

Дорожные машины

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине
«Дорожные машины»

Составитель:

А.В. ВИХРЕВ

Владимир 2016

УДК 625.76

Рецензент
Кандидат технических наук, доцент
Владимирского государственного университета
Э.Ф. Семехин

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Дорожные машины: Метод. указания к лабораторным работам
"Дорожные машины" /Владим. гос. ун-т; Сост.: А.В. Вихрев. Владимир,
2016. 19 с.

Содержат общие положения, основные расчеты, методику определения сроков производства работ, методику расчета оптимальной длины сменной захватки, калькуляции трудовых затрат, технологические схемы производства дорожно-строительных работ, основные технико-экономические показатели, пример разработки технологической карты на устройство слоёв дорожной одежды, контрольные вопросы для самостоятельной подготовки.

Предназначены для студентов специальности подготовки 08.05.02 – «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей», специализация подготовки – «Строительство (реконструкция), эксплуатация и техническое прикрытие автомобильных дорог» заочной формы обучения.

Табл. 3. Ил. 4. Библиогр.: 9 назв.

УДК 625.76

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

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

1.2. *Состав работ* - Предусмотрены для студентов специальности очной и заочной формы обучения. Все необходимые данные для выполнения работы указаны в заданиях для каждой лабораторной работы.

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

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕДУКТОРОВ

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

Варианты заданий

Таблица 1.1

№ вар.	схема редуктора	скорость вращения на входе в редуктор, об/м	скорость вращения на выходе из редуктора, об/м
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 задается преподавателем.

2.1. 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 (рис. 1.1. а, б, в, г, д) и др. По числу ступеней редукторы могут быть одноступенчатые, двухступенчатые, трехступенчатые и многоступенчатые (рис. 1.1, а, б, в). Для передачи энергии между перекрещивающимися в пространстве валами применяют червячные редукторы (рис. 1, д). Конические редукторы передают энергию между пересекающимися под углом валами (рис. 1, г).

