять для разных присоединений приблизительно равной, м:

РУ 10 кВ при использовании КРУН.....	4-6
РУ 10 кВ при расположении РУ в здании подстанции.....	30-50
РУ 35 кВ	60-75
РУ 110 кВ	75-100
РУ 220 кВ	100-150

Трансформатор тока предназначен для присоединения для уменьшения первичного тока до значений, наиболее удобных для измерительных приборов и реле, а также для отделения цепей измерения и защиты от первичных цепей высокого напряжения

При выборе тт, учитываем его назначение – для присоединения каких видов защит и измерительных приборов предназначен трансформатор тока

Класс точности ТТ (трансформатора тока) должен соответствовать его назначению. ТТ класса 0,5 применяют для присоединения приборов расчетных счетчиков (класс точности этих счетчиков на подстанции обычно 2,0), класса 1 – для присоединения приборов технического учета, класса 3 (Р) или 10 – для присоединения релейной защиты.

Так как индуктивное сопротивление токовых цепей невелико, можно принять $z_2=r_2$, тогда

$$r_2 = r_{np} + \sum r_{приб} + r_{конт}$$

Где $\sum r_{приб}$ - сопротивление катушек всех последовательно включенных приборов, Ом

$r_{конт}$ - Сопротивление переходных контактов, принимаемое 0,05 Ом при двух-трех приборах и 0,1 Ом при

большем числе приборов.

Характеристика условий выбора трансформаторов тока	Формула
По конструкции (опорные или проходные, внутренней или наружной установки)	—
По номинальному напряжению	$U_n \geq U_p$
По номинальному току	$I_{1n} \geq I_{p \max}$
По электродинамической стойкости (отдельно стоящие ТТ, кроме шинных)	$\sqrt{2} I_{1n} k_d \geq i_y$
По термической стойкости (отдельно стоящие ТТ)	$(I_{1n} k_T)^2 t_T \geq B_k$
По классу точности	—
По нагрузке вторичных цепей	$z_{2н} \geq z_2$

В табл. 3! приняты обозначения:

- $I_{p \max}$ — максимальный рабочий ток присоединения, где устанавливают ТТ, А;
- I_{1n} — номинальный ток первичной обмотки ТТ, А; его значение должно быть как можно ближе к значению $I_{p \max}$, так как недогрузка первичной обмотки приводит к увеличению погрешности измерения;
- k_d — кратность электродинамической стойкости по каталогу;
- i_y — ударный ток к.з. в месте установки ТТ, А;
- k_T — кратность термической стойкости по каталогу;
- t_T — время термической стойкости по каталогу, с;
- B_k — тепловой импульс тока к.з. в месте установки ТТ по расчету, $kA^2 \cdot c$;
- $z_{2н}$ — номинальная допустимая нагрузка проверяемой обмотки ТТ в выбранном классе точности по каталогу, Ом;
- z_2 — вторичная нагрузка, присоединенная к проверяемой обмотке ТТ по расчету, Ом.

Наименование	Тип	Мощность катушки тока, В.А	Сопротивление катушки тока, Ом	Мощность катушки напряжения, В.А
Амперметры	Э377 и Э378	0,5	0,02	
	Э8021	1,5	0,06	
	Э140	1,2	0,05	
Вольтметры	Э-377 и Э-378			2,0
	Э-8021			4,0
	Э-140			4,5
Ваттметры и варметры	Д-305	0,5	0,02	2,0
	Д-312	0,5	0,02	1,5
	Д-335	0,5	0,02	1,5
Счетчики активной энергии	СА3У-И670	2,5	0,1	4,0
	СА4-И672	2,5	0,1	4,0
Счетчик реактивной энергии	СР4-И673	2,5	0,1	7,5
Реле максимального тока	РТ-40/2*	0,2	0,8	
	РТ-40/6-20*	0,5	0,22—0,02	
	РТ-40/50*	0,8	0,005	
	РТ-40/100*	1,8	0,003	
	РТ-80**	10		
Реле мощности	РБМ-171	10	0,4	35
Реле напряжения	РН-50	—	—	1,0
Реле промежуточное	РП-341***	10	0,1	
Реле времени	ЭВ-200	—	—	20
	РВМ-12***	10	0,1	
Электронные реле защиты фидера 27,5 кВ	УЭЗФ	2,5	0,1	4,0
Определитель места к. з. на контактной сети	ОМП	1,0	0,04	1,0
Реле дифференциальной защиты	ДЗТ-11	7,0	0,28	
	РНТ-565	7,0	0,28	

Примечание. Катушки напряжения счетчиков имеют $\cos \varphi = 0,38$; у прочих приборов $\cos \varphi = 1$.

