

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический университет



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Методические указания
к проведению практических занятий № 4 – 7
для студентов направления 6.070106
«Автомобильный транспорт» всех форм обучения

Часть 2



Севастополь
2012

УДК 621.869

Методические указания к проведению практических занятий № 4 – 7 по дисциплине «Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта и погрузочно-разгрузочные средства» для студентов направления 6.070106 «Автомобильный транспорт» дневной и заочной форм обучения: в 2 ч. / Сост. А.О. Харченко, Л.А. Кияшко, Л.И. Соустова, О.В. Хромов. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. Ч.2. – 36 с.

Целью методических указаний является помощь студентам при изучении устройства, классификации и методов расчета специализированных транспортных средств и погрузочно-разгрузочных устройств.

Методические указания рассмотрены и утверждены кафедрой автомобильного транспорта
(протокол №2 от 18.10.2012 г.)

Допущено учебно-методическим центром и научно-методическим советом СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: С.М. Братан, зав. каф. технологии машиностроения, доктор техн. наук, профессор.

Ответственный за выпуск: В.Н. Торлин, зав. каф. автомобильного транспорта, доктор техн. наук, профессор.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

ИЗУЧЕНИЕ СХЕМ ПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ АВТОМОБИЛЕЙ-САМОСВАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЗИЛ–ММЗ–4502 4

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ВЫБОРЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОКРАНА 9

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АВТОПОЕЗДОВ 20

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ . 28

ПРИЛОЖЕНИЕ А 32

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 35

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

ИЗУЧЕНИЕ СХЕМ ПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ АВТОМОБИЛЕЙ-САМОСВАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЗИЛ–ММЗ–4502

Цель работы: ознакомление с принципами классификации автомобилей-самосвалов, особенностями конструкций и работы подъемных механизмов.

4.1. Общие сведения

Автомобили-самосвалы отличаются от обычных грузовых автомобилей тем, что выгрузка перевозимого ими груза осуществляется механически: либо за счет использования массы груза без наклона кузова (бункерные автомобили-самосвалы), либо за счет принудительного сбрасывания груза (шнековые автомобили-самосвалы с движущимся полом или с наклоняющимися кузовами). Основные технические данные самосвалов приведены в табл. 4.1. Преимущественное распространение имеют автомобили-самосвалы с принудительной выгрузкой груза при помощи наклона кузова подъемными механизмами различной конструкции.

Таблица 4.1 – Основные технические данные строительных и сельскохозяйственных автомобилей-самосвалов

Параметры	САЗ – 3503	ГАЗ – САЗ – 53Б	ЗИЛ – ММЗ – 4502	ЗИЛ – ММЗ – 4502 (45022)
Колесная формула	4 × 2	4 × 2	4 × 2	4 × 2
Группа автомобилей-самосвалов	Б	Б	Б	А и Б
Базовое шасси	ГАЗ – 52 – 02	ГАЗ – 52 – 02	ЗИЛ – 130Б2	ЗИЛ – 130Д1 (ЗИЛ – 130Д2)
Грузоподъемность, кг	2400	3500	4000	5250
Масса снаряженного автомобиля, кг	2750	3750	5040	4800
Полная масса автомобиля, кг	5300	7400	9265	10275
Полная масса буксируемого прицепа, кг	–	–	8000	8000
Двигатель	ГАЗ – 52 – 04	ЗМЗ – 53	ЗИЛ – 130	ЗИЛ – 130
Мощность, л.с., при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	75 / 2800	115 / 3200	150 / 3200	150 / 3200
Наибольший крутящий момент, кгс м, при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	21/(1400 - 1600)	29/(2000 - 2500)	41/(1800 - 2000)	41/(1800 - 2000)
Тип кузова	прямобортный	прямобортный	прямобортный	прямобортный со съёмным козырьком
Объем кузова, м ³ : без надставных бортов с надставными бортами	3,2	5,0 9,0	5,0 10,0	3,8 5,1
Стороны выгрузки	–	на три стороны	на три стороны	назад
Время наклона кузова, с	назад	20	15	15
Максимальная скорость, км/ч	15	85	90	90
	70			

Продолжение таблицы 4.1

Параметры	МАЗ – 5549 (МАЗ – 503А)	КамАЗ – 5511	КрАЗ – 256Б
Колесная формула	4 × 2	6 × 4	6 × 4
Группа автомобилей-самосвалов	А	А	А
Базовое шасси	МАЗ – 500А	КамАЗ – 5320*	КрАЗ – 257
Грузоподъемность, кг	8000	10000	12000
Масса снаряженного автомобиля, кг	7225 (7100)	8700	11000
Полная масса автомобиля, кг	15375 (15250)	18920	23165
Полная масса буксируемого прицепа, кг	—	—	—
Двигатель	ЯМЗ – 236	ЯМЗ – 740	ЯМЗ – 238
Мощность, л.с., при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	180/2100	210/2600	240/2100
Наибольший крутящий момент, кгс м, при частоте вращения коленчатого вала, об/мин	68 / 1500	65 1(1400 - 1700)	90 / 1500
Тип кузова	прямобортный с козырьком	ковшовый без заднего борта	ковшовый без заднего борта
Объем кузова, м ³ :			
без надставных бортов	5,1	7,2	6,0
с надставными бортами	—	—	—
Стороны выгрузки	назад	назад	назад
Время наклона кузова, с	15	19	20
Максимальная скорость, км/ч	75	80	68

* С пятиступенчатой коробкой передач.

