

КОМПЛЕКТ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

(Методические указания)

ПМ 02 Техническое обслуживание и ремонт подъёмно-транспортных,
строительных, дорожных машин и оборудования в стационарных мастерских и
на месте проведения работ

МДК 02.03 Система машин и механизмов лесного комплекса
для специальности

23.02.04 Техническая эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных,
дорожных машин и оборудования (по отраслям)

Комплект практических работ (методические указания) по МДК 02.03 «Система машин и механизмов лесного комплекса», разработан на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ 02 «Техническое обслуживание и ремонт подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в стационарных мастерских и на месте проведения работ» и ФГОС СПО по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).

Разработчик: преподаватель ГБПОУ «КЛТ» Савельев С.Г.

Одобрено: председатель цикловой комиссии общетехнических, механических и строительных дисциплин _____ Горохова Г.И.

Протокол № 1 от 30 августа 2017 г.

Содержание

Введение.....	4
1. Практическая работа № 1.....	7
2. Практическая работа № 2.....	11
3. Практическая работа №3.....	14
4. Практическая работа №4.....	17
5. Практическая работа № 5.....	20
6. Практическая работа № 6.....	23
7. Практическая работа № 7.....	35
8. Практическая работа № 8.....	39
9. Практическая работа № 9.....	42
10. Практическая работа № 10.....	44
11. Практическая работа № 11.....	46
Приложения.....	51
Список литературы.....	54

Введение

Настоящий сборник практических работ предназначен в качестве методического пособия при проведении практических работ по МДК 02.03 «Система машин и механизмов лесного комплекса» специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).

Данный сборник включает в себя следующие практические работы (ПР):

1. ПР № 1 «Срезание деревьев цепной пилой»
2. ПР № 2 «Изучение конструкции валочных, валочно-пакетирующих и валочно-трелёвочных машин»
3. ПР № 3 «Изучение конструкции сучкорезных машин»
4. ПР № 4 «Изучение конструкции челюстных погрузчиков»
5. ПР № 5 «Изучение конструкции харвестеров и форвардеров»
6. ПР № 6 «Расчёт тяговых усилий в канатах и мощности механизмов кранов»
7. ПР № 7 «Резание и пиление древесины»
8. ПР № 8 «Расчёт усилия и мощности резания раскряжёвочных установок»
9. ПР № 9 «Расчёт усилия и мощности резания лесопильных рам»
10. ПР № 10 «Расчет мощности роторных окорочных станков»
11. ПР № 11 «Расчет пневмотранспортных установок»

Требования к знаниям и умениям при выполнении практических работ

В результате выполнения практических работ обучающийся должен **уметь:**

- различать лесосечные машины, механизмы и оборудование по внешнему виду;
- производить необходимые расчеты лесосечных машин и нижнескладского оборудования;
- подбирать машины, механизмы и оборудование для различных технологических процессов.

знать:

- общее устройство лесосечных машин; принцип их работы; конструкцию технологического оборудования; основные технологические параметры;
- общее устройство нижнескладских машин и оборудования, принцип их работы, конструкцию технологического оборудования, основные

технологические параметры.

Данные практические работы направлены на формирование у обучающихся следующих общих (ОК) компетенций.

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

По итогам выполнения практических работ проводится текущий контроль индивидуальных образовательных достижений при защите практических работ.

Продолжительность выполнения ПР № 1-10 – 2 академических часа, ПР № 11 – 4 академических часа.

Отчет по практической работе каждый обучающийся выполняет индивидуально с учетом рекомендаций по выполнению практического задания и оформляет его в отдельной тетради для практических работ.

Критерии оценок деятельности обучающихся

Оценка «5»

- практическая работа выполняется в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правильно решение задач;
- выполняется полностью самостоятельно (подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знания, показываются необходимые для проведения практических работ теоретические знания, практические умения и знания);
- работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации форме.

Оценка «4»

- практическая работа выполняется в полном объеме и самостоятельно;
- допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата;
- работа показывает знание основного теоретического материала и овладения умениями, необходимыми для самостоятельного проведения работы;
- могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Оценка «3»

- практическая работа выполняется и оформляется при помощи преподавателя или хорошо подготовленных студентов и уже выполнивших на «5» данную работу.
- на выполнение работы затрачивается много времени.

Оценка «2»

- выставляется в том случае, когда студент не подготовлен к выполнению этой работы;
- полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью;
- показывает плохие знания теоретических материалов и отсутствие необходимых умений;
- руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Практическая работа № 1.
Тема: Срезание деревьев цепной пилой.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в умении производить расчеты цепных пильных механизмов бензомоторных пил и лесосечных машин.

Содержание задания.

1. Определить мощность привода цепной пилы, используемой на валке леса.
2. Определить затраты энергии в кВт·ч/га.
3. Определить время чистого пиления в ч/га.
4. Определить значение коэффициента использования пилы по времени.

Исходные данные для практической работы помещены в табл. 1.

Методические указания к выполнению практической работы № 1.

1. Определение мощности привода цепной пилы, используемой на валке леса.

Мощность привода в кВт определяется по формуле

$$N = Z_T \cdot v / \eta,$$

где Z_T – тяговое усилие пильной цепи ведущей звёздочки, Кн;

v – скорость резания, м/с;

η – к.п.д. устройств, передающих энергию от двигателя к пильной цепи.

Тяговое усилие пильной цепи ведущей звёздочки определяется по формуле

$$Z_T = P + P_n \cdot \mu + 2,08 \cdot q_{ц} \cdot L \cdot \mu + 0,08Z_0,$$

где P – усилие резания, кН;

P_n – усилие подачи, кН;

μ – коэффициент трения пильной цепи о шину ($\mu = 0,2$);

$q_{ц}$ – вес 1 погонного метра пильной цепи, кН;

L – расстояние между осями звёздочек пильного аппарата, м;

Z_0 – монтажное натяжение пильной цепи, кН.

Усилие резания в кН определяется по формуле

$$P = k \cdot b \cdot H \cdot u / v,$$

где k – удельная работа резания, кДж/м³;

b – ширина пропила, м;

H – высота пропила, м;

u – скорость подачи, м/с;

v – скорость резания, м/с.

Среднее значение высоты пропила $H = 0,8d$ (d – диаметр дерева в месте распила).

Для определения значения удельной работы резания необходимо знать величину подачи на один строгающий (режущий) зуб u_z , которая определяется по формуле

$$u_z = u \cdot t_{стр} / v,$$

где $t_{стр}$ – шаг одноимённых строгающих зубьев ($t_{стр} = 4t_3$; t_3 – шаг пильной цепи по заклёпкам).

Удельная работа резания определяется по формуле

$$k = k_0 \cdot a_p \cdot a_w \cdot a_p,$$

где k_0 – основная удельная работа резания, кДж/м³;

a_p, a_w, a_p – коэффициенты, учитывающие соответственно породу, влажность и степень затупления зубьев.

Значения k_0, a_p, a_w, a_p берутся из приложения (a_p – с учётом работы пильной цепи без заточки в течение 4 часов).

Усилие подачи определяется по формуле

$$P_{п} = C_2 \cdot P,$$

где C_2 – коэффициент пропорциональности между усилиями резания и подачи ($C_2=0,7$).

Скорость подачи за время срезания дерева определяется по формуле

$$u = P_{ч.п.} / (H \cdot a_p),$$

где $P_{ч.п.}$ – производительность чистого пиления цепной пилой, м²/с.

2. Определение затрат энергии на срезание деревьев.

Затраты энергии на срезание деревьев определяются по формуле

$$\mathcal{E}_{ср} = C \cdot (\pi d^2 / 4) \cdot n \cdot c_1 \cdot b \cdot k \cdot [(v/\eta) + (c_1 v / (v \cdot \eta))],$$

где C – коэффициент пропорциональности ($C = 1/3600$);

n – число деревьев на 1 га площади лесосеки;

c_1 – коэффициент, учитывающий изменение площади пропила по отношению к расчётной (для пил с цепями ПЦУ-20 и ПЦУ-30 $c_1=1$; для пил с цепями ПЦУ-10,26, ПЦУ-15 и ПЦП-15М $c_1=1,15$);

v – коэффициент, учитывающий увеличение затрат энергии за счёт работы на холостом ходу ($v=1,2$).

3. Определить время чистого пиления в ч/га.

Время чистой работы цепной пилой определяется по формуле

$$T_{ч.п.} = \pi d^2 n c_1 / (3600 \cdot 4 P_{ч.п.} \cdot \varphi_2),$$

где φ_2 – коэффициент использования производительности чистого пиления.

4. Определить значение коэффициента использования пиломатериала по времени.

Коэффициент использования пиломатериала по времени определяется по формуле

$$\varphi_1 = T_{ч.п.} \cdot P_{ч.п.} / q,$$

где $P_{ч.п.}$ – производительность пиломатериала, м³/ч;

q – запас леса на 1 га, м³

Контрольные вопросы:

1. Классификация бензодвигательных пил?
2. Маркировка пильных цепей?
3. Какие дополнительные приспособления можно использовать с бензодвигательными пилами?

Таблица 1.

Исходные данные для практической работы № 1

№ варианта Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Состав насаждений	5С3Б 2Ос	5Е3Ос 2Б	5Лц 4С1Е	4С4Б 2Ос	4С3Е 3Б	5Лц3Б 2Е	5Лц 3С2Б	4Е4Б 2Ос	5Лц 3П2Б	5Лц3Б 2Ос	3С2Е 5Б	5Е2Б 3Ос	4С2П 4Б	1Лц 3С6Б	5Е1П 4Ос
2. Запас на 1 га q, м ³	220	180	200	190	240	220	250	210	230	260	175	305	195	258	295
3. Средний объём хлыста, м ³	0,5	0,4	0,32	0,42	0,36	0,6	0,46	0,54	0,39	0,56	0,29	0,44	0,29	0,34	0,25
4. Диаметр дерева в месте срезания, см	32	36	28	50	40	34	42	30	38	46	42	26	24	28	22
5. Марка пильной цепи	ПЦУ-30	ПЦУ-20	ПЦУ-10,26	ПЦУ-20	ПЦП-15	ПЦУ-20	ПЦУ-30	ПЦУ-10,26	ПЦУ-20	ПЦУ-30	ПЦУ-9,3	ПЦУ-10,26	ПЦУ-9,3	ПЦП-15	ПЦУ-8,25
6. Производительность чистого пиления, м ² /с	0,04	0,03	0,028	0,03	0,01	0,025	0,04	0,01	0,025	0,035	0,02	0,018	0,022	0,03	0,015
7. К.П.Д. устройств, передающих энергию от двигателя к пильной цепи	0,7	0,75	0,77	0,74	0,75	0,78	0,8	0,82	0,83	0,76	0,69	0,77	0,81	0,75	0,83

8. Коэффициент использования производительности чистого пиления	0,5	0,52	0,6	0,56	0,58	0,52	0,56	0,59	0,52	0,54	0,60	0,57	0,53	0,59	0,6
9. Монтажное натяжение пильной цепи, кН	0,6	0,4	0,15	0,4	0,2	0,4	0,6	0,15	0,4	0,6	0,29	0,35	0,21	0,2	0,14
10. Производительность пилы, м ³ /ч	35	60	13	20	14	26	30	16	23	32	15	19	15	18	14
11. Расстояние между осями звёздочек, м	1,2	0,65	0,45	0,7	1,2	0,45	0,6	0,7	0,6	1,2	0,38	0,46	0,34	0,42	0,30
12. Вес 1 погонного метра цепи, Н	10,2	8,8	3,3	8,8	3,6	8,8	10,2	3,3	8,8	10,2	3,9	4,5	3,1	3,6	2,8

Практическая работа № 2.

