

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания по выполнению
практических работ по дисциплине
«Технические средства для ремонта магистральных трубопроводов»**

Направление подготовки
Направленность (профиль)

21.03.01 Нефтегазовое дело
Эксплуатация и обслуживание объектов
транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки

Год начала обучения

2026

Форма обучения

очная

заочная

очно-заочная

Реализуется в семестре

____7____

Ставрополь, 2026

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Выбор землеройной техники и комплекта машин для транспортировки грунта

Цель: определение установочной мощности роторного экскаватора для рытья траншеи под трубопровод диаметром D мм в заданном типе и категории грунта со скоростью V м/ч.

В результате выполнения задания формируется компетенция ПК-7 способность обслуживать и ремонтировать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья.

Актуальность темы:

Выбор техники для строительства магистральных трубопроводов является необходимым критерием экономичности проекта.

Теоретическая часть

Параметры земляных сооружений, применяемых при сооружении ГНП (ширина, глубина и откосы траншеи, сечение насыпи и крутизна её откосов и др.), устанавливаются в зависимости от диаметра (D_n) трубопровода, способа его закрепления, рельефа местности, грунтовых условий. Размеры траншеи (глубина, ширина по дну, откосы) устанавливаются в зависимости от назначения и диаметра трубопровода, характеристики грунтов, гидрогеологических условий.

Минимальная ширина траншеи по дну устанавливается СНиП и принимается равной $D + 300$ мм для трубопроводов диаметром до 700 мм (где D – условный диаметр трубопровода) и $1,5D$ для трубопроводов диаметром 700 мм и более с учётом следующих дополнительных требований:

- для трубопроводов $D_n = 1200$ и 1400 мм при рытье траншей с откосами не круче 1 : 0,5 ширину траншеи по дну уменьшают до величины $D + 500$ мм;
- допускается принимать ширину траншей равной ширине рабочего органа землеройной машины, но не менее указанной;
- ширина траншеи по дну на кривых участках под гнутые или сварные отводы равна двукратной величине по отношению к ширине на прямолинейных участках для обеспечения вписания трубопровода в кривую траншею;
- ширина траншеи по дну под балластными грузами или анкерными установками должна быть не менее $2,2D$, на участках трубопровода балластируемого грунтом с использованием нетканого синтетического материала, $1,6D$.

Вопросы и задания:

Определить установочную мощность роторного экскаватора для рытья траншеи под трубопровод диаметром D мм в заданном типе и категории грунта со скоростью V м/ч.

Исходные данные для задачи 2 принять рассчитанные характеристики первой задачи.

Таблица 5.1 Определение ёмкости ковша экскаватора будет зависеть от $V_{з.р.}$, для этого можно воспользоваться следующими требованиями.

$V_{з.р.}$ (объём земляных работ)	Q (ёмкость ковша экскаватора)
До 500	0,15
500...1500	0,24 и 0,3
1500...5000	0,5
2000...8000	0,65
6000...11000	0,8
13000...18000	1,0-1,25
Более 15000	1,5

Сначала необходимо определить параметры траншеи – глубина (h_m) и ширина траншеи по дну (B).

В соответствии со СНиП II-05-06-85* глубина траншеи определяется: $h_m = D + 0,8$ м, если $D < 1000$ мм;

$h_m = D + 1$ м, если $D > 1000$ мм.

Ширина траншеи также зависит от диаметра прокладываемого трубопровода:

$B = D + 300$ мм, если $D < 700$ мм;

$B = 1,5 D$, если $D \geq 700$ мм.

Принимается крутизна откосов в соответствии с таблицей 5.1.

Определяется площадь поперечного сечения, в зависимости от крутизны откосов. Площадь поперечного сечения представляет собой трапецию (за исключением случаев, когда крутизна откоса равна $1 : 0$ – при таких откосах поперечное сечение траншеи представляет собой прямоугольник со сторонами h_m и B). Площадь трапеции представляет собой произведение полусуммы оснований на высоту. Например, на рисунке 5.1 представлена траншея с крутизной откосов $1 : 0,25$. В этом случае площадь поперечного сечения определяется по формуле:

$$S_T = \frac{B + (B + 0,5 h_m)}{2} h_m. \quad (5.1)$$

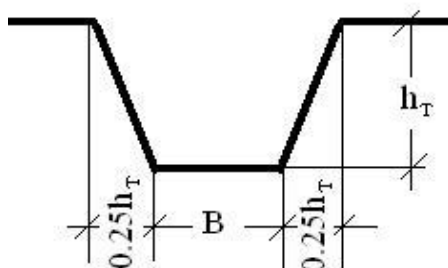


Рисунок 5.1 - Пример геометрии траншеи с крутизной откосов 1 – 0,25

Тогда установочная мощность может быть определена по формуле:

$$N = k_y \cdot k_B \cdot k_p S_T \frac{V}{3600}, \quad (5.2)$$

k – коэффициент, учитывающий отношение времени копания к времени рабочего цикла (определяется по табл. 5.2);

k_B – коэффициент, учитывающий расход мощности на вспомогательные механизмы (по табл. 5.3);

k – удельное сопротивление резанию и копанию (по табл. 5.4);

V – скорость движения экскаватора, м/ч;

S – площадь поперечного сечения траншеи, м².

Таблица 5.2 – Коэффициент, учитывающий отношение времени копания к времени рабочего цикла (k_y)

Тип землеройной техники	Значение коэффициента k_y
Одноковшовый экскаватор	0,5 – 0,8
Бульдозер	0,3 – 0,9
Роторный экскаватор	1,0

Таблица 5.3 – Коэффициент, учитывающий расход мощности вспомогательные механизмы

Тип землеройной техники	Значение коэффициента k_B
Одноковшовый экскаватор	0,2 – 0,5
Бульдозер	0,2 – 0,5
Роторный экскаватор	0,6 – 0,8

Таблица 5.4 – Удельное сопротивление резанию и копанию

Категория грунта	Число ударов плотномера ДОРНИИ	Бульдозер	Экскаватор с обратной лопатой	Роторный экскаватор
I	1-4	20-85	30-80	70-230

II	5-8	58-210	70-160	210-400
III	9-16	160-300	120-250	380-660
IV	17-34	260-440	220-360	650-800
V	35-70	330-600	330-550	800-1200
VI	70-140	480-850	430-750	1000-2200

На основании рассчитанной установочной мощности выбираем марку роторного экскаватора для земляных работ по табл. 5.5

Таблица 5.5 – Технические характеристики роторных экскаваторов

Параметры	Индекс машины		
	ЭТР-223А	ЭТР-224А	ЭТР-254А
Максимальная техническая производительность, м ³ /ч	650	600	1200/220
Категория разрабатываемого грунта	I-IV, мёрзлые грунты при глубине промерзания до 1,2 м		I-IV, мёрзлые грунты при глубине промерзания до 2,5 м
Размеры разрабатываемой траншеи, м:			
глубина	2,2	2,2	2,5
ширина по дну	1,5	0,85	2,1
по верху (с откосами)	2,58	1,85	3,8
Рабочее оборудование (тип)	Навесное		Полуприцепное
Базовая машина	T-10M	T-10M	ДЭТ-250М2
Мощность двигателя, кВт	125	125	220
Диапазон скоростей рабочего хода, м/ч	10...300	10...300	12...1210
Транспортные скорости, км/ч	1,5...4,2	1,5...4,2	0,5...5,75
Диаметр ротора по зубьям ковшей, мм	3830	3830	4410

Вывод: Для разработки траншеи под трубопровод диаметром D мм необходимо использовать роторный экскаватор ЭТР_XXX с глубиной копания XX м, диаметром ротора XX м и мощностью.

Вопросы к практическому занятию:

1. Какова минимальная ширина траншеи по дну в соответствии со СНиП?
2. Какие коэффициенты входят в формулу для определения мощности?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Сооружение траншей одноковшовыми экскаваторами

Цель: ознакомление с конструкциями одноковшовых экскаваторов и определением их производительности и мощности для заданных условий.

В результате выполнения задания формируется компетенция ПК-3 способность эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья

Актуальность темы:

На современном этапе совершенствования строительства магистральных трубопроводов, выбор землеройной техники является актуальной задачей.

Теоретическая часть

Одноковшовые экскаваторы по конструктивным параметрам разделяются на размерные группы. Конструктивные особенности экскаваторов, отраженные в классификационных признаках разных групп, включают в себя: *тип ходового устройства* и *тип подвески рабочего оборудования* (Рисунок 1.1).

По типу ходового устройства экскаваторы подразделяются на гусеничные, пневмоколесные, на специальном шасси, на базе трактора или автомобиля.

По типу подвески рабочего оборудования экскаваторы подразделяются на экскаваторы с гибкой подвеской (канатно-блочное управление, механический привод) и на экскаваторы с жесткой подвеской (гидравлический привод).

Основными параметрами одноковшовых экскаваторов, отраженных в классификационных признаках являются: эксплуатационная масса, вместимость ковша и мощность основного двигателя.

Различают геометрическую и номинальную вместимость (емкость) ковша. В отличие от геометрической, номинальная вместимость ковша дополнительно учитывает объем материала, разрабатываемого экскаватором и удерживаемого над открытой поверхностью ковша (объем «шапки»).

Мощность основного двигателя - мощность двигателя, установленного на машине и являющегося приводом для механизмов экскаватора. В большинстве экскаваторов основным двигателем является двигатель внутреннего сгорания.

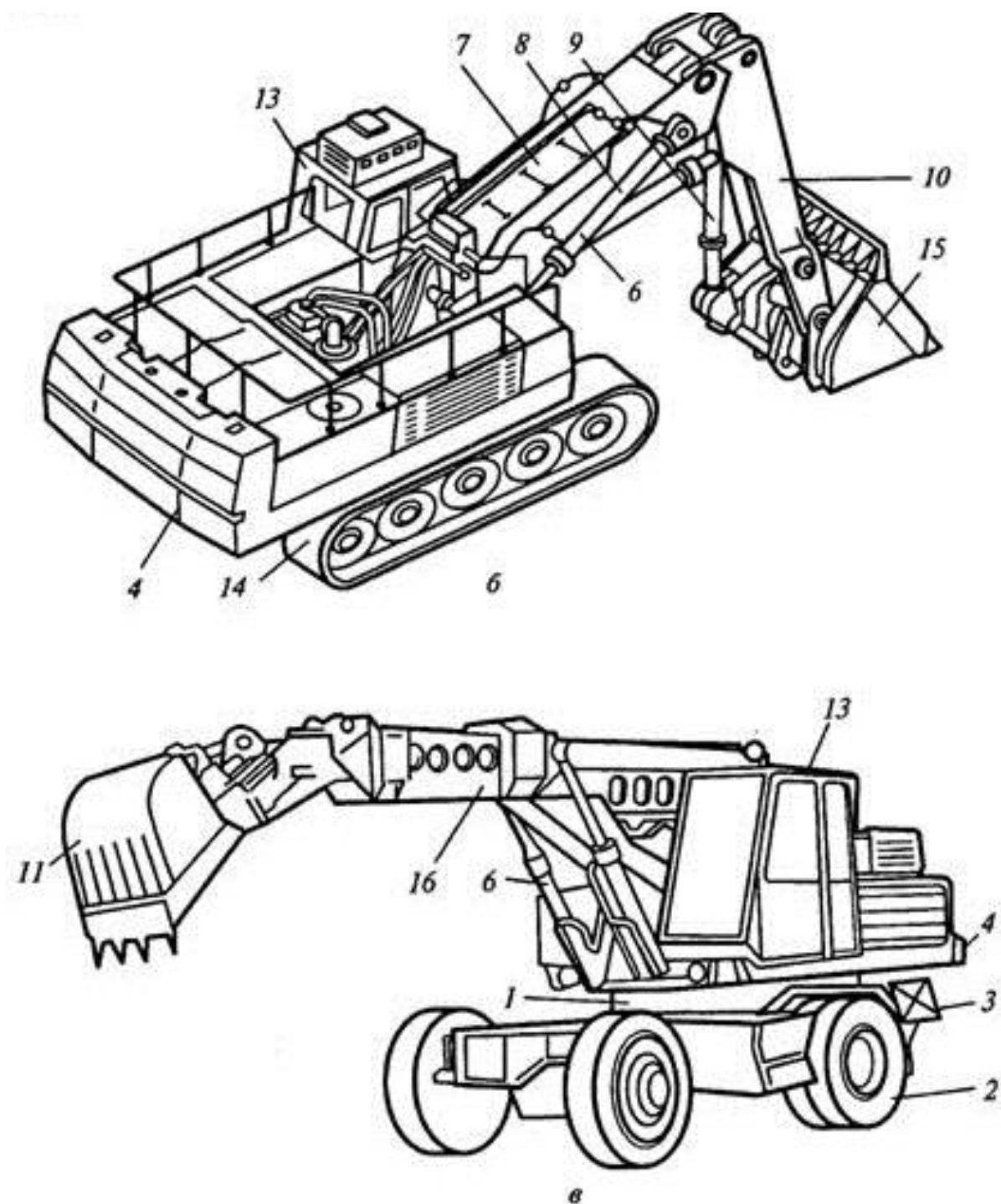


Рисунок 1.1 - Одноковшовые гидравлические полноповоротные экскаваторы с жесткой подвеской рабочего оборудования: 1 - опорно-поворотное устройство; 2 - пневмоколесное ходовое устройство; 3 - выносная опора; 4 - поворотная платформа; 5 - силовая установка; 6,8,9 - гидроцилиндры стрелы; 7 - стрела; 10 - рукоять; 11 - ковш обратной лопаты; 12 - бульдозерный отвал; 13 - кабина машиниста; 14 - гусеничное ходовое устройство; 15 - ковш прямой лопаты; 16 - телескопическая стрела

К технико-эксплуатационным параметрам одноковшовых экскаваторов относятся: скорость передвижения, величина давления на грунт, наибольший преодолеваемый угол подъема пути, глубина и радиус копания, высота выгрузки и время выполнения операций рабочего цикла.