В основном подъемные механизмы оборудованы гидравлическим приводом. Масляный насос приводится в работу от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности. Гидроцилиндры подъемных механизмов могут иметь горизонтальное, наклонное или вертикальное расположение. Гидроцилиндры располагаются на раме автомобиля-самосвала под кузовом, в передней части рамы или на переднем борту кузова (рисунок 4.1).

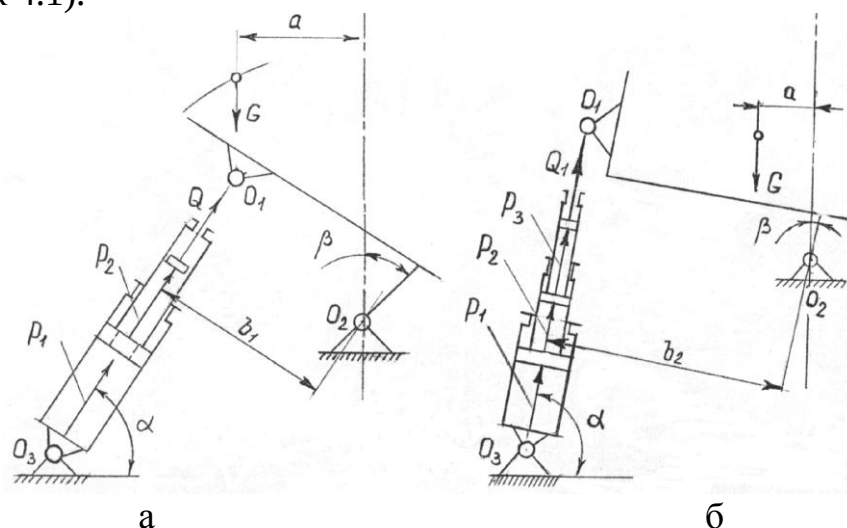


Рисунок 4.1 – Схемы подъемных механизмов автомобилей-самосвалов с расположением гидроцилиндров: а – под кузовом; б – в передней части рамы

С изменением угла подъема кузова изменяется угол α наклона цилиндров и плечи a и b моментов. Таким образом, для каждого угла β подъема кузова усилия Q на штоках выдвижных звеньев и давление p в гидроцилиндрах подъемника будут различными. Из уравнения моментов относительно точки O_2 суммарное усилие на штоках определяется следующим образом:

$$Q = \frac{G \cdot a}{b_1},$$

где G – вес груза кузова, кг; a и b_1 – плечи, к которым прикладываются усилия G и Q .

Давление в гидроцилиндрах:

$$p = \frac{Q}{F},$$

где F – суммарная площадь основания цилиндров, м^2 .

4.2. Гидросхема подъемного механизма автомобиля-самосвала ЗИЛ–ММЗ–4502

На автомобиле-самосвале ЗИЛ – ММЗ – 4502 (рисунок 4.2) и его модификациях установлены гидравлические подъемные механизмы с телескопическими плунжерными цилиндрами. Принципиальная схема гидравлического подъемного механизма показана на рисунок 4.3. Для управления подъемом и опусканием кузовов автомобиля и прицепа в кабине водителя справа от рычага переключателя передач установлен рычаг 17 коробки отбора мощности и между ним и сиденьем водителя расположены две рукоятки 7 и 8 распределителя 6. Рычаг коробки отбора мощности может быть установлен в переднем (коробка отбора мощности отключена, насос не работает) или заднем (коробка отбора мощности включена, насос работает) положении.

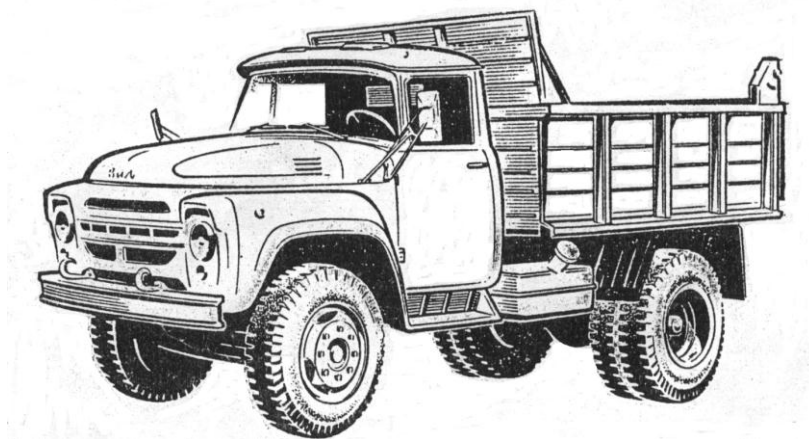


Рисунок 4.2 – Автомобиль-самосвал ЗИЛ – ММЗ – 4502

Передняя рукоятка 7 распределителя 6 служит для управления подъемом и опусканием кузова автомобиля-самосвала, задняя 8 – для управления подъемом и опусканием кузова прицепа-самосвала. При переводе рычага 17 назад (на рисунке вправо) промежуточная шестерня входит в зацепление с шестерней 18 блока шестерен заднего хода коробки передач и коробка отбора мощности включается. Одновременно начинает работать соединенный с коробкой насос 19. Из насоса рабочая жидкость по трубопроводу 5 поступает в распределитель 6, а из него по трубопро-

воду 10 в цилиндр 12 автомобиля-самосвала или по трубопроводу 9 через гидравлический вывод 11 в цилиндр прицепа-самосвала.

