

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Кафедра автомобильных дорог

ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине
«Дорожные машины и производственная база строительства»

Составитель
А. В. ВИХРЕВ



Владимир 2011

УДК 625.08
ББК 39.311-06-5
Д 69

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент
зав. кафедрой автомобильных дорог
Владимирского государственного университета
Э. Ф. Семёхин

Печатается по решению редакционного совета
Владимирского государственного университета

Дорожные машины и производственное оборудование :
Д69 метод. указания к лаб. работам по дисциплине «Дорожные ма-
шины и производственная база строительства» / Владим. гос.
ун-т ; сост. А. В. Вихрев. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-
та, 2011. – 39 с.

Содержат общие положения и методики определения расчетных характери-
стик дорожно-строительных машин и механизмов.

Предназначены для студентов 3-го курса специальности 270205 – автомо-
бильные дороги и аэродромы заочной формы обучения.

Рекомендованы для формирования профессиональных компетенций в соот-
ветствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 8. Табл. 16. Библиогр.: 6 назв.

УДК 625.8
ББК 39.311-06-5

ВВЕДЕНИЕ

В лабораторных работах рассмотрены основные приемы определения расчетных характеристик наиболее распространенных дорожно-строительных машин и механизмов.

Цель работ – выполнить необходимые расчеты и определить технологические параметры работы предложенных дорожно-строительных машин и механизмов.

Все необходимые данные для выполнения работ указаны в заданиях для каждого лабораторного занятия.

Приступая к работам, студент должен ясно представлять конкретный результат, теоретическую и практическую значимость принимаемых в лабораторных работах решений. Лабораторные работы выполняются на основании специальных заданий, выдаваемых каждому студенту.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕДУКТОРОВ

Цель работы: изучить конструкции цилиндрических и червячных редукторов и приобрести практические навыки в определении их основных параметров.

Исходные данные приведены в таблице.

Варианты заданий

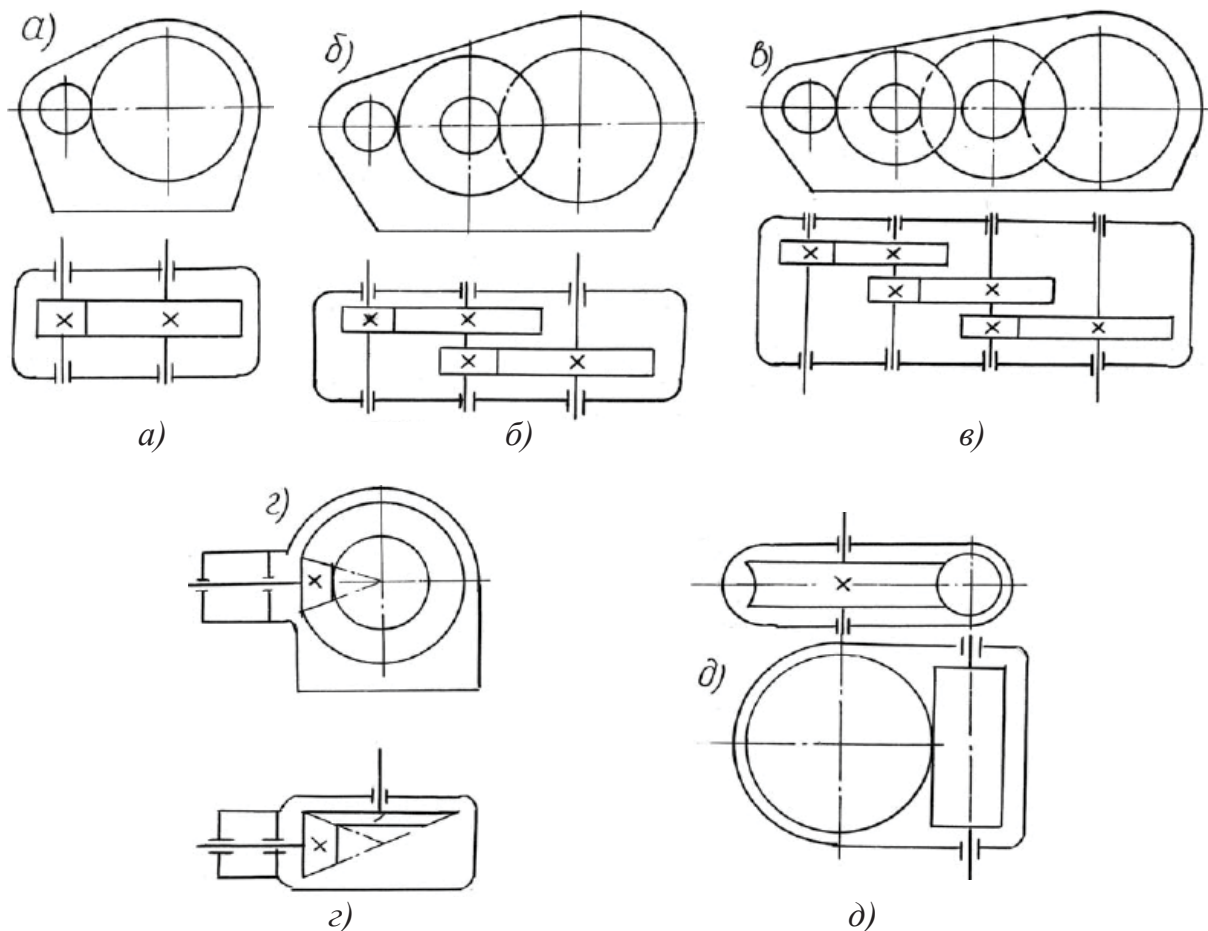
Номер варианта	Схема редуктора	Скорость вращения, об/м	
		на входе в редуктор	на выходе из редуктора
1	а	100	1000
2	б	150	2500
3	в	200	4000
4	г	250	5500
5	д	300	1500
6	а	350	8000
7	б	400	9000
8	в	450	6000
9	г	500	2000
10	д	480	10000
11	а	440	3000
12	б	420	6000
13	в	380	4000
14	г	360	8000
15	д	340	6000

Шаг зубьев шестерен задает преподаватель.

1.1. Общие сведения и методика расчетов

Редукторы представляют собой механизмы, состоящие из одной или нескольких пар зубчатых передач, заключенных в отдельный корпус и предназначенных для уменьшения скорости вращения ведомого вала по сравнению с ведущим и увеличения крутящего момента. По типу применяемых колес различают редукторы цилиндрические, конические, червячные, коническо-цилиндрические (рисунок) и др. По числу

ступеней редукторы могут быть одноступенчатые, двухступенчатые, трехступенчатые и многоступенчатые (см. рисунок). Конические редукторы передают энергию между пересекающимися под углом валами (рис. 1.1, *з*). Для передачи энергии между перекрещивающимися в пространстве валами применяют червячные редукторы (рис. 1.1, *д*).



Кинематические схемы редукторов: *а* – цилиндрический одноступенчатый; *б* – цилиндрический двухступенчатый; *в* – цилиндрический трёхступенчатый; *г* – конический; *д* – червячный

Основной параметр редуктора – передаточное число i_p , определяемое для двухступенчатого редуктора как.

$$i_p = i_\delta i_z, \quad (1.1)$$

где i_δ и i_z – передаточные числа быстроходной и тихоходной ступеней редуктора. К числу основных параметров редукторов относится суммарное межосевое расстояние, равное расстоянию между входным и выходным валами, измеренному в миллиметрах. Кроме этого, устанавливаются осевые расстояния каждой ступени редуктора (быстроходной и тихоходной). Для двухступенчатого редуктора общее межосевое расстояние

$$A_c = A_\delta + A_T \quad (1.2)$$

где A_δ и A_T – межосевые расстояния быстроходной и тихоходной ступеней.

Основные параметры зацепления – модуль и число зубьев, которые связаны с межосевым расстоянием зависимостью

$$m = \frac{TNRA}{Z_{ш} + Z_{к}}, \quad (1.3)$$

где $Z_{ш}$ и $Z_{к}$ – числа зубьев шестерни и колеса.

Конструкция корпуса редуктора – ответственный узел, который воспринимает нагрузки от зубчатой передачи, возникающие при ее работе. Конструкция корпуса должна быть достаточно жесткой, чтобы уменьшить перекося валов из-за деформации корпуса под действием внутренних и внешних сил.

Для повышения жесткости при одновременном снижении веса корпуса редуктор снабжается ребрами, располагают которые согласно направлениям усилий, деформирующих корпус.

Для того чтобы упростить сборку, осмотр и ремонт, облегчить слесарную пригонку и доводку пятна контакта в зацеплении, часто применяют корпуса с разъемом по плоскости, проходящей через оси валов. Однако наличие разъема повышает количество корпусных деталей, увеличивает вес, снижает жесткость корпуса и требует увеличения количества крепежных деталей. Стремление получить корпус сложной конфигурации при минимальном весе и малой трудоемкости приводит к использованию литья. Для изготовления литых корпусов применяется серый чугун (СЧ 10, СЧ 18, СЧ 35 ГОСТ 1412-82).

В настоящее время общепризнанной считается способность чугунных корпусов эффективно уменьшать вибрации и глушить шум. Чугунные корпуса редукторов обладают повышенной химической стойкостью и антикоррозийными свойствами.

Уплотнения валов редуктора должны быть надежными и долговечными, т. к. от этого зависит работоспособность подшипника. Применяемые в подшипниках различные типы уплотнений предназначены как для предотвращения вытекания смазки из корпуса, в котором установлен подшипник, так и для предохранения от проникновения в подшипник пыли, жидкостей и других вредных сред. Утечка масла из корпуса редуктора ведет к непроизводительному расходу смазочных материалов и небрежному виду оборудования.