Тема: Изучение конструкции валочных, валочно-пакетирующих и валочно-трелёвочных машин

Цель работы: Знать устройство, принцип работы и конструктивные особенности технологического оборудования валочных, валочно-пакетирующих и валочно-трелёвочных машин.

Литература:

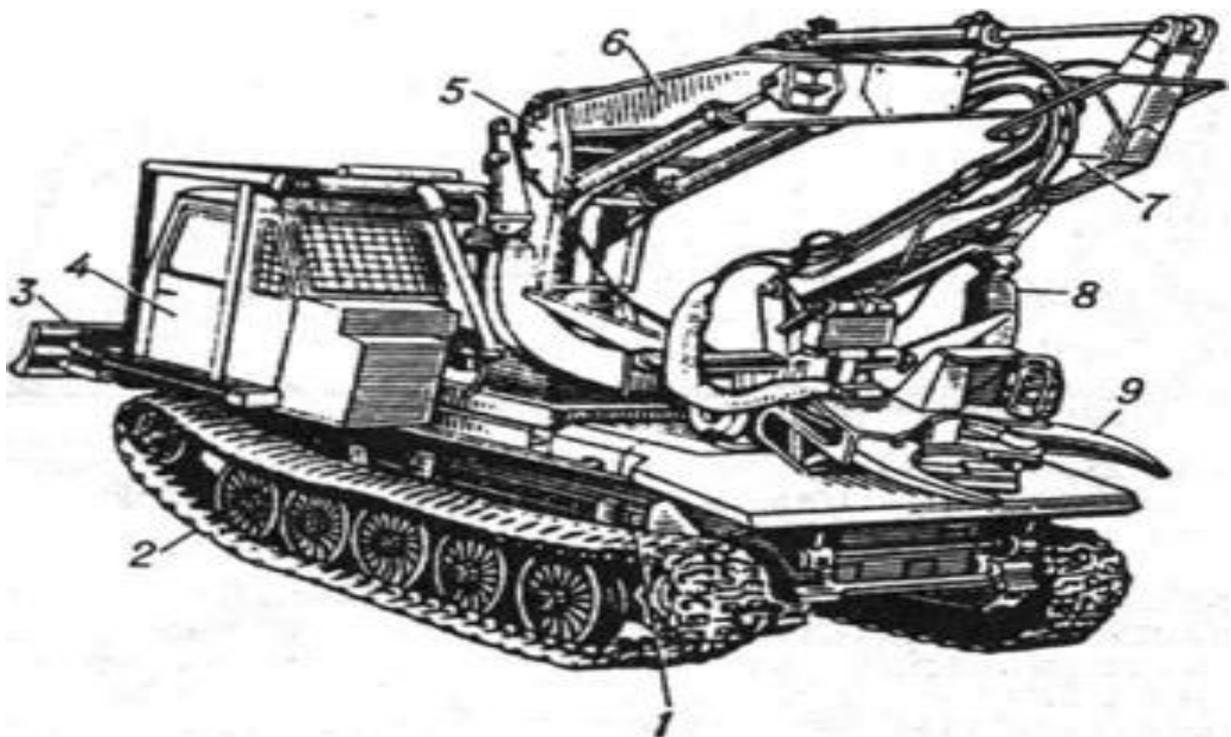
1. Котиков В.М. Лесозаготовительные и трелевочные машины: Учебник для нач. проф. образования / В.М. Котиков, Н.С. Еремеев, А.В. Ерхов; Под ред. В.М. Котикова. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. –336 с.
2. Миронов Е.И. Машины и оборудование лесозаготовок: Справочник – М.: Академия, 2011.

Содержание задания.

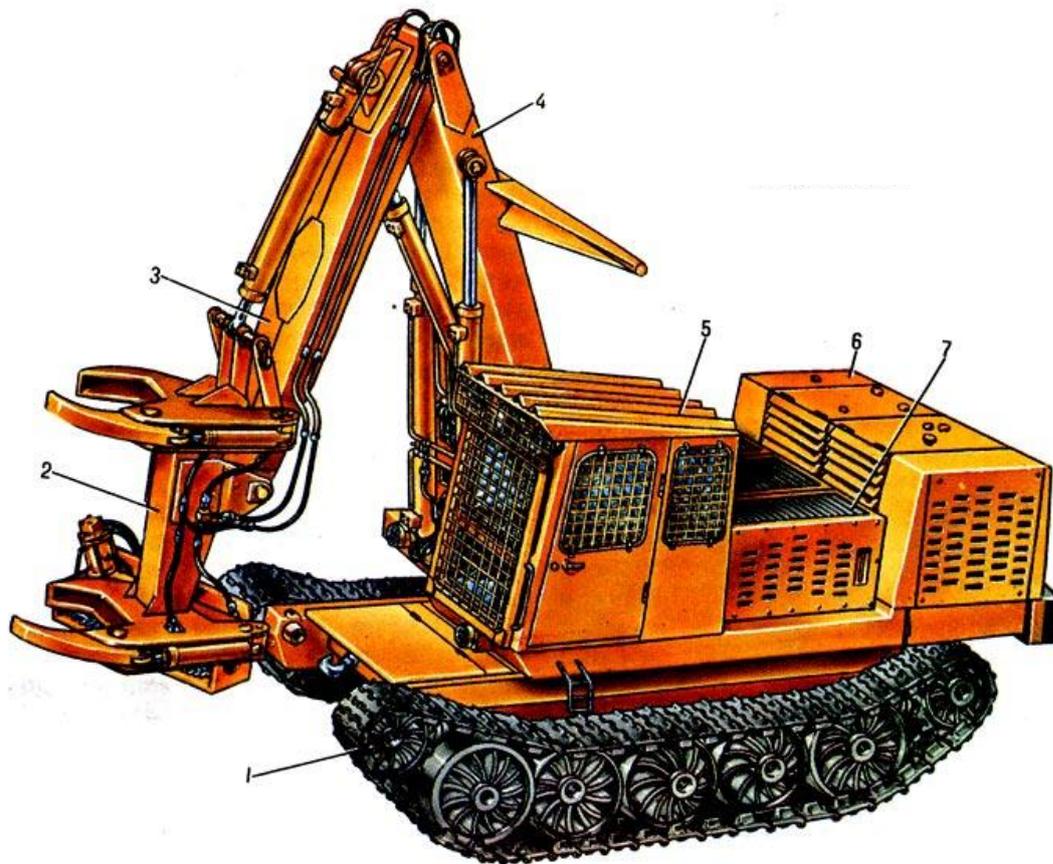
1. Расписать основное технологическое оборудование машин. Описать принцип работы машин.

ВМ-4





ЛП-19



Контрольные вопросы:

1. Сколько составляет угол поворота манипуляторов машин ЛП-49 и ЛП-19?
2. Максимальный вылет манипуляторов машин ЛП-49 и ЛП-19?
3. Максимальный диаметр срезаемых деревьев для машин ВМ-4, ЛП-49, ЛП-19?
4. Какая трансмиссия на машинах ВМ-4, ЛП-49, ЛП-19?

Практическая работа № 3.

Тема: Изучение конструкции сучкорезных машин.

Цель работы: Знать устройство, принцип работы и конструктивные особенности технологического оборудования сучкорезных и сучкорезно-раскряжевочных машин.

Литература:

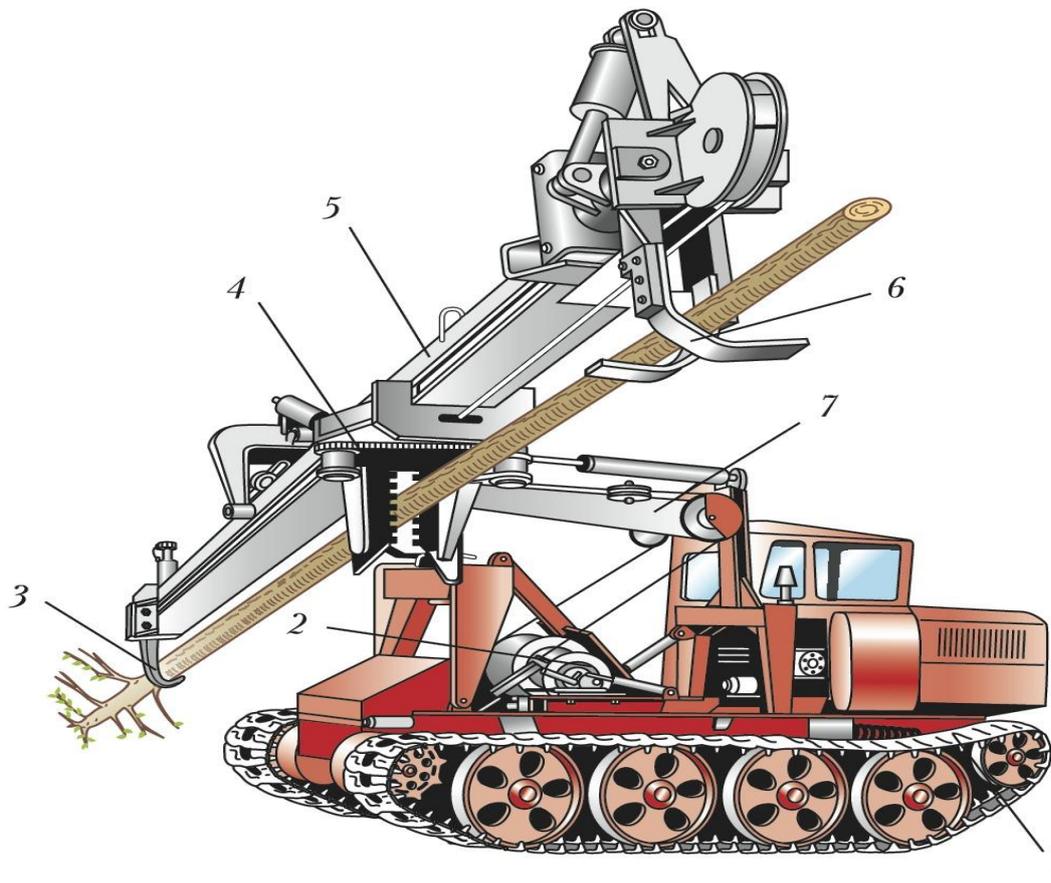
1. Котиков В.М. Лесозаготовительные и трелевочные машины: Учебник для нач. проф. образования / В.М. Котиков, Н.С. Еремеев, А.В. Ерхов; Под ред. В.М. Котикова. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. –336 с.

2. Миронов Е.И. Машины и оборудование лесозаготовок: Справочник – М.: Академия, 2011.

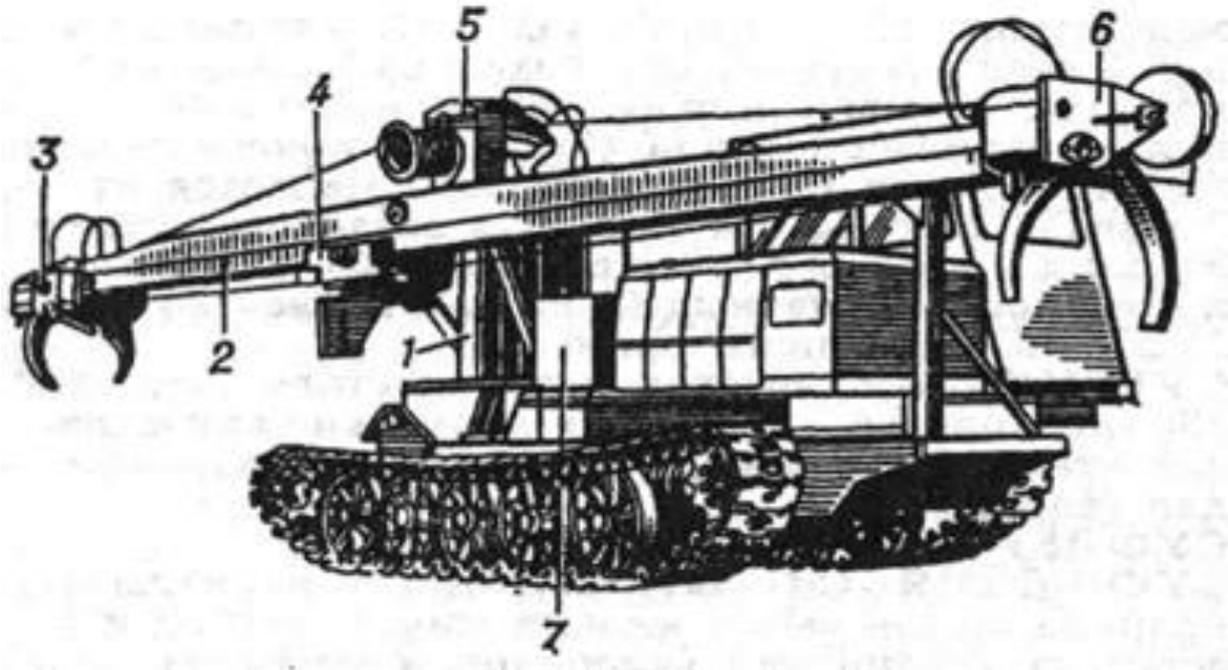
Содержание задания.