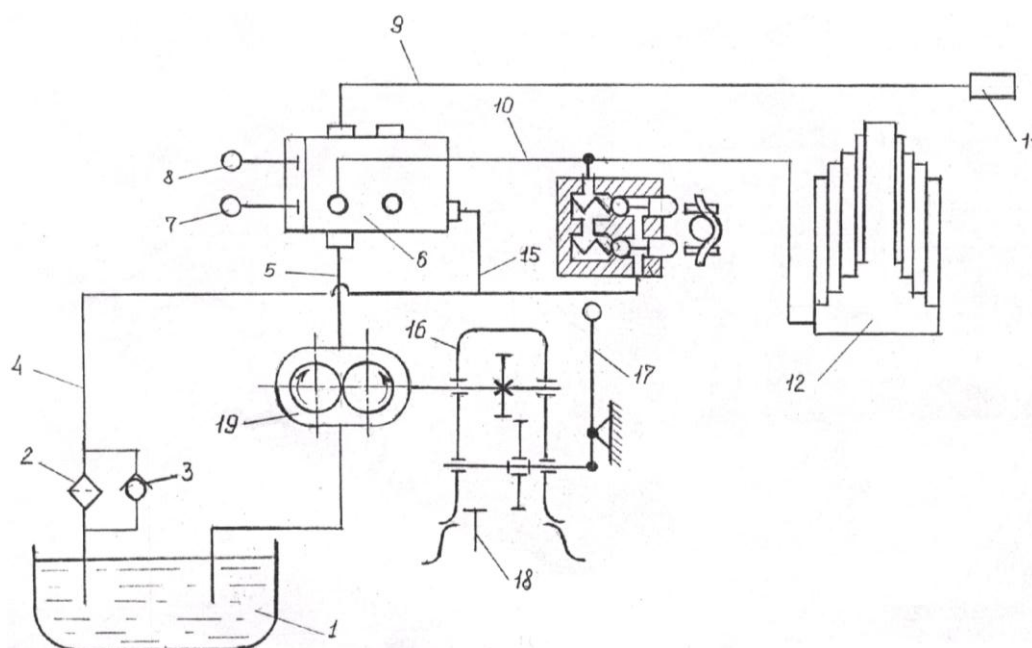


Рисунок 4.3 – Гидравлическая схема подъемного механизма автомобиля-самосвала ЗИЛ – ММЗ – 4502

При подъеме кузова назад на максимальный угол или при необходимости остановки кузова в промежуточном положении рукоятку 7 распределителя 6 устанавливают в нейтральное положение, а рычаг 17 переводят вперед (коробка отбора мощности и насос выключаются). При перемещении рукоятки 7 распределителя в нейтральное положение золотник распределителя перекрывает магистраль 5 высокого давления. Подача рабочей жидкости в трубопровод 10 прекращается. Жидкость в магистрали высокого давления остается под рабочим давлением, и кузов удерживается в поднятом положении (крайнем или промежуточном). Одновременно трубопровод 5 высокого давления через распределитель и трубопровод 15 соединяется с трубопроводом 4. Насос продолжает работать, и рабочая жидкость через распределитель по трубопроводам 15 и 4 низкого давления возвращается в бак 1. Для опускания кузова рукоятку распределителя переводят в положение «опускание кузова», при этом золотник распределителя соединяет трубопроводы высокого и низкого давления и рабочая жидкость из цилиндра через распределитель возвращается в бак. После опускания кузова рычаг 17 переводят в переднее положение. При этом промежуточная шестерня выходит из зацепления и коробка отбора мощности отключается. Подача масла прекращается. Трубопровод низкого давления заканчивается фильтром 2 тонкой очистки, установленным в баке 1. Параллельно фильтру включен редукционный клапан 3, который срабатывает при засорении фильтра 2 (при давлении 14 Н/мм²). Рабочее давление в гидравлической системе – 8 Н/мм. На автомобиле-самосвале ЗИЛ–ММЗ–4502 установлен золотниковый двухсекционный четырехпозиционный распределитель Р75 – В2А (рисунок 4.4) с фиксацией золотников в рабочих положениях с помощью механического фиксатора с шариками.