Подшипники в редукторах чаще смазывают жидким маслом, используемым для смазки зацепления. В связи с этим устанавливают отражательные кольца и другие устройства.

Тот или иной тип уплотнения применяют в зависимости от окружной скорости на шейке вала, способа подвода и вида смазки, окружающей среды, температурного режима и конструктивных особенностей подшипникового узла.

В редукторах применяют войлочные, севанитовые, кожаные, лабиринтные и комбинированные уплотнения.

Войлочные, севанитовые и кожаные уплотнения относятся к контактному уплотнению, т. к. непосредственно обжимают валы.

Для получения необходимой герметичности севанитовые уплотнения применяют и при более низких скоростях. Войлочные, севанитовые и кожаные уплотнения могут быть установлены в узлах с температурой менее 80 °С. Особенно чувствительны к повышению температуры кожаные уплотнения, которые растрескиваются и обугливаются, и севанитовые, которые, размягчаясь, образуют на валу резиновую пленку и теряют уплотняющее свойство. Войлочные уплотнения менее эффективны, чем севанитовые, однако некоторое время могут работать надежно, особенно при обработке подшипников густой смазкой.

Смазка редукторов необходима для снижения потерь на трение, уменьшения износа и удаления продуктов износа. Слой смазки, разделяющий поверхность контакта, снижает динамические нагрузки, что в сочетании с уменьшением сил трения способствует снижению уровня шума и вибраций.

Смазку окунанием применяют лишь для тихоходного редуктора при окружной скорости в зацеплении $V = 12,5$ м/с. При большой скорости масло сбрасывается с вращающихся деталей и вспенивается, что нарушает процесс смазывания и охлаждения. Масло быстро стареет, возрастают потери на перемешивание масла (барботаж).

В масляную ванну рекомендуется погружать лишь шестерни, имеющие скорость зацепления менее 12,5 м/с. Погружение колеса должно происходить не более чем на высоту зуба. В многоступенчатой передаче это относится и к быстроходной ступени, поэтому колеса тихоходной ступени могут быть погружены несколько глубже.

В тихоходных редукторах вероятность попадания масла в

подшипник качения очень мала при разбрызгивании, поэтому подшипник смазывают густой смазкой. Для устранения ее попадания в масляную ванну редуктора между полостью подшипника и редукторным пространством устанавливают маслоотбойные или сквозные врезные крышки.

В червячных редукторах используют червячные передачи, предназначенные для редуцирования скорости и передачи моментов между перекрещивающимися валами под любым углом (чаще под прямым углом). Основные достоинства червячной передачи:

- возможность осуществления весьма высоких передаточных чисел (в силовых системах – 70 ... 80, кинематических – до 1500);
- бесшумность и плавность работы;
- свойство самоторможения, т.е. движение колеса возможно при вращении червяка; если приложить усилие к червячному колесу, то червяк не будет вращаться.

Червячным передачам, как и червячным редукторам, свойственны отдельные недостатки:

- низкий коэффициент полезного действия (0,7 ... 0,8);
- с целью уменьшения трения в зацеплении для червячного колеса необходимо применять дорогостоящие антифрикционные сплавы (бронзу);
- низкий КПД червячных редукторов не позволяет использовать их для передачи больших мощностей ($N = 100 \dots 200$ кВт).

Редукторы по расположению червяка относительно колеса бывают с нижним, верхним и боковым расположением червяка, по конструктивному исполнению корпуса открытые и закрытые. Передаточное число червячного редуктора

$$I = \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (1.4)$$

где Z_2 – число зубьев червячного колеса; Z_1 – число заходов червяка.

1.2. Выполнение работы

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

- 1) установить тип подшипников, применяемых в редукторе.
- 2) определить число зубьев каждого зубчатого колеса соответствующей ступени редуктора.
- 3) составить кинематические схемы редукторов.
- 4) вычислить передаточное число каждой ступени редуктора.

1.3. Контрольные вопросы

1. Что является главным параметром редуктора?
2. Достоинства цилиндрического редуктора по сравнению с червячным.
3. Как смазывают подшипники тихоходных передач?
4. Как смазывают зубчатые и червячные передачи?
5. Основные достоинства червячного редуктора по сравнению с цилиндрическим.
6. Преимущества жидких смазок по сравнению с консистентными.
7. Предпочтительный материал для изготовления корпуса редуктора.
8. Назначение уплотнений в редукторах.
9. Основные достоинства консистентных смазок.
10. Преимущества и недостатки цилиндрического редуктора по сравнению с червячным.

Лабораторная работа № 2

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БУЛЬДОЗЕРОВ, ОСНАЩЕННЫХ V-ОБРАЗНЫМ ОТВАЛОМ

Цель работы: изучить рабочий процесс и определить объемы призмы грунта для обычных и V-образных отвалов, рассчитать производительность и себестоимость разработки грунта бульдозерами с отвалами трех типов.

Исходные данные приведены в таблице.

Варианты заданий

Номер варианта	Характеристики отвала и условий работы			
	Длина отвала B , м	Высота отвала H , м	Коэффициент k_y	Длина пути набора призмы грунта L_n
1	2,5	0,38	0,7	6
2	2,6	0,40	0,75	7
3	2,7	0,45	0,8	8
4	2,8	0,50	0,85	9

Номер варианта	Характеристики отвала и условий работы			
	Длина отвала B , м	Высота отвала H , м	Коэффициент k_y	Длина пути набора призмы грунта L_n
5	2,9	0,38	0,9	10
6	3,0	0,40	0,95	6
7	3,1	0,45	1,0	7
8	3,2	0,50	0,7	8
9	3,3	0,38	0,75	9
10	3,4	0,40	0,8	10
11	3,5	0,45	0,85	6
12	3,6	0,50	0,9	7

2.1. Общие сведения и методика расчетов

Бульдозеры предназначены для выполнения различных земляных работ, наиболее распространенный вид которых – разработка и перемещение грунта на расстояние до 100 метров.

Важные эксплуатационные параметры, характеризующие эффективность применения бульдозеров, – производительность и себестоимость разработки единицы объема грунта:

$$C_{\text{ед}} = \frac{C_{\text{м.см}}}{\Pi_{\text{м.см}}}, \quad (2.1)$$

где $C_{\text{м.см}}$ – стоимость машино-смены бульдозера; $\Pi_{\text{м.см}}$ – сменная производительность.

Эксплуатационная сменная производительность бульдозера при разработке и перемещении грунта ($\text{м}^3/\text{см}$)

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{3600 V_{\text{пр}} (1 - \lambda L) k_y k_B}{T_{\text{ц}} k_p}, \quad (2.2)$$

где $V_{\text{пр}} = \frac{BH^2}{2k_{\text{пр}}}$ – объем призмы грунта, накапливаемого отвалом

бульдозера; здесь B – длина отвала, м; H – высота отвала, м; $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий форму призмы грунта; λ – коэффициент потерь грунта на 1 м пути, $\lambda = 0,005$ 1/м; L – длина транспортирования грунта; k_y – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера, при угле подъема $a = 0 - 5$; $k_y = 1,00 - 0,67$; k_B – коэффициент использования бульдозера по времени, $k_B = 0,8$; $T_{\text{ц}}$ – время цикла бульдозера, с; k_p – коэффициент разрыхления

грунта; $k_p = 1,1 - 1,35$. Сменную производительность принимают исходя из продолжительности рабочей смены 8,2 ч.

Время цикла бульдозера зависит от параметров базового трактора (тягача) и может быть определено по формуле

$$T_{ц} = \frac{3,6L_n}{V_n} + \frac{3,6L}{V_1} + \frac{3,6(L_n + L)}{V_{xx}} + t_o + t_n, \quad (2.3)$$

где L_n – длина пути набора призмы грунта, $L_n = 6 - 10$ м; V_n – скорость набора грунта, $V_n = 0,6V_1$, км/ч; V_1 – скорость движения трактора на первой передаче, км/ч; V_{xx} – скорость движения холостого хода (откатывания назад), $V_{xx} = 5 - 7$ км/ч; t_o – время на опускание отвала, $t_o = 2 - 3$ с; t_n – время на переключение передач, $t_n = 5 - 10$ с.

В данной лабораторной работе объем призмы волочения определяется по заданию в соответствии с вариантом. Перерасчет осуществляется с помощью коэффициентов подобия. В качестве натурной машины взят бульдозер ДЗ-27.

Линейный коэффициент подобия

$$K_e = \frac{B_n}{B_m}. \quad (2.4)$$

Объёмный коэффициент подобия

$$k_v = k_{e^3}. \quad (2.5)$$

Тогда объем призмы волочения натурной машины будет равен

$$V_{пр} = V_{пр}^M k_{e^3}, \quad (2.6)$$

где $V_{пр}^M$ – объем призмы волочения перед моделью отвала (определяется по варианту).

Во время экспериментов, связанных с копанием моделями отвалов, определяют вес призмы волочения $G_{пр}^M$, а затем – $V_{пр}$:

$$V_{пр} = \frac{G_{пр}^M}{\gamma_r}, \quad (2.7)$$

где γ_r – объёмный вес грунта (для песка $\gamma_r = 17\,000$ Н/м³).

Для расчёта $\Pi_{см}$ бульдозера ДЗ-27 можно принять $V_1 = 3,22$ км/ч; $V_x = 6,25$ км/ч; $L = 50$ м.

