



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Сельскохозяйственные машины»

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
по одноименному курсу для студентов  
специальности 1-36 12 01 «Проектирование  
и производство сельскохозяйственной техники»  
дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

**Гомель 2007**

УДК 631.372.001.6(075.8)  
ББК 40.72я73  
П79

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 8 от 27.03.2006 г.)*

Автор-составитель: *С. И. Кирилук*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Обработка материалов давлением»  
ГГТУ им. П. О. Сухого *Ю. Л. Бобарикин*

**Проектирование** мобильных энергетических средств : лаб. практикум по одному.  
П79 курсу для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. и заоч. форм обучения / авт.-сост. С. И. Кирилук. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 35 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-580-9.

Представлены описания различных типов современных мобильных энергетических средств, теоретические, методические и справочные сведения. Приведен пример кинематического и энергетического расчета трансмиссии мобильных энергосредств, а также варианты заданий.

Для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» дневной и заочной форм обучения.

УДК 631.372.001.6(075.8)  
ББК 40.72я73

ISBN 978-985-420-580-9

© Кирилук С. И., составление, 2007  
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2007

## *Лабораторная работа № 1*

### **Кинематический и энергетический расчет трансмиссии универсального энергосредства УЭС-2-250А**

**Цель работы:** рассмотреть кинематическую схему и в соответствии с вариантом произвести кинематический и энергетический расчет трансмиссии энергосредства УЭС-2-250А.

#### **Общая характеристика и область применения**

Универсальное энергетическое средство УЭС-2-250(280)А «Полесье» предназначено для различных сельскохозяйственных работ, выполняемых в агрегате с полунавесными, навесными и прицепными машинами и орудиями.

Энергосредство оборудовано навесным устройством для агрегатирования с различными машинами и управляемым ведущим мостом для обеспечения повышенной проходимости и тяговой способности.

В зависимости от необходимости двигаться вперед или назад рабочее место оператора может реверсироваться.

Энергосредство УЭС-2-250А входит в состав зерноуборочного комплекса КЗР-10 «Полесье – Ротор» и может агрегатироваться с полунавесным кормоуборочным комбайном «Полесье-3000», комбайнами навесными свеклоуборочными КСН-6, КСН-6.2М, косилкой-плющилкой ротационной КПр-6 и другими сельскохозяйственными машинами, агрегатирование которых с УЭС согласовано с разработчиком в установленном порядке.

В зависимости от необходимости двигаться вперед или назад рабочее место оператора может реверсироваться. Для улучшения сцепных качеств и управляемости на переднюю часть УЭС устанавливают дополнительные грузы.

*Достоинства* универсального энергосредства УЭС-2-250(280)А «Полесье» следующие:

1. В энергосредстве реализована возможность передачи 100 % мощности двигателя через валы отбора мощности (ВОМ), что позволяет эффективно агрегатировать с ним машины и комбайны с активными рабочими органами, потребляющими значительную часть мощности двигателя.
2. Наличие переднего и заднего валов отбора мощности позволяет агрегатировать сельскохозяйственные машины с двух сторон

энергосредства, используя их в одном комплексе, что сокращает количество проходов по полю.

3. Использование мощных навесных устройств позволило снизить массу навесных машин по сравнению с аналогичными прицепными, используемыми в агрегате с универсальными тракторами.

4. Воздухозаборник радиатора выполнен самоочищающимся.

5. Гидропривод ходовой части позволяет плавно регулировать скорость движения, обеспечивая стабильную работу навесных машин.

6. Реверсивный пост управления обеспечивает менее чем за 1 минуту переход с прямого хода на реверс.

7. Высокое расположение кабины обеспечивает такую же, как у самоходных комбайнов, хорошую обзорность рабочих органов.

8. Универсальное энергосредство используется с мая-июня по октябрь с навесными машинами, выпускаемыми ПО «Гомсельмаш», на кошении трав, заготовке измельченных кормов, уборке зерновых и кукурузы на зерно, а также сахарной свеклы. Это определяет высокую экономическую эффективность комплексов машин на базе УЭС по сравнению со специальными самоходными комбайнами аналогичного класса.

Универсальные энергосредства УЭС-2-250А и УЭС-2-280А сертифицированы в Беларуси, России и Украине.

Основные параметры и технические характеристики универсального энергосредства УЭС-2-250(280)А «Полесье» приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

**Технические характеристики универсального энергосредства  
УЭС-2-250(280)А «Полесье»**

Параметры	Значение	
Максимальные скорости движения по диапазонам при прямом и обратном движении, км/ч:		
– первый	4,5	3,0*
– второй	8,0	5,3*
– третий	11,5	7,6*
– четвертый	20,0	13,2*
Транспортная скорость, км/ч, не более	20	
Грузоподъемность навесного устройства на оси подвеса, кг, не менее:		
– с жестким навесным устройством	7000	
– с шарнирным навесным устройством	5200	

Продолжение табл. 1.1

Параметры	Значение	
Колея, мм:	(УЭС-2-250А)	(УЭС-2-280А)
– ведущих колес (шин 23,1 R26)	1930	2140
– управляемых колес (шин 16,0 R20)	2095	2235
Дорожный просвет, мм, не менее	300	
База, мм	2535 ± 25	
Минимальный радиус:		
– окружности поворота, м, не более	7,5	
Транспортные габаритные размеры, мм, не более:		
– длина	5650	
– ширина	2900	
– высота	4000	
Марка двигателя:	DT 530E C265	
– УЭС-2-250А	(Detroit Diesel Corporation)	
– УЭС-2-280А	ЯМЗ-238БК-3	
Мощность двигателя номинальная, кВт (л. с.), не менее:		
– УЭС-2-250А	198 (265)	
– УЭС-2-280А	213 (290)	
Привод трансмиссии	Объемная гидropередача на управляемый и ведущий мосты	
Емкость топливного бака, л	412	
Номинальное тяговое усилие на крюке, кг:		
– первый диапазон	2400	
– второй диапазон	1400	
Масса конструкционная, кг, не более	6695	
Длительность непрерывной работы без дозаправки топливом при 80 % загрузке двигателя, моточасов, не менее	10	
Номинальная частота вращения переднего вала отбора мощности, с <sup>-1</sup>	16,67	
Номинальная частота вращения заднего вала отбора мощности, с <sup>-1</sup> (об/мин)	16,67 (1000)	
Максимальная мощность на заднем ВОМ при номинальной частоте вращения коленвала дизеля, кВт	172	
Максимальное давление жидкости в гидросистеме, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ):		
– привода ходовой части	35 (350)	

Параметры	Значение
– рулевого управления	14 (140)
– силовых цилиндров	16 (160)
Насос гидропривода ходовой части Давление в пневмосистеме, МПа	НП-90, SPV-23 0,60–0,74
Тормоза	Дисковые с фрикционными накладками
Частота вращения коленвала, с <sup>-1</sup> (об/мин)	33,34 ± 0,83 (2000 <sup>+150</sup> <sub>-100</sub> )
Максимальная мощность на переднем ВОМ при номинальной частоте вращения коленчатого вала дизеля, кВт	73,6

*Примечание.* \*С включенным управляемым ведущим мостом.

### Краткие сведения об устройстве УЭС-2-250А

Универсальное энергосредство имеет рамную конструкцию. На остовах находятся: моторная установка, кабина с органами управления, привод переднего и заднего ВОМ, управляемый и ведущий мосты, навесное устройство, гидросистема привода ведущих колес, гидросистема рулевого управления и управления рабочими органами, пневмо- и электрооборудование.

**Привод рабочих органов.** Для привода навесных орудий в энергосредстве применяют передний и задний ВОМ.

Задний ВОМ находится под кабиной водителя. К нему передается полная мощность двигателя, номинальная частота вращения составляет 16,67 с<sup>-1</sup> (1000 об/мин).

Передача мощности от двигателя к заднему ВОМ осуществляется с помощью карданного вала, присоединенного к фланцу. Для передачи заднему ВОМ обратного вращения карданный вал присоединяется к фланцу. При этом на ВОМ передается 50 % мощности двигателя.

Со стороны управляемого моста находится передний ВОМ, передача мощности дизеля (50 %) к нему осуществляется при помощи многопрофильных ремней и карданной передачи.

Стояночный тормоз представляет собой те же самые рабочие тормоза, приводимые в действие механическим рычагом из кабины.

**Заднее навесное устройство.** Служит для присоединения сельскохозяйственных орудий и обеспечения их правильного положения в рабочем и транспортном положении. Продольные тяги соединены с рычагами, раскосами. Конструкции раскосов различны. Левый рас-

кос – винтовой, правый представляет собой редуктор. Длину раскоса изменяют вращением рукоятки (рис. 1.1).

Для ограничения перемещения (поперечного) сельскохозяйственного орудия продольные тяги меорма навески блокируются ограничительными стяжками.

При работе с комбайном КНК-3000 стяжками устанавливаются в положении 1. В положении 2 стяжка устанавливается в тянущем режиме в зависимости от буксируемой машины. Требование установки должно быть оговорено вне агрегатируемой машины.