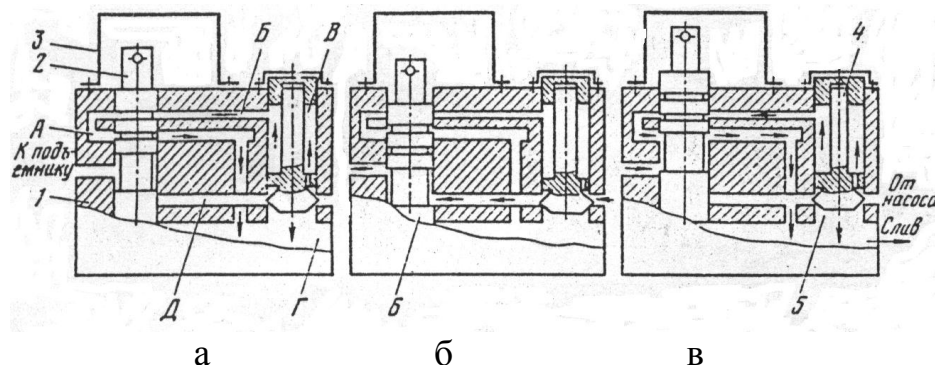


Рисунок 4.4 – Схема работы распределителя P75-B2A:

а – нейтральное положение; б – подъем кузова; в – опускание кузова

4.3. Последовательность выполнения работы

1. Изучить принцип работы подъемного механизма самосвала ЗИЛ–ММЗ–4502.
2. Рассчитать суммарное усилие на штоках для заданной преподавателем массы груза и плеч моментов, измеренных на натурной установке самосвала.
3. Изобразить общий вид автомобиля-самосвала ЗИЛ – ММЗ – 4502 и указать места расположения всех элементов гидросхемы подъемного механизма.

4.4. Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризовать преимущества и недостатки различных схем подъемных механизмов автомобилей-самосвалов.
2. Показать расчетные зависимости для схем подъемных механизмов автомобилей-самосвалов.
3. Пояснить работу гидравлической схемы подъемного механизма самосвала.
4. Охарактеризовать работу конкретных гидравлических элементов подъемного механизма по заданию преподавателя.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ВЫБОРЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОКРАНА

Цель работы: изучение и анализ основных конструкций автокранов на основе системно – морфологического подхода.

5.1. Общие сведения

Краны относятся к грузоподъемным машинам с рабочим органом прерывного действия. Они предназначены для погрузки и выгрузки оборудования, тяжелых машин, проката, металлических конструкций, контейнеров, пакетных грузов, сборных железобетонных изделий и т.п.

Стационарные краны не имеют самоходного шасси и монтируются в пунктах погрузки и разгрузки постоянно или на длительное время.

Передвижные (мобильные) краны монтируются на самоходном шасси и могут быть перемещены в течение небольшого отрезка времени на погрузочно-

разгрузочные пункты. К передвижным кранам относятся автомобильные краны, а также краны на пневмоколёсном, гусеничном или железнодорожном ходу.

В основном автомобильные краны выпускаются заводами Министерства строительного, дорожного и коммунального машиностроения. Этим кранам присваивается индекс, состоящий из двух букв (КС – кран самоходный) и четырёх цифр (рисунок 5.1). Первая цифра обозначает номер размерной группы или грузоподъёмность машины, вторая – тип ходового устройства, третья – исполнение подвески стрелового оборудования и четвёртая – порядковый номер модели крана. Кроме того, после цифр в индексе могут быть буквы, обозначающие очередную модернизацию (А, Б, В, ...) и климатическое исполнение крана (северное – ХД, тропическое – Т или тропическое влажное – ТВ).