Стоимость машино-смены бульдозера

$$C_{м.см} = 8,2 (C_{ам} + C_{то} + C_{зап.ч} + C_{топ} + C_{см.м} + C_{з.п}), \quad (2.8)$$

где $C_{ам}$ – амортизационные отчисления на 1 ч; $C_{то}$ – стоимость технического обслуживания на 1 ч (для ДЗ-27 $C_{то} = 1,4m_u$, руб./ч); $C_{зап.ч}$ – стоимость запасных частей на 1 ч работы (для ДЗ-27 $C_{зап.ч} = 0,03m_u$, руб./ч); $C_{топ}$ – стоимость топлива на 1 ч работы (для ДЗ-27 $C_{топ} = 1,09m_u$,

руб./ч); $C_{\text{см.м}}$ – стоимость смазочных материалов на 1 ч работы (для ДЗ-27 $C_{\text{см.м}} = 0,27m_u$, руб./ч); $C_{\text{з.п}}$ – заработная плата за 1 ч работы (для ДЗ-27 $C_{\text{з.п}} = 0,79m_u$, руб./ч). Здесь m_u – коэффициент, учитывающий изменение стоимости в течение времени.

Амортизационные отчисления $C_{\text{ам}}$ составляют 40 % от оптовой цены машины в год, т.е.

$$C_{\text{ам}} = \frac{Ц \cdot 40 \%}{T_{\text{г}} \cdot 100 \%}, \quad (2.9)$$

где $Ц$ – оптовая цена машины (для ДЗ-27 $Ц = 19000m_u$, руб.); $T_{\text{г}}$ – число часов работы машины в году (для ДЗ-27 $T_{\text{г}} = 2580$ ч).

При производстве самых разнообразных земляных работ бульдозер выполняет следующие операции: зарезание в грунт и набор грунта перед отвалом, перемещение грунта, разгрузку отвала (укладку грунта), холостой ход-возвращение к месту зарезания. Все перечисленные операции составляют полный законченный цикл работы бульдозера.

Практика и опыт передовой организации труда производства земляных работ показывают, что производительность бульдозера может быть повышена применением рациональных схем работы. Рассмотрим некоторые из них.

1. При перемещении отвалом грунт осыпается по краям отвала, образуются боковые валики грунта, вследствие чего происходит его значительная потеря.

Для уменьшения потерь и повышения производительности бульдозера перемещение грунта осуществляют двумя способами: по траншее в грунте и по траншее, образованной из валиков грунта, осыпающегося при предыдущих проходах бульдозера (рис. 2.1, а, б). Объем грунта, перемещаемого по траншее, увеличивается на 10 – 15 %.

2. Для увеличения производительности при перемещении грунта иногда применяют два спаренных бульдозера (рис. 2.1, в), работа которых должна быть слаженной и согласованной. Этот способ требует более высокой квалификации бульдозеристов. Для спаренной работы бульдозеры устанавливают на расстоянии 0,25 – 0,3 м друг от друга для грунтов 1 – 2 категории и до 0,4 м для грунтов 3 – 4 категорий. Таким образом, потери грунта уменьшаются почти вдвое, а объем призмы грунта увеличивается на 10 – 15 % по сравнению с объемом грунта, перемещаемого двумя бульдозерами отдельно (на рис. 2.1, в этот дополнительный объем показан штриховкой).

3. При большой дальности транспортирования ($L > 30$ м) бульдозеристы применяют способы перемещения в два этапа. Разрабатываемый грунт перемещают первоначально на половину пути и оставляют его, образуя промежуточный вал. По мере накопления грунта бульдозерист начинает перемещение этого грунта к месту укладки. При этом способе оказывается меньше потерь грунта и увеличивается объем призмы. Рост производительности составляет 5 – 10 %.

4. Существенное влияние на повышение производительности оказывает использование уклонов местности. При зарезании и транспортировании грунта под уклон значительно повышается производительность бульдозера, т.к. при этом возрастает сила тяги бульдозера и увеличивается объем перемещаемого грунта. При движении на подъем происходит обратное явление. Опытные данные увеличения производительности при работе под уклон следующие: при уклоне местности в 2, 3, 5, 10, 15 и 20 % коэффициент уклона соответственно равен 1,05; 1,1; 1,15; 1,25; 1,4; 1,6.

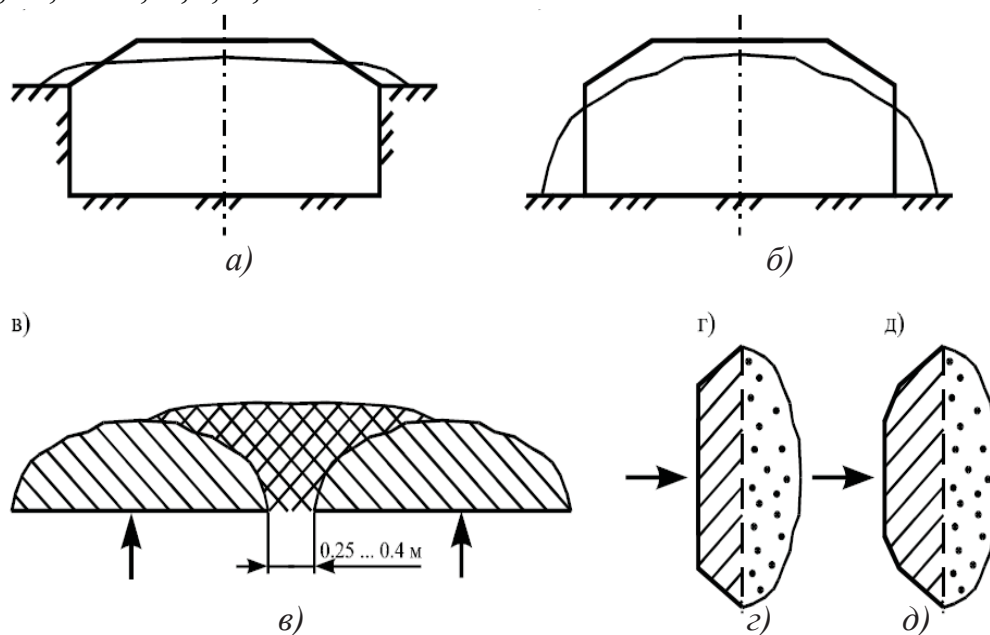


Рис. 2.1. Рациональные схемы работы бульдозера: а – разработки траншеи; б – перемещения грунта; в – работы спаренного бульдозера; г – отвала с открывками; д – отвала с открывками увеличенного объема

Из анализа прогрессивных схем работы можно установить, что повышение производительности происходит в основном за счет увеличения объема призмы грунта. Исследованиями, выполненными профессором А. Н. Зелени-

ным, сотрудниками Челябинского тракторного завода, установлено, что для полного использования мощности трактора необходимы отвалы бульдозера, способные транспортировать призму грунта на 50 – 60 % больше, чем существующие отвалы. Увеличение объема призмы грунта в известных конструкциях достигается применением уширителей, открьлков и др. В американской практике применяют V-образные отвалы, выполненные из трех секций: одной лобовой (средней) и двух косо установленных боковых. В России известны опытные конструкции отвалов, аналогичные американским, а также состоящие из четырех, пяти и более секций (рис. 2.1 з, д).

Основное преимущество V-образных отвалов заключается в способности накапливать и перемещать увеличенный объем призмы грунта при минимальных потерях грунта ($\lambda = 0,001 \dots 0,002$).

2.2. Выполнение работы

Лабораторная работа проводится в соответствии с заданием, параметры V-образного и V-образного секционного отвалов подбираются преподавателем по подгруппам. Грунт представляет собой речной песок с влажностью 10 ... 12 %.

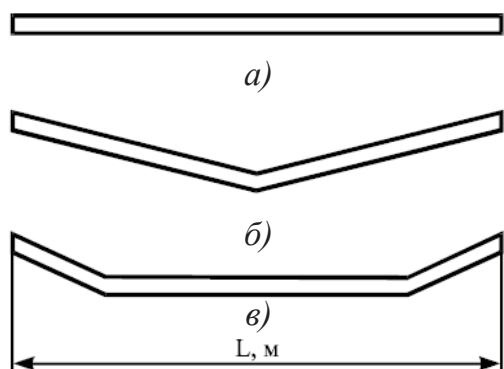


Рис. 2.2. Конфигурации отвалов:
а – прямой; б – V-образный;
в – V-образный секционный

Копание осуществляется последовательно тремя отвалами: прямым, V-образным и V-образным секционным (рис. 2.2).

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

- 1) ознакомиться с содержанием работы по методическим указаниям;
- 2) рассчитать время цикла работы бульдозера;
- 3) рассчитать стоимость машиносмены бульдозера;
- 4) определить сменную эксплуатационную производительность бульдозера с каждым типом отвалов;
- 5) определить себестоимость разработки единицы объема грунта с рассматриваемыми отвалами;
- 6) дать анализ полученных результатов;

2.3. Контрольные вопросы

1. Укажите составляющие стоимости машино-смены.
2. За счёт чего производительность бульдозеров с *V*-образным отвалом выше, чем у бульдозеров с прямым отвалом?
3. Как уменьшить потери грунта в боковые валики?
4. На каких грунтах целесообразно применять *V*-образные отвалы?

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ АВТОГРЕЙДЕРА

Цель работы: уяснение понятия тягово-скоростных свойств, получение навыков определения рабочих скоростей, тяговой мощности, удельного сопротивления копанию и производительности на примере автогрейдера, определение величин рациональных параметров рабочего процесса автогрейдера.