Основные рабочие размеры являются параметрами, определяющими технологию экскаваторных работ. Для экскаваторов, оснащенных навесным оборудованием обратной лопатой при проведении открытых выработок основными рабочими параметрами являются: радиусы и высота копания и выгрузки, кинематическая глубина копания, размеры ходового устройства экскаватора, характеризующиеся колесами и базой.

Основными видами сменного оборудования одноковшовых экскаваторов с канатной подвеской являются: прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер и кран (Рисунки 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6). Каждый вид сменного оборудования требует соответствующей запасовки канатов.

Гидравлические экскаваторы могут быть оснащены сменными ковшами различной вместимости и формы, а также сменным оборудованием в виде гидромолота, зуба рыхлителя различной конструкции или рыхлительным оборудованием захватно-клещевого типа.

Рыхлительное оборудование в виде гидромолота, обеспечивающее ударное разрушение разрабатываемых пород и негабаритов, как и зубья рыхлители укрепляются на оголовке стрелы экскаватора вместо ковша.

Рыхлительное оборудование захватно-клещевого типа обеспечивает рыхление мерзлых и крепких пород без снятия ковша экскаватора.

Объективным показателем, характеризующим горные породы по трудности их разработки экскаваторами является удельное сопротивление копанию экскаваторными ковшами. Для горных пород, плотностью $1,2-2,5 \text{ т/м}^3$, разрабатываемых ковшом экскаватора типа «обратная лопата» удельное сопротивление копанию колеблется от 0,18 до 0,95 МПа.

Технологические схемы проведения одноковшовыми экскаваторами открытых горных выработок делятся на: бестранспортную и транспортную. При работе по бестранспортной схеме экскаватор укладывает породу из выработки в отвал. При работе по транспортной схеме порода грузится в кузова транспортных средств. Возможны различные варианты как бестранспортных, так и транспортных технологических схем сооружения траншей одноковшовыми экскаваторами. По месту расположения на дневной поверхности экскаватора и экскаваторного забоя относительно торца и бортов проходимой выработки различают лобовую и боковую закрытые проходки.

Лобовой проходкой экскаватор ведет разработку забоя по торцу выработки, перемещаясь по дневной поверхности в контуре выработки по ее ширине.

Боковой закрытой проходкой экскаватор разрабатывает забой по одному из бортов выработки, перемещаясь по дневной поверхности вне контура выработки по ее ширине.

Лобовая и боковая закрытая проходка более рациональны при проведении канав и траншей и могут быть осуществлены как по бестранспортной, так и транспортной технологическим схемам.

Процесс периодического перемещения экскаватора вдоль трассы траншеи после выемки заданного объема породы или достижения заданной глубины и профиля выработки называется передвижкой экскаватора. Передвижка экскаватора при лобовой и боковой закрытой проходках производится на поверхности без захода машины в выработку, что обеспечивает мобильность. Рабочие параметры экскаваторного оборудования, проектные размеры и целевое назначение выработок являются основными факторами, которые определяют выбранную технологическую схему.

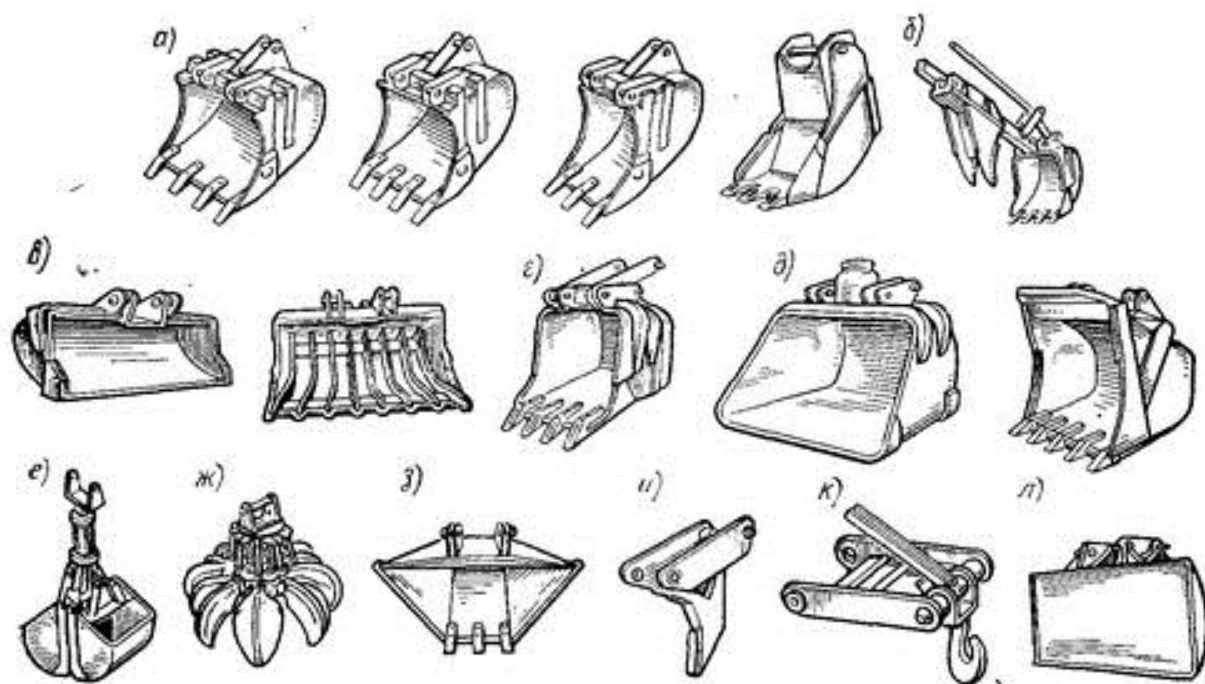


Рисунок 1.2 - Сменные рабочие органы гидравлических экскаваторов
а- ковши обратной лопаты;
б — приспособление для захвата негабаритов;
в — планировочный и зачистной ковш;
г — ковш прямой лопаты;
о — погрузочные ковши;
е — грейферный ковш;
ж — грейферный захват;
з —профильный ковш;
и — рыхлитель;
к — крюковая подвеска;
л — отвал