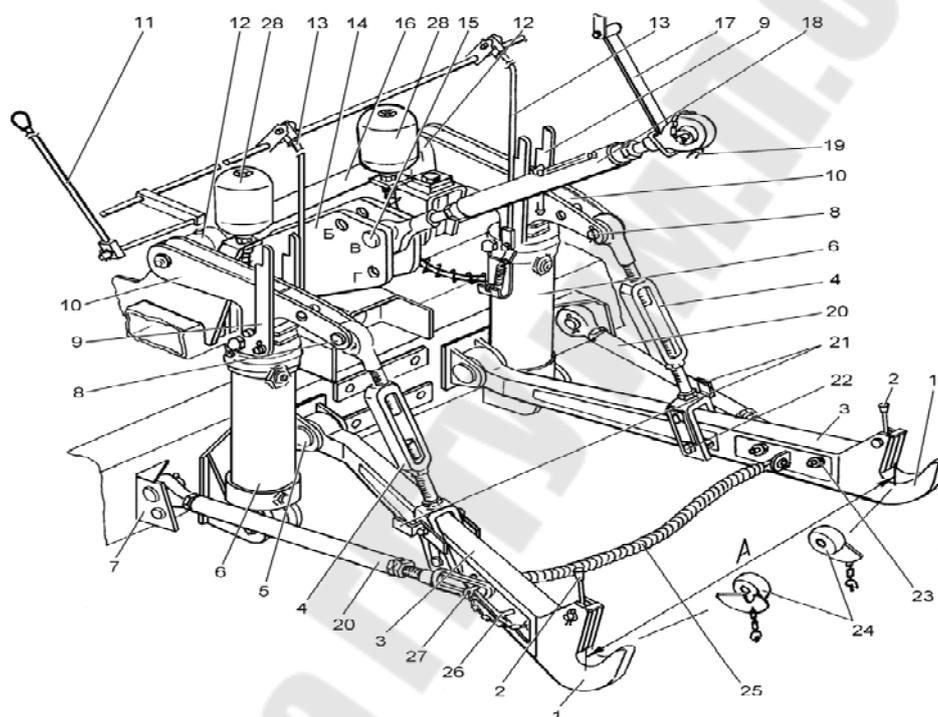


Рис. 1.1. Навесное устройство:

- 1 – захваты; 2 – ручки фиксатора; 3 – нижние тяги; 4 – раскосы; 5, 8, 15, 22 – пальцы; 6 – гидроцилиндры; 7, 14 – кронштейны; 9, 19, 21, 27 – фиксаторы; 10 – рычаги; 11, 13 – тяги; 12 – опоры; 16 – поворотный вал; 17 – подвеска; 18 – тяга верхняя; 20, 25 – стяжки; 23 – гайка; 24 – шарниры; 26 – скоба; 28 – пневмогидроаккумуляторы; А – расстояние между захватами; Б – отверстие для установки верхней тяги 18 при агрегатировании с косилкой КПр-6; В – отверстие для установки верхней тяги 18 при агрегатировании с комбайнами КПК-3000 и КСН-6-2М и с агрегатом УКА-6; Г – отверстие для установки верхней тяги 18 при агрегатировании с комбайном КСН-6

**Гидрокрюк.** Устанавливается для работы с полуприцепными сельскохозяйственными машинами. Для работы с прицепными сельскохозяйственными машинами служит поперечина, установленная на раме вместо крюка и кронштейнов.

**Переднее навесное устройство.** Служит для присоединения сельскохозяйственных орудий и обеспечения их правильного положения в рабочем и транспортном положении.

Управление передним навесным устройством осуществляется перестановкой тумблера переключателя с символом 2; включение плавающего положения производится установкой тумблера в крайнее фиксированное положение. Передача на привод гидронасоса осуществляется карданной передачей. Карданная передача, привод гидронасоса и привод переднего ВОМ взаимосвязаны.

**Шасси управляемых колес.** Поворот колес осуществляют гидроцилиндры поворота. Для синхронизации управлением поворотом колес служит поперечная рулевая тяга, с помощью которой производят установку сходимости колес. При правильной установке колес размеры В и Г, замеренные в точках А и Б на уровне оси колес, должны быть одинаковы (рис. 1.2).

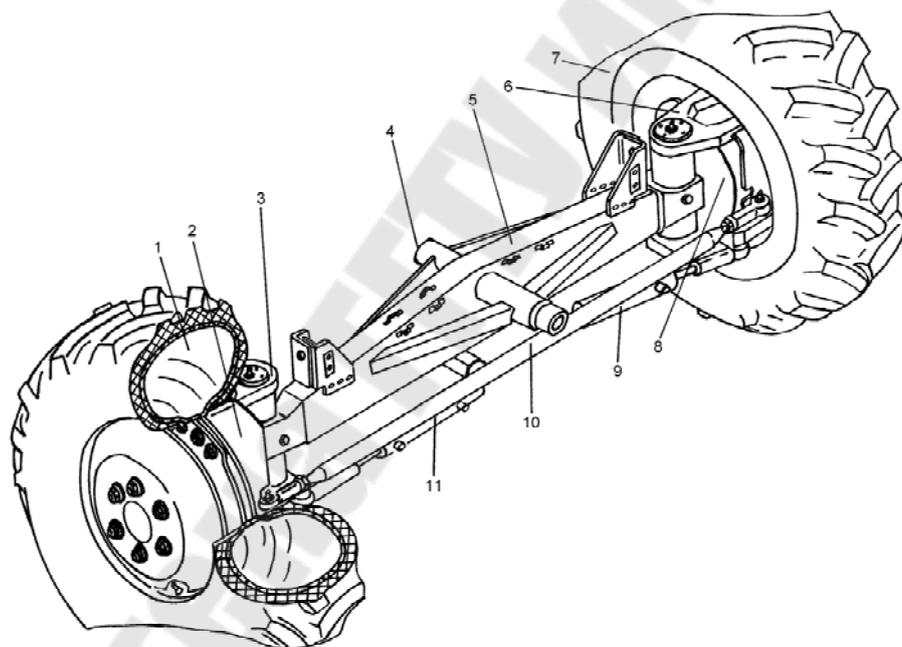


Рис. 1.2. Мост управляемых ведущих колёс:

1, 7 – колёса; 2, 8 – гидромотор–колеса; 3, 6 – кулаки поворотные; 4 – ось;  
5 – балка моста; 9, 11 – гидроцилиндры; 10 – рулевая тяга

**Мост ведущих колес.** Включает в себя бортовые редукторы, гидротормоза, полуоси, гидромотор, коробку диапазонов скоростей. Коробка диапазонов скоростей обеспечивает четыре диапазона переднего и заднего хода. В механизме переключения диапазонов предусмотрена блокировка от одновременного включения диапазонов. Переключение диапазонов необходимо производить при остановлен-

ной машине и нейтральном положении рукоятки управления гидрообъемной передачи (рис. 1.3).

Дисковый тормоз, установленный на заднем мосту, состоит из корпуса, фрикционных и наживных дисков, между которыми в конических лунках помещены шарики. Диски тягами шарнирно соединены с вилкой, связаны с толкателем гидроцилиндра.

При нажатии на педаль диски поворачиваются относительно друг друга в противоположном направлении. Шарики, перекатываясь в лунках, раздвигают диски и, прижимая фрикционные диски к корпусу, останавливают вал редуктора. Удаление воздуха из гидросистемы осуществляется обычными способами и приемами, применяемыми для прокачки гидромоторов тормозов.

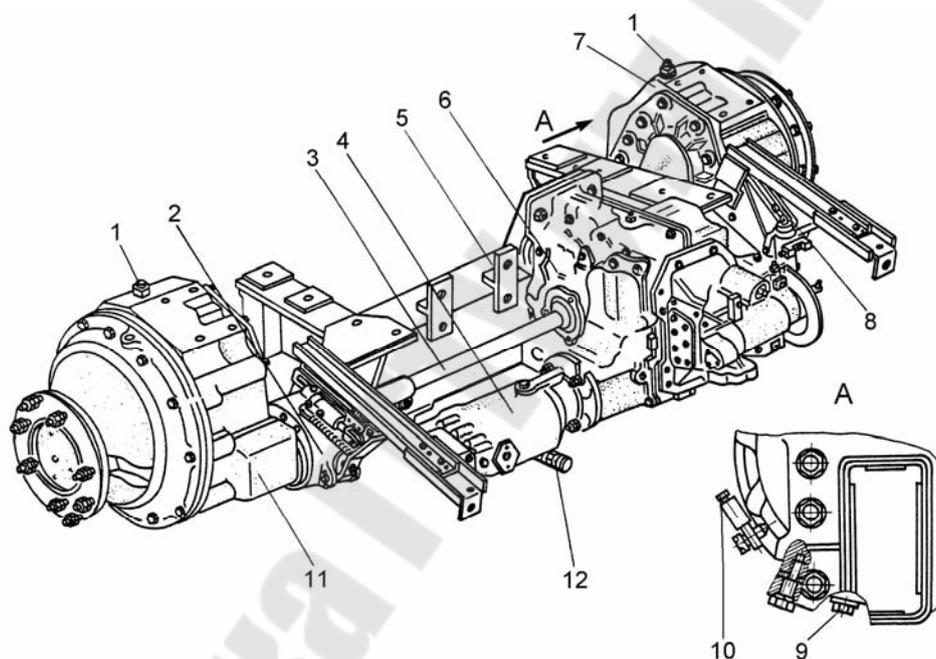


Рис. 1.3. Мост ведущих колёс:

1 – сапун; 2, 8 – тормоза; 3 – полуось; 4 – гидромотор; 5 – балка моста; 6 – коробка передач; 7, 11 – бортовые редукторы; 9 – сливная пробка; 10 – контрольная пробка; 12 – полумуфта заправочная

### Пример кинематического и энергетического расчета трансмиссии энергосредства

Рассмотрим трансмиссию энергосредства УЭС-2-250А (рис. 1.4). Движение в трансмиссии осуществляется от гидромотора к первичному валу коробки передач. Далее через КПП на вторичный вал. От вторичного вала коробки передач через главную передачу, имеющую два передаточных числа  $i_{г.п} = 3$ ,  $i'_{г.п} = 2$ , далее на полуось и че-

рез бортовой редуктор с передаточным числом  $i_{б.р} = 5$  движение передается на ведущее колесо. Номинальное заданное тяговое усилие на крюке равно  $P_{кр} = 20000$  Н. Диаметр колеса  $D_k = 200$  см. Скорость движения машины  $V = 14 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .

Для расчета принимаем наиболее тяжелый режим работы, когда вся нагрузка передается на одно колесо. Тогда крутящий момент, развиваемый на колесе и полуоси, будет равен:

$$M_1 = M_k = P_{кр} \frac{D_k}{2} = 20000 \frac{2}{2} = 20000 \text{ НМ.}$$

Крутящий момент на полуоси:

$$M_2 = \frac{M_1}{\eta_{б.р} i_{б.р}} = \frac{20000}{0,96 \cdot 5} = 4166,7 \text{ НМ;}$$

$\eta_{б.р} = 0,96$  – КПД бортового редуктора [4, с. 40–41].