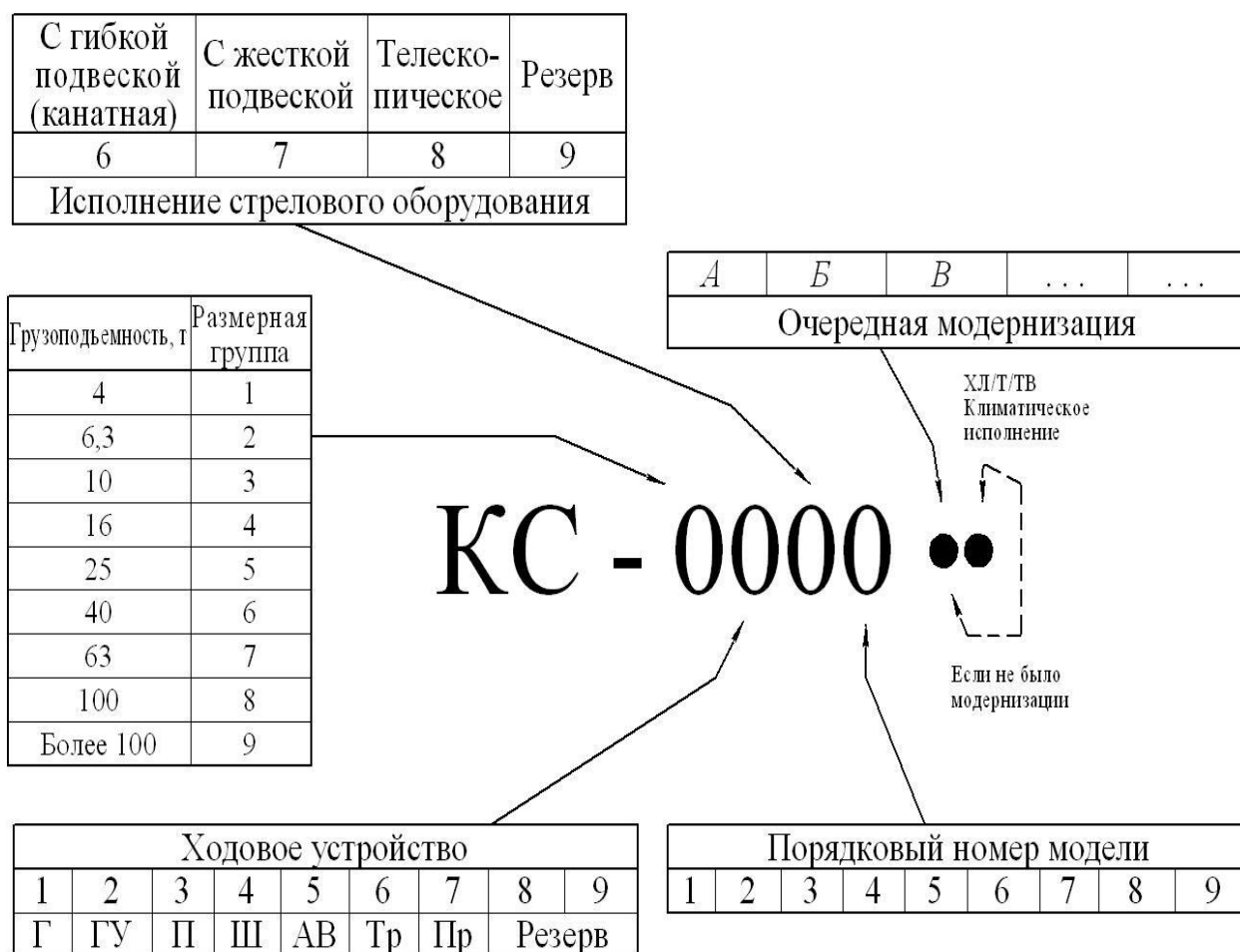


Рисунок 5.1 – Схема обозначения и индексации:

ХЛ – холодное (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$); Т – тропическое; ТВ – тропическое влажное;

Г – гусеничное; ГУ – гусеничное уширенное; П – пневмоколёсное; Ш – шасси; АВ – автомобильное; Тр – шасси тракторное; Пр – прицепное ходовое устройство;

Сохранились также старые маркировки ранее выпускаемых кранов с электрическим приводом – К-67 и К-162. Индекс кранов, выпускаемых другими министерствами и ведомствами, состоит из трёх букв и цифр, отражающих основное назначение крана и его грузоподъёмность (СМК-10 – специальный монтажный кран автомобильный грузоподъёмностью 16 т). В настоящее время освоен серийный выпуск кранов грузоподъёмностью 4(40), 6,3(63), 10(100), 16(160) тс (кН).

По типу привода основных механизмов различают краны с одно моторным приводом, у которых все рабочие механизмы приводятся в действие одним двигателем внутреннего сгорания, и с много моторным индивидуальным приводом, у которых привод каждого механизма осуществляется от отдельного двигателя. По исполнению подвески стрелового оборудования различают краны с гибкими подвесками, у которых стреловое оборудование удерживается винтовыми механизмами или гидроцилиндрами.

Краны автомобильные выпускаются с решётчатыми стрелами длиной от 6 до 10 м и снабжаются вставками, надставками и гуськами для увеличения длины стрелы, длина которых за счёт выдвижения внутренней секции из наружной увеличивается с 8 до 12 и с 10 до 18 м. В соответствии с ГОСТом краны должны нормально работать со сменным оборудованием, удлинёнными стрелами, стрелами с гуськом, башенно-стреловым оборудованием.

Пневмоколёсные краны имеют специальную ходовую часть в виде опорной рамы на пневматических колёсах. По сравнению с автомобильными они менее мобильны, но значительно превосходят их по грузоподъёмности. Пневмоколёсные краны изготавливаются грузоподъёмностью до 100 тс (1000 кН) и могут работать как с дополнительными опорами, так и без них. Они выполняются с механическим, дизель-электрическим и дизель-гидравлическим приводами, оснащаются сменным стреловым оборудованием, удлинёнными стрелами и стрелами с гуськами.

Гусеничные краны обладают хорошей проходимостью и маневренностью, могут работать и передвигаться с грузом на крюке. Скорость движения их невелика. На дальние расстояния краны перевозят на специальных платформах, при этом некоторые из них большой грузоподъёмности частично демонтируют. Гусеничные краны применяют для выполнения различных погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ без специально подготовленной площадки, вследствие небольшого удельного давления на грунт. Краны грузоподъёмностью до 16 тс (160 кН) имеют дизель механический привод, более 16 тс – дизель-электрический.

На основе системного анализа система «мобильный кран» может быть разбита на подсистемы (рисунок 5.2).

Подсистемы с их альтернативами располагаются в форме морфологической матрицы (табл. 5.1). Характеристики подсистем (элементов) автокрана представлены в виде комбинаторного файла (например, для шасси – табл. 5.2).