1. Расписать основное технологическое оборудование машин. Описать принцип работы машин.

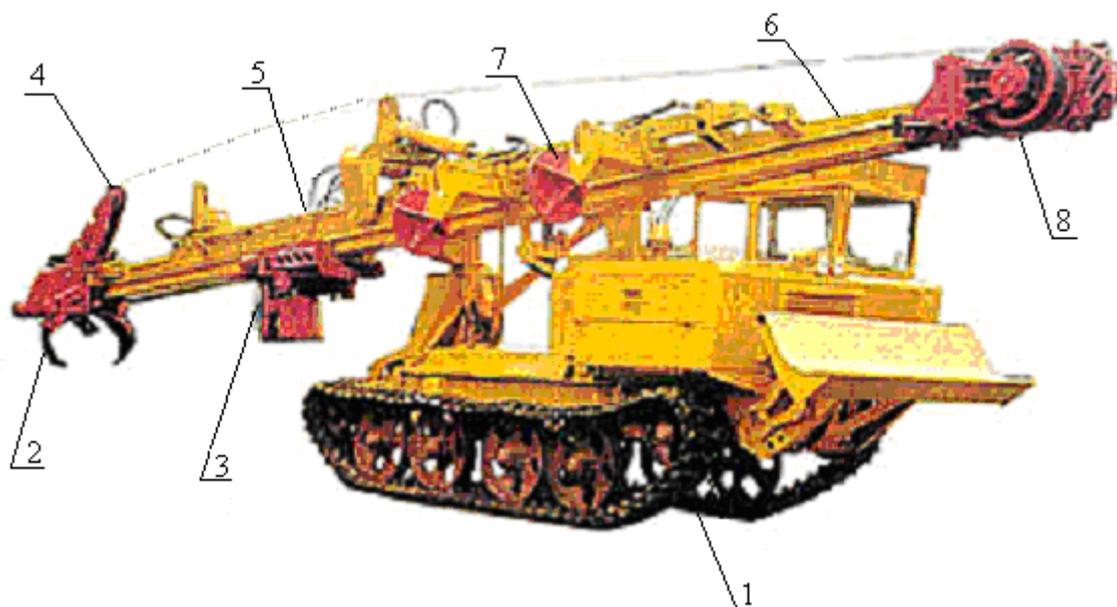
ЛП-30Б



ЛП-33А



ЛО-120



Контрольные вопросы:

1. Какова длина стрелы у машин ЛП-30Б, ЛП-33А и ЛО-120?
2. Где расположена лебедка у машин ЛП-30Б, ЛП-33А и ЛО-120?
3. Какой привод на лебедку у машин ЛП-30Б, ЛП-33А и ЛО-120?
4. Сколько сучкорезных ножей у машин ЛП-30Б, ЛП-33А и ЛО-120?

Практическая работа № 4.

Тема: Изучение конструкции челюстных погрузчиков.

Цель работы: Знать устройство, принцип работы и конструктивные особенности технологического оборудования челюстных погрузчиков.

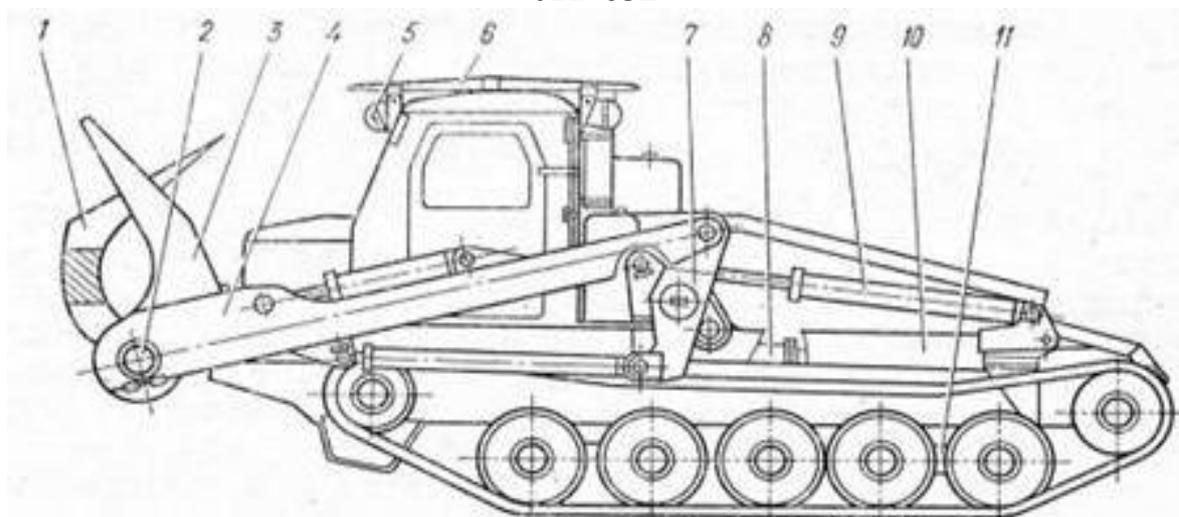
Литература:

1. Котиков В.М. Лесозаготовительные и трелевочные машины: Учебник для нач. проф. образования / В.М. Котиков, Н.С. Еремеев, А.В. Ерхов; Под ред. В.М. Котикова. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. –336 с.
2. Миронов Е.И. Машины и оборудование лесозаготовок: Справочник – М.: Академия, 2011.

Содержание задания.

- 1.Расписать основное технологическое оборудование машин. Описать принцип работы машин.

ЛТ-65Б



ЛТ-188



ЛПК-6



Контрольные вопросы:

1. Какая челюсть челюстного захвата является подвижной у погрузчиков ЛТ-65Б, ЛТ-188 и ЛПК-6?
2. Какие погрузчики являются погрузчиками перекидного типа, а какие – фронтальные? Почему?
3. Какие погрузчики служат для погрузки хлыстов, а какие для погрузки сортиментов? Почему?

Практическая работа № 5.

Тема: Изучение конструкции харвестеров и форвардеров.

Цель работы: Знать устройство, принцип работы и конструктивные особенности технологического оборудования челюстных погрузчиков.

Литература:

1. Котиков В.М. Лесозаготовительные и трелевочные машины: Учебник для нач. проф. образования / В.М. Котиков, Н.С. Еремеев, А.В. Ерхов; Под ред. В.М. Котикова. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. –336 с.

Содержание задания.

1.Обозначить и расписать основное технологическое оборудование машин.
Описать принцип работы машин.

ХАРВЕСТЕР



ФОРВАРДЕР



2. Обозначить и расписать основные элементы харвестерной головки.



Контрольные вопросы:

1. Какие операции выполняет харвестер?
2. Какие операции выполняет форвардер?
3. Существуют ли машины типа «харвестер+форвардер» и как они называются?
4. Какой привод на пильный механизм харвестерной головки?

Практическая работа № 6.

Тема: Расчёт тяговых усилий в канатах и мощности механизмов кранов.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в умении производить расчеты основных механизмов крана с последующим анализом произведенных расчетов.

Содержание задания.

1. Рассчитать тяговое усилие в канатах и мощность, потребляемую грузовым барабаном лебёдки при подъёме груза.
2. Рассчитать мощность двигателя, необходимую для передвижения крана.
3. Сделать вывод: как влияет кратность полиспаста на мощность, потребляемую грузовым барабаном лебёдки при подъёме груза, и как влияет общая масса крана на мощность, необходимую для передвижения крана.

Методические указания к выполнению практической работы № 6.

1. Определение тягового усилия в канатах.

Наибольшее тяговое усилие в ветви каната в Н определяется по формуле

а). для одинарных полиспастов

$$S_{\max} = Q / (a_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}),$$

б). для сдвоенных полиспастов

$$S_{\max} = Q / (2a_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}),$$

где Q – вес поднимаемого груза, Н;

$a_{\text{п}}$ – кратность полиспаста;

$\eta_{\text{п}}$ – к.п.д. полиспаста.

2. Мощность, потребляемую грузовым барабаном лебёдки при подъёме груза в кВт, определяют по формуле

$$N_{\Gamma} = S_{\max} \cdot v / (1000 \cdot \eta_{\text{мех}}),$$

где v – скорость наматывания каната на барабан лебёдки, м/с;

$\eta_{\text{мех}}$ – механический к.п.д. лебёдки.

3. Мощность двигателя, необходимую для передвижения крана в кВт, определяют по формуле

$$N_{\text{д}} = W \cdot v_{\text{к}} / (1000 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2),$$

где W – тяговое усилие, необходимое для передвижения крана, Н;

$v_{\text{к}}$ – скорость передвижения крана, м/с;

η_1 – к.п.д. ходового механизма крана (колёс);

η_2 – к.п.д. передач от двигателя к ходовому механизму.

Для кранов на железнодорожном ходу тяговое усилие в Н определяется по формуле

$$W = (G_{\text{к}} + G) \cdot (\omega_1 + \omega_2),$$

где $G_{\text{к}}$ – вес крана, Н;

G – вес груза, Н;

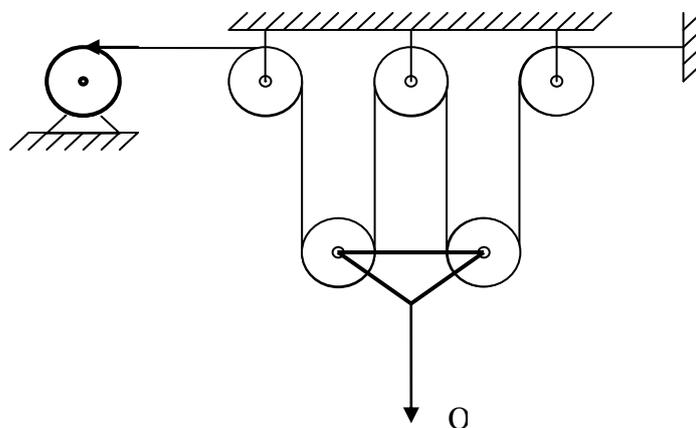
ω_1 – коэффициент сопротивления движению крана ($\omega_1=0,006$);

ω_2 – коэффициент сопротивления давлению ветра ($\omega_2=0,003$).

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение полиспаста?
2. Как рассчитывается кратность полиспаста?
3. Классификация кранов для лесных грузов?