Крутящий момент на вторичном валу:

– для первой главной передачи:

$$M_3 = \frac{M_2}{\eta_{г.п} i_{г.п}} = \frac{4166,7}{0,96 \cdot 3} = 1446,7 \text{ НМ;}$$

– для второй главной передачи:

$$M'_3 = \frac{M_2}{\eta_{г.п} i'_{г.п}} = \frac{4166,7}{0,96 \cdot 2} = 2170,1 \text{ НМ;}$$

$\eta_{г.п} = 0,96$  – КПД главной передачи [4, с. 40–41].

Крутящий момент на валу гидромотора:

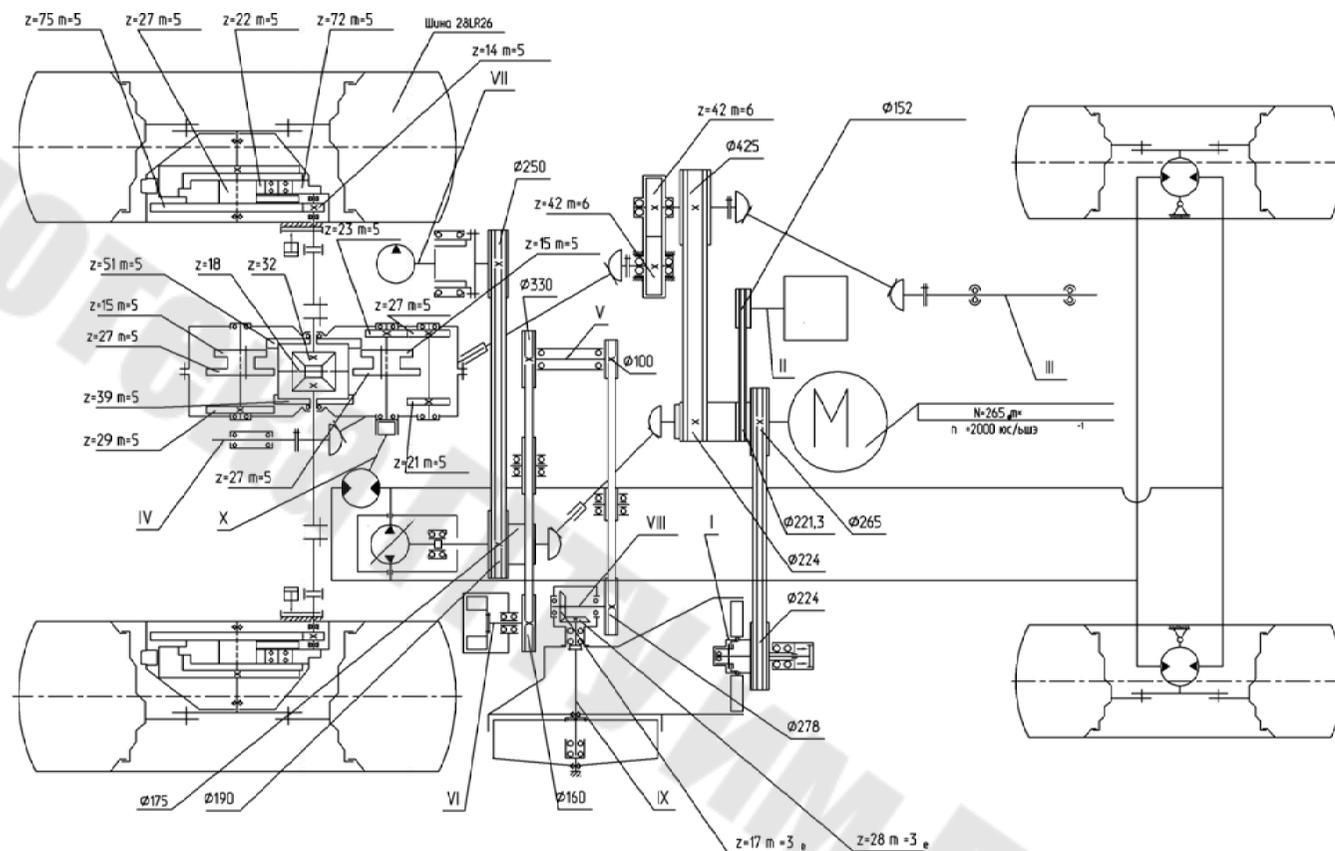
– для первой передачи

$$M_4^I = \frac{M_3}{\eta_{кпп} i_{кпп}^I} = \frac{1446,7}{0,96 \cdot 2} = 753,5 \text{ НМ;}$$

$$M_4^{II} = \frac{M'_3}{\eta_{кпп} i_{кпп}^{II}} = \frac{2170,1}{0,96 \cdot 2,5} = 904,2 \text{ НМ;}$$

$$M_4^{III} = \frac{M_3}{\eta_{кпп} i_{кпп}^{IV}} = \frac{1446,7}{0,96 \cdot 1} = 1507 \text{ НМ;}$$

$$M_4^{IV} = \frac{M'_3}{\eta_{кпп} i_{кпп}^{IV}} = \frac{2170,1}{0,96 \cdot 1} = 2260,5 \text{ НМ.}$$



ПРИВОД ХОДОВОЙ ЧАСТИ			
Передачи	Зацепление шестерен в коробе диапазонов		Максимальная скорость движения, м/с (км/ч)
	С подключением моста управляемых колес	С отключением моста управляемых колес	
1	$\frac{23}{27} \frac{21}{29} \frac{15}{51}$		1,25 (4,5)    1,64 (5,9)
2	$\frac{15}{51}$		1,76 (6,3)    2,65 (9,6)
3	$\frac{23}{27} \frac{21}{29} \frac{27}{39}$		2,22 (8,0)    3,85 (13,9)
4	$\frac{27}{39}$		3,99 (14,4)    6,25 (22,5)

Частота вращения валов об/мин									
I	II	III-IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2366	2912	1054,1	1060	2187	1550	381	231	2368	

Рис. 1.4. Кинематическая схема УЭС-2-250А

Определим скорости вращения валов трансмиссии.

Частота вращения колеса будет равна:

$$\omega_1 = \omega_k = \frac{V}{R_k} = \frac{2V}{D_k} = \frac{2 \cdot 14}{3,6 \cdot 2} = 3,88 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot i_{б,р} = 3,88 \cdot 5 = 19,4 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_3 = \omega_2 \cdot i_{г,п} = 19,4 \cdot 3 = 58,2 \text{ рад/с};$$

$$\omega'_3 = \omega_2 \cdot i'_{г,п} = 19,4 \cdot 2 = 38,8 \text{ рад/с};$$

$$\omega_4^I = \omega_3 \cdot i_{кпп}^I = 58,2 \cdot 2 = 116,4 \text{ рад/с};$$

$$\omega_4^{II} = \omega'_3 \cdot i_{кпп}^{II} = 38,8 \cdot 2,5 = 97 \text{ рад/с};$$

$$\omega_4^{III} = \omega_3 \cdot i_{кпп}^{III} = 58,2 \cdot 1 = 58,2 \text{ рад/с};$$

$$\omega_4^{IV} = \omega_3 \cdot i_{кпп}^{IV} = 38,8 \cdot 1 = 38,8 \text{ рад/с}.$$

Число оборотов колеса будет равно:

$$n_1 = n_k = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 3,88}{3,14} = 37 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = n_1 \cdot i_{б,р} = 37 \cdot 5 = 185 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = n_2 \cdot i_{г,п} = 185 \cdot 3 = 555 \text{ об/мин};$$

$$n'_3 = n_2 \cdot i'_{г,п} = 185 \cdot 2 = 370 \text{ об/мин};$$

$$n_4^I = n_3 \cdot i_{кпп}^I = 555 \cdot 2 = 1110 \text{ об/мин};$$

$$n_4^{II} = n'_3 \cdot i_{кпп}^{II} = 370 \cdot 2,5 = 925 \text{ об/мин};$$

$$n_4^{III} = n_3 \cdot i_{кпп}^{III} = 555 \cdot 1 = 555 \text{ об/мин};$$

$$n_4^{IV} = n'_3 \cdot i_{кпп}^{IV} = 370 \cdot 1 = 370 \text{ об/мин}.$$

Определим мощности на валах трансмиссии трактора:

$$N_1 = N_{\kappa} = \frac{M_1 \cdot n_1}{9550} = \frac{20000 \cdot 37}{9550} = 77,5 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{M_2 \cdot n_2}{9550} = \frac{4166,7 \cdot 185}{9550} = 80,7 \text{ кВт};$$

$$N_3 = \frac{M_3 \cdot n_3}{9550} = \frac{1446,7 \cdot 555}{9550} = 84,1 \text{ кВт};$$

$$N'_3 = \frac{M'_3 \cdot n'_3}{9550} = \frac{2170,1 \cdot 370}{9550} = 84,1 \text{ кВт};$$

$$N_4^I = \frac{M_4^I \cdot n_4^I}{9550} = \frac{735,5 \cdot 1110}{9550} = 87,5 \text{ кВт};$$

$$N_4^{II} = \frac{M_4^{II} \cdot n_4^{II}}{9550} = \frac{904,2 \cdot 925}{9550} = 87,5 \text{ кВт};$$

$$N_4^{III} = \frac{M_4^{III} \cdot n_4^{III}}{9550} = \frac{1507 \cdot 555}{9550} = 87,5 \text{ кВт};$$

$$N_4^{IV} = \frac{M_4^{IV} \cdot n_4^{IV}}{9550} = \frac{2260,5 \cdot 370}{9550} = 87,5 \text{ кВт}.$$