Исходные данные приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Варианты заданий

Номер варианта	Тип автогрейдера	Передаточные числа трансмиссии $i_{тр}$				Радиус колес r_0 , м	Номинальное число оборотов коленвала двигателя $N_{дв}$		
		Передачи					I	II	III
		I	II	III	IV				
1	Легкий	78,4	60,0	50,0	–	0,56	1680	1400	1180
2		89,0	54,0	34,0	–	0,56	»	»	»
3		89,0	58,0	39,0	–	0,56	»	»	»
4		89,0	68,0	51,0	38,0	0,56	»	»	»
5		89,0	66,0	44,0	34,0	0,56	»	»	»
6	Средний	67,0	48,7	40,0	–	0,612	1050	900	810
7		68,0	42,0	23,0	–	0,612	»	»	»
8		69,0	57,0	48,0	40,0	0,612	»	»	»
9		68,0	49,0	39,0	30,0	0,612	»	»	»
10		67,0	55,0	45,0	38,0	0,612	»	»	»
11		67,0	48,0	41,0	–	0,612	»	»	»

3.1. Общие сведения и методика расчетов

Автогрейдеры – одни из наиболее востребованных в дорожном строительстве землеройно-транспортные и планировочные механизмы. Производительность автогрейдеров в значительной степени определяется правильным выбором передачи, на которой выполняют технологические операции. Передачу выбирают таким образом, чтобы обеспечить автогрейдеру максимальные значения тягового усилия и скорости выполнения технологических операций при минимальных потерях на буксование. В этом случае будет обеспечена его максимальная производительность.

На основе данных зависимости коэффициента буксования от тягового усилия на ведущих колесах, приведенных в табл. 3.2, строят зависимость $\delta = f(T)$ на I, II и III передачах.

По полученным данным чертят кривые δ на двухквдратном графике для каждой передачи.

Таблица 3.2

Зависимость коэффициента буксования δ от тягового усилия на ведущих колесах автогрейдера T

Передача	Автогрейдер				
	легкий		средний		
	$\delta, \%$	$T, \text{ кгс}$	$\delta, \%$	$T, \text{ кгс}$	
I	32	3600	30	5400	
	21	3560	21	5150	
	15	3400	15	4600	
	5	1840	10	3900	
II	6 – 12	2380	12	4900	
		2350		8	4400
		2320		4	3400
		2240		2	2400
		2190			
III	3 – 6	1380	8	2400	
		1370		6	2150
		1280		4	1520
		1240		2	1300

Скоростной радиус качения колеса автогрейдера на трех рабочих передачах

$$r_k = r_0 \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.1)$$

где r_k – скоростной радиус качения, м; r_0 – геометрический радиус колеса, м; δ – коэффициент буксования.

Значения геометрического радиуса ведущего колеса приведены в табл. 3.1, а коэффициента буксования принимают из табл. 3.2 усредненно для каждой передачи.

Теоретическая скорость движения автогрейдера на I, II, III передачах

$$v_t = \frac{0,399 r_k n_{дв}}{i_{тр}}, \quad (3.2)$$

где $n_{дв}$ – скорость вращения двигателя, об/мин; $i_{тр}$ – общее передаточное отношение трансмиссии.

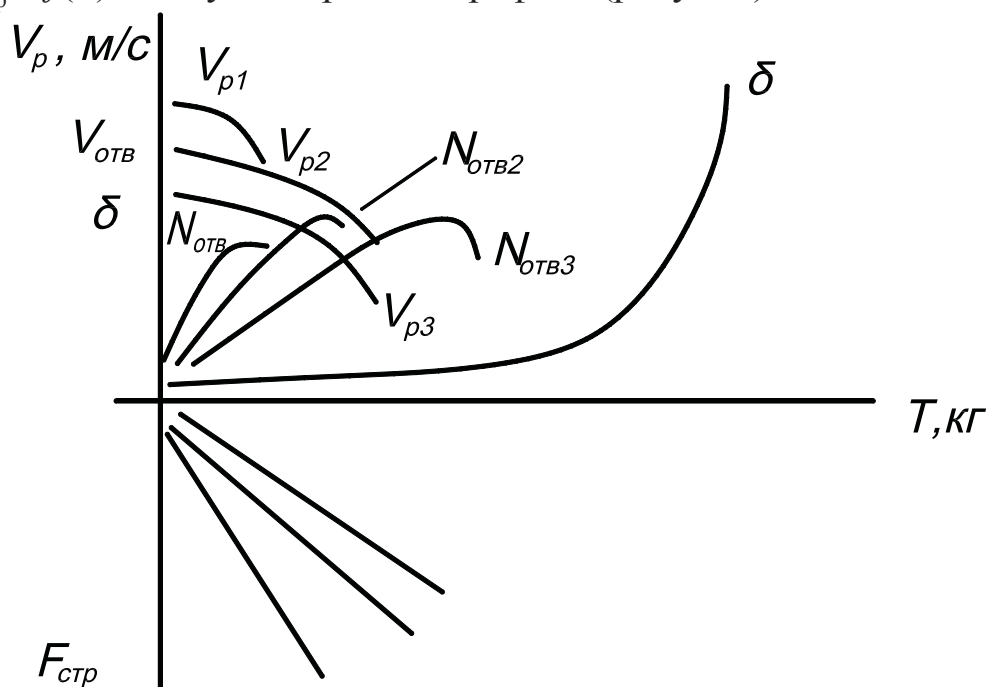
Значения r_0 , $i_{тр}$, $n_{дв}$ для легких и средних автогрейдеров приведены в табл. 3.1.

Рабочие скорости, развиваемые автогрейдером на I, II, III передачах, для соответствующих значений тягового усилия находят по формуле

$$v_p = v_t \left(1 - \frac{\delta}{100}\right). \quad (3.3)$$

Значения буксования снимаются с графика $\delta = f(T)$ (не менее четырех точек для каждой передачи).

Результаты расчетов представляют в виде графических зависимостей $v_p = f(T)$ на двухквдратном графике (рисунок).



Двухквдратный график режимов работы автогрейдера

Тяговые мощности $N_{\text{отв}}$, л. с., на рабочем органе автогрейдера на I, II, III передачах

$$N_{\text{отв}} = \frac{Tv_p}{270}, \quad (3.4)$$

где T – тяговое усилие, кгс; v_p – рабочая скорость, км/ч
или

$$N_{\text{отв}} = T v_p, \quad (3.5)$$

где $N_{\text{отв}}$ – тяговая мощность, кВт.

Для расчетов используют полученные ранее значения рабочих скоростей, и соответствующие им значения тяговых усилий на ведущих колесах. Результаты расчетов представляют в виде графиков $N_{\text{отв}} = f(T)$ на соответствующих передачах.

Площадь стружки, вырезаемой автогрейдером,

$$F_{\text{стр}} = \frac{T}{K_1}, \quad (3.6)$$

где K_1 – удельное сопротивление копанью грунта отвалом автогрейдера, зависящее от вида грунта и изменяющееся в пределах от 4000 до 12000 кгс/м². Значения T выбирают произвольно в пределах оси графика (см. рисунок).

Графическое изображение $F_{\text{стр}}$ имеет вид луча, исходящего из начала координат.

Задавшись значениями $K_1 = 4000, 8000$ и 12000 кгс/м² для различных видов грунтов и передач, в нижнем квадрате строится лучевая диаграмма зависимости площади вырезаемой стружки от усилия копания T .

Конструктивная производительность Π_k , м³/ч,

$$\Pi_k = F_{\text{стр}} v_p, \quad (3.7)$$

где $F_{\text{стр}}$, м² и v_p , км/ч, определяются исходя из двухквдратного графика (см. рисунок) на каждой из трех передач при максимальном значении тяговой мощности.

По результатам вычислений строят двухквдратный график зависимостей $v_p = f(T)$; $N_{\text{отв}} = f(T)$; $\delta = f(T)$; $F_{\text{стр}} = f(T)$ для трех передач.

Построенные графики дают возможность определить параметры копания грунта отвалом автогрейдера из условия максимального использования тяговой мощности. Полученные параметры заносят в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Параметры работы грейдера

Рабочая передача	T , кг	$N_{\text{отв}}$, л. с.	δ , %	v_p , км/ч	$F_{\text{стр}}$, м ²	Π_k , м ³ /ч
I						
II						
III						

На основе полученной таблицы выбирают рациональные параметры рабочего процесса автогрейдера, т.е. такое сочетание параметров, при котором достигается максимальное значение производительности дорожной машины.

3.2. Выполнение работы

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

- 1) ознакомиться с содержанием работы по методическим указаниям;
- 2) рассчитать значения коэффициента буксования δ для I, II и III передач и построить их графики;
- 3) определить скоростной радиус качения r_k для каждой передачи;
- 4) рассчитать значения теоретической скорости v_t автогрейдера на трех передачах;
- 5) рассчитать и отобразить на графике значения рабочих скоростей v_p ;
- 6) определить значения и построить графики тяговой мощности $N_{\text{отв}}$ на каждой передаче;
- 7) построить график для определения площади снимаемой стружки, для грунта, предложенного преподавателем;
- 8) рассчитать конструктивную производительность Π_k .

3.3. Контрольные вопросы

1. Укажите параметры, влияющие на производительность автогрейдера.
2. За счет чего можно уменьшить склонность автогрейдера к буксованию?
3. Как влияет характер грунта на производительность автогрейдера?
4. Чем различаются теоретический и рабочий радиусы колеса?

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДОРОЖНОЙ МАШИНЫ (НА ПРИМЕРЕ АВТОГРЕЙДЕРА)

Цель работы: получение навыков определения оптимальных параметров рабочего процесса землеройно-транспортной машины (на примере автогрейдера) с учетом рациональных параметров рабочего процесса и экономических показателей.