Наиболее распространенный автокран грузоподъёмностью 3 т ЛАЗ-690 (рисунок 5.4) монтировался на шасси ЗИЛ-150, ЗИЛ-164, позднее – на шасси ЗИЛ-130. Крановое оборудование состоит из съёмной неповоротной рамы 1 с опорными домкратами (аутригерами) 3, стабилизатором и опорным кругом поворотной платформы 2, на которой размещены стрела 7, портал 5 с промежуточными блоками, механизм 4 для подъёма и опускания груза на крюке, подъёма и опускания стрелы в вертикальной плоскости и повороте стрелы в горизонтальной плоскости, кабины 6 крановщика. К нижней части опорного круга прикреплен корпус конического редуктора. Привод рабочих механизмов крана осуществляется от коробки отбора мощности, откуда через карданную передачу и конический редуктор вращение передается вертикальному валу центрального реверса. Лебедки подъёма груза и подъёма стрелы приводятся во вращение при помощи червячных пар. На концах червячных валов закреплены шкивы с ленточными тормозами замкнутого типа, регули-

рованными так, чтобы при выключенном приводе лебедки барабан не мог произ-
вольно поворачиваться под действием веса груза.

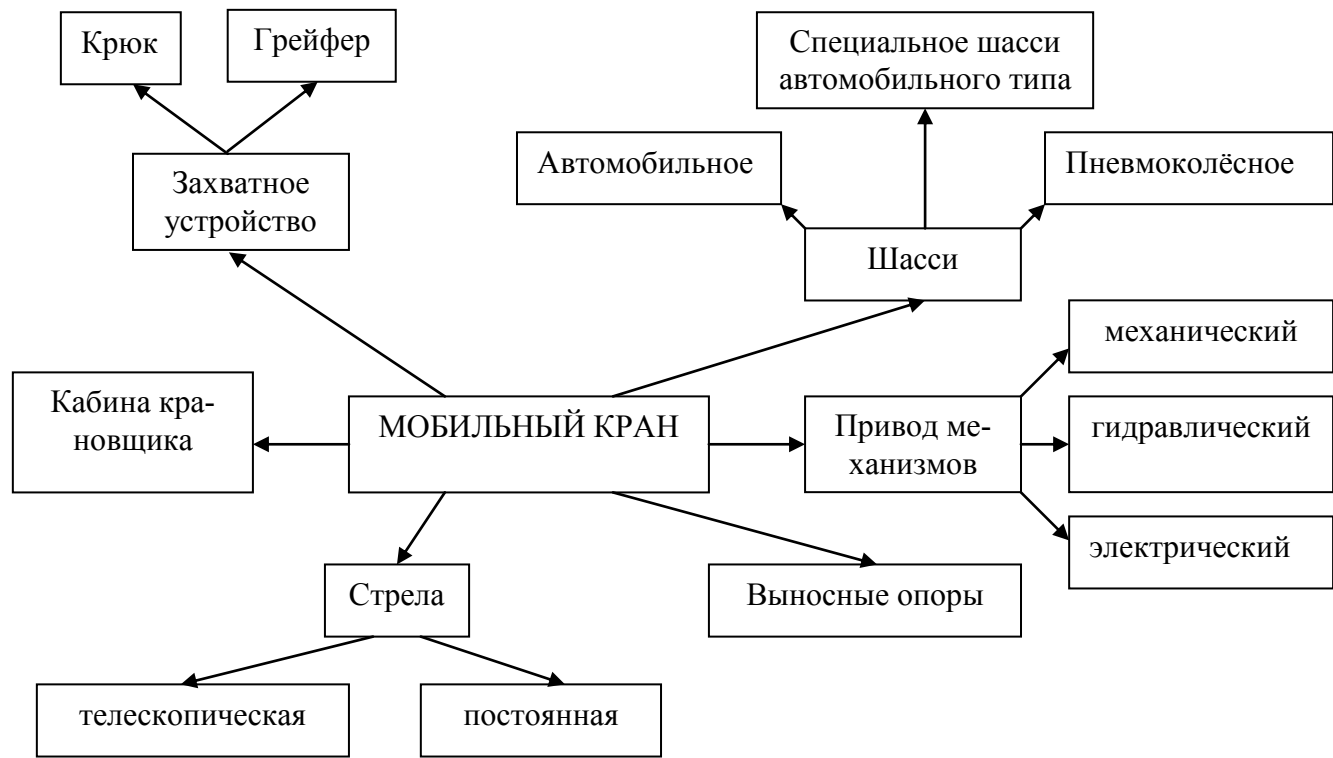


Рисунок 5.2 – Структурный анализ системы мобильного крана

Таблица 5.1 – Морфологическая матрица

Шасси X	Стрела Y	Привод механизмов Z	Аутригеры W	Захватное устройство V
X1 –автомобильное X2 – пневмоколёсное X3 – специальное автомобильного типа	Y1 - постоянная Y2 - телескопическая	Z1 - механический Z2 - гидравлический Z3 - электрический	W1 – гидравлические W2 - механические	V1 - крюк V2 - грейфер

Таблица 5.2 – Комбинаторный файл элемента X «шасси»