Результаты расчетов заносим в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Номер вала	$M_{\kappa}, \text{ НМ}$	$n, \text{ об/мин}$	$N, \text{ кВт}$
1	20000	37	77,5
2	4166,7	185	80,7
3	1446,7	555	84,1
3'	2170,1	370	84,1
4 <sup>I</sup>	735,5	1110	87,5
4 <sup>II</sup>	904,2	925	87,5
4 <sup>III</sup>	1507	555	87,5
4 <sup>IV</sup>	2260,5	370	87,5

Таблица 1.3

## Варианты заданий к лабораторной работе № 1

Номер варианта	Номинальное тяговое усилие $P_n$ , Н	Диаметр ведущих колес $D_k$ , см	Скорость движения $V$ , км/ч
1	30000	120	8
2	24000	130	9
3	14000	140	10
4	15000	100	20
5	16000	110	19
6	17000	120	18
7	18000	130	17
8	19000	140	16
9	20000	150	15
10	21000	170	14
11	30000	165	20
12	24000	160	19
13	14000	155	18
14	15000	150	17
15	16000	145	16
16	17000	140	15
17	18000	135	14
18	19000	130	13
19	20000	125	12
20	19000	120	11
21	20000	115	10
22	21000	110	9
23	30000	105	8
24	24000	100	7
25	16000	145	16
26	17000	140	15
27	18000	135	14
28	19000	130	13
29	20000	125	12
30	19000	120	11
31	20000	115	10

## *Лабораторная работа № 2*

### **Кинематический и энергетический расчет трансмиссии энергосредства УЭС-30 «Полесье-30»**

**Цель работы:** рассмотреть кинематическую схему и в соответствии с вариантом произвести кинематический и энергетический расчет трансмиссии малогабаритного энергосредства УЭС-30 «Полесье-30».

#### **Общее описание**

Малогабаритное, универсальное, энергетическое средство «Полесье-30» предназначено для механических работ, выполняемых как в обычных, так и в стесненных условиях: погрузо-разгрузочных работ по очистке и интенсивному обустройству территорий, посадка земных насаждений.

В комплект поставки входит ковш КУ-0,3 объемом 0,3 м<sup>3</sup>. По отдельному заказу поставляется дополнительное навесное, полунавесное и прицепное оборудование и сменные агрегаты.

#### **Краткие сведения об устройстве**

Энергосредство состоит из шасси, моторной установки, электрооборудования, гидросистемы ходовой части, гидросистемы рабочих органов, кабины, механизма подъема, механизмов управления.

**Шасси.** В состав шасси входит сварная рама с установленными на них бортовыми редукторами.

Бортовые редукторы крепятся на вертикальных листах рамы. К корпусу редуктора присоединен гидромотор 2. Крутящий момент от гидромотора передается ходовым колесом через две группы шестерен. Диски колес крепятся к ступицам, расположенным на валах редукторов.

Бортовые редукторы заправлены через сапун 17 маслом трансмиссионным Тап-15В или Тэп-15 до уровня контрольной пробки 15. В левой стойке рамы энергосредства расположен масляный бак емкостью 60 литров для гидросистем ходовой части и рабочих органов с заправочной полумуфтой 19 и блоком масляных фильтров 20. На баке со стороны входа в кабину имеются два прозрачных маслоуказателя. В нижней части бака имеется сливное отверстие, закрытое пробкой 17. В правой стойке рамы расположен топливный бак емкостью 60 литров.

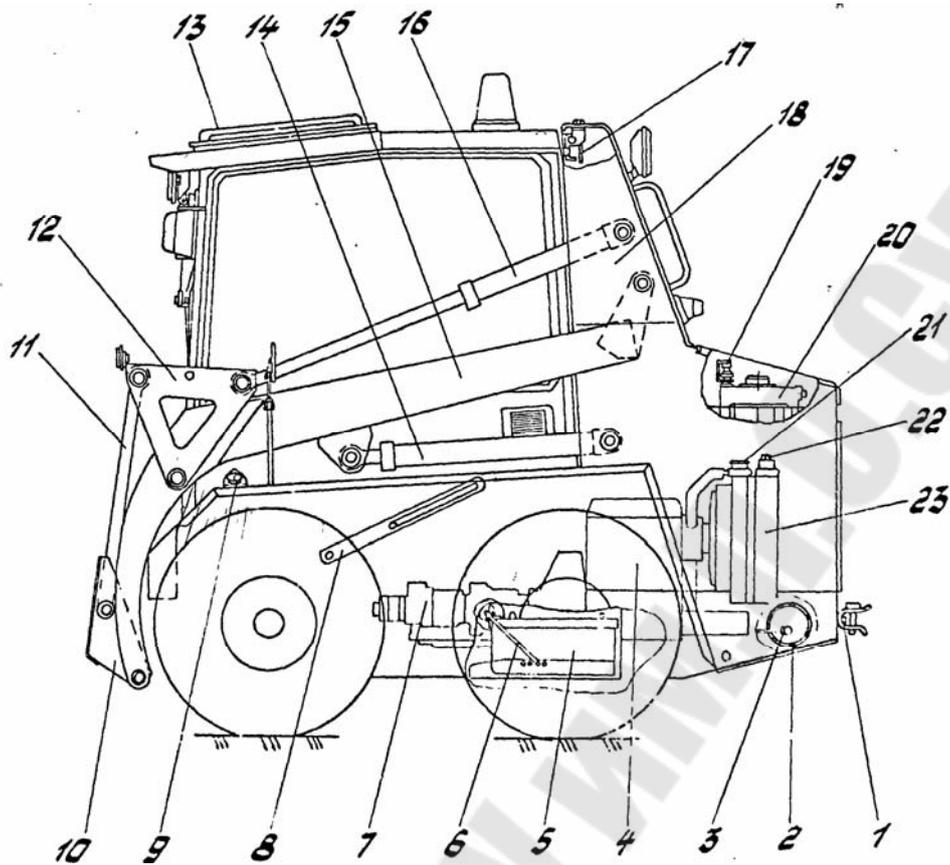


Рис. 2.1. Устройство энергосредства «Полесье-30»:

1 – тягово-цепное устройство (ТСУ); 2 – крышка; 3 – заборный топливопровод; 4 – дизель; 5 – аккумулятор; 6 – стяжка; 7 – блок гидронасосов; 8 – ограничительная планка; 9 – фиксатор поднятой кабины; 10 – траверса; 11 – тяга; 12 – рычаг; 13 – люк; 14 – гидроцилиндр подъема стрелы; 15 – стрела; 16 – гидроцилиндр управления траверсой; 17 – ручка фиксации кабины; 18 – рама; 19 – заправочная полумуфта масляного бака; 20 – блок масляных фильтров; 21 – пробка радиатора системы охлаждения; 22 – пробка воздуховыпускная; 23 – масляный радиатор

**Моторная установка.** В состав моторной установки входят: дизель, муфта сцепления, редуктор системы охлаждения, радиатор системы охлаждения, масляный радиатор, блок гидронасосов в составе двухсекционного гидронасоса ходовой части и гидронасоса привода рабочих органов энергосредства и орудий. На двигателе установлен дополнительный гидронасос привода рабочих органов орудий. Муфта сцепления, установленная в передней части двигателя, обеспечивает передачу крутящего момента на гидронасосы ходовой части и насос привода рабочих органов.

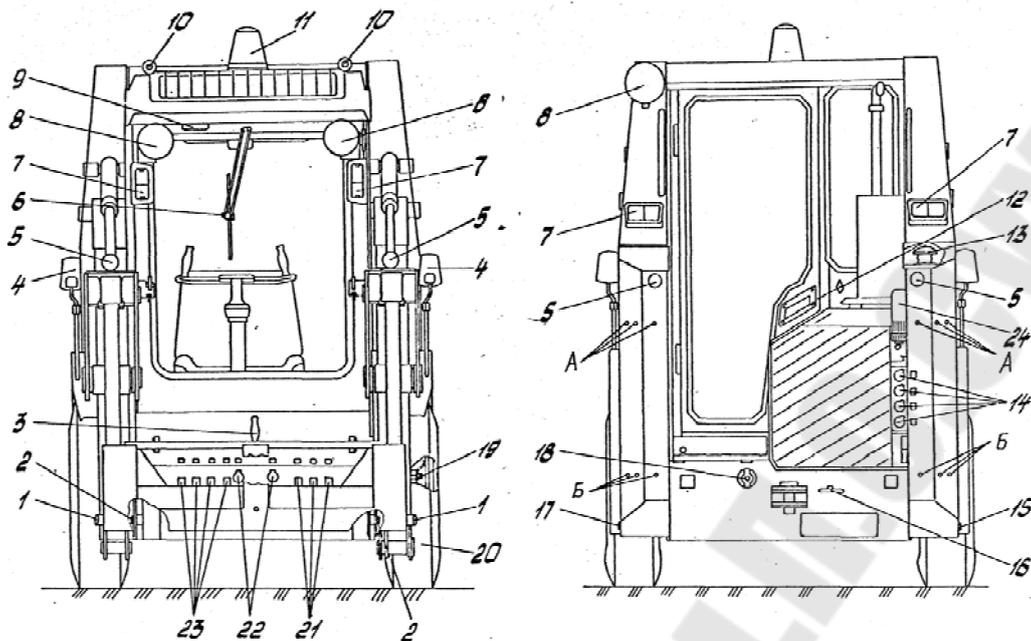


Рис. 2.2. Устройство энергосредства «Полесье-30»:

- 1 – фиксаторы орудия; 2 – болты крепления бортовых редукторов; 3 – расфиксирования орудия; 4 – зеркала; 5 – световозвращатели; 6 – стеклоочиститель; 7 – фонари; 8 – фары; 9 – звуковой сигнал; 10 – решетка люка; 11 – фонарь сигнальный; 12 – дверь; 13 – пробка топливного бака; 14, 21, 22, 23 – гидровыводы; 15, 17 – сливные пробки; 16 – скоба; 18 – розетка; 19 – болт крепления колеса; 20 – колесо; 24 – огнетушитель; А, Б – резьбовые отверстия для установки противовесов