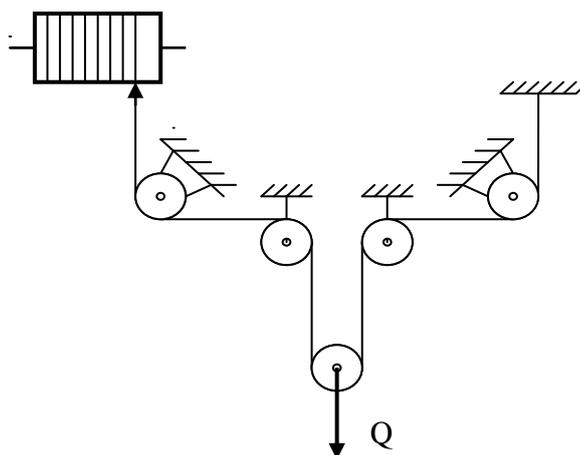
Вариант № 1.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 6,5 т (10 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 71 м/мин
3. Масса крана: 84 т
4. Скорость передвижения крана: 3 км/ч (75 м/мин)
5. $\eta_1=0,7$; $\eta_2=0,73$; $\eta_{\text{п}}=0,976$; $\eta_{\text{мех.}}=0,95$

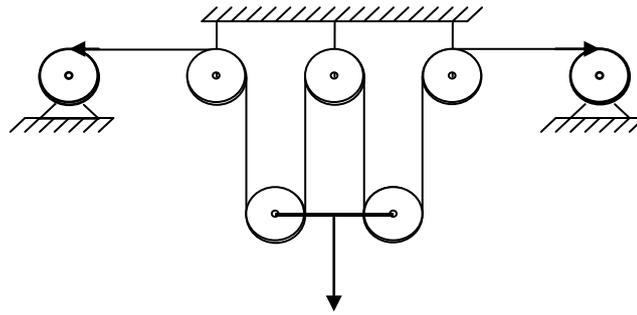
Вариант № 2.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 15 т (12 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 150 м/мин
3. Масса крана: 63 т
4. Скорость передвижения крана: 2,5 км/ч (0,5 м/с)
5. $\eta_1=0,8$; $\eta_2=0,75$; $\eta_{\text{п}}=0,935$; $\eta_{\text{мех.}}=0,8$.

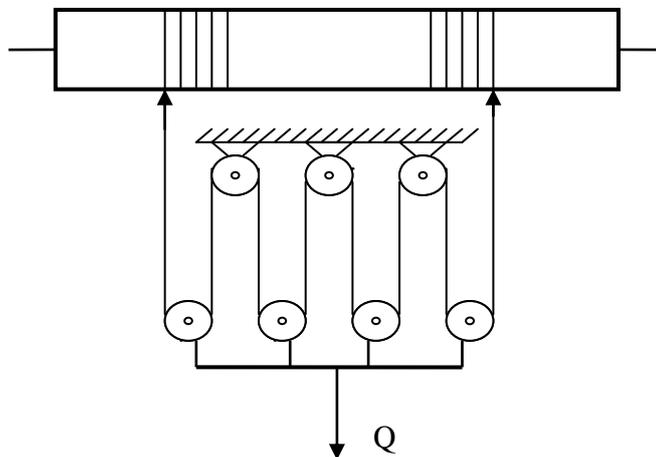
Вариант № 3.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 12,5 т (8 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 5 км/ч
3. Масса крана: 57 т
4. Скорость передвижения крана: 30 м/мин (1,6 км/ч)
5. $\eta_1=0,81$; $\eta_2=0,76$; $\eta_{\text{п}}=0,89$; $\eta_{\text{мех}}=0,91$

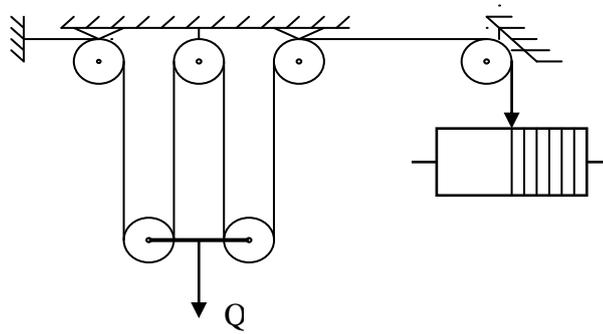
Вариант № 4.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 5,5 т (11 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 32 м/мин
3. Масса крана: 85 т
4. Скорость передвижения крана: 1,8 км/ч (40м/мин)
5. $\eta_1=0,69$; $\eta_2=0,81$; $\eta_{\text{п}}=0,976$; $\eta_{\text{мех}}=0,92$

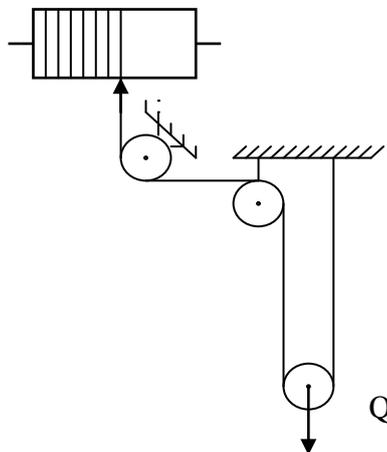
Вариант № 5.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 28 т (15 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 240 м/мин
3. Масса крана: 105 т
4. Скорость передвижения крана: 2 км/ч (30 м/мин)
5. $\eta_1=0,72$; $\eta_2=0,8$; $\eta_{\text{п}}=0,935$; $\eta_{\text{мех}}=0,87$

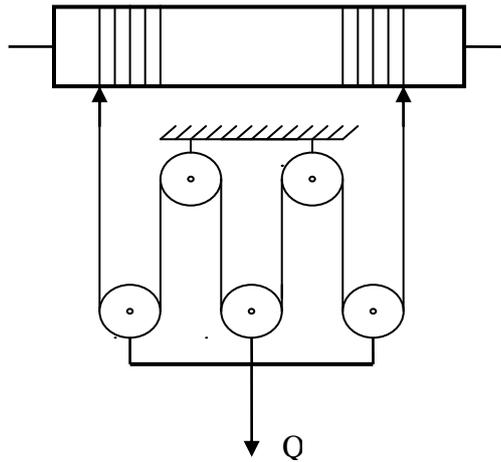
Вариант № 6.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 15 т (7,5 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 7 км/ч
3. Масса крана: 57 т
4. Скорость передвижения крана: 30 м/мин (0,42 м/с)
5. $\eta_1=0,78$; $\eta_2=0,69$; $\eta_{\text{п}}=0,912$; $\eta_{\text{мех}}=0,78$

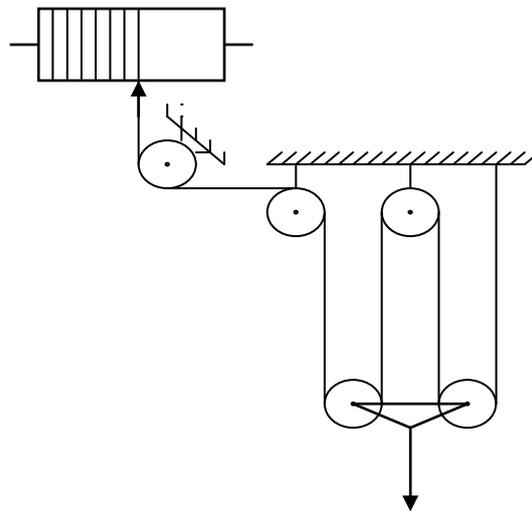
Вариант № 7.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 32 т (25 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 80 м/мин
3. Масса крана: 60 т
4. Скорость передвижения крана: 4,1 км/ч (55 м/мин)
5. $\eta_1=0,81$; $\eta_2=0,72$; $\eta_{II}=0,97$; $\eta_{\text{мех}}=0,93$

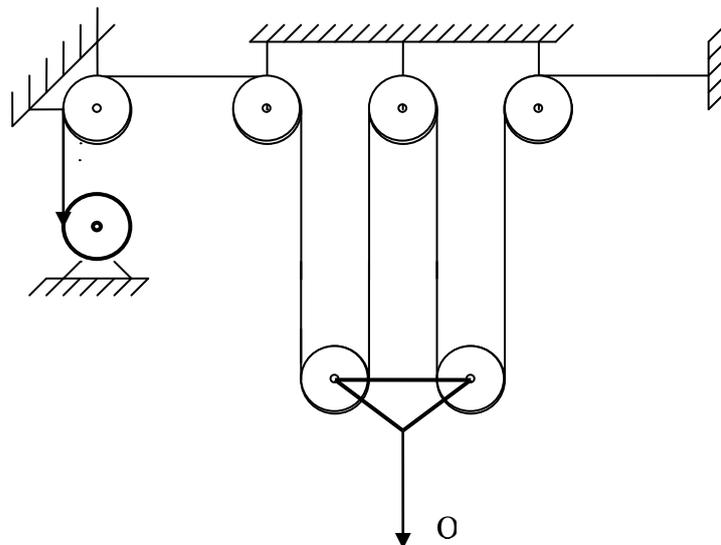
Вариант № 8.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 16 т (11 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 15 км/ч
3. Масса крана: 72 т
4. Скорость передвижения крана: 32 м/мин (1,5 км/ч)
5. $\eta_1=0,77$; $\eta_2=0,8$; $\eta_{II}=0,925$; $\eta_{\text{мех}}=0,90$

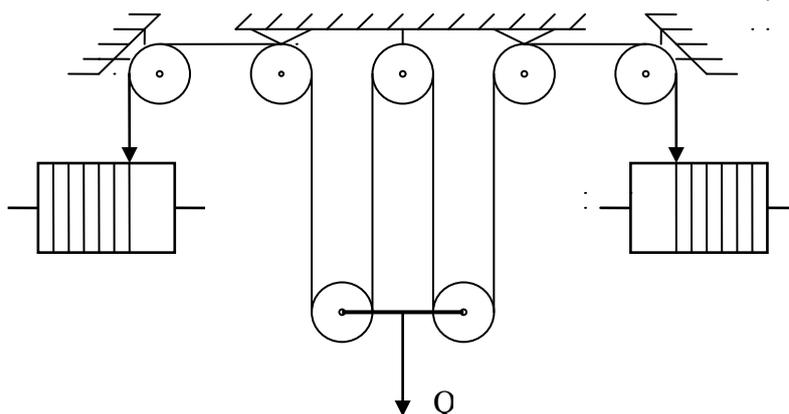
Вариант № 9.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 26,5 т (32 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 60 м/мин
3. Масса крана: 69 т
4. Скорость передвижения крана: 31 м/мин (5 км/ч)
5. $\eta_1=0,75$; $\eta_2=0,77$; $\eta_{\text{п}}=0,876$; $\eta_{\text{мех}}=0,925$

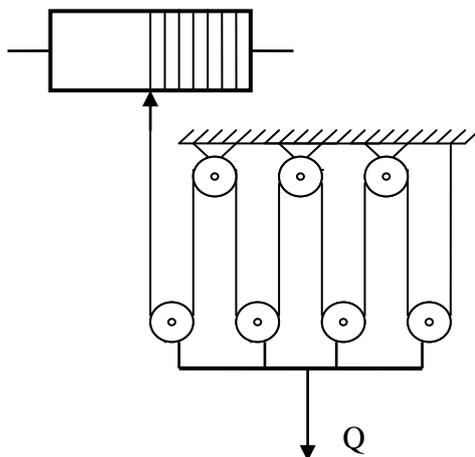
Вариант № 10.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 20 т (12,5 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 36 м/мин
3. Масса крана: 48 т
4. Скорость передвижения крана: 3,2 км/ч (40м/мин)
5. $\eta_1=0,8$; $\eta_2=0,77$; $\eta_{\text{п}}=0,897$; $\eta_{\text{мех}}=0,85$