Исходные данные: в качестве исходных данных принимают результаты расчетов производительности автогрейдера (см. лаб. работу № 3) и дополнительные данные по табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Входные параметры

Тип автогрейдера	Оптовая-отпускная цена C_0 , тыс. руб.	Количество смен работы машины, см/год	Зарплата машиниста, C_3 , руб./см	Группа затрат		
				C_1		C_2
				Амортизационные отчисления $S_{ам}$, руб.	Стоимость эксплуатации, руб./см	Затраты на ГСМ, руб./см
Легкий	354	318	575	19,9	71	6,1
Средний	500	318	649	19,2	77	6,8
Тяжелый	730	318	648	19,2	77	6,8

Таблица 4.2

Основные характеристики двигателя и расход топлива автогрейдера

Тип автогрейдера	Тип двигателя	Мощность, л.с.	Весовой расход топлива G_T , кг/ч
Легкий	А-4I	90	22,0
Средний	АМ-4I	120	22,0
Тяжелый	Д-6	160	25,0

4.1. Общие сведения и методика расчетов

Основой для определения оптимальных параметров рабочего процесса автогрейдера служат результаты расчетов производительности

автогрейдера на трех рабочих передачах, приведенные в лабораторной работе № 3 (см. табл. 3.3).

Переход от часовой конструктивной производительности к сменной эксплуатационной может быть осуществлен по формуле

$$\Pi_{\text{э-см}} = 8,2 \Pi_{\text{к}} K_{\text{в}} K_{\text{пер}}, \quad (4.1)$$

где 8,2 – число часов в смене; $K_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени, $K_{\text{в}} = 0,6$; $K_{\text{пер}}$ – коэффициент перехода от конструктивной производительности к эксплуатационной (определяет отношение между конструктивной производительностью и сменной нормой), по результатам экспериментальных исследований [2] примем $K_{\text{пер}} = 0,12$.

Расчет выполняют для I, II, III передач. Результаты проведенных расчетов вводятся в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Результаты расчетов

Передача	I	II	III
$\Pi_{\text{к}}, \text{ м}^3/\text{ч}$			
$\Pi_{\text{э-см}}, \text{ м}^3/\text{см}$			

Удельные капитальные затраты

$$E_{\text{н}} K_{\text{уд}} = \frac{E_{\text{н}} \Pi_0 \alpha}{\Pi_{\text{э-см}} n_{\text{см}}}, \quad (4.2)$$

где $E_{\text{н}} K_{\text{уд}}$ – удельные капитальные затраты труда на изготовление (в виде стоимости, приходящейся на единицу выработки); $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_{\text{н}} = 0,12$; Π_0 – оптово-отпускная цена машины, руб. (см. табл. 4.1); α – коэффициент, учитывающий расходы по первоначальной доставке машины ($\alpha = 1,07$); $\Pi_{\text{э-см}}$ – эксплуатационная сменная производительность машины, $\text{м}^3/\text{см}$ (см. табл. 4.3); $n_{\text{см}}$ – количество смен работы машины в году (см. табл. 4.1).

Удельный расход топлива $q_{\text{отв}}, \text{ кг}/\text{м}^3$,

$$q_{\text{отв}} = G_{\text{т}} / \Pi_{\text{к}}, \quad (4.3)$$

где $G_{\text{т}}$ – удельный весовой расход топлива, принимается для соответствующего типа автогрейдера по табл. 2.4; $\Pi_{\text{к}}$ – производительность автогрейдера на соответствующей передаче (см. табл. 3.3).

Стоимость топлива, входящую в себестоимость машино-смены, определим исходя из сменной эксплуатационной производительности:

$$S_{\text{топл}} = q_{\text{отв}} \Pi_{\text{э-см}} C_{\text{топл}}, \quad (4.4)$$

где $C_{\text{топл}}$ – стоимость дизельного топлива, принимается равной 20 руб./кг.

Отдельные виды затрат на эксплуатацию машины, руб., могут быть определены:

а) как зависящие от годового режима:

$$C_1 = S_{\text{ам}} + S_{\text{тр}} + S_{\text{м.д}} \text{ (руб./см);} \quad (4.5)$$

б) зависящие от сменного режима:

$$C_2 = S_{\text{то}} + S_{\text{изм}} + S_{\text{топл}} \text{ (руб./см),} \quad (4.6)$$

где $S_{\text{ам}}$ – затраты на амортизационные отчисления; $S_{\text{тр}}$ – затраты на перебазировку машины с объекта на объект и внутри объекта; $S_{\text{м.д}}$ – затраты на монтаж и демонтаж машины при перебазировке; $S_{\text{то}}$ – затраты на техническое обслуживание; $S_{\text{изм}}$ – затраты на энергоресурсы, смазку и обтирочные материалы; C_3 отражает затраты, связанные с зарплатой машиниста (табл. 4.1).

Затраты на амортизационные отчисления определяются как процент от стоимости машины (см. табл. 4.1). Затраты на текущий ремонт, монтаж – демонтаж, техническое обслуживание и ремонт оснастки (руб.), отнесенные к смене, приведены в табл. 4.1.

Комплексную оценку оптимальных параметров рабочего процесса автогрейдера производят на основе показателя удельных приведенных затрат

$$Z_{\text{уд}} = E_n K_{\text{уд}} + \frac{C_1 + C_2 + C_3}{\Pi_{\text{э-см}}}. \quad (4.7)$$

На основе имеющихся зависимостей рассчитывают экономические показатели использования автогрейдера определенного типа на каждой из трех передач. В результате вычисляют показатель удельных приведенных затрат, который определяет оптимальные параметры рабочего процесса автогрейдера. В качестве таковых выбирают параметры, обеспечивающие максимальную выработку при наименьших затратах, т.е. минимальное значение приведенных затрат.

4.2. Выполнение работы

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

- 1) ознакомиться с содержанием работы по методическим указаниям;
- 2) перейти от часовой к сменной производительности автогрейдера для I, II и III передач;
- 3) определить удельные капитальные затраты для каждой передачи;
- 4) рассчитать расход топлива автогрейдера на трех передачах;
- 5) вычислить стоимость топлива автогрейдера на трех передачах;
- 6) засчитать и отобразить на графике значения рабочих скоростей v_p ;

7) дать комплексную оценку оптимальных параметров рабочего процесса автогрейдера на каждой передаче;

8) сравнить и проанализировать данные об оптимальных режимах работы автогрейдера, полученные в лабораторной работе № 3, и сделать выводы.

4.3. Контрольные вопросы

1. Какое влияние оказывает производительность автогрейдера на себестоимость его работы?

2. Перечислите виды затрат на эксплуатацию дорожно-строительных машин.

3. Каков смысл понятия «удельная эффективность капиталовложений»?

4. Какие показатели входят в состав амортизационных отчислений?

Лабораторная работа № 5

ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГРУЗОВОЙ ЛЕБЕДКИ

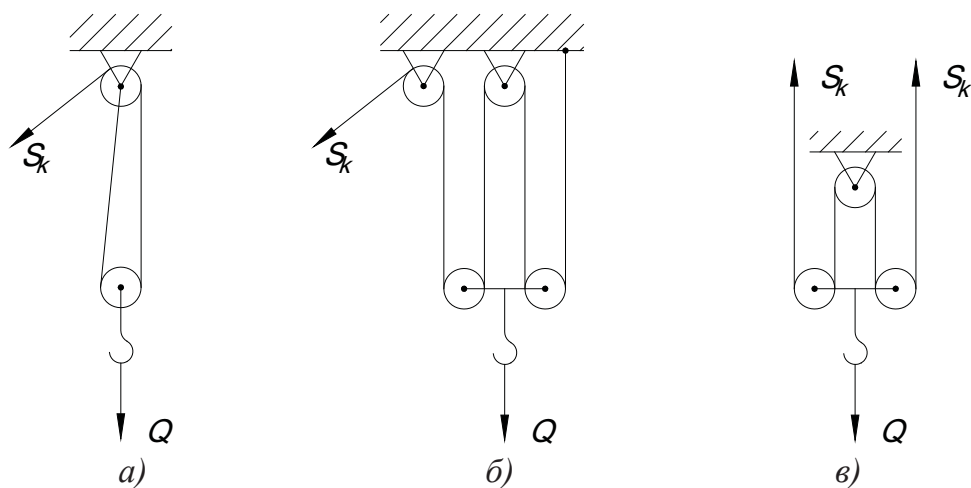
Цель работы: получение навыков подбора основных элементов и расчет рабочих параметров грузовой лебедки.

Исходные данные: грузоподъемность Q , т; максимальная высота подъема груза H , м; скорость подъема груза v , м/мин; относительная продолжительность включения электродвигателя ПВ, % и схема полиспаста (табл. 5.1 и рисунок).

Таблица 5.1

Исходные данные

№ п/п	Q , т	H , м	v , м/мин	ПВ, %	Схема
1	1,5	40	10	15	а
2	2,0	35	35	15	а
3	2,5	30	30	20	б
4	3,0	25	15	20	б
5	5,0	20	10	40	в
6	5,0	10	20	40	в
7	3,0	35	30	20	б
8	2,5	40	25	20	б
9	2,0	25	25	15	а
10	1,5	20	40	15	а



Схемы полиспастов: а – одиночного; б – сдвоенного;
в – сдвоенного с двусторонней тягой

5.1. Общие сведения и методика расчетов

Усилие в канате механизма подъема

$$S_k = \frac{Q + q}{i_n \alpha}, \quad (5.1)$$

где q – вес подвески ($0,03Q$); i_n – кратность полиспаста.