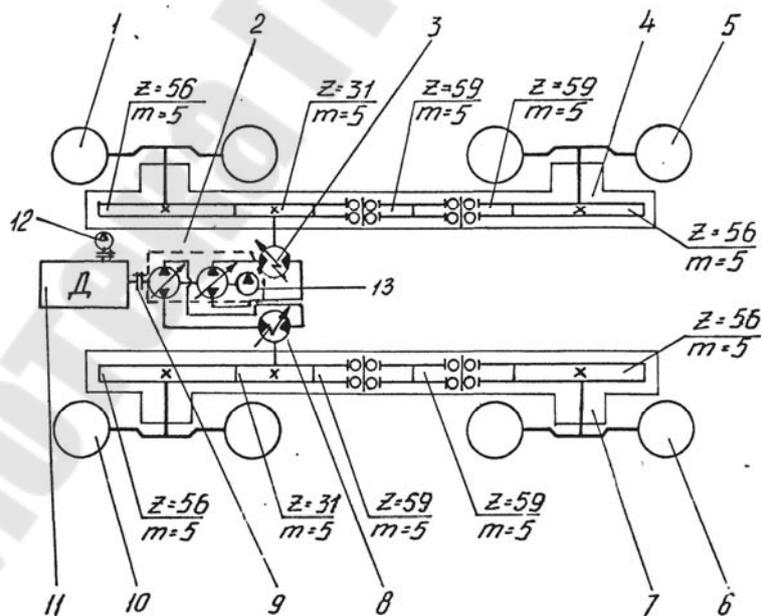


Рис. 2.3. Кинематическая схема энергосредства «Полесье-30»:

- 1, 5, 6, 10 – колеса; 2 – блок гидронасосов; 3, 6 – гидромоторы; 4, 7 – редукторы бортовых; 9 – муфта сцепления; 11 – двигатель; 12, 13 – гидронасосы рабочих органов

**Гидросистема рабочих органов.** Питает систему два шестерных насоса  $H_1$  и  $H_2$ . Гидронасос  $H_1$  входит в единый блок с гидронасосами ходовой части. Гидронасос  $H_2$  расположен непосредственно на двигателе. Производительность насоса  $H_1 = 45$  л/мин, насоса  $H_2 = 25$  л/мин.

**Гидросистема ходовой части.** Состоит из двух секционных аксиально-поршневого регулирования насоса с дополнительными установками на нем шестерным насосом привода рабочих органов, двух радиально-поршневых ступенчато регулируемых гидромоторов со встроенными стояночными тормозами, бака масляного, масляного радиатора, двухпозиционного гидрораспределителя переключателя диапазонов скоростей, двухпозиционного гидрораспределителя управления стояночными тормозами, а также коммутационных рукавов и трубопроводов.

Гидромоторы реверсивные по вращению, но имеют преимущественное направление вращения.

Стояночный тормоз каждого гидромотора состоит из пакета фрикционных дисков, половина которых установлена на шлицах тормозного вала, а вторая половина – на шлицах корпуса тормоза.

Для затормаживания энергосредства рычаг распределителя устанавливается в положении «заторможенного».

Энергосредство имеет два диапазона скоростей: рабочий и транспортный.

Управление диапазонами скоростей осуществляется гидрораспределителем.

При подаче давления к штуцеру гидромотор переключается на II диапазон скоростей, а при снижении давления – на I диапазон.

Для буксирования энергосредства с неработающим дизелем необходимо растормозить валы гидромоторов на двух боковых редукторах, используя специальные приспособления, уложенные в ЗИП.

Схема электрооборудования – однопроводная, постоянного тока напряжением 12 В. В систему входят: пусковое устройство, контрольно-измерительные приборы, устройства освещения и сигнализации, различные датчики. Источниками тока являются аккумуляторная батарея емкостью 90 А · ч и генератор мощностью 630 Вт.

На энергетическом средстве установлена закрытая одноместная кабина. Вход в кабину осуществляется через дверь, которая располагается сзади со стороны площадки моторной установки.

Кабина закреплена на раме шарнирно. При помощи торсиона легко опрокидывается и обеспечивает свободный доступ к агрегатам для проведения технического обслуживания.

Таблица 2.1

## Технические характеристики энергосредства УЭС-30 «Полесье-30»

Параметры	Значение
Тип	Колесный общего назначения
Марка	УЭС-30
Условное название	«Полесье-30»
Марка двигателя	LDW 1503 CHD
Тип двигателя	Дизельный, четырехтактный с водяным охлаждением и электрозапуском
<b>Эксплуатационная мощность</b>	<b>26,4 кВт, или 36 л. с.</b>
Номинальная частота вращения вала	3000 об/мин
Максимальный крутящий момент коленчатого вала при его частоте вращения 2100 об/мин, НМ	95,4
<b>Максимальное тяговое усилие</b>	<b>12,0 кН</b>
Максимальная мощность гидропривода рабочих органов при перепаде давления 15 МПа и номинальных оборотах коленчатого вала, кВт	15
<b>Скорость двигателя, км/ч:</b>	
– I передача	0...8,6
– II передача	0...17,2
Дорожный просвет, мм:	190
– база	1025
– колея	1270
Минимальный радиус поворота без ковша, мм	1580
Габаритные размеры с ковшом, мм:	
– длина	3180
– ширина	1500
– высота	2210
Крутизна подъема	25°
Масса энергосредства, кг	2750
Грузоподъемность номинальная, кг	800
Объем ковша, мм <sup>3</sup>	0,3
Давление в шинах МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,26 (2,6)
Марка шины	8,40 × 15
Модель шины	Я-192
Масса ковша, кг	150

### Пример кинематического и энергетического расчета трансмиссии энергосредства

Рассмотрим трансмиссию энергосредства УЭС-30 (рис. 2.3). Движение в трансмиссии осуществляется от вала гидромотора, через бортовой редуктор с передаточным числом  $i_{б.р} = 2,0$  на ведущее колесо. Номинальное заданное тяговое усилие на крюке равно  $P_{кр} = 9000$  Н. Диаметр колеса  $D_k = 600$  мм. Скорость движения машины  $V = 10 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .

Для расчета принимаем наиболее тяжелый режим работы, когда вся нагрузка передается на одно колесо. Тогда крутящий момент, развиваемый на колесе и полуоси, будет равен:

$$M_k = M_1 = P_{кр} \frac{D_k}{2} = 9000 \frac{0,6}{2} = 2700 \text{ НМ.}$$

Крутящий момент на валу гидромотора:

$$M_2 = \frac{M_1}{\eta_{б.р} i_{б.р}} = \frac{2700}{0,96 \cdot 2} = 1406 \text{ НМ;}$$

$\eta_{б.р} = 0,96$  – КПД бортового редуктора [4, с. 40–41].

Определим скорости вращения валов трансмиссии.

Частота вращения колеса будет равна:

$$\omega_1 = \omega_k = \frac{V}{R_k} = \frac{2V}{D_k} = \frac{2 \cdot 10}{3,6 \cdot 0,6} = 9,26 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot i_{б.р} = 9,26 \cdot 2 = 18,52 \text{ с}^{-1}.$$

$$n_1 = n_k = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 9,26}{3,14} = 88,5 \text{ об/мин;}$$

$$n_2 = n_1 \cdot i_{б.р} = 88,5 \cdot 2 = 177 \text{ об/мин.}$$

Определяем мощности на валах трансмиссии трактора:

$$N_1 = N_k = \frac{M_1 \cdot n_1}{9550} = \frac{2700 \cdot 88,5}{9550} = 25 \text{ кВт;}$$

$$N_2 = \frac{M_2 \cdot n_2}{9550} = \frac{1406 \cdot 177}{9550} = 26 \text{ кВт.}$$

Результаты расчетов заносим в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Номер вала	$M$ , НМ	$n$ , об/мин	$\omega$ , $c^{-1}$	$N$ , кВт
1	2700	88,5	9,26	25
2	1406	177	18,52	26

Таблица 2.3

## Варианты заданий к лабораторной работе № 2

Номер варианта	Номинальное тяговое усилие $P_n$ , Н	Диаметр ведущих колес $D_k$ , см	Скорость движения $V$ , км/ч
1	12000	60	8
2	11000	65	9
3	10000	65	10
4	9000	55	16
5	8000	55	15
6	7000	50	14
7	6000	55	13
8	5000	65	16
9	4000	60	15
10	3000	50	14
11	2000	65	12
12	1000	70	11
13	12000	75	8
14	11000	80	7
15	10000	85	9
16	9000	50	15
17	8000	55	14
18	7000	56	13
19	6000	60	12
20	5000	62	11
21	4000	64	10
22	3000	65	9
23	2000	70	8
24	10000	72	7
25	11000	74	7
26	10000	77	14
27	9000	80	15
28	8000	82	14
29	7000	84	13
30	6000	90	12
31	5000	48	11

### Лабораторная работа № 3

## Кинематический и энергетический расчет трансмиссии трактора МТЗ-1523

**Цель работы:** рассмотреть кинематическую схему и в соответствии с вариантом произвести кинематический и энергетический расчет трансмиссии трактора МТЗ-1523.