* Потребляемая мощность и сопротивление катушек реле даны при минимальной уставке.

** Сопротивление определяется при токе уставки: $Z_p = S/I_{y.c.p.}^2$.

*** Потребляемая мощность и сопротивление катушки даны при двойном токе срабатывания.

Сопротивление соединительных проводов, Ом,

$$r_{\text{пр}} = \rho l_{\text{расч}} / q_{\text{пр}},$$

где ρ — удельное сопротивление материала провода; провода контрольных кабелей с медными жилами ($\rho = 1,75 \cdot 10^{-8}$ Ом·м) обязательно применяют во вторичных цепях подстанций с напряжением 220 кВ и больше, в остальных случаях обычно используют провода и кабели с алюминиевыми жилами ($\rho = 2,83 \cdot 10^{-8}$ Ом·м);

$l_{\text{расч}}$ — расчетная длина соединительного провода зависит от схемы соединения ТТ с приборами, м ; если не известна точная длина

проводов от ТТ до приборов, ее можно принять для разных присоединений приблизительно равной, м:

РУ 10 кВ при использовании КРУН	4—6
РУ 10 кВ при расположении РУ в здании подстанции	30—50
РУ 35 кВ	60—75
РУ 110 кВ	75—100
РУ 220 кВ	100—150

Сечение проводов и жилы кабеля $q_{\text{пр}}$ по условию механической прочности в токовых цепях не должно быть меньше $4,0 \times 10^{-6}$ м² для алюминиевых жил на

$2,5 \times 10^{-6}$ для медных. Проверку на соответствие класса точности следует выполнить, начиная с указанного минимального сечения. Сечения больше 10×10^{-6} м² применять не рекомендуется.

При невозможности выполнить условие проверки на класс точности следует разгрузить трансформатор тока от части приборов, использовав для этого дополнительные трансформаторы

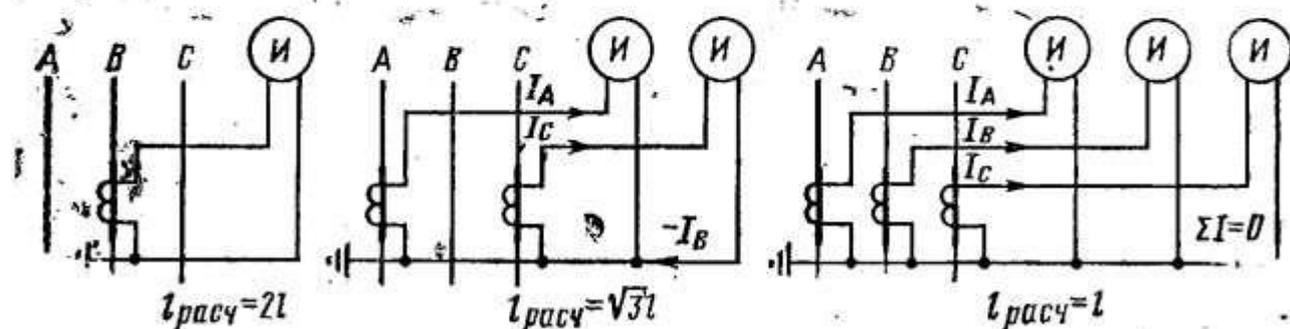
. Возможно последовательно соединить вторичные обмотки разных классов точности (например, Р и 0,5), при этом допустимая нагрузка $Z_{2н}$ Может быть принята равной арифметической сумме допустимых нагрузок каждой из последовательно соединенных обмоток.