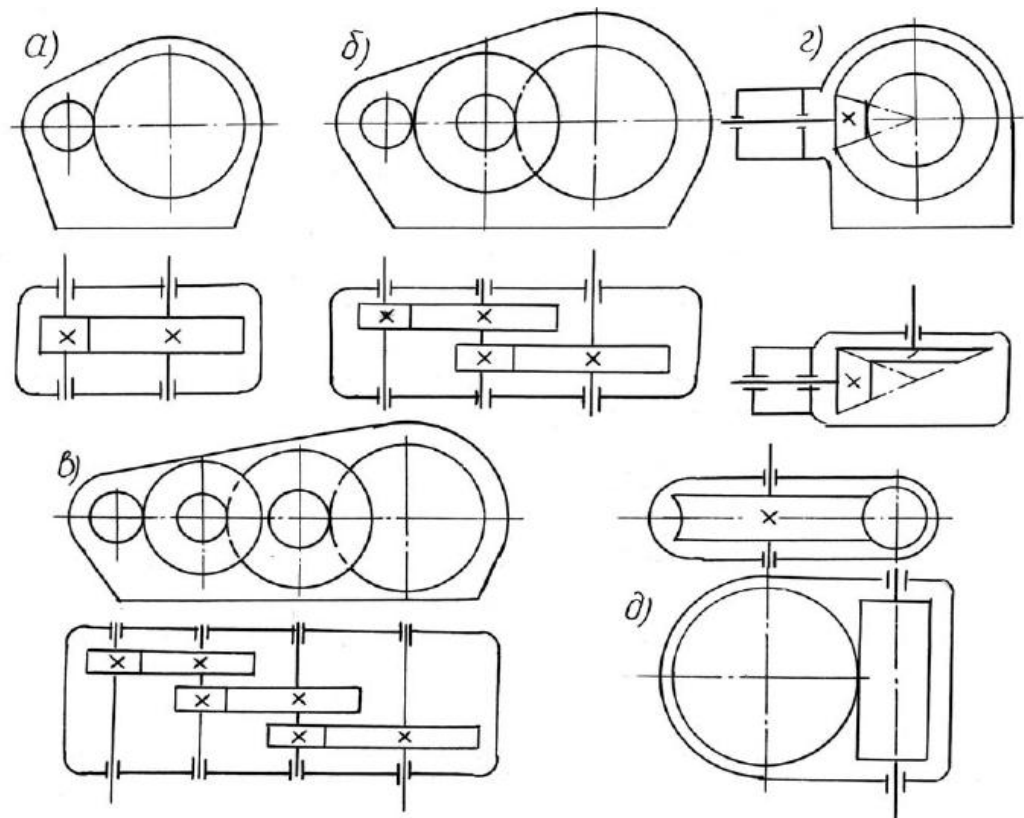


Рис. 1.1. Кинематические схемы редукторов: а – цилиндрический одноступенчатый; б – цилиндрический двухступенчатый; в – цилиндрический трёхступенчатый; г – конический; д – червячный

Основные параметры редукторов - главным параметром любого редуктора является передаточное число редуктора i_p , определяемое для двухступенчатого редуктора по формуле 1.1.

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

где i_{δ} и i_z - передаточные числа быстроходной и тихоходной ступеней редуктора. К числу основных параметров редукторов относится суммарное межосевое расстояние A_c , 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 - межосевое расстояние быстроходной и тихоходной ступеней.

Основными параметрами зацепления являются модуль и число зубьев, которые связаны с межосевым расстоянием зависимостью

$$m = \frac{2A}{Z_{ш} + Z_{к}}, \quad (1.3)$$

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

Конструкции корпусов редукторов - корпус редуктора является ответственным узлом, 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. Расположение ребер согласовано с направлением усилий, деформирующих корпус.

С целью упрощения сборки, осмотров и ремонтов, для облегчения слесарной пригонки и доводки 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 - уплотнения валов редуктора должны быть надежными и долговечными, так как от этого зависит работоспособность подшипника. Применяемые в подшипниках различные типы уплотнений предназначаются 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 к небрежному виду оборудования.

Подшипники – подшипники в редукторах чаще смазываются 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 применяются войлочные, севанитовые, кожаные, лабиринтные и комбинированные уплотнения.

Войлочные, севанитовые и кожаные уплотнения относятся к контактными уплотнениям, так как непосредственно обжимают валы,

Для получения необходимой герметичности севанитовые уплотнения применяются и при более низких скоростях. Войлочные, севанитовые и кожаные уплотнения могут быть установлены в узлах с температурой менее

80⁰ 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 смазке подшипников густой смазкой.

Смазка редукторов - назначение смазки редукторов состоит в снижении потерь на трение, уменьшении износа и удалении продуктов износа. Слой смазки, разделяющий поверхность контакта, снижает динамические нагрузки, что в сочетании с уменьшением сил трения способствует снижению уровня шума и вибраций.

Смазка окупанием применяется лишь для тихоходного редуктора при окружной скорости в зацеплении $V = 12,5$ м/с. При большой скорости масло сбрасывается с вращающихся деталей и вспенивается. Вспенивание масла 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. Колеса тихоходной ступени, поэтому могут быть погружены несколько глубже.

В тихоходных редукторах вероятность попадания масла в подшипник качения очень мала при разбрызгивании, поэтому подшипник смазывается густой смазкой. Для устранения попадания густой смазки в масляную ванну редуктора между полостью подшипника и редукторным пространством устанавливаются маслоотбойные или сквозные врезные крышки.

Червячные редукторы - в червячных редукторах используются червячные передачи, предназначенные для редуцирования скорости и передачи моментов между перекрещивающимися валами под любым углом (чаще под прямым углом). Основными достоинствами червячной передачи являются:

- 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 необходимо для червячного колеса применять дорогостоящие антифрикционные сплавы (бронза);

- низкий КПД червячных редукторов не позволяет использовать их для передачи больших мощностей ($N= 100...200$ кВт).

Редукторы разделяются по расположению червяка относительно колеса: 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.

3.1 Выполнение работы:

- 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;

4.1 Контрольные вопросы:

1. Что является главным параметром редуктора?
2. Достоинства цилиндрического редуктора по сравнению с червячным.
3. Как смазываются подшипники тихоходных передач?
4. Как смазываются 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

1. *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.