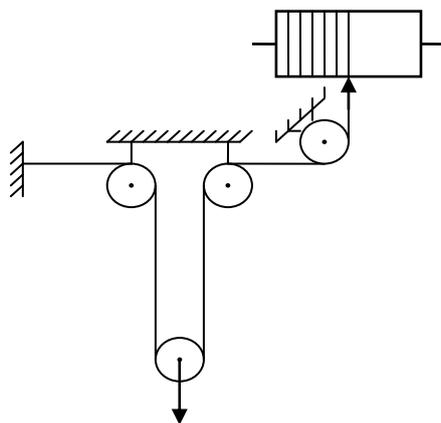
Вариант № 11.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 10 т (12,5 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 80 м/мин
3. Масса крана: 96 т
4. Скорость передвижения крана: 30 м/мин (45 м/мин)
5. $\eta_1=0,75$; $\eta_2=0,79$; $\eta_{\text{п}}=0,95$; $\eta_{\text{мех}}=0,88$

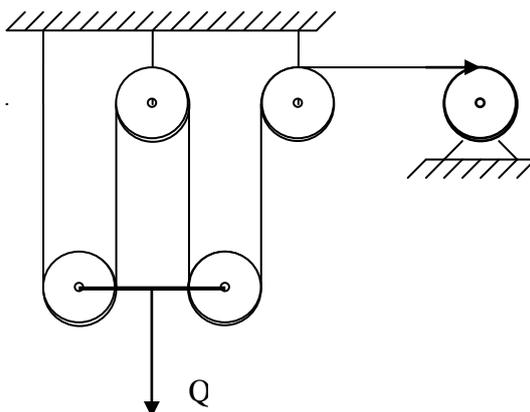
Вариант №12.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 10 т (12,5 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 47 м/мин
3. Масса крана: 64 т
4. Скорость передвижения крана: 2,2 км/ч (60 м/мин)
5. $\eta_1=0,8$; $\eta_2=0,75$; $\eta_{\text{п}}=0,924$; $\eta_{\text{мех}}=0,89$

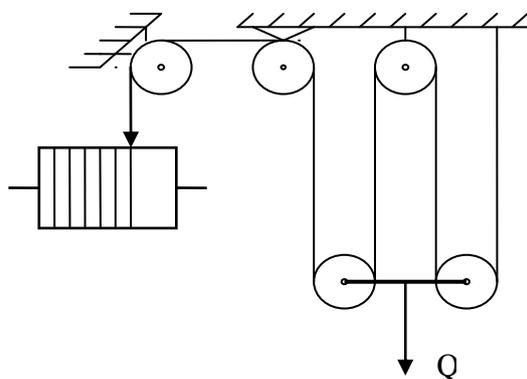
Вариант № 13.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 32 т (16 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 5,2 км/ч
3. Масса крана: 87 т
4. Скорость передвижения крана: 33 м/мин (1,4 км/ч)
5. $\eta_1=0,81$; $\eta_2=0,76$; $\eta_{\text{п}}=0,89$; $\eta_{\text{мех.}}=0,95$

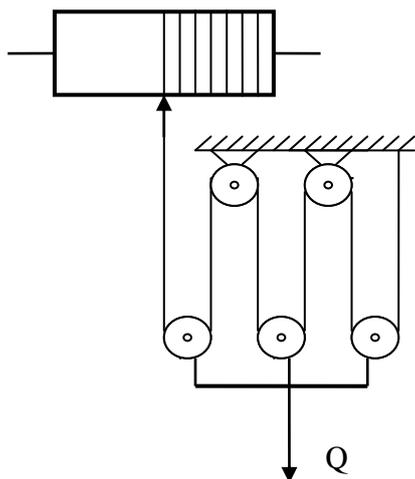
Вариант № 14.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 7,5 т (12,5 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 32 м/мин
3. Масса крана: 41 т
4. Скорость передвижения крана: 3,6 км/ч (42м/мин)
5. $\eta_1=0,8$; $\eta_2=0,77$; $\eta_{\text{п}}=0,897$; $\eta_{\text{мех.}}=0,97$

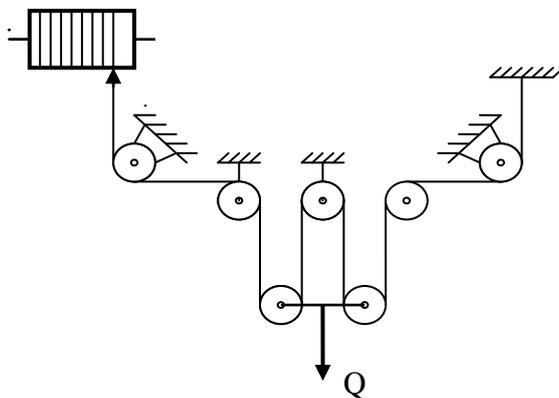
Вариант № 15.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 12 т (25 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 76 м/мин
3. Масса крана: 91 т
4. Скорость передвижения крана: 28 м/мин (43 м/мин)
5. $\eta_1=0,75$; $\eta_2=0,79$; $\eta_{п}=0,95$; $\eta_{мех.}=0,91$

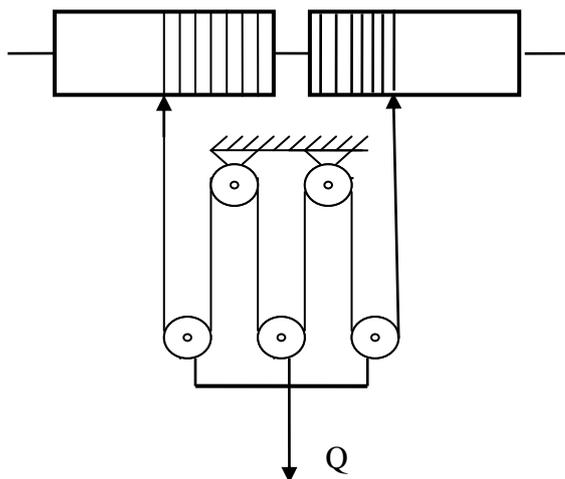
Вариант № 16.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 15 т (32 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 125 м/мин
3. Масса крана: 73 т
4. Скорость передвижения крана: 2,7 км/ч (0,38 м/с)
5. $\eta_1=0,8$; $\eta_2=0,75$; $\eta_{п}=0,935$; $\eta_{мех.}=0,87$

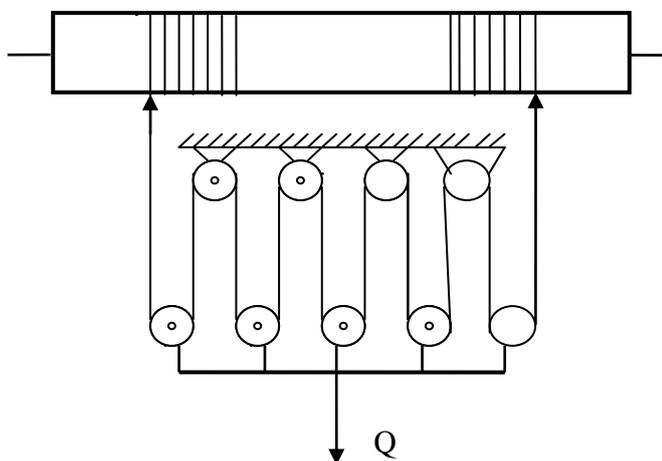
Вариант № 17.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 22 т (32 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 67 м/мин
3. Масса крана: 83 т
4. Скорость передвижения крана: 33 м/мин (4 км/ч)
5. $\eta_1=0,75$; $\eta_2=0,79$; $\eta_{\text{п}}=0,95$; $\eta_{\text{мех.}}=0,91$

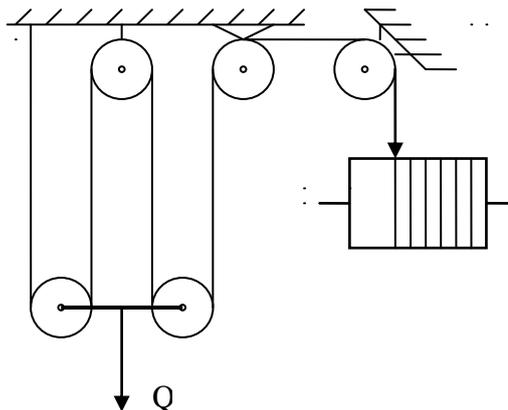
Вариант № 18.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 45 т (30 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 71 м/мин
3. Масса крана: 126 т
4. Скорость передвижения крана: 3 км/час (35 м/мин)
5. $\eta_1=0,75$; $\eta_2=0,79$; $\eta_{\text{п}}=0,95$; $\eta_{\text{мех.}}=0,88$

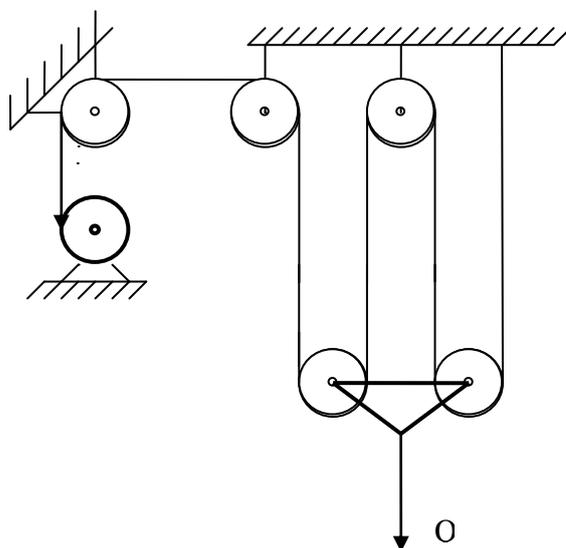
Вариант № 19.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 18 т (11,5 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 46 м/мин
3. Масса крана: 45 т
4. Скорость передвижения крана: 3,1 км/ч (49 м/мин)
5. $\eta_1=0,8$; $\eta_2=0,77$; $\eta_{\text{п}}=0,897$; $\eta_{\text{мех}}=0,85$

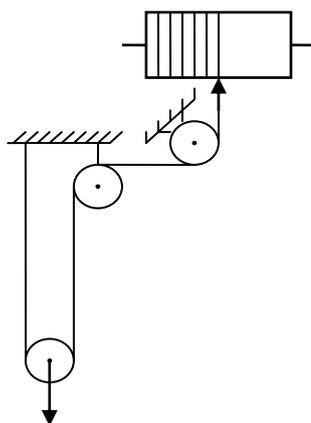
Вариант № 20.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 15,5 т (30 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 63 м/мин
3. Масса крана: 74 т
4. Скорость передвижения крана: 29 м/мин (4,5 км/ч)
5. $\eta_1=0,75$; $\eta_2=0,77$; $\eta_{\text{п}}=0,876$; $\eta_{\text{мех}}=0,925$

Вариант № 21.



Исходные данные:

1. Грузоподъемность крана: 5 т (10,5 т)
2. Скорость наматывания каната на барабан: 42 м/мин
3. Масса крана: 54 т
4. Скорость передвижения крана: 2,6 км/ч (57 м/мин)
5. $\eta_1=0,8$; $\eta_2=0,75$; $\eta_{\text{п}}=0,924$; $\eta_{\text{мех}}= 0,89$

Практическая работа № 7.

Тема: Резание и пиление древесины.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в умении производить расчеты при пилении и резании древесины с последующим анализом произведенных расчетов.

Содержание задания.

А. Резание элементарным резцом.

1. Определить усилие резания и мощность, необходимую для резания элементарным резцом.
2. Построить графики P_p и $N_p = f(h)$ для $h = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$ мм.

Б. Пиление цепной пилой.

3. Определить усилие резания и мощность, необходимую для поперечного пиления брёвен.
4. Определить производительность чистого пиления, m^2/c .

Исходные данные для практической работы помещены в табл. 2.1 и 2.2

Методические указания к выполнению практической работы № 7.

1. Определение усилия резания и мощности, необходимой для резания элементарным резцом.