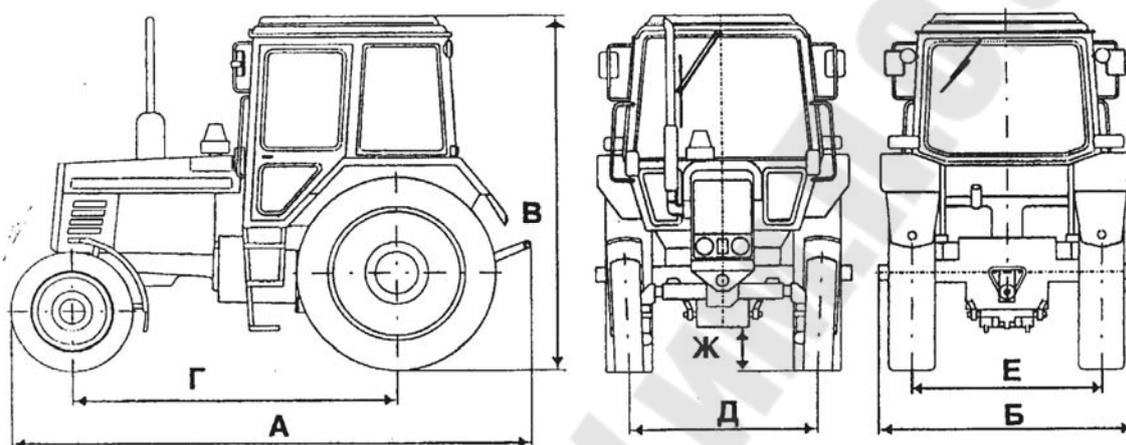


Рис. 3.1. Трактор «Беларус 1523» класса 3,0

### Общая характеристика и область применения

Трактор «Беларус 1523» класса 3,0, мощностью 114 кВт (155 л. с.) предназначен для выполнения полного спектра сельскохозяйственных работ – от подготовки почвы под посев до уборочных и транспортных операций. Может быть использован в лесном и коммунальном хозяйстве, строительстве, промышленности. Трактор приспособлен для работы в различных почвенно-климатических зонах и на всевозможных видах почв, в том числе и на почвах с низкой несущей способностью. Имея широкий набор различных приспособлений и узлов дополнительного оборудования, а также тягово-сцепных средств, трактор способен агрегатироваться со множеством сельскохозяйственных машин. Он может в полной мере использовать свои функциональные возможности в агрегате с широкозахватными и комбинированными машинами как класса 2, так и большинства машин класса 3 с переналадкой элементов сцепки механизмов передней и задней навески. Трактора имеют традиционную простоту конструкции, высокую надежность и производительность, экономичны в расходах горюче-смазочных ма-

териалов, запасных частей, приспособлены к различным видам контроля и диагностирования технического состояния, могут быть оборудованы для работы в режимах оперативного и длительного времени на реверсе.

*Отличительными особенностями* данной машины являются:

- 6-цилиндровый дизель 114 кВт (155 л. с.) с турбонадувом;
- современный дизайн кабины и облицовки;
- кабина с каркасом из гнутых фасонных профилей с вклеенными сферическими стеклами, формованными обивками и ковриками;
- синхронизированная трансмиссия с планетарными колесными редукторами заднего моста;
- передний ведущий мост с планетарными колесными редукторами;
- гидросистема с электрогидравлическим управлением навесного устройства повышенной грузоподъемности;
- возможность переоборудования работы трактора на режим реверса.

*Передний ведущий мост* в сочетании с широкопрофильными передними ведущими колесами (шины 14,9R24 или 420/70R24) увеличивают навесоспособность и расширяют сферу использования тракторов в хозяйстве.

*Кабина* – травмобезопасная, с жестким каркасом из гнутых фасонных профилей, с вклеенными сферическими стеклами. Интерьер кабины – с использованием формованных обивок и панелей, ковров. Крыша кабины используется в качестве аварийного люка и для размещения на ней вентиляционно-обогревательной системы, панели управления частью электрических приборов освещения и сигнализации, противосолнечного козырька, зеркала заднего обзора, радиоприемных устройств. Звукопоглощающие мастики и обивки обеспечивают требуемую нормативами звуко-, тепло- и теплоизоляцию.

*Гидронавесная система* – построена на базе узлов фирмы «BOSCH» с электрогидравлическим регулятором и тросовым управлением распределителем. Обеспечивает силовой, позиционный и смешанный способы регулирования глубины хода рабочего органа. Она проста и доступна в обслуживании, надежна при соблюдении регламентированных операций технического ухода. Имеет отбор рабочей жидкости для привода различных рабочих органов на агрегируемых сельскохозяйственных машинах, а также автономную систему фильтрации рабочей жидкости и поддержания температурного ре-

жима. Емкость масляного бака достаточна для работы с гидрофицированными машинами, требующими большой отбор масла на привод рабочих органов, и приспособлена к использованию как отечественных, так и импортных масел.

*Задний ВОМ* – имеет независимый и синхронный приводы. Двухскоростной независимый имеет 540 и 1000 об/мин, синхронный – 3,3 и 6,2 об/м пути. Может комплектоваться сменными хвостовиками типа 1, 1С, 2 и 3 с числом шлицев 6, 8, 20 и 21 в зависимости от типа и заказа. Управление ВОМ электрогидравлическое, клавишей с пульта управления.

*Заднее навесное трехточечное устройство* обеспечивает сцепку и установку рабочего положения орудия в различных положениях по высоте, поперечную корректировку за счет раскосов, жесткую фиксацию и свободное положение орудия за счет растяжек продольных тяг и паза в раскосе, позволяя работать с широкозахватными машинами для копирования рельефа поля.

На тракторе имеется 3 пары свободных выводов для обслуживания гидрофицированных технических средств с помощью прикладываемых рукавов высокого давления. Есть также техническая возможность гидроотбора рабочей жидкости для работы гидромоторов, присоединенных к трактору, сельскохозяйственных машин и оборудования.

*Дизель* – шестицилиндровый, рядный, с турбонадувом, с низкими расходами топлива и масла, отвечающий требованиям безопасности и экологичности по выбросу вредных токсичных веществ и тяжелых частиц, приспособлен к использованию как отечественных, так и импортных горюче-смазочных материалов, сертифицирован под требования директив и международных стандартов ЕВРО-2, имеет достаточный запас крутящего момента и отвечает техническому уровню лучших зарубежных аналогов.

Таблица 3.1

**Технические характеристики трактора «Беларус 1523»**

Наименование	Значение
Длина, мм – А	4750 ± 40
Ширина, мм – Б	2300 ± 10
Высота, мм – В	3000 ± 50
База, мм – Г	2850 ± 30
Колея передних колёс, мм – Д	1610...2150
Колея задних колёс, мм – Е	1600...2440

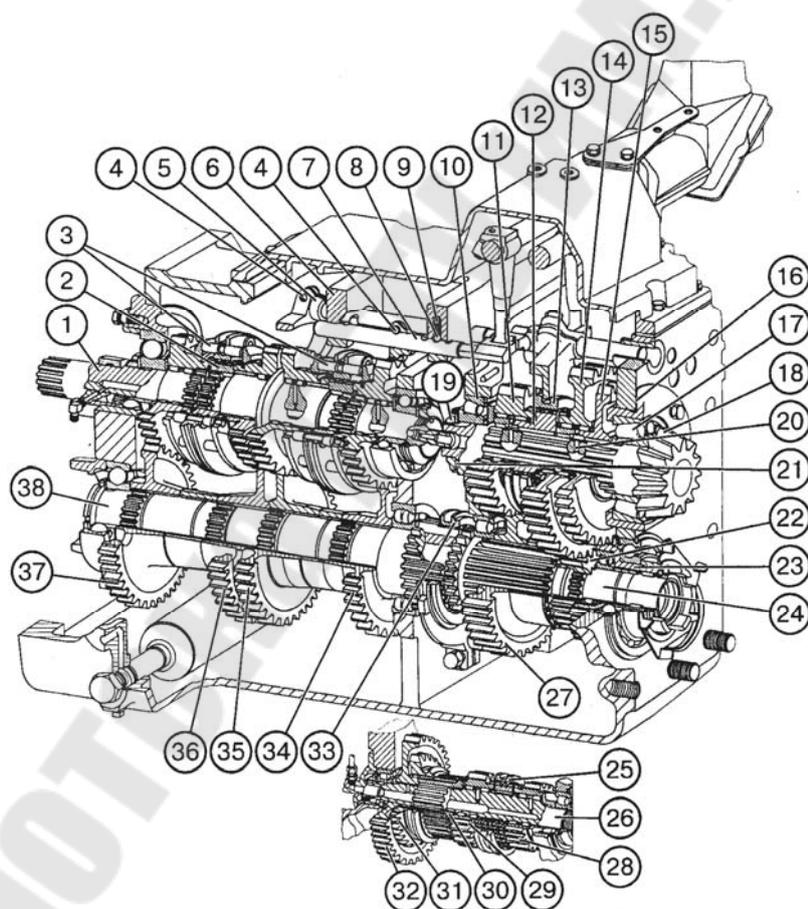
Наименование	Значение
Агротехнический просвет под рукавом полуосей, мм – Ж	620 (не менее)
Дорожный просвет, мм:	
– под передним мостом	440
– под задним мостом	460
Наименьший радиус поворота, м	5,5
Эксплуатационная масса без балласта, кг	5000
Масса с передними грузами и грузами задних колес, кг	6000
Размеры:	
– шин	–
– передних колес	420/70R24
– задних колес	520/70R38
<b>Модель дизеля</b>	<b>Д-260.1 TURBO</b>
Изготовитель	ММЗ (Минский моторный завод)
Тип	6-цилиндровый рядный
Рабочий объём, л	7,12
Номинальная частота вращения, об/мин	2100
Максимальная частота вращения, об/мин	2275
Минимальная частота вращения, об/мин	800
Мощность номинальная, кВт (л. с.)	114 (155)
Максимальный крутящий момент, Н · м (кг · см)	596 (60) при 1400 об/мин
Удельный расход топлива, г/кВт · ч (г/лс · ч)	220 (162)
Коэффициент запаса крутящего момента, %	20
Масса дизеля (сухая), кг	650
Емкость топливного бака, л	250

*Трансмиссия* отличается от ранее применяемых на тракторах наличием в своем составе:

- усиленной муфты сцепления с двумя дисками и жестким корпусом;
- заднего моста с планетарными колесными редукторами; дифференциалом с электрогидравлической системой управления на режиме: включено, выключено и автоматическое в зависимости от угла поворота колес;
- двухстороннего заднего вала отбора мощности с независимым и синхронным приводом;

- сухих трехдисковых или «мокрых» (по заказу) тормозов с приводом на рабочие тормоза стояночно-запасного ручного тормоза;
- усиленными по диаметру полуосями конечных передач и корпусом заднего моста для монтажа на нем механизма задней навески, рукавов полуосей, элементов тягово-сцепных устройств.