Варианты заданий

Таблица 1.2

№ варианта	Характеристики отвала и условий работы			
	B, м	H, м	k_y	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
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

2.2 *Общие сведения и методика расчетов* - бульдозеры предназначены для выполнения различных земляных работ. Однако наиболее распространенным видом работ является разработка и перемещение грунта на расстояние до 100 метров.

Важными эксплуатационными параметрами, характеризующими эффективность применения бульдозеров, являются 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; $\Pi_{\text{см}}$ – сменная производительность.

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

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

где $V_{\text{пр}} = \frac{BH^2}{2k_{\text{пр}}}$ – объем призмы грунта, накапливаемого отвалом бульдозера;
 B – длина отвала, м; H – высота отвала, м; $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий форму призмы грунта; $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования бульдозера по времени, $k_{\text{в}}=0,8$; λ – коэффициент потерь грунта на 1 м пути, $\lambda=0,005$ 1/м;
 L – длина транспортирования грунта; $k_{\text{у}}$ – коэффициент, учитывающий влияние уклона местности на производительность бульдозера, при угле подъема $\alpha = 0 - 5^\circ$, $k_{\text{у}}=1,00 - 0,67$; $k_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта, $k_{\text{р}} = 1,1 - 1,35$; n – число часов работы бульдозера за смену ($n=8,2$ часа); $T_{\text{ц}}$ – время цикла бульдозера, с.

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

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

где $L_{\text{н}}$ – длина пути набора призмы грунта, $L_{\text{н}}=6 - 10$ м; L – длина пути перемещения грунта, м; $V_{\text{н}}$ – скорость набора грунта, $V_{\text{н}}=0,6V_1$, км/ч; V_1 – скорость движения трактора на 1 передаче, км/ч; V_{xx} – скорость движения холостого хода (откатывания назад), $V_{\text{xx}}=5 - 7$ 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

$$K_e = \frac{B_{\text{н}}}{B_{\text{м}}}, \quad (2.4)$$

Объёмный коэффициент подобия

$$k_v = k_e^3 \quad (2.5)$$

Тогда объем призмы волочения натурной машины будет равен

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{пр}}^{\text{м}} k_e^3, \quad (2.6)$$

где $V_{\text{пр}}^{\text{м}}$ – объём призмы волочения перед моделью отвала (определяется по варианту).

Во время экспериментов, связанных с копанием моделями отвалов, определяют вес призмы волочения $G_{\text{пр}}^{\text{м}}$, а затем - $V_{\text{пр}}$

$$V_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{пр}}^{\text{м}}}{\gamma_{\text{г}}}, \quad (2.7)$$

где $\gamma_{\text{г}}$ – объёмный вес грунта (для песка $\gamma_{\text{г}}=17\,000$ Н/м³).

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

Стоимость машино-смены бульдозера $C_{\text{м.см}}$, равна:

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

где $C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления на 1 час; $C_{\text{т.о}}$ – стоимость технического обслуживания на 1 час (для ДЗ-27 $C_{\text{т.о}} = 1,4m_{\text{и}}$ р./ч); $C_{\text{зап.ч}}$ – стоимость запасных частей на 1 час работы (для ДЗ-27 $C_{\text{зап.ч}} = 0,03m_{\text{и}}$ р./ч); $C_{\text{топ}}$ – стоимость топлива на 1 час работы (для ДЗ-27 $C_{\text{топ}} = 1,09m_{\text{и}}$ р./ч); $C_{\text{см.м}}$ – стоимость смазочных материалов на 1 час работы (для ДЗ-27 $C_{\text{см.м}} = 0,27m_{\text{и}}$ р./ч); $C_{\text{з.п}}$ – заработная плата за 1 час работы (для ДЗ-27 $C_{\text{з.п}} = 0,79m_{\text{и}}$ р./ч).

Здесь $m_{\text{и}}$ – 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 $Ц = 19000m_{\text{и}}$ р.); $T_{\text{г}}$ – число часов работы машины в году (для ДЗ-27 $T_{\text{г}} = 2580$ часов).

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 показывает, что производительность бульдозера может быть повышена применением рациональных схем работы. Рассмотрим некоторые из них.

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

Для уменьшения потерь и повышения производительности бульдозера перемещение грунта осуществляется двумя способами: по траншее в грунте и по траншее, образованной из валиков грунта, осыпающегося при предыдущих проходах бульдозера (рис. 1, а; 2, б). Объем грунта, перемещаемого по траншее, увеличивается на 10-15 %.