Элемент X1	Характеристика узла	Элемент X2	Характеристика узла	Элемент X3	Характеристика узла
	X1.1 – ГАЗ – 53 А X1.2 – ЗИЛ – 43–412 X1.3 – ЗИЛ – 130 X1.4 – ЗИЛ – 133 ГЯ X1.5 – МАЗ – 5334 X1.6 – МАЗ – 73101 X1.7–КрАЗ–257К–1. X1.8 – КрАЗ – 257К X1.9 –КамАЗ – 53212		X2. 1 – длиннобазовое X2.2 – короткобазовое		X3 1 – «Бумар» (6×4) X3.2 – «Бумар» (8×4) X3.3 – «Бумар» (12×4) X3.4 – «Бумар» (14×6) X3.5 – МЗКТ73165 «Волат» (8×8) X3.6 – МЗКТ7907 (24×24)

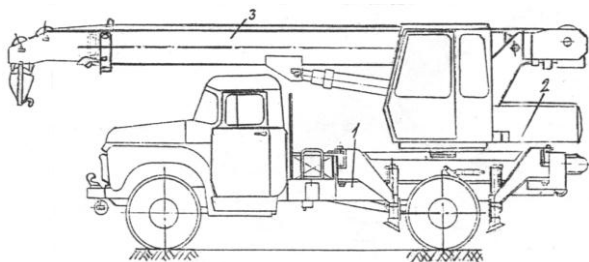


Рисунок 5.3 – Кран автомобильный КС-2571: 1 – шасси автомобиля ЗИЛ-130; 2 – поворотная рама; 3 – крановое оборудование

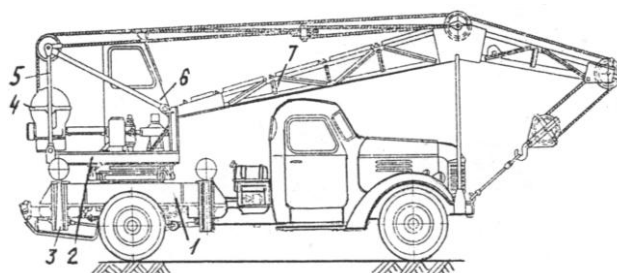


Рисунок 5.4 – Автокран ЛАЗ – 690

Автокран 4056 (рисунок 5.5) смонтирован на шасси автомобиля ЗИЛ-130, имеет гидравлический привод рабочего оборудования крана и поэтому отличается весьма высокими эксплуатационными качествами. Грузоподъемность крана – 6,3 т.

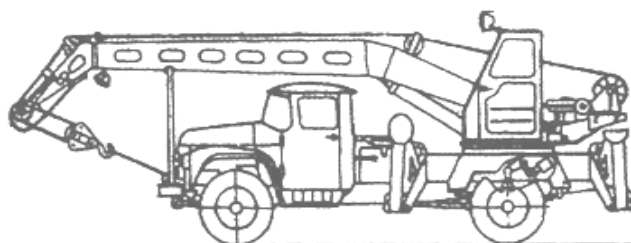


Рисунок 5.5 – Автокран 4056

На рисунке 5.6 показан автокран КС-3571Б производства Ивановского ПО «Автокран» на шасси автомобиля МАЗ-5334. Привод на шасси – гидравлический, грузоподъемность – 10 т. Технические характеристики основных моделей автокранов приведены в табл. 5.3.

Автокраны КС-4561 и КС-4571 смонтированы на шасси автомобиля КраЗ-257К (рисунки 5.8 и 5.9). Предназначены для погрузки и выгрузки особо тяжелых грузов, а также для строительно-монтажных работ. Грузоподъемности этих кранов соответственно 12 т и 16 т.

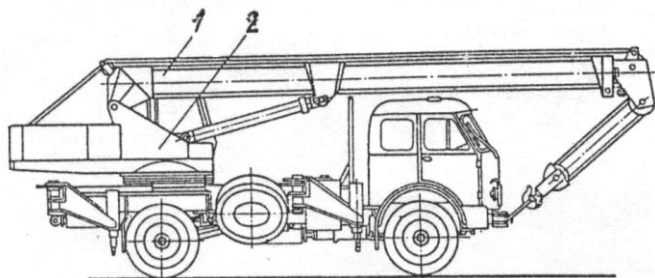


Рисунок 5.6 – Автомобильный кран КС-3571Б: 1 – телескопическая стрела; 2 – силовая установка

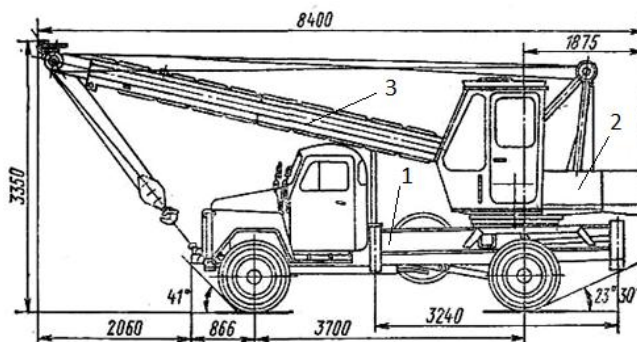


Рисунок 5.7 – Кран автомобильный КС-1562А: 1 – шасси автомобиля ГАЗ – 53А; 2 – поворотная рама; 3 – крановое оборудование

Таблица 5.3 – Краны автомобильные (ГОСТ 22827 – 85)