Для обмоток трансформаторов тока, к которым подключают релейную защиту, считается допустимой погрешность во вторичном токе не более 10% при прохождении по его первичной обмотке тока к.з, при котором должна сработать защита. В этом случае для проверки трансформаторов тока используют кривые предельных кратностей первичного тока при 10%- ной погрешности. По вертикальной оси рисунка отложены допустимые предельные кратности первичного тока m , а по горизонтальной — допустимы нагрузки Z , при которых погрешность не превышает 10%

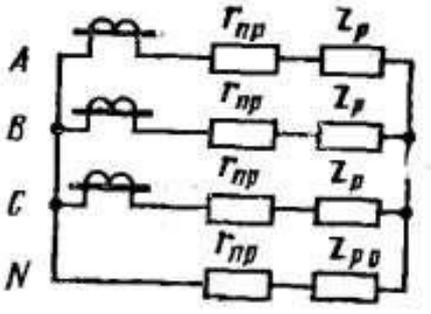
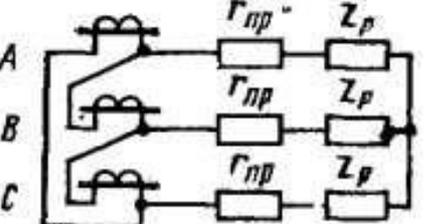
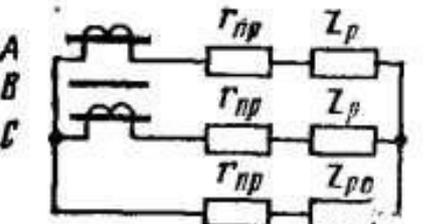
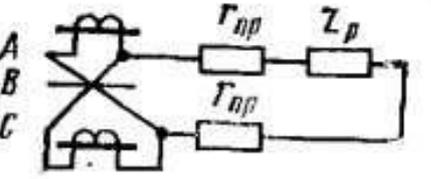
Порядок проверки на 10%-ную погрешность следующий. Определяют расчетную кратность тока:

$$m = I_{\text{расч}} / I_{\text{нп}},$$

где $I_{\text{расч}}$ — расчетный ток, для большинства токовых защит $I_{\text{расч}} = 1,1 I_{\text{сз}}$;
 $I_{\text{сз}}$ — ток срабатывания защиты;
 $I_{\text{нп}}$ — номинальный ток первичной обмотки ТТ.



Схемы соединения трансформаторов тока с приборами

Номер схемы	Схема соединения трансформаторов тока и вторичной нагрузки	Вид к. з.	Расчетная нагрузка на трансформатор тока $z_{расч}$
1		<p>Трех- и двухфазное</p> <p>Сднсфазное</p>	$z_{расч} = z_{пр} + z_p + z_{конт}$ $z_{расч} = 2z_{пр} + z_p + z_{р0} + z_{конт}$
2		Трех- и двухфазное	$z_{расч} = 3(z_{пр} + z_p) + z_{конт}$
3		<p>Двухфазное и однофазное</p> <p>Двухфазное за трансформатором со схемой Y/Δ</p>	$z_{расч} = 2z_{пр} + z_p + z_{р0} + z_{конт}$ $z_{расч} = 3z_{пр} + z_p + 2z_{р0} + z_{конт}$
4		Двухфазное	$z_{расч} = 4z_{пр} + 2z_p + z_{конт}$

Примечание. При отсутствии в схеме № 3 сопротивления $z_{р0}$ исключается его значение в расчетной формуле.

Содержание отчета

Практическую работу оформить письменным отчетом.

Контрольные вопросы:

1. Для чего служит трансформатор тока?
2. Подробно расскажите классификацию трансформаторов тока.
3. Как изображается трансформатор тока на однолинейных схемах?
4. Какие бывают трансформаторы тока по конструкции

4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основные:

- О-1. Бахаева, С.П. Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых: учебное пособие/С.П. Бахаева.- Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2020.-210 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-2. Кирюшина , Е.В. Технология и безопасность взрывных работ:учебное пособие/ Е.В. Кирюшина, В.Н. Вокин, М.Ю. Кадеров.- Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2018. -236 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-3. Кутузов, Б. Н. Методы ведения взрывных работ: учебник: в 2 частях / Б. Н. Кутузов. — 3-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2018 — Часть: Разрушение горных пород взрывом — 2018. — 476 с.
- О-4. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч.1. Разрушение горных пород взрывом: учебник/Б.Н. Кутузов.- М.: изд-во Горная книга, 2018.- 476 с.
- О-5. Мартыянов, В.Л. Основы открытой добычи, Производственные процессы открытых горных работ: учебное пособие/ В.Л. Мартыянов, Е.В. Курехин.- Кемерово: КузГТУ, 2019.- 144с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-6. Медведев, А.Е. Автоматика машин и установок горного производства: учебное пособие в 2-х частях. Часть 2./ А.Е. Медведев, И.А. Лобур, Н.М. Шаулева.-КузГТУ, 2019.- 298 с– ЭБС ЛАНЬ.
- О-7. Менумеров, Р. М. Электробезопасность: учебное пособие / Р. М. Менумеров. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 196 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-8. Протасов, С.И. Практикум по технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых: учебное пособие/ С.И. Протасов, П.А. Самусев.- Кемерово: КузГТУ, 2018.- 108с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-9. Трубецкой, К. Н. Основы горного дела: учебник / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко. — Москва: Академический Проект, 2020. — 231 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- О-10. Чооду, О.А. Технология и комплексная механизация открытых горных работ: учебное пособие / О.А. Чооду, Э.Д-В, Ондар.- Кызыл: изд-во ТувГУ, 2019.- 96 с. – ЭБС ЛАНЬ.

Дополнительные:

- Д-1. Бульдозеры на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет: учебное пособие / В. С. Квагинидзе, Г. И. Козовой, Ф. А. Чакветадзе [и др.]. — 2-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2017. — 396 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- Д-2. Буровые станки на карьерах. Конструкции, эксплуатация, расчет : учебное пособие / В. С. Квагинидзе, Г. И. Козовой, Ф. А. Чакветадзе [и др.]. — 2-е изд., стер. — Москва : Горная книга, 2017. — 291 с. – ЭБС ЛАНЬ.
- Д-3. Галкин, В.И. Транспортные машины: учебник/ В.И. Галкин, Е.Е. Шешко.- М.: изд-во Горная книга, изд-во МГГУ, 2010.- 588 с.
- Д-4. Городниченко, В.И. Основы горного дела: учебник/ В.И. Городниченко, А.П. Дмитриев,- М.: изд-во ГОРНАЯ КНИГА, изд-во МГГУ, 2008.- 464 с.
- Д-5. Герасимов, А.И. Электроснабжение горных предприятий. Проектные предложения для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие /

А.И. Герасимов, С.В. Кузьмин, О.А. Ковалева. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2017.- 264 с. – ЭБС ЛАНЬ.

Д-6. Демченко, И.И. Механическое оборудование карьеров. Гидравлические экскаваторы: учебное пособие/ И.И. Демченко, И.С. Плотников, К.А.Бовин.- Красноярск: Сиб федер.ун-т, 2017.- 112 с. – ЭБС ЛАНЬ.

Д-7. Демин, А.М. Сборник задач по открытой разработке месторождений полезных ископаемых: учебное пособие/ А.М. Демин, В.И. Зуев, Е.М. Пахомов.- М.: Недра, 1985.- 192 с.

Д-8. Друкованный, М.Ф. Буровзрывные работы на карьерах: учебник/ М.Ф. Друкованный, Б.Н. Кукиб, В.С. Куц.- М.: Недра, 1990.- 367 с.

Д-9. Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества: учебное пособие/ Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романова.- М.: Недра, 1988.- 358 с.

Д-10. Иванов, К.И. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых : учебное пособие/ К.И. Иванов, В.А. Латышев, В.Д. Андреев.– М.: Недра, 1987.- 272 с.

Д-11. Ильский, А.Л. Буровые машины и механизмы: учебник/ А.Л. Ильский, А.П. Шмидт.- М.: Недра, 1989.- 396 с.

Д-12. Казаковский, Д.А.Маркшейдерское дело. Часть 2 Специальный курс: учебное пособие/ Д.А. Казаковский.- М.: Недра, 1970.- 560 с.