2. Для увеличения производительности при перемещении грунта иногда применяют два спаренных бульдозера (рис. 2, 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 раздельно (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, так как 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.

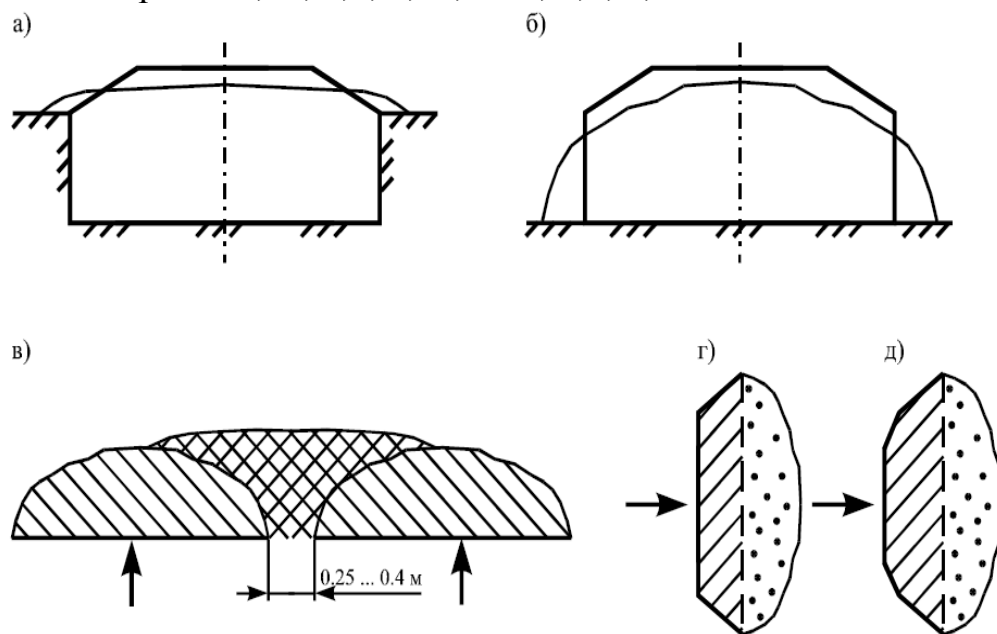


Рис. 1.2. Рациональные схемы работы бульдозера

Из анализа прогрессивных схем работы можно установить, что повышение производительности происходит в основном за счет увеличения объема призмы грунта. Исследованиями, выполненными проф. А. Н. Зелениным, 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 применяются 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. 1, г, д).

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

3.2. *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 %.

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

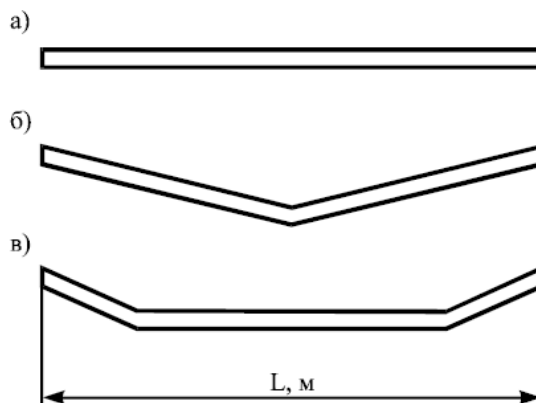


Рис. 2.2 Конфигурации отвалов: а – прямой; б – V - образный; в – V - образный секционный

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

1. Ознакомиться с содержанием работы по методическим указаниям.
2. Рассчитать время цикла работы бульдозера.
3. Рассчитать стоимость машино-смены бульдозера.
4. Определить сменную эксплуатационную производительность бульдозера с каждым типом отвалов.
5. Определить себестоимость разработки единицы объёма грунта с рассматриваемыми отвалами.
6. Дать анализ полученных результатов.

4.2 *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

1.3 Цель работы – уяснение понятия тягово-скоростных свойств. Получение навыков определения рабочих скоростей, тяговой мощности, удельного сопротивления копания и производительности на примере автогрейдера. Определение величин рациональных параметров рабочего процесса автогрейдера.