**Коробка передач.** Коробка передач (КП) (рис. 3.1) – 16/8, механическая, ступенчатая, диапазонная (4 диапазона переднего хода и 2 заднего хода), с переключением передач внутри диапазона с помощью синхронизаторов. Коробка передач обеспечивает 16 передач вперед и 8 назад, а также привод переднего ведущего моста (ПВМ) и синхронного ВОМ. Коробка передач состоит из корпуса, узла передач, вала понижения передач и заднего хода, блока шестерён, вторичного вала – шестерни, механизма управления и гидросистемы КП.



*Рис. 3.1.* Коробка передач:

- 1 – вал первичный; 2, 20, 30 – втулки; 3 – синхронизатор; 4 – вилки;
- 5, 7 – поводки; 6 – корпус вилок; 8 – шарик; 9 – пружина; 10, 17 – подшипники; 11, 14, 15, 22, 23, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37 – шестерни;
- 12 – полумуфта; 13, 25, 33 – зубчатые муфты; 16, 21 – прокладки регулировочные; 18 – вал вторичный; 19 – гайка; 24 – вал блока шестерен;
- 26 – вал пониженных передач; 38 – вал промежуточный

Узел передач состоит из первичного вала 1 со свободно установленными на игольчатых подшипниках шестернями. На шлицах вала размещены 2 шлицевые втулки 2, на которых установлены конические инерционные синхронизаторы 3.

На промежуточный вал 38 насажены с небольшим натягом ведомые шестерни 34, 35, 36, 37. На валу 26 пониженных передач и заднего хода установлены шестерня 28 первого и второго диапазонов и шестерня 27 заднего хода. На шлицевой втулке 30 установлена шестерня 31 ходоуменьшителя. Ведомая шестерня 32 установлена на валу на бронзовой втулке. При отсутствии ходоуменьшителя шестерня 32, соединённая с валом шлицами шестерни 31, фиксируется стопорным кольцом на втулке 30. На валу 24 блока шестерён на шлицах установлены шестерни 22 и 27. Задняя опора вала расположена в ступице шестерни 23 привода синхронного ВОМ и ПВМ.

Вторичный вал – шестерня 18 – установлен в корпусе КП на конических роликоподшипниках 10 и 17. На валу неподвижно посажены ведущая шестерня 15 привода ПВМ, на ступице которой установлена на игольчатых подшипниках ведомая шестерня 14. На втулке 20 размещена ведомая шестерня 11. Между шестернями 11 и 14 на шлицах вала 18 посажена полумуфта 12. Комплект деталей на валу 18 затянут гайкой 19.

**Задний мост.** Задний мост (рис. 3.2) состоит из главной передачи, дифференциала с гидроуправляемой фрикционной муфтой блокировки, бортовых передач, расположенных в корпусе заднего моста, и конечных передач, расположенных в рукавах полуосей.

**Главная передача.** Коническая, с круговым зубом – состоит из ведущей конической шестерни 20, выполненной за одно целое с вторичным валом КП, и ведомой шестерни 21, закреплённой болтами на корпусе дифференциала 22.

**Дифференциал.** Блокируемый, конический, закрытый – состоит из корпуса 22 крышки 16, соединённых болтами 32, крестовиной 18, четырех сателлитов 17 со сферическими шайбами 19 и двух полуосевых шестерён 15 с опорными шайбами 14. Корпус дифференциала в сборе установлен в корпусе заднего моста на двух роликоподшипниках 23. Для блокировки дифференциала предусмотрена гидроуправляемая фрикционная многодисковая муфта 1, которая блокирует крестовину и сателлиты с левой полуосевой шестерней дифференциала.

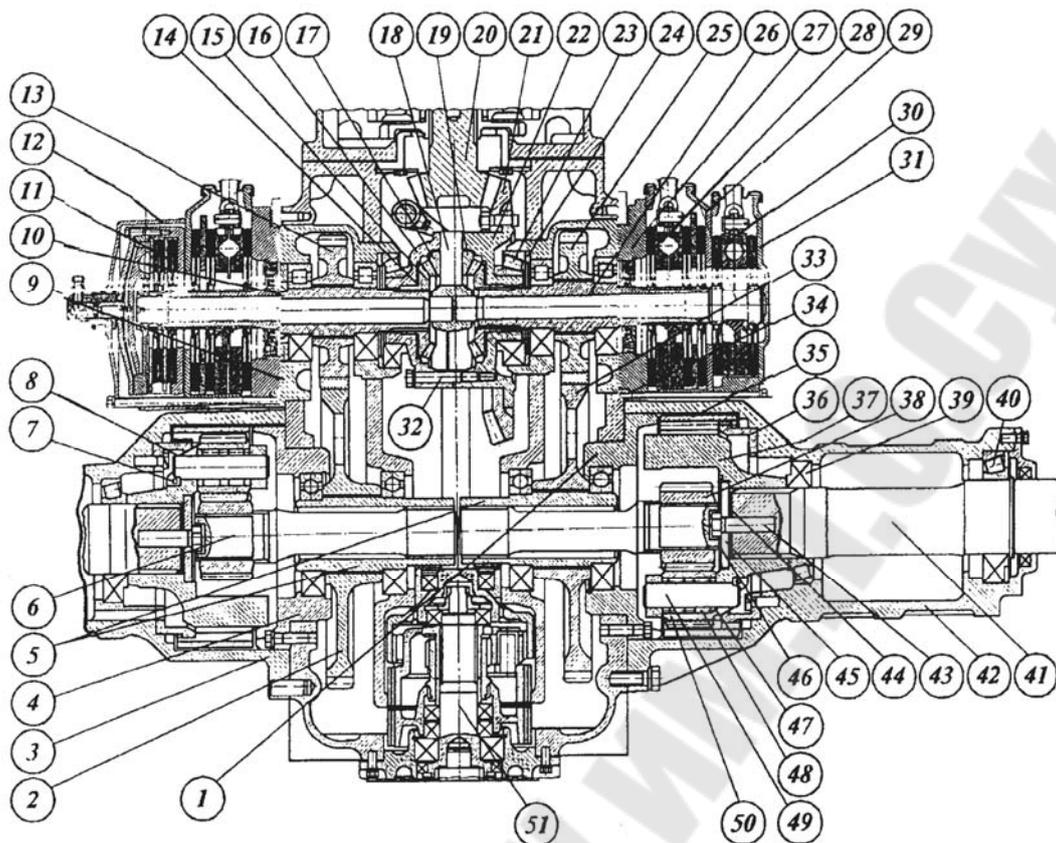


Рис. 3.2. Задний мост с трехдисковыми тормозами:

- 1, 4, 27 – стакан подшипников; 2 – шестерня ведомая бортовой передачи;  
 3 – рукав левый; 5 – втулки ведомых шестерен бортовых передач;  
 6 – торсион; 7 – штифт; 8 – стопорное кольцо оси сателлитов; 9 – стакан подшипников; 10 – вал левый ведущей бортовой шестерни; 11 – муфта блокировки дифференциала; 12 – кожух блокировки дифференциала; 13 – шестерня ведущая бортовой передачи; 14 – опорная шайба полуосевой шестерни; 15 – шестерня полуосевая; 16 – крышка дифференциала; 17 – сателлит; 18 – крестовина дифференциала; 19 – шайба сферическая; 20 – шестерня ведущая главной передачи; 21 – шестерня ведомая; 22 – корпус дифференциала; 23 – подшипник; 24 – кольцо упорное; 25 – шестерня ведущая бортовой передачи; 26 – вал правой ведущей шестерни; 28 – тормоз рабочий трёхдисковый; 29 – кожух рабочего тормоза; 30 – стояночный тормоз; 31 – кожух стояночного тормоза; 32 – болт; 33 – шестерня ведомая бортовой передачи; 34, 44 – прокладки регулировочные; 35 – корона; 36 – ступица короны; 37 – водило; 38 – шестерня солнечная; 39, 40 – подшипники; 41 – полуось; 42 – рукав правый; 43 – болт; 45 – шайба упорная; 46 – пластина стопорная; 47 – шайба; 48 – ролики; 49 – ось сателлитов; 50 – сателлит; 51 – вал отбора мощности

**Бортовые передачи.** Бортовые передачи состоят из двух пар прямозубых цилиндрических шестерен 13, 2 и 25, 33 (рис. 3.2). Ведущие шестерни 13, 25 бортовых передач расположены на шлицах ва-

лов 10, 26, установленных в стаканах на роликоподшипниках. Осевая фиксация дифференциала обеспечивается подшипниками через упорные кольца 24. Валы 10 и 26 через шлицевые соединения связывают полуосевые шестерни 15 дифференциала с ведущими шестернями бортовых передач и дисками тормозов.

Ведомые шестерни 2, 32 установлены на шлицевых втулках 5, смонтированных на шарикоподшипниках. Между фланцами стаканов 9, 27 и корпусом заднего моста установлены регулировочные прокладки 34 толщиной 0,2 мм и 0,5 мм, для регулировки осевого зазора в конических роликоподшипниках 23 и бокового зазора в зацеплении шестерён 20 и 21 главной передачи.

**Конечная передача.** Конечные передачи состоят из двух цилиндрических прямозубых планетарных механизмов, расположенных в рукавах 3, 42, торсионов 6 со шлицами, соединяющие ведомые шестерни 2, 33, бортовых передач через шлицевую втулки 5 с планетарными механизмами.

Планетарный механизм состоит из неподвижной коронной шестерни 35, установленной на ступице 36, прикрепленной болтами к рукаву 42; водила 37, солнечной шестерни 38, посаженной на шлицах торсиона 6, четырёх сателлитов 50, установленных на осях 49 на роликах 48.