Кратность одинарных полиспастов определяют по числу ветвей каната, на которых подвешен груз, сдвоенных полиспастов – по кратности одинарного полиспаста (она равна числу ветвей каната, расположенных по одну сторону от уравнительного блока)*.

Наименьшее разрывное усилие каната

$$S_p = k_p S_k, \quad (5.2)$$

где k_p – коэффициент запаса прочности каната в зависимости от режима работы (легкого, среднего, тяжелого, весьма тяжелого) при машинном приводе, $k_p = 5; 5,5; 6; 9$.

По данному разрывному усилию выбирают канат исходя из данных, приведенных в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Расчетные характеристики канатов

Диаметр каната, мм	Расчетная масса 1000 м каната, кг	Предел прочности проволоки при растяжении в зависимости от марки стали, кг/мм ²				
		140	160	170	180	200
1	2	3	4	5	6	7
8,3	256,0	–	2450	2605	2685	2930

* Расчетные значения получены при общем КПД $\eta_n = 0,97 \dots 0,98$.

Диаметр каната, мм	Расчетная масса 1000 м каната, кг	Предел прочности проволоки при растяжении в зависимости от марки стали, кг/мм ²				
		140	160	170	180	200
9,1	305,0	–	3555	3775	3895	4245
9,9	358,6	–	4235	4505	4640	5065
11,0	461,6	–	4985	5295	5455	5955
12,0	527,0	–	6415	6815	7025	7665
13,0	596,6	7255	7325	7780	8120	8750
14,0	728,0	8850	8295	8810	9085	9910
15,0	844,0	10250	10100	10750	11050	12050
16,5	1025,0	12400	11700	12450	12850	14000
18,0	1220,0	14800	14200	15100	15550	16950
19,5	1405,0	17050	16950	18000	18550	20250
21,0	1635,0	19850	19500	20750	21350	23300
22,5	1850,0	22450	22700	24100	24850	27100
24,0	2110,0	25600	25650	27250	28100	30650

Диаметр канатного негладкого барабана

$$D_{\bar{\sigma}} \geq d_k(e - 1), \text{ мм}, \quad (5.3)$$

где d_k – диаметр каната; e – коэффициент, характеризующий режим работы (легкого, среднего, тяжелого, весьма тяжелого) при машинном приводе, $e = 20, 25, 30, 35$.

Длина каната, наматываемого на барабан

$$L_k = H i_n \alpha. \quad (5.4)$$

В лебедках, как правило, канат на барабан навивается в один слой, поэтому на поверхности барабана делают нарезку. Необходимое число витков этой нарезки

$$Z = \frac{L_k}{\pi(D_{\bar{\sigma}} + d_k)} + 5\alpha. \quad (5.5)$$

Тогда длина нарезной части барабана определяется по следующей формуле:

$$L_{\bar{\sigma}} = Z t_n, \quad (5.6)$$

где t_n – шаг нарезки, принимаемый $(1, 1 \dots 1, 2)d_k$.

Для исключения заклинивания каната радиус профиля канавки принимают $r_k \geq 0,54d_k$, мм.

Требуемая мощность электродвигателя лебедки при установившемся движении груза

$$N = \frac{S_k v}{1000 \cdot 60 \eta}, \quad (5.7)$$

где S_k – усилие в канате, Н; v – скорость подъема груза, м/мин; η – общий КПД полиспаста и передач лебедки, $\eta = 0,8 \dots 0,85$; 1000 и 60 – переводные коэффициенты соответственно ватт в киловатты и метров в минуту в метры в секунду.

По требуемой мощности и относительной продолжительности включения механизма (ПВ) из каталога (табл. 5.3) выбирают электродвигатель.

Таблица 5.3

Технологические данные электродвигателей с фазным ротором МТ и МТВ, имеющих напряжение 380 – 220 В

Тип электродвигателя	ПВ, %					
	15		25		40	
	N , кВт	$n_{дв}$, об/мин	N , кВт	$n_{дв}$, об/мин	N , кВт	$n_{дв}$, об/мин
МТ011-6	1,7	845	1,4	885	1,1	915
МТ012-6	2,7	855	2,2	890	1,8	920
МТ111-6	4,3	870	3,5	905	2,8	930
МТ112-6	6,3	895	5,0	920	4,2	935
МТ211-6	9,5	915	7,5	935	6,3	950
МТ311-6	14	930	11	950	9,0	960
МТВ312-6	20	945	16	960	13	970
МТВ411-6	27	955	22	965	17	975
МТВ311-8	9,5	675	7,5	695	6,0	710
МТВ312-8	14	695	11	710	8,5	720
МТВ411-8	20	700	16	710	13	720
МТВ412-8	28	705	22	715	17	725

В соответствии с заданной схемой полиспаста линейная скорость каната

$$v_k = v i_n, \text{ м/мин.} \quad (5.8)$$

Необходимая скорость вращения барабана

$$n_{\sigma} = \frac{v_k 10^3}{\pi D_{\sigma}}, \text{ об/мин.} \quad (5.9)$$

Передаточное число зубчатого редуктора

$$U_p = n_{\text{дв}} / n_{\sigma}. \quad (5.10)$$

По передаточному числу выбирают исполнение редуктора типа РМ.

Передаточное число	48,57	47,17	31,50	23,34	20,49
Исполнение редуктора	I	II	III	IV	V

Из табл. 5.4 по исполнению редуктора и мощности двигателя выбирают марку редуктора.

Таблица 5.4

Мощность двигателя, кВт

Марка редуктора	Число оборотов двигателя, об/мин	Исполнение редуктора			
		I	II	III	IV
РМ-500	600	8,1	9,7	12,9	17,6
	750	10,1	12	15,1	24
	1000	12,7	15,7	18,1	24,5
	1250	14,7	18,5	20,5	27,5
	150	16,3	20	20,5	32
РМ-650	600	17,9	22,5	25,5	36,5
	750	20,5	26	29	41
	100	25	31,5	35,5	48
	1250	28,5	35,5	39,5	53,5
	1500	32	38,5	42	60

В соответствии с выбранным редуктором вносят коррективы в значение скорости подъема груза.

Наибольший момент, возникающий на тормозном валу подъемного механизма (без учета динамического момента) при торможении опускающегося груза

$$M = \frac{(Q + q) D_{\sigma} \eta}{2i_n U_p}, \text{ Нм.} \quad (5.11)$$

Расчетный тормозной момент

$$M_{\text{тр}} = k_T M, \quad (5.12)$$

где k_T – коэффициент запаса торможения, зависящий от режима работы (легкого, среднего, тяжелого, весьма тяжелого), $k_T = 1,5; 1,75; 2,0; 2,5$.

Наименьший диаметр шкива электромагнитного колодочного тормоза

$$D_T \geq 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{\text{тр}}}{\rho\mu}}, \text{ см,} \quad (5.13)$$

где ρ – удельное давление колодок на диск, $\rho = (2 \dots 3)$, кг/см²; μ – коэффициент трения тормозных накладок по диску, $\mu = 0,45 \dots 0,5$ (для чугуна, футерированного ферросплавом).

5.2. Выполнение работы

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

- 1) ознакомиться с содержанием работы по методическим указаниям;
- 2) определить параметры полиспаста, предложенного в задании;
- 3) определить необходимые параметры каната;
- 4) подобрать необходимый тип электродвигателя;
- 5) подобрать оптимальный редуктор;
- 6) пересчитать скорость подъема каната в соответствии с параметрами принятого редуктора;
- 7) рассчитать параметры тормозного механизма лебедки;
- 8) сделать общий вывод по работе, указав основные параметры лебедки.

5.3. Контрольные вопросы

1. Какое влияние оказывают кратность и сдвоенность полиспаста на характеристики лебедки?
2. От чего зависит длина нарезной части барабана лебедки?
3. Что такое кратность редуктора?
4. Что определяет скорость подъема каната лебедки?

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАМЕТРОВ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Цель работы: знакомство с устройством щековых дробилок, определение параметров щековых дробилок при заданных условиях работы.

Исходные данные: основные конструктивные характеристики элементов камнедробилки (табл. 6.1 – 6.2).