Варианты заданий

Таблица 1.3

№ вар.	Тип автогрейд.	Передаточные числа трансмиссии, $i_{тр}$				Рад. колес $R_0, м$	Номинальное число оборотов колен.вала двигателя, $n_{дв}$		
		Передачи	I	II	III		IV	I	II
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	-/-	-/-	-/-

2.3 Общие сведения и методика расчетов:

Автогрейдеры являются одними из наиболее востребованных в дорожном строительстве землеройно-транспортных и планировочных механизмов. Производительность автогрейдеров в значительной степени определяется правильным выбором передачи на которой выполняются технологические операции. Передача выбирается 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. 2.3, производится построение зависимости $\delta = f(T)$, на I, II и III передачах.

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

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

Таблица 2.3

Передачи	Легкий автогрейдер		Средний автогрейдер	
	$\delta, \%$	$T, \text{кгс}$	$\delta, \%$	$T, \text{кгс}$
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

Определяется скоростной радиус качения колеса автогрейдера на трех рабочих передачах:

$$r_k = r_0 \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (1.3)$$

где r_k – скоростной радиус качения, м; r_0 - геометрический радиус колеса, м;

δ - коэффициент буксования.

Значение геометрического радиуса ведущего колеса приведены в табл.1. Значение коэффициента буксования принимают из табл.2 усреднено для каждой передачи.

Определяется теоретическая скорость движения автогрейдера на I, II, III передачах по формуле 2.3:

$$v_T = \frac{0,377 r_k n_{дв}}{i_{тр}}, \quad (2.3)$$

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

Значение $r_0, i_{тр}, n_{дв}$ для легких и средних автогрейдеров приводятся в табл. 1.3

Определяются рабочие скорости, развиваемые автогрейдером на I, II, III передачах, для соответствующих значений тягового усилия по формуле 3.3:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.3)$$

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

Результаты расчетов представляются в виде графических зависимостей $V_p = f(T)$ на двухквдратном графике (см. рисунок 1).

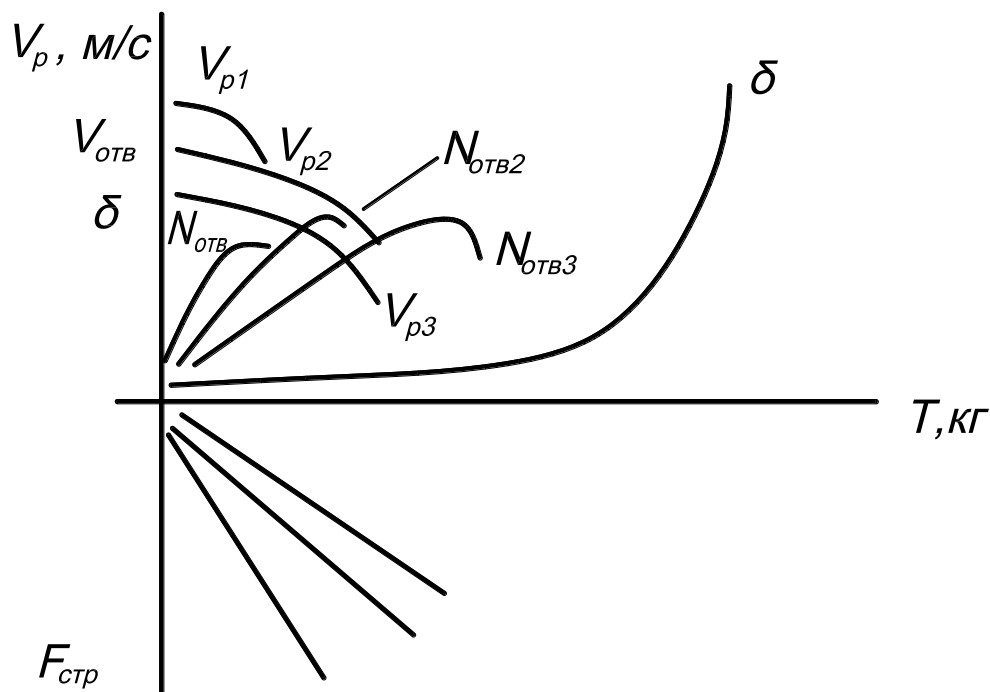


Рис. 1.3 Двухквдратичный график режимов работы автогрейдера

Определяются тяговые мощности $N_{отв}$, л.с., на рабочем органе автогрейдера на I, II, III передачах по формуле 4.3:

$$N_{отв} = \frac{T V_p}{270}, \quad (4.3)$$

где T – кгс; V_p – км/ч,
либо:

$$N_{отв} = T V_p, \quad (5.3)$$

где $N_{отв}$ – кВт; T – кН; V_p – м/с.