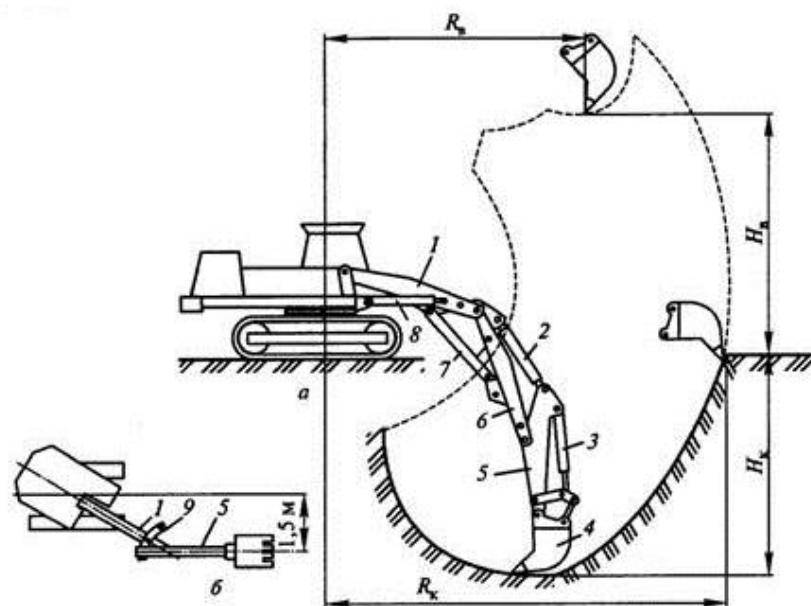


Рисунок 1.3 - Экскаватор с рабочим оборудованием обратная лопата

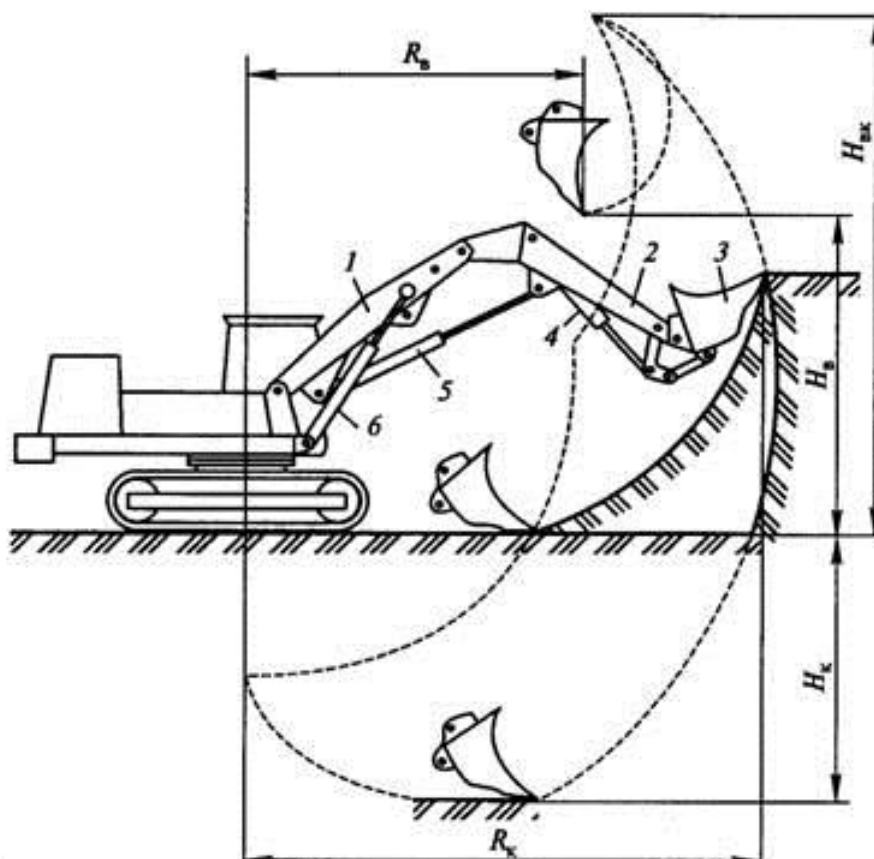


Рисунок 1.4 - Экскаватор с рабочим оборудованием прямая лопата

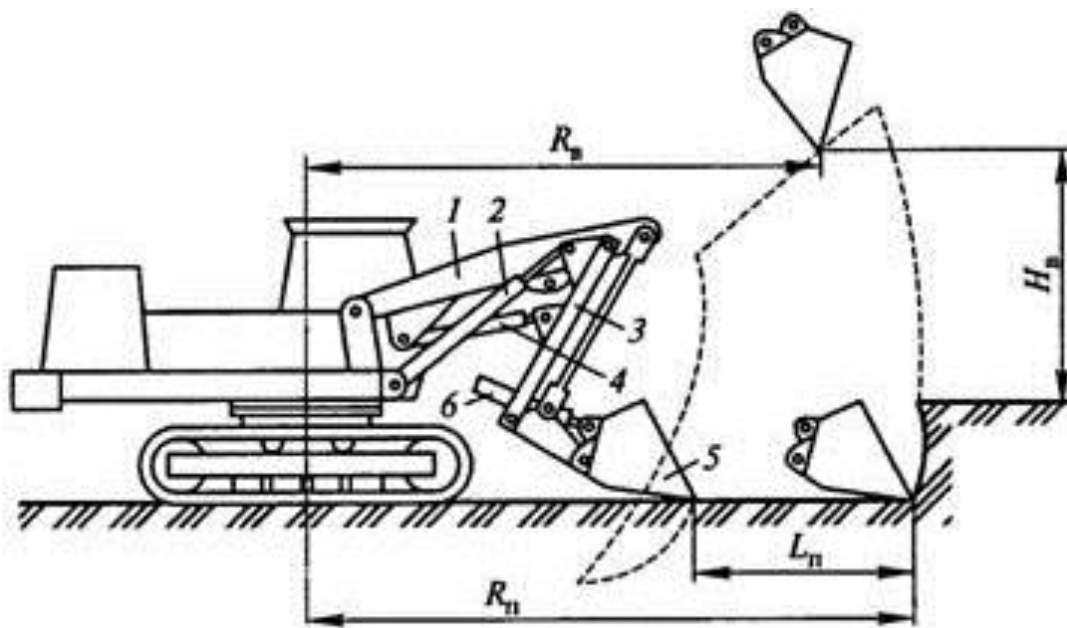


Рисунок 1.5 - Экскаватор с погрузочным оборудованием

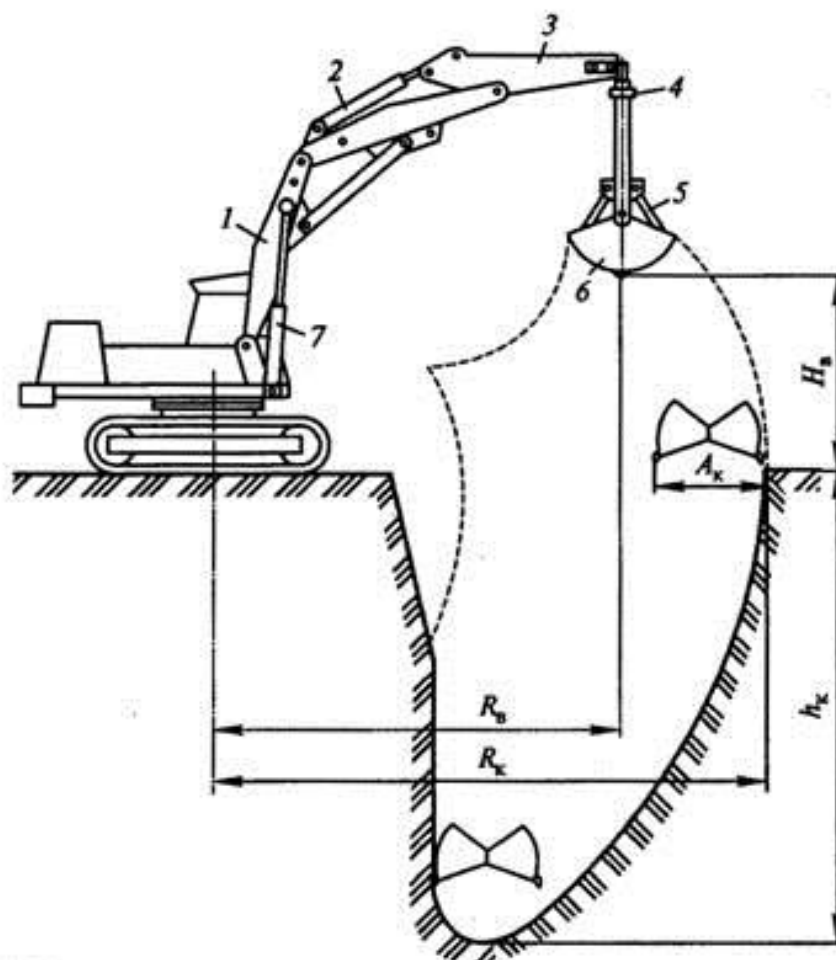


Рисунок 1.6 - Экскаватор с грейферным оборудованием

Техническая производительность одноковшовых экскаваторов определяется по формуле:

$$П_{ТХ} = 3600 \cdot q \cdot K_p \cdot K_n / t_{ц}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.1)$$

где q - вместимость ковша, м³;

K_p - коэффициент разрыхления породы;

K_n - коэффициент наполнения ковша;

$t_{ц}$ - продолжительность цикла.

Техническая производительность является возможной максимальной производительностью для данных условий и технологии работ. Кроме нее следует различать теоретическую и эксплуатационную производительность.

Эксплуатационная производительность учитывает потери времени на запланированные простои (профилактика, перерывы при подаче транспортных средств и т.п.), которые не должны превышать 20%, и определяется по формуле:

$$П_э = П_{ТХ} \cdot K_y \cdot K_b, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.2)$$

где $П_э$ – эксплуатационная производительность, м³/ч;

K_y – коэффициент зависящий от уровня квалификации машиниста экскаватора,

$K_y = 0,89 \div 0,98$; (низкая- 0,89; средняя-0,94; высокая- 0,98)

K_b – использования экскаватора в смену,

$K_b = 0,64$ при нагрузке в транспортные средства,

$K_b = 0,75$ при отсыпке в отвал.

Теоретическая производительность одноковшовых экскаваторов применяется только как часовая и определяется по формуле:

$$П_T = 3600 \cdot q / t_{ц}, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (1.3)$$

Производительность экскаваторов находится в прямой зависимости от содержания валунно-галечниковых включений в разрабатываемых породах.

При разработке предварительно разрыхленных пород величина размеров ковша экскаватора определяет допустимые размеры отдельных кусков разрыхленной породы. Допустимые размеры кусков, выявленные по минимуму затрат на разработку, рекомендуется определять по формулам:

допустимый размер куска при отсыпке в отвал-

$$d_{cp} \leq (0,7 \div 0,8) \cdot \sqrt[3]{q}, \text{ м}, \quad (1.4)$$

допустимый размер куска при отсыпке в транспорт-

$$d_{cp} \leq (0,5 \div 0,6) \cdot \sqrt[3]{q}, \text{ м}, \quad (1.5)$$

оптимальный размер куска-

$$d_{cp} \leq (0,15 \div 0,2) \cdot \sqrt[3]{q}, \text{ м}, \quad (1.6)$$

где q – объем ковша экскаватора, м³.

Для обеспечения эффективного использования экскаваторов, применяемые типоразмеры этих машин должны соответствовать объемам работ на объекте.

При погрузке экскаватором породы в автосамосвалы, стоимость работ зависит от их грузоподъемности. На экономическую эффективность

применения одноковшовых экскаваторов существенно влияют вид рабочего оборудования.

Требуемая мощность силовой установки определяется из условий преодоления расчетных сопротивлений на расчетных скоростях рабочих движений. Значения этих параметров выработаны практикой проектирования и эксплуатации одноковшовых экскаваторов.

Мощность необходимая при наиболее энергоемкой операции копания грунта можно определить по формуле:

$$N = \frac{Aq}{t_k \cdot k_m \cdot \eta} \quad (1.7)$$

где A – удельная энергоемкость копания, равная работе, затрачиваемой на разработку 1 м³ грунта;

$A = 200$ кПа, для грунтов II - III категорий;

$A = 250$ кПа, для грунтов IV категории;

t_k – продолжительность копания

t_n – продолжительность рабочего цикла в сек;

q – вместимость ковша, в м³;

k_m – коэффициент использования двигателя при копании с учетом привода вспомогательных устройств, $k_m = 0,72 \div 0,75$

η – коэффициент полезного действия привода и рабочего оборудования, принимаемый для экскаваторов с гидравлическим приводом $0,52 \div 0,64$, с механическим приводом – $0,65$.

Вопросы и задания:

Вариант 1

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи II категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – низкий; экскаватор с гидравлическим приводом;

$q=0,2$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $t_n = 25$; $t_k = 0,3 \cdot t_n$; $k_m = 0,73$

Вариант 2

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи II категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – низкий; экскаватор с гидравлическим приводом;

$q=0,5$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $t_n = 25$; $t_k = 0,3 \cdot t_n$; $k_m = 0,73$

Вариант 3

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт,

оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи II категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – низкий; экскаватор с гидравлическим приводом;

$$q=0,7; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 4

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи II категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – низкий; экскаватор с гидравлическим приводом;

$$q=0,9; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 5

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи II категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – низкий; экскаватор с гидравлическим приводом;

$$q=1,0; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 6

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи III категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – средний; экскаватор с гидравлическим приводом;

$$q=1,2; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 7

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи III категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – средний; экскаватор с гидравлическим приводом;

$$q=1,3; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 8

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи III категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – средний; экскаватор с механическим приводом;

$$q=1,4; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 9

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи III категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – средний; экскаватор с механическим приводом;

$$q=0,2; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 10

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи III категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – средний; экскаватор с механическим приводом;

$$q=0,5; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 11

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи IV категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – высокий; экскаватор с механическим приводом;

$$q=0,6; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 12

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи IV категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – высокий; экскаватор с механическим приводом;

$$q=0,7; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 13

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи IV категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – высокий; экскаватор с механическим приводом;

$$q=0,8; K_p = 1,14; K_n = 1,1; t_{ц} = 25; K_{\varphi} = 0,75; t_n = 25; t_k = 0,3 \cdot t_n; k_m = 0,73$$

Вариант 14

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи IV

категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – высокий; экскаватор с механическим приводом;

$q=0,9$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $t_n = 25$; $t_k = 0,3 \cdot t_n$; $k_m = 0,72 \div 0,75$

Вариант 15

Рассчитать техническую, теоретическую и эксплуатационную производительности, допустимые куски при отсыпке в отвал и в транспорт, оптимальный размер куска, мощность экскаватора при разработке траншеи IV категории грунта; уровень квалификации машиниста, разрабатывающего траншею – высокий; экскаватор с механическим приводом;

$q=1,1$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $t_n = 25$; $t_k = 0,3 \cdot t_n$; $k_m = 0,73$

Вопросы к практическому занятию:

1. Какие бывают экскаваторы по типу ходового устройства?
2. Какие бывают экскаваторы по типу подвески рабочего оборудования?
3. Перечислите основные параметры одноковшовых экскаваторов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Сооружение траншей экскаваторами непрерывного действия

Цель: провести расчет сооружения траншей экскаваторами непрерывного действия.

В результате выполнения задания формируется компетенция ПК-23 в части строительства магистральных трубопроводов.

Актуальность темы:

На современном этапе совершенствования прокладки магистральных трубопроводов, экскаваторы непрерывного действия значительно сокращают время строительства, поэтому необходимо знать принцип действия их работы.

Теоретическая часть

Роторные траншейные экскаваторы непрерывного действия предназначены для открытия траншей под магистральные трубопроводы в грунтах I-IV категорий и в мерзлых грунтах с промерзанием на всю глубину траншеи и состоят из двух основных агрегатов: тягача, представляющего собой переоборудованный промышленный трактор и рабочего органа. Рабочий орган экскаватора состоит из двух основных устройств: ротора и транспортера. Ротор предназначен для разработки грунта и подачи его на транспортер. Он представляет собой жесткое полое колесо с равномерно расположенными ковшами, оснащенными режущим инструментом.

При разработке траншеи в неустойчивых грунтах к раме рабочего органа с двух сторон крепят ножи-откосники, срезающие грунт со стенок траншеи и придающие тем самым последним трапецеидальную форму поперечного сечения. Обрушиваемый грунт подхватывается ковшами ротора и высыпается на транспортер.