Таблица 6.1

Основные параметры дробилки

Параметр	Обозначение параметра	Размерность
Ширина загрузочного отверстия	B	мм
Высота камеры дробления	H	»
Ход щеки	S	»
Размер разгрузочной щели:		
минимальный	l_{\min}	»
максимальный	l_{\max}	»
Угол захвата:		град.
при l_{\min}		
при l_{\max}		
Диаметр шкива электродвигателя	$D_{\text{дв}}$	мм
Диаметр шкива дробилки	$D^{\text{др}}$	»
Число оборотов вала электродвигателя	$N^{\text{др}}$	об/мин
Максимальный размер загружаемого камня	$D_{\text{дв}}^{\text{max}}$	мм
Максимальный размер кусков готового продукта	d_{max}	»

Таблица 6.2

Исходные данные

Номер варианта	B , мм	H , мм	L , мм	S , мм	$D_{\text{max}}^{\text{дв}}$, мм	$d_{\text{max}}^{\text{др}}$, мм	$l_{\min}^{\text{др}}$, мм	$l_{\max}^{\text{др}}$, мм	$N_{\text{дв}}$, об/мин
1	500	1000	50	30	500	80	50	80	100
2	550	1010	70	40	550	110	70	110	110
3	600	1020	90	50	600	140	90	140	120
4	650	1030	100	60	650	160	100	160	130
5	700	1040	110	70	700	180	110	180	140
6	750	1050	120	80	750	200	120	200	150
7	800	1060	130	90	800	220	130	220	160
8	850	1070	140	100	850	240	140	240	170
9	900	1080	150	110	900	260	150	260	180
10	950	1090	160	120	950	280	160	280	190
11	1000	1100	170	130	1000	300	170	300	200
12	980	1110	180	140	980	320	180	320	210
13	960	1120	190	150	960	340	190	340	220
14	940	1130	200	160	940	360	200	360	230
15	920	1140	210	170	920	380	210	380	240
16	900	1150	220	180	900	400	220	400	250
17	880	1160	230	190	880	420	230	420	260
18	860	1170	240	200	860	440	240	440	270
19	840	1180	250	210	840	460	250	460	280
20	820	1190	260	220	820	480	260	480	290

6.1. Общие сведения и методика расчетов

Щековые дробилки служат для крупного и среднего дробления прочных пород. Каменный материал раздавливается между подвижными щеками, образующими клиновидную камеру дробления. Благодаря такой форме камеры куски материала располагаются по высоте камеры в зависимости от их крупности: более крупные сверху, менее крупные внизу. При сближении щек (ход сжатия) куски материала раздавливаются, при отходе подвижной щеки (холостой ход) куски камня продвигаются вниз под действием силы тяжести или выходят из камеры дробления, если их размеры стали меньше наиболее узкой части камеры, называемой разгрузочной щелью.

Особенность устройства заключается в том, что подвижная щека дробилки со сложным движением верхней частью надета непосредственно на эксцентриковый вал. Изменение размера разгрузочной щели производится специальным регулировочным винтом (рис. 6.1).

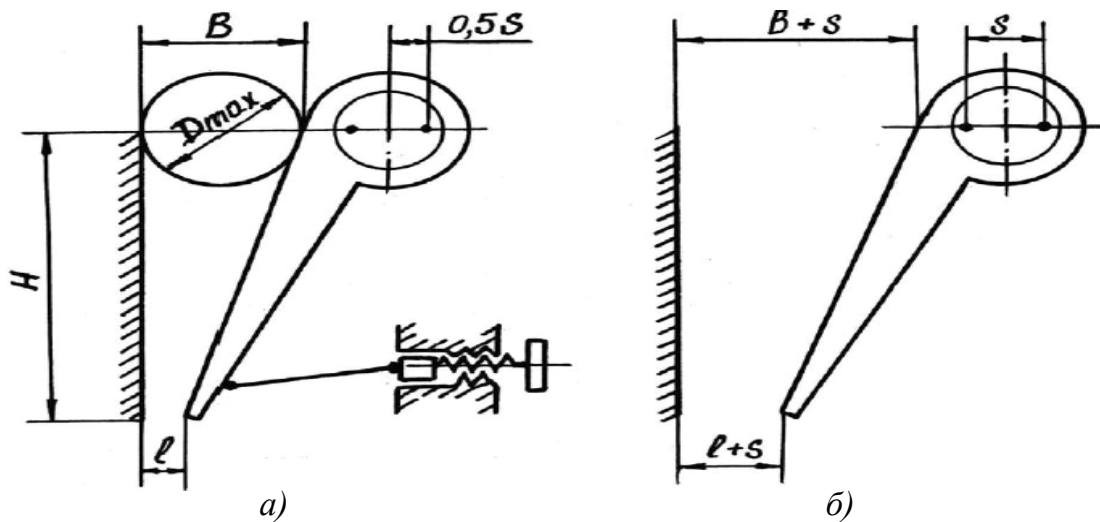


Рис. 6.1. Схемы щековой дробилки со сложным движением щеки: а – дробления зерна; б – регулирования размера щели

Угол захвата дробилки

$$\alpha = \arctg \frac{B - (1 + S)}{H}, \quad (6.1)$$

где $l + S$ – ширина разгрузочной щели, мм. Величина угла захвата определяется при l_{\min} и l_{\max} .

Предельная величина степени дробления

$$m = \frac{D_{\max}}{d_{\max}}. \quad (6.2)$$

Величина загружаемого камня составляет 85 % от ширины загрузочного отверстия; d_{\max} – максимальный размер кусков готового продукта, полученного при работе дробилки с разгрузочной щелью, отрегулированной до l_{\min} .

Размер камня определяется как среднее арифметическое длины, ширины и высоты куска.

Определение оптимального числа оборотов эксцентрикового вала дробилки аналитически производится по формуле

$$n_0 = 600 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{S}}, \text{ об/мин.} \quad (6.3)$$

Определение производительности щековой дробилки и расхода мощности производят по заданным преподавателем размерам разгрузочной щели l_1 и l_2 . Для данного размера разгрузочной щели l_1 определяется величина угла захвата по формуле (6.1).

Средняя крупность кусков в исходном материале

$$D_{\text{cp}} = 0,5D_{\max}. \quad (6.4)$$

Расчетная производительность

$$\Pi_p = 60\mu V n_\phi \gamma, \quad (6.5)$$

где μ – коэффициент разрыхления щебня, равный 0,3...0,4; n_ϕ – фактическое число оборотов эксцентрикового вала дробилки, об/мин; γ – объемная масса камня, кг/м³; V – объем материала, выпадающий за одно качание щеки, м³:

$$V = \frac{(2l + S) Sl}{2 \operatorname{tg} \alpha}. \quad (6.6)$$

Расчетная мощность

$$N = \frac{\pi L \delta^2 (D_{\max}^2 - d_{\max}^2) n_\phi}{1000 \cdot 60 \cdot 12 \cdot E}, \text{ кВт}, \quad (6.7)$$

где L – длина загрузочного зева дробилки – 2 м; δ – предел прочности, МПа (табл. 6.3); D_{\max} и d_{\max} – максимальные размеры кусков продукта питания и готового продукта, м; n_ϕ – фактическая скорость вращения эксцентрикового вала дробилки, об/мин; E – модуль упругости дробимого материала, МПа (см. табл. 6.3).

Характеристика горных пород

Горная порода	Объёмная масса γ , кг/м ³	Предел прочности δ , МПа	Модуль упругости E , МПа
Гранит	2570	150 ... 250	46000
Известняк	2630	40 ... 100	35000
Мрамор	2690	55 ... 150	36500

По результатам расчётов по аналитическим зависимостям строят графики зависимости производительности Π и затрат мощности на дробление N от размера разгрузочной щели l (рис. 6.2).

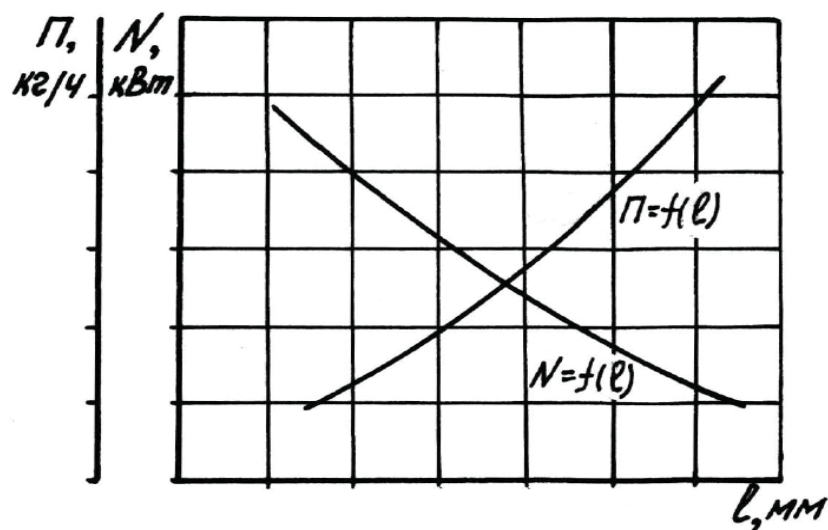


Рис. 6.2. Графики зависимости производительности Π и затрат мощности на дробление N от размера разгрузочной щели l

6.2. Выполнение работы

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

- 1) изучить устройство щековой дробилки со сложным движением щеки, начертить схему;
- 2) определить предельную величину степени дробления дробилки;
- 3) определить число оборотов эксцентрикового вала дробилки;
- 4) определить производительность и расход мощности;

6.3. Контрольные вопросы

1. Чем ограничивается максимальный размер загружаемого в дробилку камня?
2. По какой траектории движется дробящая плита дробилки?

3. От чего зависит оптимальное число оборотов эксцентрикового вала?
 4. Как изменяются производительность и мощность дробилки от размера разгрузочной щели?

Лабораторная работа № 7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Цель работы: исследование влияния параметров ленточного конвейера на его производительность.

Исходные данные представлены в таблице.

Исходные данные

Номер варианта	Плотность груза ρ , т/м ³	Угол естественного откоса материала в покое φ_n , °	Скорость движения ленты V , м/с	Геометрическая ширина ленты B , м	Длина среднего ролика b_1 , м	Угол наклона боковых роликов α , °
1	1,61	15	0,5	1,0	0,4	20
2	1,63	16	0,6	1,1	0,5	22
3	1,65	17	0,7	1,2	0,6	24
4	1,67	18	0,8	1,3	0,7	26
5	1,69	19	0,9	1,4	0,8	28
6	1,71	20	1,0	1,5	0,9	30
7	1,73	21	1,1	1,6	1,0	21
8	1,75	22	1,2	1,7	1,1	23
9	1,77	23	1,3	1,8	1,2	25
10	1,79	24	1,4	1,0	0,3	27
11	1,76	25	1,5	1,1	0,4	29
12	1,74	26	1,6	1,2	0,5	20
13	1,72	27	1,7	1,3	0,6	22
14	1,71	28	1,8	1,4	0,7	24
15	1,69	29	1,9	1,5	0,8	26
16	1,67	30	2,0	1,6	0,9	28
17	1,65	29	2,1	1,7	1,0	30
18	1,66	28	2,2	1,8	1,1	21
19	1,64	27	2,3	1,9	1,2	23
20	1,62	26	2,4	2,0	1,3	25

7.1. Общие сведения и методика расчетов

Производительность конвейера определяют по количеству материала, проходящего через сечение в единицу времени.