Д-13. Кантович, Л.И. Горные машины: учебник/ Л.И. Кантович, В.Н. Гетопанов.- М.: Недра, 1989.- 304 с.

Д-14. Кутузов, Б.Н. История горного и взрывного дела: учебник/ Б.Н. Кутузов.- М.: изд-во МГГУ, изд-во Горная книга, 2008.- 414 с.

Д-15. Кутузов, Б.Н. Взрывные работы: учебник/ Б.Н. Кутузов.- М.: Недра, 1988.- 383 с.

Д-16. Репин,Н.Я. Выемочно-погрузочные работы: учебное пособие/ Н.Я. Репин, Л.Н. Репин.-М.: изд-во Горная книга, 2010.- 267 с.

Д-17. Репин,Н.Я. Подготовка горных пород к выемке. Ч.1: учебное пособие/ Н.Я. Репин, Л.Н. Репин.-М.: изд-во МГГУ Горная книга, 2009.- 188 с.

Д-18 Репин, Н.Я. Буровзрывные работы на угольных разрезах: Н.Я. Репин, В.П. Богатырев, В.Д. Буткин и др. –М.: Недра, 1987.- 254 с.

Д-19. Подэрни, Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых горных работ: В 2-х томах Т.2: учебник/ Р.Ю. Подэрни.-М.: Изд-во МГГУ, 1998.- 332 с.

Д-20. Хохряков, В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых: учебник/ В.С. Хохряков.- М.: Недра, 1991.- 336 с.

Д-21. Шешко, Е.Е. Горно-транспортные машины и оборудование для открытых горных работ:учебник/ Е.Е. Шешко.- изд-во МГГУ, 2003.- 260 с.

Д-22. Щадов, И.М. Совершенствование технологии взрывных работ на разрезах Черемховского месторождения: учебное пособие/ И.М. Щадов.: Иркутск, 1992.- 215 с

Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Бахаева, С.П. Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых: учебное пособие/С.П. Бахаева.- Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2020.-210 с. – ЭБС ЛАНЬ.

2. Кирюшина , Е.В. Технология и безопасность взрывных работ: учебное пособие/ Е.В. Кирюшина, В.Н. Вокин, М.Ю. Кадеров.- Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2018. -236 с. – ЭБС ЛАНЬ.
3. Кутузов, Б. Н. Методы ведения взрывных работ: учебник: в 2 частях / Б. Н. Кутузов. — 3-е изд., стер. — Москва: Горная книга, 2018 — Часть: Разрушение горных пород взрывом — 2018. — 476 с.
4. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч.1. Разрушение горных пород взрывом: учебник/Б.Н. Кутузов.- М.: изд-во Горная книга, 2018.- 476 с.
5. Мартьянов, В.Л. Основы открытой добычи, Производственные процессы открытых горных работ: учебное пособие/ В.Л. Мартьянов, Е.В. Курехин.- Кемерово: КузГТУ, 2019.- 144с. – ЭБС ЛАНЬ.
6. Медведев, А.Е. Автоматика машин и установок горного производства: учебное пособие в 2-х частях. Часть 2./ А.Е. Медведев, И.А. Лобур, Н.М. Шаулева.-КузГТУ, 2019.- 298 с– ЭБС ЛАНЬ.
7. Менумеров, Р. М. Электробезопасность: учебное пособие / Р. М. Менумеров. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 196 с. – ЭБС ЛАНЬ.
8. Протасов, С.И. Практикум по технологии открытой разработки месторождений полезных ископаемых: учебное пособие/ С.И. Протасов, П.А. Самусев.- Кемерово: КузГТУ, 2018.- 108с. – ЭБС ЛАНЬ.
9. Трубецкой, К. Н. Основы горного дела: учебник / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко. — Москва: Академический Проект, 2020. — 231 с. – ЭБС ЛАНЬ.
10. Чооду, О.А. Технология и комплексная механизация открытых горных работ: учебное пособие / О.А. Чооду, Э.Д-В, Ондар.- Кызыл: изд-во ТувГУ, 2019.- 96 с. – ЭБС ЛАНЬ.

5. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением	
Было	Стало
Основание:	
Подпись лица, внесшего изменения	