Транспортер предназначен для удаления разработанного ротором и ножами-откосниками грунта в отвал (бруствер). Он расположен в верхней части внутренней полости ротора перпендикулярно к продольной оси экскаватора и укреплен на раме рабочего органа. При отрытии траншеи ротор, вращаясь, разрушает зубьями грунт, который, попадая затем в ковши, поднимается ими вверх по специальному щиту, ограничивающему просыпание грунта, до места разгрузки на транспортер. Транспортер подхватывает высыпавшийся из ковша грунт, разгоняет его и выбрасывает в сторону от траншеи, образуя ровный отвал.

Подача экскаватора обеспечивается движением тягача на рабочих скоростях. Современные модели отечественных траншейных экскаваторов имеют 16 рабочих передач, изменяющих скорость рабочего хода в диапазоне 20-500 м/ч.

По конструкции рабочего органа экскаваторы разделяются на цепные многоковшовые, цепные скребковые, роторные многоковшовые и роторные бесковшовые (фрезерные).

В индексах серийно выпускаемых экскаваторов непрерывного действия отражены их основные конструктивные особенности.

Для экскаваторов траншейных (ЭТТ и ЭТЦ) первые две цифры - глубина копания в дециметрах, третья - порядковый номер модели. При модернизации после цифрового обозначения добавляют буквы по порядку алфавита. Например, индекс ЭТР-204 обозначает: экскаватор траншейный роторный, предельная глубина копания - 20 дециметров, четвертая модель.

Главным параметром экскаватора непрерывного действия является глубина копания.

При одинаковой вместимости ковшей траншейные экскаваторы роторного типа почти в два раза имеют большую мощность двигателя и примерно в столько же раз большую производительность, чем экскаваторы цепного типа. Роторные экскаваторы по сравнению с цепными, позволяют значительно уменьшить потери производительности от просыпания породы. Достоинством цепных экскаваторов по сравнению с роторными являются большая эффективность работы в липких и вязких породах, меньшие массы и большие глубины копания.

Рабочий орган траншейного экскаватора роторного типа оснащается сменными зубьями, которые могут быть установлены по различным схемам.

Вместимость ковшей экскаваторов непрерывного действия измеряется в литрах.

Расчет основных рабочих параметров роторных траншейных экскаваторов.

Производительность (техническая) траншейного экскаватора определяется возможной производительностью его рабочего органа и мощностью установленного на нем двигателя. Максимально возможная производительность роторного экскаватора в м³/ч составляет.

$$P_T = \frac{60 \cdot q \cdot z \cdot n \cdot K_H}{K_p} \quad (2.1)$$

где q – вместимость ковша, м³;

z – количество ковшей на роторе;

n – частота вращения ротора, об/мин;

K_H – коэффициент наполнения ковшей

K_p – коэффициент разрыхления грунта.

Эксплуатационная производительность роторного экскаватора ($P_э$) с учетом коэффициента использования машины во времени (K_v), который выбирается в пределах 0,5÷0,75 будет равна $P_э = P_T \cdot K_v$

На рабочих органах отечественных траншейных роторных экскаваторов устанавливают 10-18 ковшей. На широких роторах (например, ЭТР-254) число ковшей, установленных в два ряда со смещением одного относительно другого на полшага, удваивается.

Мощность двигателя траншейного роторного экскаватора расходуется на приводы ротора, транспортера, механизма передвижения и выбирают по суммарной мощности.

$$N_{дв} = (1,2 + 1,25) (N_p + N_{TP} + N_K), \quad (2.2)$$

Учитывающей 20 - 25% резерва, используемого для привода систем управления, привода устройств охлаждения и др.

Мощность привода ротора зависит от мощности, расходуемой на копание грунта, его подъем и на разгон грунта до скорости вращения ротора:

$$N_p = N_{кон} + N_{под} + N_{ок} \quad (2.3)$$

При работе роторного экскаватора с откосниками отделенный от массива грунт из боковых расширений обрушивается вниз, где подхватывается ковшами и выносится ими к месту выгрузки. учетом того формула (2.2) будет записана в следующем виде:

$$N_{де} = (1,2 + 1,25) (N_p + N_{отк} + N_{TP} + N_K), \quad (2.4)$$

Вопросы и задания:

Вариант 1

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,2$; $K_p = 1,14$; $K_H = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=11$ об/мин; $z=14$

Вариант 2

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,5$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=12$ об/мин; $z=14$

Вариант 3

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,7$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=13$ об/мин; $z=16$

Вариант 4

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,9$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=14$ об/мин; $z=16$

Вариант 5

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=1,0$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=15$ об/мин; $z=16$

Вариант 6

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=1,2$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=16$ об/мин; $z=18$

Вариант 7

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=1,3$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=17$; об/мин; $z=18$

Вариант 8

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=1,4$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=18$ об/мин; $z=18$

Вариант 9

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,2$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=11$ об/мин; $z=12$

Вариант 10

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,5$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=11$ об/мин; $z=12$

Вариант 11

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,6$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=12$ об/мин; $z=14$

Вариант 12

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,7$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=12$ об/мин; $z=14$

Вариант 13

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,8$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=14$ об/мин; $z=16$

Вариант 14

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=0,9$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=14$ об/мин; $z=18$

Вариант 15

Рассчитать производительность роторного экскаватора и эксплуатационную производительность при:

$q=1,1$; $K_p = 1,14$; $K_n = 1,1$; $t_{ц} = 25$; $K_v = 0,75$; $n=12$ об/мин; $z=16$

Вопросы к практическому занятию:

1. Какие бывают многоковшовые экскаваторы по конструкции рабочего органа?
2. Назовите главный параметром экскаватора непрерывного действия?
3. Для чего предназначен транспортер?
4. Для чего предназначены ножи-откосники?
5. Чем определяется техническая производительность многоковшовых экскаваторов?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

Расчет объёма земляных работ при сооружении газонефтепроводов

Цель: рассчитать объём земляных работ при сооружении газонефтепроводов.

В результате выполнения задания формируется компетенция ПК-8 способность осуществлять в соответствии с технологическим регламентом оперативный контроль за техническим состоянием оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья

Актуальность темы:

Объём земляных работ необходимо определять для составления ведомости объемов работ и календарного графика строительства.

Теоретическая часть

Параметры земляных сооружений, применяемых при сооружении ГНП (ширина, глубина и откосы траншеи, сечение насыпи и крутизна её откосов и др.(рисунок 3.1)), устанавливают в зависимости от диаметра (D_n) трубопровода, способа его закрепления, рельефа местности, грунтовых условий. Размеры траншеи (глубина, ширина по дну, откосы) устанавливают в

зависимости от назначения и диаметра трубопровода, характеристики грунтов, гидрогеологических условий.

Минимальная ширина траншеи по дну устанавливается СНиП и принимается равной $D + 300$ мм для трубопроводов диаметром до 700 мм (где D – условный диаметр трубопровода) и $1,5D$ для трубопроводов диаметром 700 мм и более с учётом следующих дополнительных требований:

- для трубопроводов $D_n = 1200$ и 1400 мм при рытьё траншей с откосами не круче 1 : 0,5 ширину траншеи по дну уменьшают до величины $D + 500$ мм;
- допускается принимать ширину траншей равной ширине рабочего органа землеройной машины, но не менее указанной;
- ширина траншеи по дну на кривых участках под гнутые или сварные отводы равна двукратной величине по отношению к ширине на прямолинейных участках для обеспечения вписания трубопровода в кривую траншею;
- ширина траншеи по дну под балластными грузами или анкерными установками должна быть не менее $2,2D$, на участках трубопровода балластируемого грунтом с использованием нетканого синтетического материала, $1,6D$.

Крутизна откосов траншей под трубопровод и котлованов под трубопроводную арматуру принимается по СНиП.

Крутизна откоса – отношение глубины (H) траншеи к проекции образующей стенки на горизонтальную плоскость.

Глубину траншеи устанавливают из условий предохранения трубопровода от механических повреждений при переезде через него автотранспорта, строительных и сельскохозяйственных машин и назначают равной: для трубопроводов диаметром D до 1000 м – $D + 0,8$ м; для трубопроводов диаметром 1000 м и более $D + 1$ м; для болотистых грунтов, подлежащих осушению, $D + 1,1$ м; для песчано-барханных грунтов $D + 1$ м от нижних межбарханных оснований; для скальных и болотистых грунтов при отсутствии проезда авто-транспорта, строительных машин $D + (0,6-0,8)$ м.

Методы разработки грунтов определяют в зависимости от параметров земляного сооружения и объёмов работ, геотехнических характеристик грунтов, классификации грунтов по трудности разработки, местных условий строительства, наличия землеройных машин в строительных организациях. При разработке траншей с откосами объём земляных работ $V_{з.р.}$ определяется:

$$V = \frac{B_1 + B_2}{2} \cdot L \cdot H,$$

или $V_{з.р.} = (B_2H + n H^2) L$,

где B_1 -ширина траншеи по верху, м;

B_2 - ширина траншеи по низу, м;

L -длина траншеи, м;

H – глубина траншеи, м;

n – коэффициент откоса

Определяем объём земляных работ при разработке траншей с откосами

Ширина траншеи по низу при $D_n = 1020$ мм $B_2 = 1,5D$, м, т. е.

$$B_2 = 1,5 \cdot 1,020 = 1,53 \text{ м.}$$

Глубина траншеи при диаметре трубопровода 1020 мм $H = D + 1$, м.

$$H = 1,020 + 1 = 2,02 \text{ м.}$$

По таблице 3.1 определяем коэффициент откоса $n = 1:0,5$

Таблица 3.1 – Крутизна откосов траншей

№ п/п	Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению)		
		при глубине выемки, м, не более		
		1,5	3,0	5,0
1	Насыпные неслежавшиеся	1:0.67	1:1	1:1.25
2	Песчаные	1:0.5	1:1	1:1
3	Супесь	1:0.25	1:0.67	1:0.85
4	Суглинок	1:0	1:0.25	1:0.75
5	Глина	1:0	1:0.5	1:0.5
6	Лессовые	1:0	1:0.5	1:0.5

Определяем объём земляных работ при разработке траншей с откосами (рисунок 3.2) по формуле: $V_{з.р.} = (1,53 \cdot 2,02 + 0,5^1 \cdot 2,02^2) \cdot 35 \cdot 10^3 = 285631,1 \text{ м}^3$

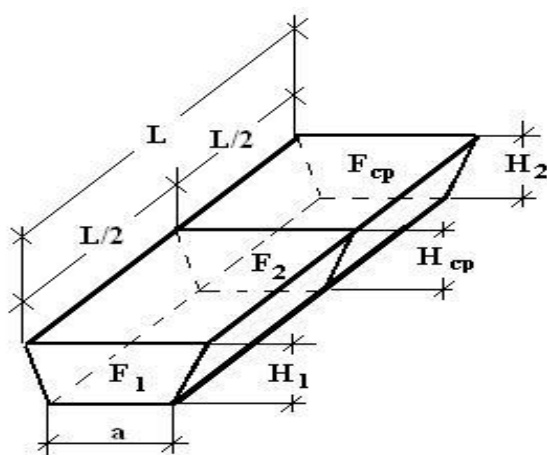


Рисунок 3.2 Параметры траншеи с откосами

Вопросы и задания:

Произвести расчёт объёма земляных работ при сооружении ГНП

Исходные данные

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D (мм)	820	820	1020	1220	1420	1020	1020	1020	1420	1020
V (м/ч)	200	260	160	300	320	240	180	300	200	300
Тип	глина	глина	суглинок	супесь	суглинок	песок	супесь	суглинка	супесь	песок
Категория грунта	III	III	II	II	II	I	II	II	II	I

Вопросы к практическому занятию:

1. Назовите параметры земляных сооружений?
2. Как определить минимальную ширину траншеи по дну?
3. Как определить крутизну откоса?
4. От чего зависит метод разработки грунтов?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Проведение траншей канатно-скреперными установками

Цель: ознакомление с конструкцией КСУ и приобретение навыков в расчете их основных параметров.

В результате выполнения задания формируется компетенция ПК-23 в части трубопроводного транспорта нефти и газа.

Актуальность темы:

Для рытья траншей на заболоченных и обводненных участках трассы применяются машины, специально оборудованные для работы в этих условиях. К этим машинам относятся различные типы канатно-скреперных установок (КСУ).

В работе предусматривается ознакомление с конструкциями и расчет производительности КСУ.

Теоретическая часть

Канатно-скреперная установка предназначена для рытья траншей на заболоченных и обводненных участках трассы, строительства переходов через небольшие реки и водоемы, а также в горной местности на уклонах более 20°.