Усилие резания в кН определяется по формуле

$$P_p = k \cdot b \cdot h,$$

где k – удельное сопротивление резанию, $кН/м^2$;

b – ширина стружки, м;

h – толщина стружки, м;

Значение удельного сопротивления резанию определяется по формуле

$$k = k_0 \cdot a_n \cdot a_w \cdot a_r \cdot a_p \cdot a_h,$$

где k_0 – основное удельное сопротивление резанию, $кН/м^2$;

a_n, a_w, a_r, a_p, a_h – коэффициенты, учитывающие соответственно породу, влажность, угол резания, степень затупления резца и толщину стружки.

Значения k_0 и коэффициентов берутся из приложения.

Мощность, необходимая для резания в кВт определяется по формуле

$$N_p = P_p \cdot v,$$

где v – скорость резания, м/с.

2. Построение графиков P_p и $N_p = f(h)$ для $h = 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$ мм.

По оси абсцисс (x) в масштабе отложить значения h . Оси ординат (y) две. По ним в масштабе откладываются соответственно усилия резания и мощность. Наносятся точки значений P_p и N_p , которые соединяются между собой.

3. Определение усилия резания и мощности, необходимых для поперечного пиления брёвен цепной пилой.

Усилие резания в кН определяется по формуле

$$P = k \cdot b \cdot H \cdot u/v,$$

где k – удельная работа резания, кДж/м³;

b – ширина пропила, м;

H – высота пропила, м;

u – скорость подачи, м/с;

v – скорость резания, м/с.

Среднее значение высоты пропила $H = 0,8d$ (d – диаметр распиливаемого бревна).

Для определения значения удельной работы резания необходимо знать величину подачи на один строгающий (режущий) зуб u_z , которая определяется по формуле

$$u_z = u \cdot t_{\text{стр}} / v,$$

где $t_{\text{стр}}$ – шаг одноимённых строгающих зубьев ($t_{\text{стр}} = 4t_3$; t_3 – шаг пильной цепи по заклёпкам).

Удельная работа резания определяется по формуле

$$k = k_0 \cdot a_{\text{п}} \cdot a_{\text{w}} \cdot a_{\text{р}},$$

где k_0 – основная удельная работа резания, кДж/м³;

$a_{\text{п}}, a_{\text{w}}, a_{\text{р}}$ – коэффициенты, учитывающие соответственно породу, влажность и степень затупления зубьев.

Значения $k_0, a_{\text{п}}, a_{\text{w}}, a_{\text{р}}$ берутся из приложения.

Мощность, необходимая для пиления в кВт, определяется по формуле

$$N = P \cdot v$$

4. Производительность чистого пиления определяется по формуле

$$\Pi_{\text{ч.п.}} = N / (k \cdot b)$$

Контрольные вопросы:

1. Виды резания древесины?
2. Какие факторы влияют на процесс резания древесины?
3. Как влияет толщина стружки на усилие и мощность резания?
4. Виды дереворежущего инструмента?

Исходные данные для практической работы № 7.

А. Резание элементарным резцом.

Показатели № варианта	Порода	Направление резания	Абсолютная влажность W, %	Число часов работы резца без заточки	Угол резания, град.	Скорость резания, м/с	Ширина стружки, мм
1	сосна	в торец	150	0	30	25	20
2	ель	в торец	130	1	40	20	30
3	ольха	продольное	120	2	45	25	40
4	осина	поперечное	100	3	50	10	50
5	берёза	в торец	80	4	55	16	60
6	лиственница	продольное	70	0	60	22	30
7	дуб	поперечное	60	1	30	24	40
8	липа	в торец	50	2	70	30	55
9	бук	продольное	15	3	65	35	45
10	ясень	поперечное	30	4	60	40	50
11	осина	в торец	45	0	35	33	35
12	пихта	продольное	55	2	40	28	25
13	сосна	поперечное	75	3	45	35	40
14	лиственница	в торец	90	1	50	25	25
15	осина	продольное	60	4	30	30	35

Таблица 2.2

Исходные данные для практической работы № 7.

Б. Пиление цепной пилой.

Показатели № варианта	Порода	Абсолютная влажность W, %	Скорость резания, м/с	Скорость подачи, м/с	Марка пильной цепи	Число часов работы пилы без заточки	Диаметр бревна, см
1	ель	90	10	0,03	ПЦП-15М	0	28
2	сосна	70	12	0,04	ПЦУ-10,26	1	30
3	ясень	150	13,5	0,05	ПЦУ-20	2	34
4	дуб	30	8	0,06	ПЦУ-30	3	44
5	липа	60	15	0,05	ПЦУ-9,3	4	24
6	берёза	40	10	0,04	ПЦУ-8,25	0	18
7	лиственница	120	9	0,04	ПЦУ-10,26	4	26
8	бук	80	11	0,06	ПЦП-15М	3	32
9	осина	15	12,5	0,07	ПЦУ-20	2	36
10	ель	50	13	0,05	ПЦУ-30	1	42
11	пихта	100	12	0,025	ПЦУ-9,3	0	46
12	ясень	75	10,5	0,03	ПЦУ-10,26	4	24
13	лиственница	90	13,5	0,022	ПЦУ-8,25	2	30
14	береза	60	8,5	0,028	ПЦП-15М	1	28
15	ель	80	14,6	0,051	ПЦУ-30	3	44

Практическая работа № 8.

Тема: Расчёт усилия и мощности резания раскрывочных установок.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в умении производить расчеты усилия и мощности резания раскрывочных установок с последующим анализом произведенных расчетов.

Содержание задания.

1. Рассчитать усилие резания круглопильной раскрывочной установки.
2. Рассчитать мощность резания круглопильной раскрывочной установки.
3. Сделать вывод: как влияет количество зубьев и скорость резания пилы на усилие и мощность резания.

Исходные данные для практической работы помещены в табл.3.

Методические указания к выполнению практической работы № 8.

1. Определение усилия резания круглопильной раскрывочной установки.

Усилие резания в Н определяется по формуле

$$P = k \cdot b \cdot H \cdot u / v,$$

где k – удельное сопротивление резанию, Н/мм²

b – ширина пропила, мм

H – высота пропила, мм

u – скорость надвигания пильного диска на хлыст, м/с

v – скорость резания, м/с.

Среднее значение высоты пропила $H = 0,8d$ (d – диаметр хлыста в месте распила).

Скорость резания определяется по формуле

$$v = \pi D n,$$

где D – диаметр пилы, м

n – частота вращения, с⁻¹

Подача на один зуб пилы u_z в метрах определяется по формуле

$$u_z = u / (nz),$$

где z – число зубьев пилы

Удельное сопротивление резанию k определяется по формуле

$$k = k_0 \cdot a_n \cdot a_w \cdot a_p \cdot a_t,$$

где k_0 – основное удельное сопротивление резанию, Н/мм²

a_n, a_w, a_p, a_t – коэффициенты, учитывающие соответственно породу, влажность, степень затупления зубьев и температуру древесины

Значения k_0, a_n, a_w, a_p, a_t берутся из приложения.

2. Определение мощности резания круглопильной раскрывочной установки.

Мощности резания в Вт определяется по формуле

$$N_p = P \cdot v$$

Контрольные вопросы:

1. Виды оборудования для раскряжёвки древесины?
2. Из каких основных частей состоят однопильные круглопильные раскряжёвочные установки?
3. Что такое слешерные и триммерные раскряжёвочные установки и их основные части?

Таблица 3.

Исходные данные для практической работы № 8

Вариант	Показатели										
	Диаметр хлыста, см	Скорость резания, м/с	Обороты пилы, об/мин	Число зубьев пилы	Диаметр пилы, м	Подача на 1 зуб пилы, мм	Ширина пропила, мм	Порода	Влажность, %	Время работы пилы, ч	Температура древесины, °С
1	46	55 (30)	-	96 (138)	1,8	0,6	1,5	Сосна	15	2	-20
2	24	-	1100 (850)	112 (72)	1,2	0,2	5,0	Ольха	100	1	0
3	50	60 (50)	-	126 (92)	1,5	1,0	2,5	Берёза	70	0	+15
4	40	-	725 (1000)	76 (126)	0,9	0,8	3,5	Бук	85	6	-10
5	36	75 (60)	-	126 (96)	1,5	0,4	4,0	Ель	30	5	+25
6	30	-	1200 (900)	112 (142)	1,3	0,1	1,5	Дуб	25	4	-15
7	44	50 (70)	-	106 (76)	1,1	0,3	5,0	Липа	110	3	-5
8	28	-	1250 (875)	72 (106)	0,8	0,8	2,5	Лиственница	60	2	+30
9	38	70 (45)	-	106 (136)	1,1	1,0	5,0	Ясень	90	1	+10
10	42	-	950 (1175)	96 (152)	1,8	0,6	3,5	Осина	50	0	+20
11	26	50 (72)	-	92 (112)	1,2	0,72	4,0	Ель	75	5	-15
12	32	-	1150 (825)	88 (109)	1,4	0,55	1,5	Береза	50	2	+5
13	38	75 (62)	-	120 (98)	1,0	0,46	2,5	Сосна	80	6	-30
14	24	-	925 (1175)	90 (110)	1,3	0,38	5,0	Осина	95	3	+15
15	40	52 (71)	-	124 (87)	1,6	0,64	3,5	Дуб	40	1	+25

Практическая работа № 9.

Тема: Расчёт усилия и мощности резания лесопильных рам.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в умении производить расчеты усилия мощности резания лесопильных рам с последующим анализом произведенных расчетов.

Содержание задания.

1. Рассчитать усилие резания лесопильных рам.
2. Рассчитать мощность резания лесопильных рам.
3. Сделать вывод: как влияют обороты кривошипа, подача на один оборот кривошипа и количество пил в поставе на усилие и мощность резания лесопильных рам.

Исходные данные для практической работы помещены в табл.4.

Методические указания к выполнению практической работы № 9.

1. Определение усилия резания лесопильной рамы.

Усилие резания в Н определяется по формуле

$$P = k \cdot b \cdot z \cdot H \cdot u_n / v,$$

где k – удельное сопротивление резанию, Н/мм² ($k = 80$ Н/мм²);

b – ширина пропила, мм ($b = 4$ мм);

H – высота пропила, мм

u_n – скорость надвигания бревна на пилы, м/с

v – скорость резания, м/с;

z – число пил в раме

Среднее значение высоты пропила $H = 0,8d$ (d – диаметр бревна посередине его длины).

Скорость надвигания бревна на пилы определяется по формуле

$$u_n = \delta \cdot n,$$

где δ – подача за 1 оборот кривошипа (посылка), м;

n – частота вращения кривошипа (обороты), с⁻¹

Скорость резания определяется по формуле

$$v = 2L_x \cdot n,$$

где L_x – ход пильной рамки, м .

2. Определение мощности резания лесопильных рам.

Мощность резания лесопильных рам в кВт определяется по формуле

$$N_p = P \cdot v / (1000 \cdot \eta),$$

где η – к.п.д. лесопильных рам.

Контрольные вопросы:

1. Виды оборудования для продольного пиления древесины?
2. Типы лесопильных рам?
3. Маркировка лесопильных рам?
4. Основные части лесопильных рам?

Таблица 4.