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

Определяется площадь стружки, вырезаемой автогрейдером, по формуле 6.3:

$$F_{стр} = \frac{T}{K_I}, \quad (6.3)$$

где K_I – удельное сопротивление копанью грунта отвалом автогрейдера, зависит от вида грунта и изменяется в пределах от 4000 до 12000 кгс/м². Значения T выбираются произвольно в пределах оси графика (см. рисунок 1).

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

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

Определяется конструктивную производительность Π_k , м³/ч, по формуле 7.3:

$$\Pi_k = F_{стр} \mathcal{V}_p, \quad (7.3)$$

где $F_{стр}$, м² и \mathcal{V}_p , км/ч, определяются, исходя из двухкватратного графика (см. рисунок 1), на каждой из трех передач при максимальном значении тяговой мощности.

По результатам вычислений строится двухкватратный график зависимостей $\mathcal{V}_p = f(T)$; $N_{отв} = f(T)$; $\delta = f(T)$; $F_{стр} = f(T)$ на трех передачах.

Построенный график дает возможность определить параметры копания грунта отвалом автогрейдера из условия максимального использования тяговой мощности. Полученные параметры заносят в табл. 3.3

Таблица 3.3

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

На основе полученной таблицы выбираются рациональные параметры рабочего процесса автогрейдера. Рациональным называется такое сочетание параметров, при котором достигается максимальное значение производительности дорожной машины.

3.3. выполнение работы:

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо:

1. Ознакомиться с содержанием работы по методическим указаниям.
2. Рассчитать и построить на графике значения коэффициента буксования δ для I, II и III передачи.
3. Определить скоростной радиус качения r_k для каждой передачи.
4. Рассчитать значения теоретической скорости \mathcal{V}_T автогрейдера на трех передачах.
5. Рассчитать и отобразить на графике значения рабочих скоростей \mathcal{V}_p .

6. Определить значения и построить графики тяговой мощности $N_{отв}$ на каждой передаче.

7. Построить график для определения площади снимаемой стружки, для грунта предложенного преподавателем.

8. Рассчитать конструктивную производительность P_k

4.3 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 отличаются теоретический и рабочий радиусы колеса?

Список литературы

1. Машины для земляных и строительно-монтажных работ [Электронный ресурс]: Учебное издание / Янсон Р.А., Агапов А.Б., Демин А.А., Кошкарев Е.В., Петренко В.Ф. - М. : Издательство АСВ, 2012. - 358 с.
2. Экскаваторы одноковшовые полноповоротные. В 2-х ч. [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Янсон Р.А., Саськов Р.В. -М.: Издательство АСВ, 2014. 352 стр.
3. Строительные машины и оборудование [Электронный ресурс]: Учебник / Кудрявцев Е.М. -М.: Издательство АСВ, 2012. - 328 с.
4. Эксплуатация машин в строительстве [Электронный ресурс] : Учебник / Рогожкин В.М. - М.: Издательство АСВ, 2011. - 648 с.
5. Комплексная механизация строительства [Электронный ресурс] : Учебник / Кудрявцев Е.М. - Издание третье, перераб. и доп. - М. : Издательство АСВ, 2010. - 464 с : ил.
6. Комплексная механизация строительства [Электронный ресурс]: Учебник / Кудрявцев Е.М. - Издание третье, перераб. и доп. - М.: Издательство АСВ, 2010. - 464 с : ил.
7. Справочная энциклопедия дорожника: 10 т. Производственные предприятия дорожного строительства. М.: ФГУП Инфоравтодор, 485 с.
8. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. М, 2013: Минрегион России, 84 с.
9. СП 48.13330. Организация строительства. М., 2011: Минрегион России, 24 с.