Установка состоит из силового оборудования, двухбарабанной лебедки, комплекта скреперных ковшей и якорного приспособления с блоком

При работе силовая установка с лебедкой устанавливается на одной стороне заболоченного участка или водоема, а якорь устанавливается на другой его стороне. На якоре имеется обойма с неподвижным блоком, через который пропускают канат. Канатов два. Каждый из них крепится одним концом к своему барабану лебедки, а вторым к ковшу. Канат прикрепленный к передней части ковша, называется тяговым, а к задней – холостым.

Тяговый канат непосредственно соединен с барабаном лебедки и подтягивает ковш к лебедке, а холостой сначала перекинут через неподвижный блок якоря, а потом идет на барабан и подтягивает ковш к якору. Поочередно включая барабаны лебедки на наматывание и сматывание каната, перемещают ковш к лебедке – рабочий ход (скрепирование) или к якору – холостой ход.

Ковш – волокушного типа не имеющего дна. Это необходимо для разгрузки ковша в начале холостого хода без его подъема и опрокидывания. При рабочем ходе ковш врезается зубьями в грунт - разрушает его, наполняется грунтом и транспортирует его к лебедке. На некотором расстоянии от лебедки ковш останавливается и начинает перемещаться назад – холостой ход, освобождаясь от грунта.

Лебедки скреперные ЛС302 и ЛС1001.

Лебедки предназначены для использования в качестве тягового средства при скрепировании траншей и протаскивания трубопроводов при строительстве переходов через водные преграды. Силовая установка, трансмиссия и два барабана лебедки ЛС302 смонтированы на общей раме, а у лебедки ЛС1001 – на прицепе-тяжеловозе (рисунок 3.2). Для осуществления автоматического изменения скорости выбирания каната в зависимости от требуемого усилия в трансмиссию лебедки встроен трансформатор, который ограничивает усилие в канате без отключения двигателя, предохраняя канат и трансмиссию лебедки от перегрузок.



а



б

Рисунок 4.2 – Лебедки скреперные: а - ЛС302; б - ЛС1001



Рисунок 4.3 – Схема монтажа КСУ

Таблица 4.2 – Технические характеристики

Параметры	ЛС302	ЛС1001
Тяговое усилие, кН (тс)	294 (30)	680 (70)
Максимальное тяговое усилие на 1 слое, кН (тс)	490 (50)	980 (100)
Скорость выбирания каната, м/мин	0-68	0-58
Канатоемкость каждого барабана, м	500	500
Диаметр тягового каната, мм	32,5	42
Транспортная скорость, км/ч	2,2-9,8	-
Двигатель		
тип	A41	Д160
Мощность, кВт (л.с.)	70 (100)	117 (160)
Частота вращения, об/мин	1750	1220
Габаритные размеры, мм: длина×ширина×высота	4015×2200×2605	9270×3200×3790
Масса, кг	14200	45000

Для расширения диапазона скоростей лебедка имеет двухскоростной редуктор. Управление лебедкой осуществляется из кабины или с выносного пульта (у ЛС1001).

По требованию дополнительно к лебедкам может поставляться комплект скреперного оборудования КСО232 (или КСО1001) в состав которого входят собственно скрепер, а также направляющая, установка блока и костыли. Объем ковша – 3 (8) м³, максимальный объем грунта в ковше – 3,6 м³, производительность 18 (25) м³/час. Ширина разрабатываемой траншеи – 1,6 м, длина – 200 (500) м.

Скреперное оборудование для двухбарабанных лебедок ЛС302 и ЛС1001.

Скреперное оборудование для двухбарабанных лебедок ЛС302 и ЛС1001 предназначено для разработки подводных траншей в грунтах I-VI категорий при строительстве магистральных трубопроводов. В комплект скреперного оборудования входят: направляющая, скрепер и блочная стяжка

Технические характеристики скрепера приведены в таблице 4.3.

Иногда, чтобы использовать холостой ход ковшей в качестве рабочего, применяют два ковша; скрепленные друг с другом своей задней частью. Тогда оба ковша работают попеременно: когда у одного из них рабочий ход, у другого холостой, и наоборот (рис. 4.1 б)

Расчет параметров установки

При установившемся процессе скрепирования тяговое усилие равно сумме сопротивлений, возникающих при скрепировании:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (4.1)$$

где P_1 - сопротивление грунта резанию;

P_2 - сопротивление перемещению грунта по грунту;

P_3 - сопротивление перемещению ковша по грунту;

P_4 - сопротивление волочению каната по грунту.

В случае применения двух спаренных ковшей возникает еще сопротивление перемещения порожнего ковша по грунту P_5 .

Таблица 4.3 – Технические характеристики

Параметры	ЛС1001	ЛС302
Скрепер		
Тип	с качающимся дышлом, опрокидывающийся	с откидывающимся днищем
Объем, м ³	8	3
Коэффициент наполнения	1	1
Техническая производительность, м	500	500
Диаметр тягового каната, м ³ /час	25	18
Наибольшая длина скрепирования, м	500	200
Ширина траншеи по дну, м	3	1,6
Масса, кг	4000	2025
Направляющая		
Тип	А-образная, стационарная	
Высота, мм	1510	
Ширина, мм	3000	
Зазор между вертикальными роликами, мм	35	
Масса, кг	537	
Якорное устройство		

Тип	горизонтальный, неподвижный
Количество, шт	2
Диаметр, мм	525
Масса, кг	270
Якорь	
Тип	труба
Диаметр, мм	325
Толщина стенки, мм	10
Длина, мм	5000
Количество, шт	2
Масса, кг	313

Сопротивление грунта резанию P_1 (в кН) определяется зависимостью:

$$P_1 = b \cdot h \cdot k \quad (4.2)$$

где b - ширина слоя грунта, вырезаемого ковшом;

h - толщина срезаемого слоя грунта (глубина резания);

k - коэффициент удельного сопротивления грунта резанию.

Величина k зависит от свойств грунта и в данном случае формы ковша (для легких грунтов $k = 350 \div 600$ МПа; для тяжелых грунтов МПа).

Сопротивление перемещению грунта по грунту представляет собой силу трения грунта, заполнившего ковш, о дно траншеи:

$$P_2 = g(m_{\text{гр}} - m_{\text{гр}}^1) \cdot n_1 \cdot \cos\beta \quad (4.3)$$

где $m_{\text{гр}}$ - полная масса грунта в ковше;

$m_{\text{гр}}^1$ - масса грунта, заполняющего вогнутую часть ковша;

n_1 - коэффициент трения грунта по грунту;

β - угол продольного уклона местности.

Объем грунта, заполняющего вогнутую часть ковша определяется по формуле:

$$V_{\text{сп}}^1 = 0,1 \cdot q.$$

Масса 1 м³ грунта условна равна 1,2 тонны.

Сопротивление перемещению ковша по грунту (в кН) определяется зависимостью:

$$P_3 = g(M_{\text{к}} + m_{\text{гр}}^1) \cdot n_2 \cdot \cos\beta \quad (4.4)$$

где $M_{\text{к}}$ - масса ковша;

$m_{\text{гр}}^1$ - масса грунта, заполняющего вогнутую часть ковша и оказывающая давление на грунт;

n_2 - коэффициент трения грунта по грунту.

Сопротивление волочению каната по грунту определяется зависимостью:

$$P_4 = g \cdot l \cdot m_k \cdot f \cdot \cos\beta \quad (4.5)$$

где l - длина участка каната, волочащаяся по грунту при перемещении ковша ($l \approx 1/3L$);

m_k - масса 1 м каната ($m_k \approx 1,8$ кг);

f - коэффициент трения каната по грунту ($f \approx 0,5$).

Сопротивление перемещению порожнего ковша по грунту:

$$P_5 = g \cdot M_k \cdot m_2 \cdot \cos\beta \quad (4.6)$$

Мощность, затрачиваемую на скрепирование, можно рассчитать по формуле:

$$N = \frac{P \cdot v}{\eta} \cdot K_b, \text{ кВт} \quad (4.7)$$

где P - суммарное тяговое усилие при скрепировании;

v - скорость перемещения ковша с грунтом;

η - КПД системы;

K_b - коэффициент неучтенных сопротивлений ($K_b=1,2$).

Производительность канатно-скреперной установки (в $\text{м}^3/\text{час}$) определяется по формуле:

$$\Pi = \frac{3600 \cdot q \cdot K_n \cdot K_u}{K_p \left(\frac{L}{v} + t \right)} \quad (4.8)$$

где q - вместимость ковша, м^3 ;

K_n - коэффициент наполнения ковша грунтом;

K_u - коэффициент использования во времени ($K_u = 0,8$);

K_p - коэффициент, учитывающий степень разрыхления грунта;

L - длина участка скрепирования;

v - скорость перемещения ковша, м/с ;

t - время, необходимое для перемены направления ковша.

Время, затрачиваемое на отрывку траншеи заданной длины, определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{L \cdot F}{\Pi}, \text{ ч} \quad (4.9)$$

где L - длина участка, м (согласно таблицы 4.1);

F – площадь поперечного сечения траншеи (для прямоугольного сечения $F = B \cdot H$).

Вопросы и задания:

Студент определяет свой вариант исходных данных из таблиц 4.1 и 4.2 (номер варианта определяется порядковым номером по журналу): по последней цифре определяется номер варианта по таблице 4.1, а по первой цифре определяются характеристики грунта (табл. 4.2).

После краткого ознакомления с конструкцией КСУ и порядка расчета рабочих параметров вычертить схему разработки траншеи (рисунок 4.1) для своего варианта (а или б) и определить параметры траншеи (H и B аналогично практическому занятию №3).

Рассчитать производительность установки для заданных условий.

Выбрать канатно-скреперную лебедку.

Определить производительность КСУ в зависимости от переменного параметра (таблица 4.1). По расчетным значениям в масштабе строится график зависимости производительности Π от исследуемого параметра и делается вывод.

Рассчитать время на отрывку траншеи заданной длины (в сутках).

Таблица 4.1 – Исходные данные к задаче

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Диаметр трубопровода D_0 , мм	351	377	426	530	630	720	820	1020	1220	1420
2. Длина участка скрепирования L , м	45	60	95	145	165	195	250	300	40	500
3. Вместимость ковша q , м ³	1,2	1,6	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8
4. Угол продольного уклона местности β	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
5. Масса ковша M_K , кг	980	1200	1770	2025	2240	2780	3150	3600	3800	4000
6. Ширина ковша, м	0,9	1,1	1,45	1,6	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	3
7. Высота ковша, м	0,2	0,25	0,28	0,3	0,32	0,38	0,42	0,45	0,5	0,6
8. Коэффициент трения грунта по грунту K_1	1,1	1,15	1,2	1,21	1,23	1,25	1,28	1,3	1,32	1,33
9. Коэффициент трения грунта по грунту K_2	1,01	1,05	1,1	1,15	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29
10. Скорость перемещения ковша	73	71	70	68	66	65	64	62	60	58

с грунтом V , м/мин										
11. КПД системы η	0,84	0,86	0,88	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96
12. Время, необходимое для перемены направления ковша t , с	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
13. Переменный параметр x и его величина	K_H 0,6 0,7 0,8 0,9	K_p 1,2 1,3 1,4 1,5	t 10 20 30 40	K_H 0,65 0,75 0,85 0,95	K_p 1,25 1,35 1,45 1,55	t 5 15 25 35	K_H 0,62 0,72 0,82 0,92	K_p 1,15 1,25 1,35 1,45	t 15 25 35 45	K_H 0,68 0,78 0,88 0,98

Таблица 4.2 – Исходные данные к задаче

Параметры	Варианты			
	0	1	2	3
1. Категория грунта	I	II	III	IV
2. Вид грунта	Песок, супесь, мягкий суглинок, средней крепости влажный и разрыхленный без включений	Суглинок без включений, мелкий и средний гравий, мягкая влажная или разрыхленная глина	Крепкий суглинок, глина средней крепости влажная или разрыхленная, аргиллиты и алевролиты	Крепкий суглинок со щебнем или галькой, крепкая и очень крепкая влажная глина, сланцы, конгломераты
3 Коэффициент разрыхления K_p	1,12	1,23	1,28	1,34
4. Коэффициент удельного сопротивления грунта резанию k	$k = 360$	$k = 480$	$k = 620$	$k = 790$
5. Коэффициент наполнения ковша грунтом K_H	0,78	0,83	0,89	0,94
6. Количество ковшей	2	1	2	1

Вопросы к практическому занятию:

1. Для чего предназначена канатно-скреперная установка?
2. Состав канатно-скреперной установки?
3. Назначение лебедок скреперных ЛС302 и ЛС1001?
4. Назначение скреперного оборудования для двухбарабанных лебедок ЛС302 и ЛС1001?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

Пересчет характеристики центробежных насосов для вязких жидкостей

В результате выполнения задания формируется компетенция ПК-13 способность осуществлять в соответствии с технологическим регламентом оперативный контроль за техническим состоянием оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья.