Применительно к ленточному конвейеру при площади поперечного сечения потока насыпного груза F (м²), скорости движения ленты V (м/с) и плотности груза ρ (кг/м³) производительность определяется по формуле

$$Q = 3600FV\rho, \text{ кг/ч}, \quad Q = 3,6FV\rho, \text{ т/ч}. \quad (7.1)$$

Производительность можно выразить также через погонную массу насыпного груза на ленте q_r (кг/м).

Так как

$$\begin{aligned} q_r &= F\rho, \text{ кг/м}, \\ F &= q_r / \rho, \text{ м}^2, \end{aligned}$$

то

$$Q = 3600 \frac{q_r}{\rho \cdot 1000} V_p = 3,6 q_r V, \text{ т/ч}.$$

Таким образом, производительность конвейера зависит от скорости ленты и погонной нагрузки на нее.

По данным практики, целесообразную скорость ленты определяют исходя из условий эксплуатации, ее назначают в зависимости от вида насыпного груза и ширины ленты по рекомендациям, содержащимся в нормативно-справочной литературе.

Площадь поперечного сечения потока материала определяют следующим образом.

Экспериментальными исследованиями установлено, что независимо от типа роlikоопор (прямых или желобчатых) форма верхней части насыпного груза на ленте имеет вид, близкий к параболическому сегменту с углом при основании, равным углу естественного откоса материала в покое. Однако для удобства расчета производительности принято параболический сегмент условно заменять треугольником с такими углами при основании, при которых площади этих сечений будут равны. При этом расчетный угол φ_1 принимают с учетом его уменьшения при движущейся ленте. Обычно $\varphi_1 = 0,35 \varphi_n$.

Площадь поперечного сечения потока материала для случая трёхроlikовой желобчатой роlikоопоры (рисунок)

$$F = F_1 + F_2, \quad (7.3)$$

где F_1 – площадь треугольника; F_2 – площадь равнобокой трапеции.

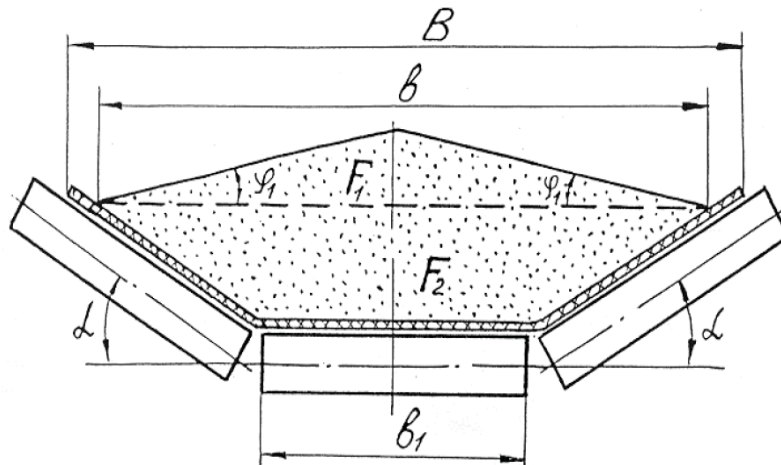
Площадь треугольника

$$F_1 = 2 \left(\frac{1}{2} \frac{b}{2} \frac{b}{2} \operatorname{tg} \varphi_1 \right) = 0,25 b^2 \varphi_1, \quad (7.4)$$

где b – рабочая ширина ленты; B – геометрическая ширина ленты, м (см. рисунок).

Введем обозначение $k = b/B$, тогда

$$F_1 = 0,25 k^2 B^2 \operatorname{tg} \varphi_1. \quad (7.5)$$



Сечение потока материала на трёхроликовой желобчатой роlikоопоре

Площадь трапеции

$$F_2 = \frac{b - b_1}{2} \operatorname{tg} \alpha \frac{b_1 + b}{2} = (b^2 - b_1^2) 0,25 \operatorname{tg} \alpha, \quad (7.6)$$

где b_1 – длина среднего ролика; α – угол наклона боковых роликов.

Введем обозначение $k_1 = b_1/B$,

тогда с учетом того, что $k = b/B$, получим

$$F_2 = 0,25 \operatorname{tg} \alpha (k^2 - k_1^2) B^2. \quad (7.7)$$

Общая площадь поперечного сечения потока материала

$$F = F_1 + F_2 = 0,25 B^2 (k^2 \operatorname{tg} \varphi_1 + (k^2 - k_1^2) \operatorname{tg} \alpha). \quad (7.8)$$

Таким образом, площадь поперечного сечения потока насыпного груза на движущейся горизонтальной ленте (как и производительность конвейера) зависит от ширины ленты B и ширины находящегося на ней потока насыпного груза b (рабочей ширины ленты), типа роlikоопор, угла наклона боковых роликов, угла естественного откоса насыпного груза.

В практических расчетах принимают рабочую ширину ленты $b = 0,9B - 0,05$, м, или $k_1 = b_1/B = 0,38$, а площадь поперечного сечения потока материала:

при $\alpha = 20^\circ$ $F \cong 0,11 B^2$;
при $\alpha = 30^\circ$ $F \cong 0,14 B^2$.

7.2. Выполнение работы

Используя полученные в задании исходные характеристики материала и параметры транспортера (насыпную плотность ρ , кг/м³, угол естественного откоса материала n_ϕ) необходимо:

- 1) определить значения коэффициентов $k = b/B$ и $k_1 = b_1/B$;
- 2) вычислить площади составных элементов усредненного поперечного сечения потока материала (см. рисунок):
 - а) треугольника F_1 по формуле (7.4),
 - б) трапеции F_2 по формуле (7.6);
- 3) вычислить общую площадь сечения F по формуле (7.3);
- 4) определить процентную долю площадей F_1 и F_2 в общей площади сечения F ;
- 5) вычислить массовую производительность конвейера по формуле (7.1).

7.3. Контрольные вопросы

1. Что такое плотность груза?
2. Что такое угол естественного откоса?
3. Чему равен угол естественного откоса для воды?
4. Какие грузы называют насыпными?
5. Что больше: угол естественного откоса в покое или угол естественного откоса в движении и почему?
6. Влияет ли переход при одной ширине ленты и скорости от плоских роlikоопор к желобчатым на производительность?
7. Чему равна секундная производительность, если масса расположенного на единице длины конвейера груза q (кг/м) движется со скоростью V (м/с)?
8. Как влияет увеличение угла наклона боковых роликов желобчатой роlikоопоры на производительность ленточного конвейера?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация управления строительными и дорожными машинами / В. С. Заленский [и др.]. – М. : Машиностроение, 1996. – 316 с. – ISBN 5-7389-0268-X.

2. *Белецкий, Б. Ф.* Строительные машины и оборудование : справ. пособие (для производителей, студентов строит. вузов, фак. и техникумов) / Б. Ф. Белецкий. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 592 с. – ISBN 978-5-7638-1372-2.

3. *Добронравов, С. С.* Строительные машины и основы автоматизации : учеб. для строит. вузов / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – М. : Высш. шк., 2001. – 575 с. – ISBN 5-06-003857-2.

4. Дорожно-строительные машины и комплексы : учеб. для вузов по дисциплине «Дорожные машины» для специальностей 170900, 230110, 150600 / В. И. Баловнев [и др.]; под общ. ред. В. И. Баловнева. – М. – Омск : Изд-во СибАДИ, 2001. – 528 с. – ISBN 5-7389-0268-2.

5. Дорожно-строительные машины : учеб. для вузов / А. В. Вавилов [и др.]. – Минск : Технопринт, 2000. – 515 с. – ISBN 985-6373-59-X.

6. *Каптюшин, Г. К.* Конструкция, основы теории, расчет и испытание тракторов / Г. К. Каптюшин, С. П. Баженов. – М. : Агропромиздат, 1990. – 511 с. – ISBN 5-93196-350-2.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Лабораторная работа № 1. <i>Изучение конструкции и определение основных параметров редукторов</i>	4
Лабораторная работа № 2. <i>Обоснование экономической эффективности применения бульдозеров, оснащенных V-образным отвалом</i>	9
Лабораторная работа № 3. <i>Определение тягово-скоростных свойств автогрейдера</i>	15
Лабораторная работа № 4. <i>Определение оптимальных параметров рабочего процесса дорожной машины (на примере автогрейдера)</i>	20
Лабораторная работа № 5. <i>Выбор основных параметров грузовой лебедки</i>	23
Лабораторная работа № 6. <i>Изучение конструкции и оценка эффективности параметров щековой дробилки</i>	28
Лабораторная работа № 7. <i>Исследование производительности ленточного конвейера</i>	33
Список рекомендуемой литературы	37

ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине «Дорожные машины и производственная база строительства»

Составитель
ВИХРЕВ Александр Владимирович

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой доцент Э. Ф. Семёхин

Подписано в печать 01.06.11.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 2,32. Тираж 100 экз.
Заказ
Издательство
Владимирского государственного университета.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.