Исходные данные для практической работы № 9

Варианты / Показатели	Лесопильная рама	Посылка, мм	Обороты кривошипа рамы, об/мин.	Число пил в поставе	КПД лесопильной рамы	Средний диаметр распиливаемого бревна, см
1	P63-4Б	6,2 (7,5)	270 (240)	8 (10)	0,9	30
2	PT-40	3,3 (5,6)	500 (600)	14 (10)	0,88	15
3	2P75-1	8,1 (4,0)	325 (290)	12 (9)	0,91	38
4	P80	9,5 (6,1)	250 (280)	10 (8)	0,89	40
5	2P100	5,7 (9,4)	270 (300)	11 (14)	0,86	46
6	PK-1	4,3 (6,6)	265 (240)	6 (8)	0,92	32
7	PT-40	2,2 (8,0)	600 (500)	18 (12)	0,85	18
8	2P50	7,5 (15,3)	360 (300)	10 (8)	0,915	26
9	2P75	9,1 (11,9)	300 (345)	14 (11)	0,82	44
10	P63-4Б	6,8 (9,7)	220 (260)	9 (12)	0,86	36
11	P80	10,5 (6,3)	250 (280)	6 (10)	0,84	42
12	2P100	14,1 (9,8)	300 (255)	12 (10)	0,895	48
13	PK-1	4,5 (7,3)	275 (230)	7 (11)	0,79	34
14	2P50	3,9 (6,8)	255 (290)	8 (10)	0,81	24
15	P63-4Б	8,4 (5,2)	305 (265)	12 (9)	0,77	28

Практическая работа № 10.

Тема: Расчет мощности роторных окорочных станков.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в умении производить расчеты основных параметров роторных окорочных станков с последующим анализом произведенных расчетов.

Содержание задания.

1. Рассчитать мощность, затрачиваемую на окорку.
2. Сделать вывод: как влияют обороты ротора, диаметр окариваемого бревна и радиус заточки рабочей кромки короснимателя на мощность, затрачиваемую на окорку.

Исходные данные для практической работы помещены в табл.5.2.

Методические указания к выполнению практической работы № 10.

1. Мощность (кВт), затрачиваемая на окорку, определяется по формуле:

$$N = P_x \cdot v \cdot z / (1000 \cdot \eta),$$

где P_x – касательная сила окорки, Н;

v – скорость окорки, м/с;

z – число короснимателей в роторе станка;

η – к.п.д. привода ротора, ($\eta = 0,9$)

2. Значение v находится по формуле:

$$v = \sqrt{v_0^2 + u^2},$$

где v_0 – скорость рабочей кромки короснимателя, м/с;

u – скорость подачи бревна, м/с.

В связи с тем, что скорость вращения короснимателя (скорость окорки) во много раз превышает скорость подачи бревна, для практических расчетов принято считать, что $v \approx v_0$, тогда

$$v = \pi \cdot d \cdot n,$$

где d – диаметр окариваемого бревна, м;

n – частота вращения ротора станка, s^{-1} .

3. Касательная сила P_x (в Н) определяется по формуле:

$$P_x = K \cdot b,$$

где K – удельная сила окорки, Н/м;

b – ширина стружки, срезаемой короснимателем, м.

Значение K зависит от ширины стружки b (мм), радиуса заточки рабочей кромки короснимателя r (мм), усилия прижима короснимателя P_y (кН), абсолютной влажности древесины W (%) и времени года.

Таблица 5.1.

Значения величины К.

Порода	Время года	Удельная сила окорки К, кН/м
Ель	Лето	$K = 17 \cdot r + [(130 + 0,05 \cdot (P_y/r) - 0,32 \cdot W)/b]$
Ель	Зима	$K = 17,3 \cdot r + [(48,7 + 13,1 \cdot r)/b]$
Береза	Лето	$K = 95 \cdot r + [(0,6 + 15,5 \cdot r)/b]$
Осина	Лето	$K = 33 \cdot r + [(0,4 + 15,5 \cdot r)/b]$
Сосна	Лето, зима	$K = (0,7-0,8) K_{\text{(для ели)}}$

Контрольные вопросы:

1. Назначение окорки лесоматериалов?
2. Виды оборудования для окорки лесоматериалов?
3. Основные части роторного окорочного станка?

Таблица 5.2.

Исходные данные для практической работы № 10

Варианты	Показатели	Порода	Диаметр бревна, см	Время года	Обороты ротора станка, об/мин	Количество короснимателей	Радиус заготовки короснимателя, мм	Ширина стружки, мм	Абсолютная влажность, %	Усилие прижима короснимателя, кН
1	ель	ель	20 (30)	лето	200 (250)	6	0,75 (1,5)	12	60	0,7
2	береза	береза	26 (18)	лето	270 (220)	5	0,85 (1,25)	15	55	1,0
3	осина	осина	32 (40)	лето	250 (300)	7	1,2 (2,0)	20	70	1,1
4	сосна	сосна	36 (26)	зима	210 (280)	5	1,0 (1,75)	22	80	1,3
5	ель	ель	22 (34)	зима	180 (230)	6	0,5 (1,1)	14	75	0,8
6	береза	береза	28 (16)	лето	175 (240)	5	0,9 (1,7)	25	40	0,9
7	сосна	сосна	46 (38)	лето	190 (260)	7	0,6 (1,15)	18	50	0,6
8	осина	осина	24 (42)	лето	300 (225)	6	1,2 (0,5)	28	60	1,4
9	ель	ель	18 (32)	лето	270 (190)	7	2,0 (1,0)	15	55	0,9
10	береза	береза	22 (30)	лето	210 (290)	6	1,3 (0,6)	30	90	1,0
11	осина	осина	28 (36)	лето	300 (220)	5	0,7 (2,0)	40	80	1,2
12	сосна	сосна	50 (40)	зима	275 (200)	6	0,5 (1,9)	36	70	0,8
13	ель	ель	34 (46)	зима	215 (280)	5	0,65 (1,3)	16	45	0,9
14	береза	береза	32 (22)	лето	250 (175)	7	1,4 (0,7)	22	50	1,1
15	осина	осина	38 (24)	лето	290 (190)	6	1,5 (0,5)	35	85	1,4

Практическая работа № 11.

Тема: Расчет пневмотранспортных установок

Цель работы: Закрепление теоретических знаний в умении производить расчеты пневмотранспортных установок с последующим анализом произведенных расчетов.

Содержание задания.

1. Произвести расчет низконапорной пневмотранспортной установки и подобрать тип воздуходувной машины.
2. Произвести расчет средненапорной пневмотранспортной установки и подобрать тип воздуходувной машины.
3. Сделать вывод: как влияет длина транспортного трубопровода пневмотранспортной установки на мощность двигателя воздуходувной машины.

Исходные данные для практической работы помещены в табл.6.2.

Методические указания к выполнению практической работы № 11.

1. Секундный весовой расход щепы (кг/с) определяется по формуле:

$$G_M = Q_{щ} \cdot \gamma_{щ} \cdot m / 3600,$$

где $Q_{щ}$ – средняя часовая производительность по щепе, м³/ч;

$\gamma_{щ}$ – объемный вес щепы, кг/м³;

m – коэффициент неравномерности подачи щепы в пневмотранспортную установку;

$m = 1,15 \dots 1,5$

2. Секундный расход воздуха (м³/с) определяется по формуле:

$$Q = G_M / (\gamma_v \cdot \mu),$$

где γ_v – удельный вес атмосферного воздуха, $\gamma_v = 1,2$;

μ – весовая концентрация аэрозольной смеси;

3. Весовой расход воздуха (кг/с) определяется по формуле:

$$G = Q \cdot \gamma_v$$

4. Диаметр нагнетательного трубопровода определяется по формуле:

$$D = \sqrt{(4Q \cdot \gamma_v) / (\pi \cdot v \cdot \gamma_n)},$$

где v – средняя скорость течения воздушного потока, м/с;

γ_n – удельный вес воздуха в начале нагнетательного трубопровода, кг/м³;

для низконапорных установок $\gamma_v = \gamma_n$;

для средненапорных установок $\gamma_n = P'_{тр} / (R \cdot T)$,

где $P'_{тр}$ – абсолютное давление воздуха в начале нагнетательного трубопровода, кг/м²;

R – газовая постоянная, кгм/кг·град; для сухого воздуха $R = 29,27$;

T – абсолютная температура воздуха, °К;

5. Потери во всасывающем трубопроводе (кг/м²) определяются по формуле:

а). для низконапорных установок

$$P_{вс} = \xi_{в} \cdot (\gamma_v \cdot v^2 / 2g) + \xi_{ш} \cdot (\gamma_v \cdot v^2 / 2g) + \xi_{к} \cdot (\gamma_v \cdot v^2 / 2g) + (\lambda \cdot L_{в} / D_{вс}) \cdot (\gamma_v \cdot v^2 / 2g),$$

где $\xi_{в}$, $\xi_{ш}$, $\xi_{к}$ – коэффициенты местных сопротивлений соответственно входного диффузора, шиберной заслонки и сварного колена, ($\xi_{в} = 0,4$; $\xi_{ш} = 0,44$; $\xi_{к} = 0,12$);

v_v – скорость воздуха во всасывающем трубопроводе, м/с;

L_v – длина всасывающего трубопровода, м;

$D_{вс}$ – диаметр всасывающего трубопровода, м; $D_{вс} = 1,5 \dots 2 D$

λ – коэффициент сопротивления трубопровода;

б). для средненапорных установок

$$P_{вс} = \xi_{вх} \cdot (\gamma_B \cdot v_B^2 / 2g) + \xi_{ду} \cdot (\gamma_B \cdot v_B^2 / 2g) + \xi_{к} \cdot (\gamma_B \cdot v_B^2 / 2g) + (\lambda \cdot L_B / D_{вс}) \cdot (\gamma_B \cdot v_B^2 / 2g),$$

где $\xi_{вх}$, $\xi_{ду}$, $\xi_{к}$ - коэффициенты местных сопротивлений соответственно входного участка, дроссельного участка и колена, ($\xi_{вх} = 0,3$; $\xi_{ду} = 0,4$; $\xi_{к} = 0,12$).

6. Скорость воздушного потока во всасывающем трубопроводе определяется по формуле:

$$v_B = Q/F,$$

где F – площадь сечения всасывающего трубопровода, m^2 ;

7. Для определения λ необходимо вычислить число Рейнольдса и относительную шероховатость трубопровода по формулам:

$$Re_{вс} = v_B \cdot D_{вс} / \nu,$$

где ν - коэффициент кинематической вязкости, m^2/c ; ($\nu = 15 \cdot 10^{-6}$)

$$\bar{\Delta} = \Delta / D_{вс},$$

где Δ - абсолютная шероховатость трубопровода, m ;

8. Границы различных режимов течения воздуха определяются по формулам:

$$Re' = 23 / \bar{\Delta}$$

$$Re'' = 560 / \bar{\Delta}$$

При верности расчетов должно соблюдаться требование: $Re' < Re_{вс} < Re''$.

Если оно соблюдается, тогда λ определяется по формуле:

$$\lambda = 0,1 \cdot (1,46 \cdot \bar{\Delta} + (100 / Re_{вс}))^{0,25}$$

9. Потери давления в нагнетательном транспортном трубопроводе определяются по формуле:

$$P_{тр} = ((\lambda \cdot L \cdot \gamma_B \cdot v^2) / (D \cdot 2g)) \cdot (1 + K \cdot \mu),$$

где L – длина нагнетательного транспортного трубопровода, m ;

K – коэффициент, учитывающий различность древесных частиц, $K = 0,55$;

Коэффициент сопротивления трубопровода λ определяется аналогично по формулам из п.7 и 8.

10. Потери давления на придание кинетической энергии аэрозмеси определяются по формуле:

$$P_{кз} = (\gamma_H \cdot v^2 / 2g) \cdot (1 + 0,64\mu)$$

11. Потери давления воздуха при его протекании через приемный патрубок шлюзового питателя определяются по формуле:

$$P_{зy} = (\xi_{зy} \cdot \gamma_H \cdot v^2) / 2g,$$

где $\xi_{зy}$ – коэффициент сопротивления загрузочного устройства (для низконапорных установок

$\xi_{зy} = 0,45$, для средненапорных $\xi_{зy} = 0,55$).

12. Потери давления воздуха в колене-повороте определяются по формуле:

$$P_k = (\xi_k \cdot \gamma_H \cdot v^2 / 2g) \cdot (1 + K' \cdot \mu),$$

где ξ_k – коэффициент сопротивления колена (для низконапорных установок $\xi_k = 0,07$,

для средненапорных $\xi_k = 0,1$);

K' – коэффициент колена ($K' = 1,8$).