Актуальность темы:

Пересчет характеристики центробежных насосов для вязких жидкостей.

Пересчет характеристики центробежных насосов для вязких жидкостей

Характеристики центробежных насосов, рассчитанных и предназначенных для перекачки воды, при работе на нефти, имеющей отличную от воды вязкость, существенно изменяются. В результате увеличения сопротивления на трение в проточной части насоса уменьшаются подача, напор и к. п. д., а потребляемая мощность увеличивается. Характер кривых H , N и η нарушается вследствие изменения коэффициента трения, являющегося функцией числа Рейнольдса Re .

В настоящее время существует много способов пересчета характеристики центробежного насоса с воды на нефть. Пересчет характеристики производится при помощи поправочных коэффициентов к характеристике насоса, полученной при перекачке воды.

Рассмотрим метод пересчета, предложенный М. Д. Айзенштейном. На рис. 1 приводятся графики, построенные М. Д. Айзенштейном, на основании обобщения данных испытаний на воде и вязких жидкостях центробежных насосов различных быстроходностей. На этих графиках по оси ординат отложены: коэффициент напора K_H для определения зависимости между напором при перекачке воды $H_{\text{вода}}$ и вязкой жидкости $H_{\text{нефть}}$; коэффициент подачи K_Q , устанавливающий зависимость между подачей насоса на воде $Q_{\text{вода}}$ и вязкой жидкости $Q_{\text{нефть}}$ и коэффициент пересчета к. п. д. K_η насоса с воды $\eta_{\text{вода}}$ на вязкую жидкость $\eta_{\text{нефть}}$. За ось абсцисс принят параметр Рейнольдса, записанный в виде

$$R_e = \frac{Q_{\text{опт}}}{\nu \cdot D_{\text{экв}}},$$

где $Q_{\text{опт}}$ – оптимальная подача насоса; ν – кинематическая вязкость; $D_{\text{экв}}$ – эквивалентный диаметр колеса, определяемый по формуле

$$D_{\text{экв}} = \sqrt{4 \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot k},$$

где b_2 – ширина канала колеса на внешнем диаметре D_2 ; k – коэффициент стеснения потока лопатками на выходе.

$$k = \frac{t_2 - S_2}{t_2},$$

где t_2 – шаг лопаток; S_2 – толщина лопатки на внешней окружности колеса.

Построение характеристики для вязкой жидкости по характеристике насоса, полученной опытным путем на воде, производится на основании следующих предпосылок:

1) при неизменном числе оборотов колеса n для жидкостей, обладающих различной вязкостью, подача и напор насоса изменяются так, что коэффициент быстроходности n_s остается постоянным;

2) коэффициенты K_H , K_Q и K_η , полученные по графику (рис. 1) в диапазоне от $Q = 0,8 \cdot Q_{\text{норм}}$ до $Q = 1,2 \cdot Q_{\text{норм}}$ неизменны;

3) напор H_0 при $Q = 0$, остается неизменным для жидкостей любой вязкости.

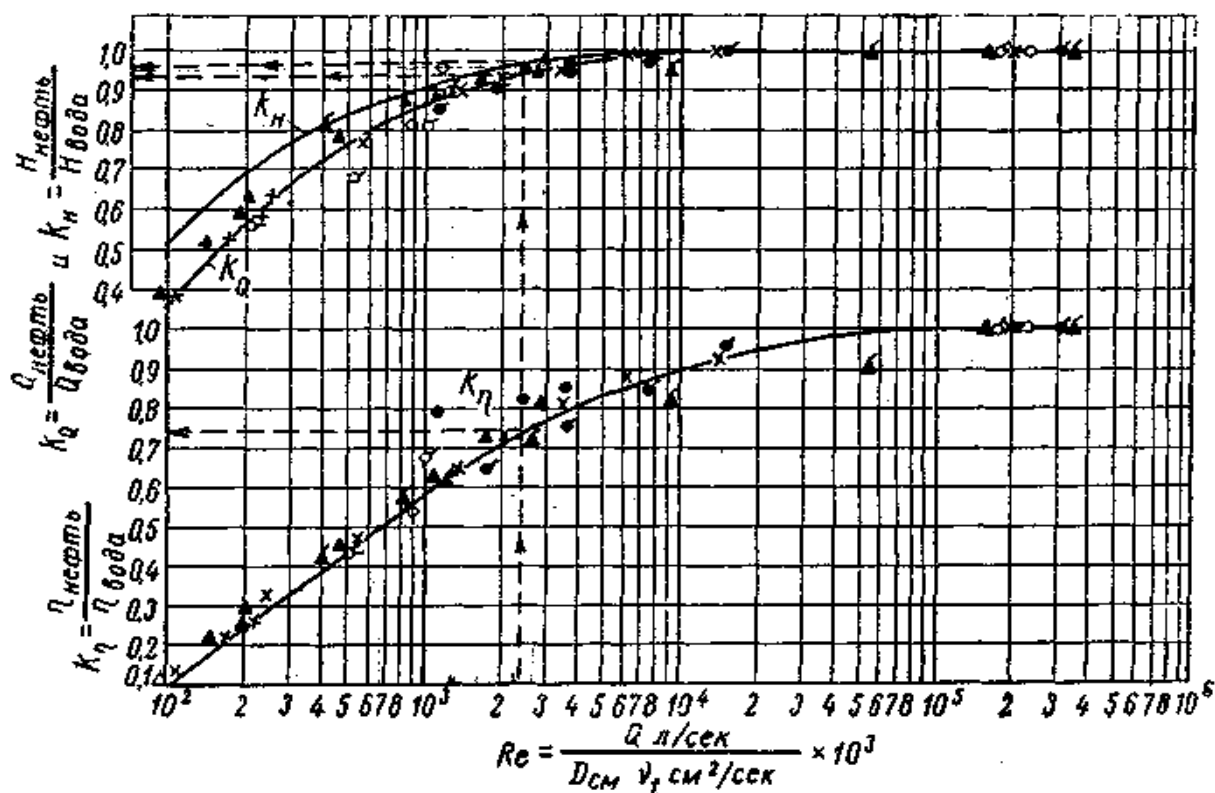


Рисунок 1 – График коэффициентов пересчета характеристик центробежных насосов с воды на вязкие жидкости.

K_H – коэффициент пересчета напора H ; K_Q – коэффициент пересчета подачи Q ; K_η – коэффициент пересчета к. п. д. η .

На рис. 1 даны значения коэффициентов K_H , K_Q и K_η в зависимости от числа Рейнольдса, откуда получим

$$Q_{\text{нефть}} = K_Q \cdot Q_{\text{вода}}$$

$$H_{\text{нефть}} = K_n \cdot H_{\text{вода}}$$

$$\eta_{\text{нефть}} = K_\eta \cdot \eta_{\text{вода}}$$

Из рассмотрения кривых коэффициентов K_n и K_Q видно, что для $Re > 7 \cdot 10^3$ величина коэффициентов K_n и K_Q мало отличается от единицы, т. е. увеличение гидравлических потерь при пересчете с воды на нефть незначительно.

Коэффициент K_η изменяется довольно значительно, что объясняется увеличением потерь на дисковое трение. Для потока жидкости режима $Re < 7 \cdot 10^3$ гидравлические потери существенно возрастают и заметно влияют на снижение к. п. д. центробежного насоса.

Определив значения $Q_{\text{нефть}}$, $H_{\text{нефть}}$ и $\eta_{\text{нефть}}$, можно вычислить мощность, потребляемую насосом

$$N_{\text{нефть}} = \frac{Q_{\text{нефть}} \cdot H_{\text{нефть}}}{\eta_{\text{нефть}}}$$

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

Компрессоры

В результате выполнения задания формируется компетенция ППК-2 уметь организовать проверку оборудования газовых объектов на соответствие требованиям нормативных документов.

Актуальность темы:

Компрессоры являются неотъемлемой частью МТ.

Задача 1: Определить давление газа, поступающего во вторую ступень компрессора, если диаметры цилиндров его равны $D_1 = \underline{\hspace{1cm}}$ мм и $D_2 = \underline{\hspace{1cm}}$ мм.

Решение

Принимая, что в промежуточном холодильнике температура понижается до первоначальной температуры всасываемого газа, искомое давление можно определить из уравнения изотермы

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

где V_1 и V_2 – объемы соответственно цилиндров первой и второй ступеней или

$$p_2 \frac{\pi D_2^2}{4} S = p_1 \frac{\pi D_1^2}{4} S,$$

откуда можно выразить искомое p_2 при $p_1 = 1$ атм.

Окончательно p_2 принимается с учетом потери давления в клапанах, равным 0,9.

Задача 2: Воздух начального давления 1 атм и температуры $\underline{\hspace{1cm}}^\circ$ сжимается в трехступенчатом компрессоре до давления $\underline{\hspace{1cm}}$ атм.

Определить мощность на валу компрессора при изотермическом и адиабатическом процессах, а также мощность двигателя. Производительность компрессора $Q = \text{--- м}^3/\text{ч}$.

Решение

При равных между собой степенях сжатия и полном промежуточном охлаждении работа при адиабатическом сжатии 1 кг воздуха будет равна

$$L_{ad} = i \frac{k}{k-1} p_0 V_0 \left[\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

где i – число ступеней компрессора, равное 3; k – показатель адиабаты для воздуха, равный 1,41.

Удельный объем воздуха V_0 , приведенный к условиям всасывания, находим по формуле

$$V_0 = \frac{RT_0}{p_0}$$

$$\frac{p_1}{p_0} = x$$

p_0 – степень сжатия в ступени.

Мощность на валу компрессора определяется из выражения

$$N_{ad} = \frac{G \cdot L_{ad}}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_{ad} \cdot \eta_{мех}}$$

где G – подача компрессора, выраженная в весовых единицах

$$G = \frac{Q}{0,857}, \text{ кг/ч}$$

$\eta_{ад}$ – адиабатический к.п.д. = 0,95; $\eta_{мех}$ – механический к.п.д. = 0,85.

Работа изотермического сжатия

$$L_{из} = 2,303 \cdot i \cdot p_0 \cdot V_0 \cdot \lg \frac{p_1}{p_0}$$

Принимая полный изотермический к.п.д. $\eta_{п.из} = \eta_{из} \cdot \eta_{мех} = 0,7$, найдем мощность на валу компрессора

$$N_{из} = \frac{G \cdot L_{из}}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_{п.из}}$$

Мощность двигателя для компрессора берется с запасом в 10-15 %, имея в виду, что в зимних условиях потребляемая мощность возрастает в связи с увеличением весовой производительности машины.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

СОСТАВЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИВОДА ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Цель и содержание: изучение различных вариантов приводов с их характерными элементами, включая тормоз и муфту с тормозным шкивом.

Теоретическое обоснование

Кинематическая схема – это конструкторский документ, на котором составные части установки (привода) и связи между ними показаны в виде условных графических обозначений.

Привод механизма подъема включает в себя электродвигатель, передаточный механизм, барабан или звездочки с опорами и тормозное устройство. Движение от вала электродвигателя к барабану передается обычно через редуктор, иногда дополнительно применяют открытую зубчатую передачу. Вал электродвигателя муфтой с тормозным шкивом соединяется с быстроходным валом редуктора. Тормозное устройство при необходимости устанавливается на оси этого вала, поскольку здесь действует наименьший крутящий момент.

Обычно применяется компактная конструкция соединения барабана с редуктором с установкой оси барабана внутри консоли выходного вала редуктора и передачей крутящего момента зубчатыми венцами. Конец выходного вала редуктора выполняют в виде зубчатого диска, представляющего собой половину зубчатой муфты, вторую половину – в виде зубчатого венца с внутренним зацеплением укреплен на барабане.