Регулировка подшипников 39, 40 полуосей осуществляется подбором пакета прокладок 44 толщиной 0,2 мм и 0,5 мм.

Таблица 3.2

### Технические параметры трансмиссии

Наименование	Значение
Муфта сцепления	Сухая, двухдисковая, постоянно замкнутая
Коробка передач	Механическая, синхронизированная, ступенчатая, шестидиапазонная (4/2)
Переключение передач	Синхронизаторами
Число передач вперед/назад	16/8
Скорость движения, км/ч:	–
– вперед	1,73–32,34
– назад	2,7–15,5
Задний ВОМ	–
Независимый I, об/мин	557
Независимый II, об/мин	1000
Синхронный, об/м пути	4,36

*Блокировка дифференциала:* фрикционная, автоматическая, с гидроприводом; имеет 3 режима работы:

1. Выключено.
2. Автоматическое включение и выключение.
3. Включено принудительно.

Задний мост с коническим дифференциалом закрытого типа и планетарной конечной передачей.

**Рулевое управление.** Гидрообъемное, с насосом-дозатором и двумя гидроцилиндрами в рулевой трапеции.

**Тормоза.** Основные и стояночные – механические, сухие, дисковые. Привод тормозов – гидростатический, отдельный. Привод тормозов пневматический, сблокированный с управлением тормозами трактора (по заказу – двухприводный).

**Электрооборудование.** Генераторная установка мощностью 1000 Вт с выпрямленным напряжением 14 В. Пусковая система со стартером 24 В, мощностью 6 кВт, пусковое приспособление с аэрозольной легковоспламеняющейся жидкостью.

### **Пример кинематического и энергетического расчета трансмиссии трактора**

Рассмотрим трансмиссию трактора МТЗ-1523 (рис. 3.3). Движение в трансмиссии осуществляется от вторичного вала коробки передач через главную коническую передачу с передаточным числом  $i_{г.п} = 3,4$ , далее через бортовую передачу с передаточным числом  $i_{б.р} = 2,18$ , далее через конечную планетарную передачу с передаточным числом  $i_{к.п} = 2,5$ , движение передается на полуось и ведущее колесо.

Номинальное заданное тяговое усилие на крюке равно  $P_{кр} = 24000$  Н. Диаметр колеса  $D_k = 1200$  мм. Скорость движения машины  $V = 12$  км/ч.

Для расчета принимаем наиболее тяжелый режим работы, когда вся нагрузка передается на одно колесо. Тогда крутящий момент, развиваемый на колесе и полуоси, будет равен:

$$M_k = M_{п} = P_{кр} \frac{D_k}{2} = 24000 \frac{1,2}{2} = 14400 \text{ НМ.}$$

Далее по цепочке:

$$M_2 = \frac{M_n}{\eta_{п.р} i_{к.п}} = \frac{14400}{0,96 \cdot 2,5} = 6000 \text{ НМ};$$

$$M_3 = \frac{M_2}{\eta_{б.р} i_{б.р}} = \frac{6000}{0,96 \cdot 2,18} = 2867 \text{ НМ};$$

$$M_4 = \frac{M_3}{\eta_{г.п} i_{г.п}} = \frac{2867}{0,96 \cdot 3,4} = 878,4 \text{ НМ};$$

$\eta_{п.р} = 0,96$  – КПД планетарного редуктора [4, с. 40–41];

$\eta_{б.р} = 0,96$  – КПД бортового редуктора [4, с. 40–41];

$\eta_{г.п} = 0,96$  – КПД главной передачи [4, с. 40–41].

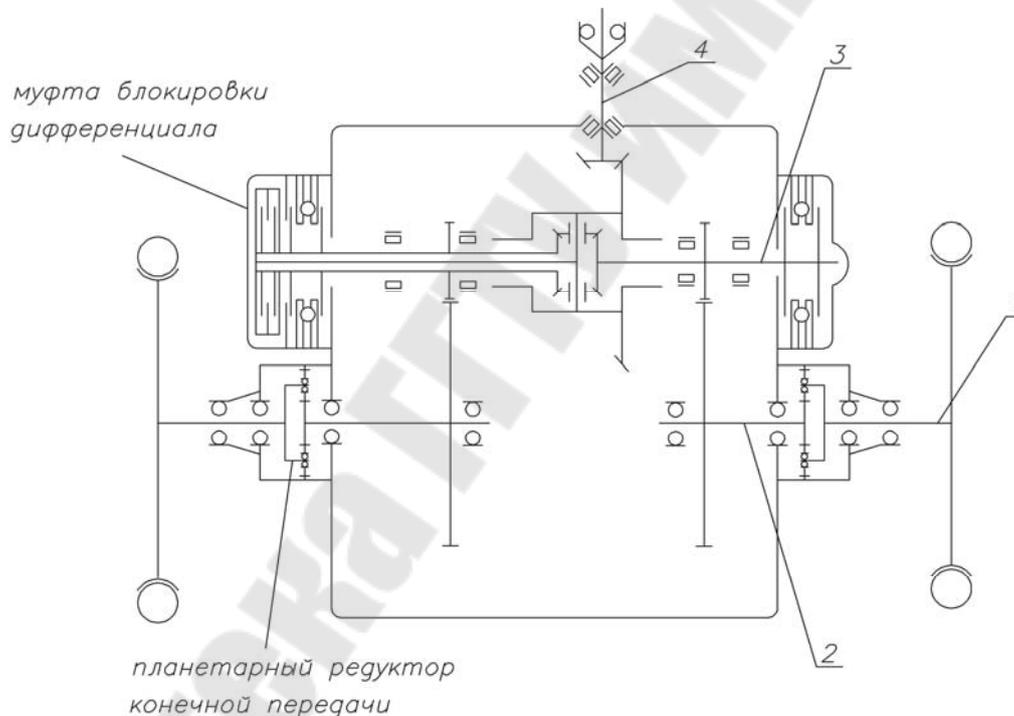


Рис. 3.3. Кинематическая схема заднего моста

Определим скорости вращения валов трансмиссии.

Частота вращения колеса будет равна:

$$\omega = \frac{V}{R_k} = \frac{2V}{D_k} = \frac{2 \cdot 12}{3,6 \cdot 1,2} = 5,55 \text{ с}^{-1};$$

$$n_k = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 5,5}{3,14} = 53 \text{ об/мин};$$

$$n_1 = n_k = 53 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = n_1 \cdot i_{к.п} = 53 \cdot 2,5 = 132,5 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = n_2 \cdot i_{б.р} = 132,5 \cdot 2,18 = 288,8 \text{ об/мин};$$

$$n_4 = n_3 \cdot i_{г.п} = 288,8 \cdot 3,4 = 982 \text{ об/мин}.$$

Определим мощности на валах трансмиссии трактора:

$$N_1 = N_k = \frac{M_1 \cdot n_1}{9550} = \frac{14400 \cdot 53}{9550} = 79,9 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{M_2 \cdot n_2}{9550} = \frac{6000 \cdot 132,5}{9550} = 83,24 \text{ кВт};$$

$$N_3 = \frac{M_3 \cdot n_3}{9550} = \frac{2867 \cdot 288,8}{9550} = 86,7 \text{ кВт};$$

$$N_4 = \frac{M_4 \cdot n_4}{9550} = \frac{878,4 \cdot 982}{9550} = 90,3 \text{ кВт}.$$

Результаты расчетов заносим в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Номер вала	$M_k$ , НМ	$n$ , об/мин	$N$ , кВт
1	14400	53	79,9
2	6000	132,5	83,24
3	2867	288,8	86,7
4	878,4	982	90,3

Таблица 3.4

### Варианты заданий к лабораторной работе № 3

Номер варианта	Номинальное тяговое усилие $P_t$ , Н	Диаметр ведущих колес $D_k$ , см	Скорость движения $V$ , км/ч
1	30000	120	8
2	31000	130	9
3	32000	140	10
4	33000	100	16
5	34000	110	15
6	25000	120	14
7	26000	130	13

Окончание табл. 3.4

Номер варианта	Номинальное тяговое усилие $P_{II}$ , Н	Диаметр ведущих колес $D_k$ , см	Скорость движения $V$ , км/ч
8	29000	140	16
9	28000	150	15
10	17000	170	14
11	16000	165	12
12	15000	160	11
13	14000	155	10
14	13000	150	13
15	10000	145	16
16	12000	140	15
17	11000	135	19
18	27000	130	14
19	26000	125	12
20	25000	120	11
21	24000	115	10
22	23000	110	9
23	22000	105	8
24	10000	100	7
25	11000	150	18
26	10000	145	19
27	29000	140	15
28	28000	135	14
29	27000	130	13
30	26000	125	12
31	25000	120	11

## Литература

1. Конструкция и расчет сельскохозяйственных тракторов / В. Я. Анилович [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1976.
2. Барский, И. Б. Конструирование и расчет тракторов / И. Б. Барский. – Москва : Машиностроение, 1980.
3. Шарипов, В. М. Конструирование и расчет тракторов / В. М. Шарипов. – Москва : Машиностроение, 2004. – 592 с.
4. Шейнблит, А. Е. Курсовое проектирование деталей машин / А. Е. Шейнблит. – Москва : Высш. шк., 1991.

## Содержание

Лабораторная работа № 1 Кинематический и энергетический расчет трансмиссии универсального энергосредства УЭС-2-250А.....	3
Лабораторная работа № 2 Кинематический и энергетический расчет трансмиссии энергосредства УЭС-30 «Полесье-30» .....	15
Лабораторная работа № 3 Кинематический и энергетический расчет трансмиссии трактора МТЗ-1523.....	22
Литература .....	34

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

**Лабораторный практикум  
по одноименному курсу для студентов  
специальности 1-36 12 01 «Проектирование  
и производство сельскохозяйственной техники»  
дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

Автор-составитель: **Кирилюк** Сергей Иванович

Редактор *Н. Г. Мансурова*  
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 05.06.07.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,1.

Изд. № 50.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Издательский центр учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.