13. Потери давления на выходе из трубопровода определяются по формуле:

$$P_b = (\xi \cdot \gamma_H \cdot v^2) / 2g,$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления дефлектора (для низконапорных установок

$\xi = 1$, для средненапорных $\xi = 1,3$);

14. Потери давления на подъем аэросмеси определяются по формуле:

15

$$P_{па} = (1 + (\mu \cdot v / v_{ч})) \cdot \gamma \cdot H,$$

где $v_{ч}$ – скорость движения древесных частиц, м/с; скорость движения древесных частиц определяется как разность между скоростью течения воздуха и скоростью витания древесных частиц (скорость витания древесных частиц составляет 9 м/с);

H – высота подъема аэросмеси, м;

15. Определение общего давления в нагнетательном трубопроводе производится по формуле:

$$P_{нт} = P_{тр} + P_{кэ} + P_{з\gamma} + P_k + P_b + P_{па}$$

16. Параметры воздуходувной машины по давлению воздуха определяются по формуле:

$$P = C \cdot (P_{вс} + P_{нт}),$$

где C – коэффициент запаса ($C = 1,1$)

17. Параметры воздуходувной машины по расходу воздуха определяются по формулам:

а). секундный расход воздуха с учетом потерь через питатель:

$$Q' = m_1 \cdot Q,$$

где m_1 – коэффициент, учитывающий потери сжатого воздуха через загрузочное устройство;

$$(m_1 = 1,05 \dots 1,08)$$

б). часовой расход воздуха :

$$Q_{ч} = 3600 \cdot Q'$$

18. Необходимая потребляемая мощность для обеспечения требуемого давления и расхода воздуха при приводе через клиноременную передачу определяется по формуле:

$$N = (z \cdot Q' \cdot P) / (102 \cdot \eta_m \cdot \eta_{пр}),$$

где z – коэффициент запаса электродвигателя ($z = 1,1 \dots 1,2$);

η_m – к.п.д. воздуходувной машины;

$\eta_{пр}$ – к.п.д. привода воздуходувной машины.

В соответствии с расчетными данными по каталогу воздуходушных машин подбираются центробежный вентилятор и электродвигатель.

Таблица 6.1

Характеристика воздуходушных машин.

Тип машины	Объемная производительность, отнесенная к условиям всасывания, м ³ /мин	Конечное давление, кг/м ³	Тип электродвигателя	Номинальная мощность, кВт	Обороты электродвигателя, об/мин
К 500-61-1	525	9,0	СТМ-3550-2	3500	3000
К 250-61-1	250	9,0	СТМ-1500-2	1750	3000
1100-11-2	1100	1400	КАМО-350-2	350	2970
1100-12-2	1000	920	КАМО-350-2	350	2970
Э1050-11-2	1100	2150	АТД-630	630	2975
Э1050-12-2	1100	2530	АТД-630	630	2975
Э1050-13-2	1100	3100	АТД-630	630	2975
750-23-4	750	1,65	ДСП-116/49-4	1300	1500
700-11-1м	700	2460	КАМО-350-2	400	2970
700-12-1м	700	2120	КАМО-350-2	350	2970
700-13-1м	700	2900	КАМО-350-2	450	2970
670-24-1	670	20	СТМ-1500-2	1500	3000
670-24-1	700	2,2	СТМ-1500-2	1500	3000
400-12-2м	415	1800	А-103-2	250	2965
360-22-2	270	1,75	КАМО-350-2	400	2970
360-22-1	310	2,4	АТД-800	800	2980
Э325-11-1	325	4600	А-114-2М	400	2970
Э325-11-2	325	2800	А-113-2М	320	2970
Э325-11-3	285	1400	А-113-2М	320	2970
Э325-11-4	264	2100	А-113-2М	320	2970
Э210-11-1	210	1,1	АМ-82-2	42	2900
Э210-11-2	210	1,1	АМ-82-2	42	2900
Э200-31-1	200	3,0	АТД-630	630	2975
Э140-21-1	140	2,1	А-113-2	320	2970
101-11-2м	100	2150	МА-146-1/4	68	1480
Э75-12-1	75	870	АМ-71-2	19	2910
Э70-31-2	70	2,8	А-130-2	250	2965
50-21-1	50	1200	АМ-72-2	25	2925
Э35-12	50	600	А-52-2	10	2890
ЭВМ-1	416	19	АО-83-12/6	12,5	480
	832	75		20	970
ЭВК-2	140	100	АМ-111-8/6/4	12,5	730
	700	370		62,5	985
	883	560		83,5	1485
ЭВК-3	133	100	АМ-111-8/6/4	12,5	730
	450	340		62,5	985
	500	445		83,5	1485

Таблица 6.2

Исходные данные для выполнения практической работы № 11.

Показатели Вариант	Вид установки	Объемный вес щепы, т/м ³	Длина всасы- вающего тру- бопровода, м	Весовая кон- центрация аэросмеси	Скорость во- здуха в нагн. трубопроводе м/с	Абсолютная шероховато- сть труб., мм	Абсолютн. дав- ление в начале нагн. труб., кг/м ²	кпд воздухоув. машины	Высота подъема аэросмеси, м	кпд привода воздуход. маш.	Длина транспо- ртного труб., м
1	н.н.	0,85	5,5	1,5	25	0,08	–	0,64	8	0,95	70
	с.н.	0,83	6,0	2,1	31	0,09	11325	0,60	10	0,91	300
2	н.н.	0,76	4,25	1,75	28	0,04	–	0,67	9	0,89	85
	с.н.	0,81	5,25	3,0	33	0,03	12056	0,7	13	0,88	325
3	н.н.	0,82	4,0	1,87	24	0,05	–	0,71	8,5	0,90	74
	с.н.	0,77	6,0	2,5	27	0,08	14542	0,82	9,5	0,94	295
4	н.н.	0,69	4,25	1,6	30	0,06	–	0,59	9,2	0,91	65
	с.н.	0,75	5,5	4,2	32	0,07	11480	0,62	10	0,97	305
5	н.н.	0,74	5,25	3,2	25	0,05	–	0,64	8,6	0,87	75
	с.н.	0,83	5,15	2,9	30	0,08	13144	0,70	11	0,92	290
6	н.н.	0,86	6,0	1,85	30	0,09	–	0,76	7,5	0,94	80
	с.н.	0,70	5,75	3,3	35	0,04	11961	0,71	9,6	0,92	350
7	н.н.	0,74	4,15	2,6	26	0,07	–	0,66	8	0,95	73
	с.н.	0,80	5,15	3,0	28	0,08	12789	0,69	10	0,90	330
8	н.н.	0,88	4,5	3,65	25	0,05	–	0,59	9	0,89	70
	с.н.	0,75	5,5	3,9	29	0,06	10985	0,62	9,5	0,96	310
9	н.н.	0,71	5,0	1,55	31	0,1	–	0,63	7,5	0,88	80
	с.н.	0,68	6,25	2,05	33	0,08	14058	0,68	8,8	0,90	275
10	н.н.	0,82	5,0	1,95	25	0,1	–	0,80	7	0,94	76
	с.н.	0,72	5,5	2,24	27	0,07	13164	0,82	10	0,92	305
11	н.н.	0,83	4,75	3,4	26	0,09	–	0,75	9,5	0,90	77
	с.н.	0,79	5,0	3,85	30	0,05	11874	0,71	12	0,89	340
12	н.н.	0,78	4,0	1,52	29	0,06	–	0,60	8,4	0,91	82
	с.н.	0,74	5,0	2,09	33	0,08	12036	0,74	9,7	0,95	350
13	н.н.	0,78	5,0	1,92	26	0,04	–	0,65	8	0,92	90
	с.н.	0,73	6,0	2,66	32	0,09	10912	0,69	11	0,96	330

Приложения

Таблица 1.

Значения коэффициента $a_{\text{п}}$

порода	$a_{\text{п}}$	порода	$a_{\text{п}}$
липа	0,80	лиственница	1,10
осина	0,85	берёза	1,25
ель	0,90	бук	1,4
сосна	1,00	дуб	1,55
ольха	1,05	ясень	1,75

Таблица 2.

Значения коэффициента a_{w}

Абсолютная влажность, %	a_{w}		Абсолютная влажность, %	a_{w}	
	резание	пиление		резание	пиление
8-10	1,10	0,9	55-75	0,9	1,1
15-20	1,0	1,0	80-150	0,85	1,15
25-50	0,95	1,05	150 и >	0,8	1,2

Таблица 3.

Значения коэффициента a_{r}

Направление резания	Значения коэффициента a_{r} при угле резания, град.										
	30	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Поперечное	0,9	1,0	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,22	1,26	1,3
Продольное	0,7	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	2,8	-
В торец	0,6	1,0	1,15	1,3	1,45	1,7	2,0	2,4	2,8	-	-

Таблица 4.

Значения коэффициента a_p

Время работы после заточки, ч	a_p	Время работы после заточки, ч	a_p
0	1,0	4	1,5
1	1,2	5	1,6
2	1,3	6	1,7
3	1,4		

Таблица 5.

Значения коэффициента a_h

Класс пород	Значения коэффициента a_h при толщине стружки, мм													
	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,15	0,1	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Мягкие	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7	1,8	2,2	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6	4,2
Твёрдые	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7	2,0	2,5	3,0	3,5	3,9	4,4	5,1	7,0

Таблица 6.

Значения коэффициента a_T

Температура, °С	- 20	-10	0	+10	+20	+30
a_T	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9

Таблица 7.

Значения удельного сопротивления резанию k_o при резании сосны острым резцом, угле резания 45° , толщине стружки 1 мм, влажности древесины 15% и скорости резания 50-60 м/с.

Направление резания	k_o , МН/м ²
В торец	19,6 - 24,5
Продольное	6,9 - 9,8
Поперечное	4,9

Таблица 8.

Основная удельная работа резания k_0 при поперечной распиловке воздушносухой сосны острыми пильными цепями

Ширина пропила b , мм	Основная удельная работа резания k_0 , МДж/м ³ , при подаче на один зуб u_z , мм					
	1,0	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1
8	13,0	16,6	19,6	20,6	22,5	29,3
12	11,6	13,0	16,6	17,6	19,6	25,4
18	10,2	11,6	13,6	15,2	17,6	21,5
25	9,4	10,2	11,6	13,6	15,2	19,6

Таблица 9.

Значения основного удельного сопротивления резанию k_0 при поперечной распиловке воздушносухой сосны острыми круглыми пилами

Ширина пропила, мм	Удельное сопротивление резанию k_0 , Н/мм ² , при подаче на 1 зуб, мм						
	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1
1,5	69	74	79	81	82	83	90
2,5	51	55	59	61	64	67	75
3,5	41	44	46	49	50	52	61
5,0	24	27	30	32	33	35	45

Список литературы

Основная:

1. Котиков В.М. Лесозаготовительные и трелевочные машины: Учебник для нач. проф. образования / В.М. Котиков, Н.С. Еремеев, А.В. Ерхов; Под ред. В.М. Котикова. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. –336 с.

Дополнительная:

1. Зинин В.Ф. Технология и механизация лесохозяйственных работ. - М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.

2. Винокуров В.Н. Системы машин в лесном хозяйстве.- М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.

3. Возный В.П. Лесозаготовительные и трелевочные машины.- М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 205 с.

4. Миронов Е.И. Машины и оборудование лесозаготовок: Справочник – М.: Академия, 2014.

Интернет-ресурсы:

1. Интернет ресурс «ru.wikipedia.org/wiki/» - Википедия свободная энциклопедия.

2. Интернет-ресурс «studopedia.ru» - Студопедия – Ваша школопедия. Форма доступа: <https://studopedia.ru/>