При составлении кинематической схемы прежде всего определяется требуемое передаточное число:

$$U = \frac{n_y}{n_a}, \quad (1)$$

где n_y , n_a – частота вращения, соответственно, вала электродвигателя и барабана, мин⁻¹.

Определенное по формуле (1) передаточное число уточняется с номинальным передаточным числом: 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,24;

2,5; 2,8; 3,15; 3,35; 4,0; 4,5; 5,0; 5,6; 6,3; 7,1; 8,0; 9,0; 10,0; 11,2; 12,5; ... $\times 10$.

Передаточные числа двух- и трехступенчатых, а также червячных редукторов определяют как произведение номинальных передаточных чисел.

Затем определяют частоты вращения всех валов привода

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1}. \quad (2)$$

Угловые скорости

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30}. \quad (3)$$

Мощности

$$N_2 = N_1 \cdot \eta. \quad (4)$$

Крутящие моменты на всех валах привода

$$\dot{O}_1 = \frac{9950 N_1}{n_1}, \quad (5)$$

и

$$\dot{O}_2 = \dot{O}_1 \cdot u_1 \cdot \eta. \quad (6)$$

Значения КПД ориентировочно принимают:

для зубчатой передачи $\eta_3=0,97$;

для червячной передачи $\eta_4=0,8$;

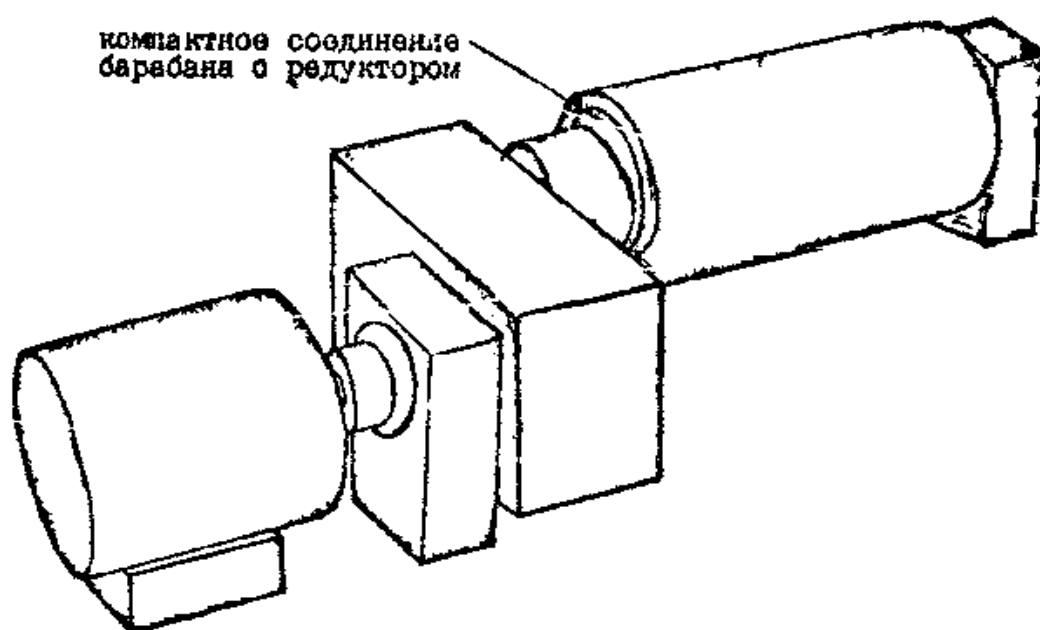
для двух опор вала $\eta_6=0,99$;

для муфтового соединения $\eta_m=0,98$.

Аппаратура и материалы

1. Фотографии модели привода и его элементов.
2. Натурные образцы элементов привода.
3. Чертежи.

При выполнении работы студенту выдаются на руки фотографии модели привода (рис. 1) и его элементов (рис. 2).



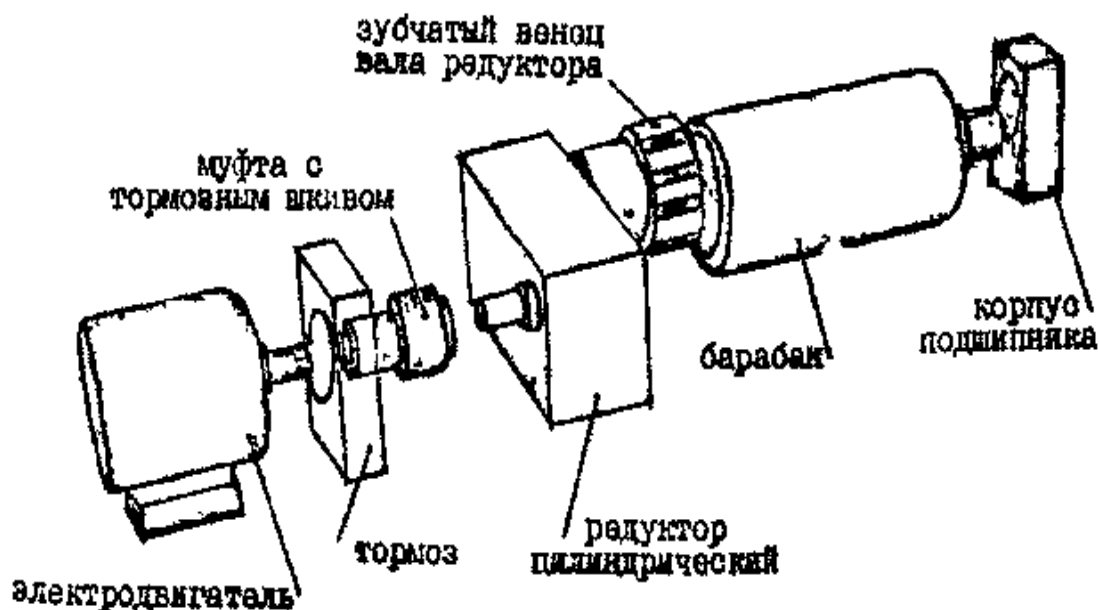


Рисунок 1 – Модель привода

Рисунок 2 – Элементы привода

Варианты конструкций привода:

1. С цилиндрическим двухступенчатым редуктором, соединение барабана с редуктором – муфтой.
2. С червячным редуктором, соединение барабана с редуктором – муфтой.
3. С коническо-цилиндрическим редуктором и открытой передачей.
4. С цилиндрическим двухступенчатым редуктором и открытой передачей.
5. С компактным соединением барабана с редуктором и односторонним расположением валов.
6. С компактным соединением барабана с редуктором и разносторонним расположением валов.

Студенту необходимо:

1. Изучить конструкции привода механизма по предложенным фотографиям модели привода.

2. Вычертить кинематическую схему заданного механизма условными графическими изображениями (рис. 3).

3. Вычислить и нанести на схему необходимые числовые величины, определенные по выданному заданию (табл. 1).

Таблица 1 – Варианты заданий

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
N, кВт	16	10	16	10	16	10	16	10	16	10	16	10		
n ₃ , об/мин	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800	810		
n ₆ , об/мин	26	20	20	26	26	20	20	26	26	20	20	26		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
16	10	16	10	16	10	16	10	16	10	16	10	16	10	16
815	80 5	795	78 5	77 5	765	755	745	73 5	72 5	71 5	70 5	69 5	690	73 0
26	20	20	26	26	20	20	26	26	20	20	26	26	20	20

4. Оформить кинематическую схему с указанием перечня элементов схем.

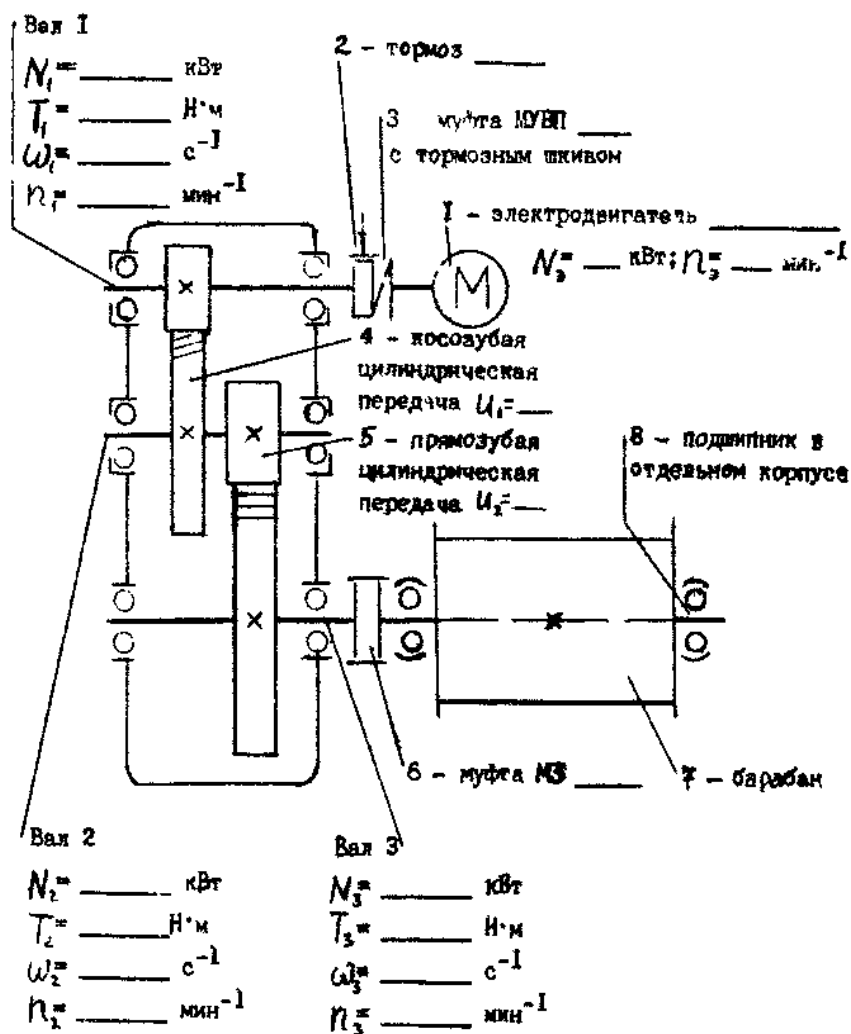


Рисунок 3 – Пример кинематической схемы

Содержание отчета и его форма

В отчете должны быть приведены:

- номер лабораторной работы, ее тема и цель работы;
- краткая теория по теме работы;

- аппаратура и материалы;
- кинематическая схема заданного механизма.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что называется кинематической схемой?
2. Что в себя включает привод механизма?
3. Какими способами барабан соединяется с валом редуктора?

Литература

Основная

1. Протасов В. Н., Султанов Б. З., Кривенко С. В. Эксплуатация оборудования для бурения скважин и нефтегазодобычи: Учеб. пособие. М.: Недра, 2008.
2. Вадецкий Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учебник. М.: Изд. Центр «Академия», 2009.
3. Колчерин В. Г., Ильиных А. И., Грамолин В. Н. Новое поколение буровых установок завода Уралмаш: Учеб. пособие. М.: Недра, 2002.

Дополнительная

4. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. ПБ 10–382–00. М.: ПИО ОБТ, 2000.
5. Серeda Н. Г., Соловьев Е. М. Бурение нефтяных и газовых скважин: Учебник. М.: Недра, 1988.
6. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины: Учебник. М.: Высшая школа, 1985.
7. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1985.

8. Палашкин Е. А. Справочник механика по глубокому бурению: Учеб. пособие. М.: Недра, 1981.
9. Лобкин А. Н. Обслуживание и ремонт буровых установок: Учебник. М.: Недра, 1985.
10. Дияров И. Н., Батуева А. Н., Солодова Н. Л. Химия нефти: Руководство к лабораторным работам. Л.: Химия, 1990.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические рекомендации
Организация самостоятельной работы студентов
по дисциплине «Машины и оборудование для сооружения и ремонта
магистральных трубопроводов»
для студентов направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Ставрополь 2018

Содержание

<u>I. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО.....</u>	<u>46</u>
<u>II. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.....</u>	<u>47</u>
<u>III. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.....</u>	<u>48</u>

I. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО

1.1. Требования к условиям реализации ОП:

– Требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы подготовки инженера, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим государственным образовательным стандартом;

– основная образовательная программа подготовки инженера состоит из дисциплин федерального компонента, дисциплин национально-регионального (вузовского) компонента, дисциплин по выбору студента, а также факультативных дисциплин. Дисциплины вузовского компонента и дисциплины по выбору студента в каждом цикле должны содержательно дополнять дисциплины, указанные в федеральном компоненте цикла;

– максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся должны быть обеспечены доступом к сети Интернет. Реализация основной образовательной программы подготовки дипломированного специалиста должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, формируемым по полному перечню дисциплин основной образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебными пособиями не менее 0.5 экземпляра на одного студента. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем циклам дисциплин и постоянно восполняться научной литературой и периодическими изданиями нефтегазового профиля

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

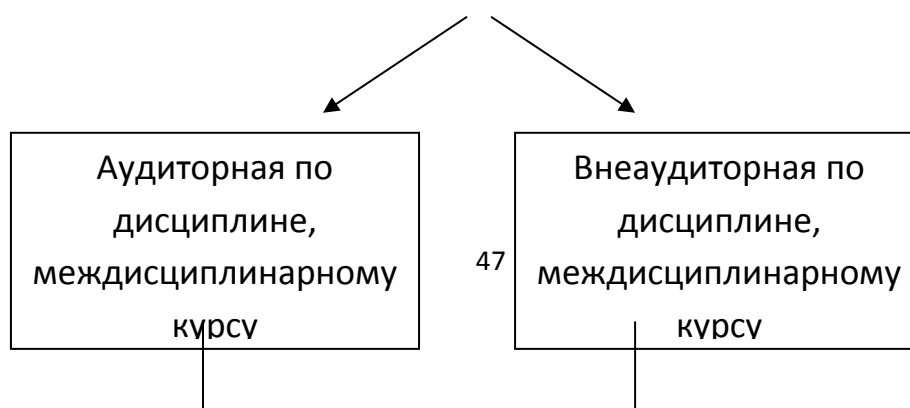
- в рабочем учебном плане – в целом по теоретическому обучению, каждому из циклов дисциплин, профессиональных модулей и междисциплинарных курсов,
- в рабочих программах учебных дисциплин, профессиональных модулей и междисциплинарных курсов с распределением по разделам или конкретным темам.

II. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитию исследовательских умений.

В учебном процессе ОУ выделяются два вида самостоятельной работы:



Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

III. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- соотнесение содержания контроля с целями обучения;
- объективность контроля;
- валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);
- дифференциацию контрольно-измерительных материалов.

Формы контроля самостоятельной работы

1. Просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем.
2. Самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе.
3. Обсуждение результатов выполненной работы на занятии.
4. Тестирование.
5. Письменный опрос.

6. Устный опрос.
7. Индивидуальное собеседование.
8. Коллоквиум.
9. Отчет о проделанной работе.
10. Творческий конкурс.
11. Интернет - конференции.

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студента учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Содержание внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов

1. Назначение, состав магистральных газопроводов.
2. Состав линейных сооружений магистральных газопроводов.
3. Назначение, состав газораспределительных станций.
4. Типы компрессорных станций (КС), их назначения.
5. Состав оборудования компрессорных станций в системе перекачки газа магистральных газопроводов.
6. Основные технологические установки компрессорного цеха.
7. Классификация, назначение, состав газоперекачивающих агрегатов (ГПА).
8. Принципиальная технологическая схема КС с параллельной обвязкой ГПА.
9. Установка очистки технологического газа: пылеуловители и фильтры-сепараторы.
10. Пусковой, импульсный и топливный газ: назначение, установка подготовки газа.
11. Вспомогательное оборудование линейной компрессорной станции.
12. Состав, принцип действия газотурбинной установки (ГТУ).
13. Нагнетатели, применяемые на КС магистральных газопроводов.
14. Устройство и расположение узлов пуска и приема очистных поршней на КС.
15. Система воздушного охлаждения газа.
16. Комплекс средств контроля и автоматики газоперекачивающих агрегатов.
17. Назначение, состав магистральных нефтепроводов.
18. Классификация нефтеперекачивающих станций (НПС) и характеристика основных объектов.
19. Насосные агрегаты, применяемые на нефтеперекачивающих станциях магистральных трубопроводов.
20. Основное технологическое оборудование промежуточной НПС.
21. Система сглаживания ударной волны НПС
22. Вспомогательное оборудование насосной станции.
23. Маслосистема нефтеперекачивающих станций.
24. Резервуары нефтепроводов.
25. Система вентиляции НПС.
26. Система пожаротушения НПС.
27. Расчет параметров работы магистральных газопроводов
28. Расчет режима работы компрессорного цеха.
29. Расчет вертикального масляного пылеуловителя.
30. Расчет основных параметров оборудования газораспределительной станции.
31. Определение технического состояния нагнетателя.
32. Расчет торцевого уплотнения
33. Расчет маслосистемы НПС.
34. Расчет трубопроводов системы маслоснабжения.

35. Расчет системы воздушного охлаждения масла.
36. Определение технического состояния нагнетателя.
37. Расчет параметров работы магистральных нефтепроводов.
38. Определение пропускной способности магистральных нефтепроводов.
39. Оценка состояния внутренней полости нефтепровода.
40. Циклы газотурбинных установок.

Рекомендуемая литература.

Основная литература:

- Конюхова Г. В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа: учебное пособие Ростов-на-Дону, Феникс, 2007-128 с.
- - Корж В. В. Эксплуатация и ремонт оборудования насосных и компрессорных станций: учеб. пособие / В.В. Корж, А.В. Сальников. – Ухта : УГТУ, 2010. – 184 с.
- - Масловицкий В. В. Основы технологии ремонта газового оборудования и трубопроводных систем – М.: Высшая школа, 2007
- - Трубопроводная арматура : Учеб. пособие для вузов. Изд-е 2-е перераб. и доп. / Ф.М. Мустафин, А.Г. Гумеров, И.Ф. Кантемиров и др. – Уфа: ГУП РБ УПК, УГНТУ, 2007. – 326 с.: ил.

14.1.2. Дополнительная литература:

- - Шаммазов А.М. и др. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: учебник для вузов – М.: Недра. Бизнесцентр, 2003
- - Машины и оборудование газонефтепроводов: Учеб. пособие для вузов / Ф.М. Мустафин, Н.И. Коновалов, Р.Ф. Гильметдинов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Уфа: Монография, 2002. – 384 с.: ил.
- - Горелов С.А. Машины и оборудование для сооружения газонефтепроводов: учебное пособие – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2000

14.1.3. Методическая литература:

14.1.4. Интернет-ресурсы:

- <http://www.ournet.md/~mio/tv.html>
- <http://www.nsu.ru/mmfs/tvims/chernova/ms/index.html>
- <http://teorver-online.narod.ru/>
- <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>

14.1.5. Программное обеспечение:

Пакеты прикладных профессиональных программ (ПППП)

1. Windows XP последняя версия. Операционная система
2. MS Office офисная программа.

14.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- Демонстрационные материалы (плакаты).
- Программированные пособия по разделам курса (электронный курс).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению
самостоятельной работы
по дисциплине

**Сооружение и ремонт технологических объектов систем трубопро-
водного транспорта**

для студентов специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технология
специализация **Техника и технологии производства сжиженного природного газа,
транспортировки и распределения**

Ставрополь 2026

Методические рекомендации предназначены для студентов вуза «Северо-Кавказский федеральный университет»

Цели методических рекомендаций:

- 1. Методическое сопровождение процесса введения и реализации требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее ФГОС ВО), помощь при разработке рабочих учебных программ дисциплин и профессиональных модулей образовательной программы (далее ОП).*
- 2. Создание в образовательном учреждении учебно-методического обеспечения образовательного процесса.*

Методические рекомендации определяют сущность самостоятельной работы студентов в вузе, её назначение, планирование, формы организации и виды контроля.

Содержание

- 1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО.*
- 2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.*
- 3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.*

1. Нормативное обеспечение самостоятельной работы в ФГОС ВО

1.1. ФГОС раздел: «Требования к условиям реализации ОП»:

– Требования к обязательному минимуму содержания образовательной программы подготовки специалиста, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим федеральным государственным образовательным стандартом;

– основная образовательная программа подготовки специалиста состоит из дисциплин общенаучного и профессионального циклов, состоящих из базовой и вариативной частей и дисциплин по выбору;

– максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

Во время самостоятельной подготовки обучающиеся должны быть обеспечены доступом к сети Интернет. Реализация образовательной программы подготовки специалиста должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, формируемым по полному перечню дисциплин образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебными пособиями не менее 0,5 экземпляра на одного студента. Библиотека вуза должна иметь достаточное количество современных учебников и учебных пособий по всем циклам дисциплин и постоянно восполняться научной литературой и периодическими изданиями нефтегазового профиля

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

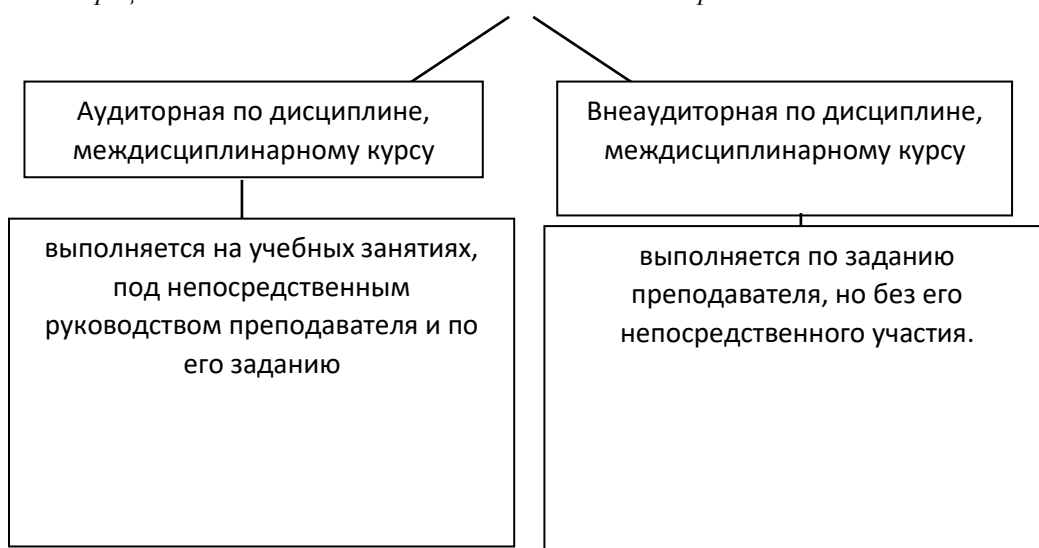
- в рабочем учебном плане – в целом по теоретическому обучению, каждому из циклов дисциплин;
- в рабочих программах учебных дисциплин циклов дисциплин с распределением по разделам или конкретным темам.

2. Назначение и виды самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитию исследовательских умений.

В учебном процессе ОУ выделяются два вида самостоятельной работы:



Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

3. Контроль самостоятельной работы студентов преподавателями.

Контроль самостоятельной работы студентов предусматривает:

- *соотнесение содержания контроля с целями обучения;*
- *объективность контроля;*
- *валидность контроля (соответствие предъявляемых заданий тому, что предполагается проверить);*
- *дифференциацию контрольно-измерительных материалов.*

Формы контроля самостоятельной работы

1. *Просмотр и проверка выполнения самостоятельной работы преподавателем.*
2. *Самопроверка, взаимопроверка выполненного задания в группе.*
3. *Обсуждение результатов выполненной работы на занятии.*
4. *Тестирование.*
5. *Письменный опрос.*
6. *Устный опрос.*
7. *Индивидуальное собеседование.*
8. *Коллоквиум.*
9. *Отчет о проделанной работе.*
10. *Защита рефератов или курсовой работы.*
11. *Творческий конкурс.*
12. *Интернет - конференции.*
13. *Контрольная работа.*

Критерии оценки результатов самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- *уровень освоения студентами учебного материала;*
- *умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;*
- *формирование набора из общекультурных и профессиональных компетенций будущего специалиста;*
- *умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;*
- *обоснованность и четкость изложения ответа;*
- *оформление материала в соответствии с требованиями;*
- *умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;*
- *умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;*
- *умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;*
- *умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.*

Содержание внеаудиторной самостоятельной деятельности студентов

Методические указания для студентов по выполнению самостоятельной работы:

1. *Подготовка к лекциям*
2. *Подготовка к практическим занятиям*