Параметры	КС – 1562А	КС – 2561К	КС – 2561Л	КС – 2571А-1
База	ГАЗ – 53А	ЗИЛ – 43 – 412	ЗИЛ – 130	ЗИЛ – 43 – 412
Мощность, кВт	85	110	110	110
Привод на шасси	механический	механический	механический	гидравлический
Длина стрелы, м	6 и 10	8	8	9 – 10,8
Тип стрелы	выдвижная и башенно-стреловая (башня – 7,95 м, стрела – 6,1 м)	выдвижная или постоянная удлинённая до 12 м	выдвижная или постоянная удлинённая на 12 м	телескопическая
Грузоподъёмность, т	0,9 – 5	0,8 – 7	на выносных опорах 6,3; без выносных опор 1,1	6,3 – 4
Вылет крюка, м	1 – 7	3,3 – 7	на выносных опорах 1,5; без выносных опор 2,5	3,3 – 9,7
Высота подъема крюка, м	3,8 – 15	5,5 – 12	8; с основной стрелой 9,3 и 12	8; с основной стрелой 9,3 и 12
Скорость подъема крюка, м/мин	0,36 – 12,6	0,4 – 13	13,1	13,03
Скорость передвижения, км/ч	90	90	85	85
Масса, т	9,5	9,3	85	10,4
Изготовитель	Балашихинский завод автомобильных кранов	Балашихинский завод автомобильных кранов	Дрогобычский завод автомобильных кранов	Ставропольский завод автомобильных кранов

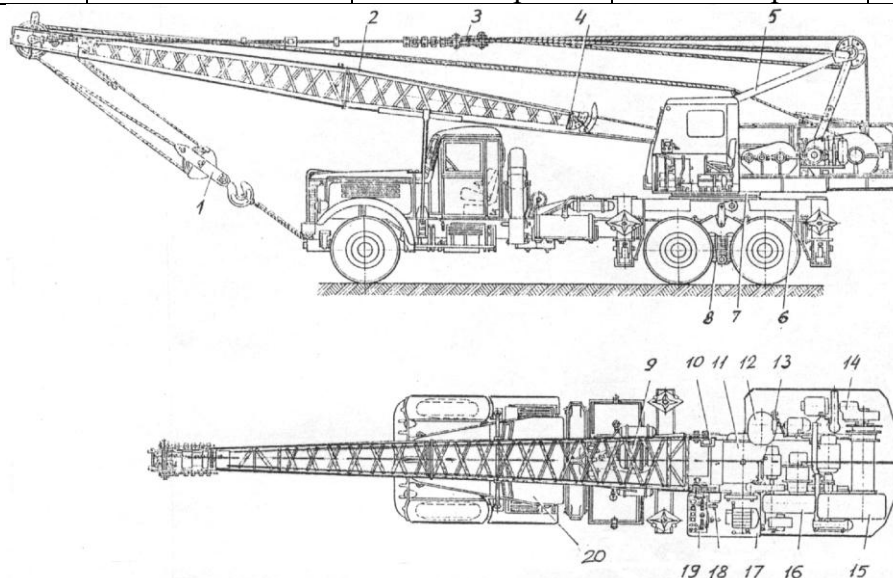


Рисунок 5.8 – Кран автомобильный КС-4561 (К-162):

- 1 – крюковая обойма; 2 – стрела; 3 – полиспаст; 4 – указатель вылетов; 5 – портал;
 6 – неповоротная рама; 7 – опорно-поворотное устройство; 8 – стабилизатор;
 9 – генератор; 10 – ограничитель подъема стрелы; 11 – поворотная рама;
 12 – механизм поворота; 13 – тормоз механизма поворота; 14 – механизм подъема стрелы; 15, 16 – лебедки; 17 – кабина; 18 – управление топливоподачей;
 19 – пост управления; 20 – автомобиль КрАЗ-257К

Продолжение таблицы 5.3

Параметры	КС – 3562Б	КС – 3571Б	КС – 3577А	КС – 3575А
База	МАЗ – 5334	МАЗ – 5334	МАЗ – 5334	ЗИЛ – 133ГЯ
Мощность, кВт	132	132	132	154,4
Привод на шасси	гидравлический	гидравлический	гидравлический	гидравлический
Длина стрелы, м	10 – 14, 18	8 – 14, гусёк 14м	8 – 14	9,5 – 15
Тип стрелы	с гуськом (две вставки длиной по 4м и гусёк 3м)	двухсекционная телескопическая	двухсекционная телескопическая; решётчатый гу- сёк 7 м, длина вставки 2 м	двухсекционная телескопическая
Грузоподъёмность, т	0,4 – 16	0,3 – 10	12,5	10
Вылет крюка, м	4 – 20	4 – 19,1	2,85 – 13,2	4 – 14,6
Высота подъема крюка, м	4 – 18	8,5 – 20	с основной стре- лой 14,5 м, со сменным обору- дованием 22,5	на втянутой стреле 10,2; на выдвинутой 16,5; с гуськом 21,5
Скорость подъёма крюка, м/мин	0,4	0,4 – 10	0,4 - 8,5	0,4 – 10
Скорость передви- жения, км/ч	85	80	85	75
Масса, т	10,4	14,96	15,3	16,38
Изготовитель	Ставропольский завод автомобильных кранов	Ивановское ПО «Автокран»	Ивановское ПО «Автокран»	Ивановское ПО «Автокран»

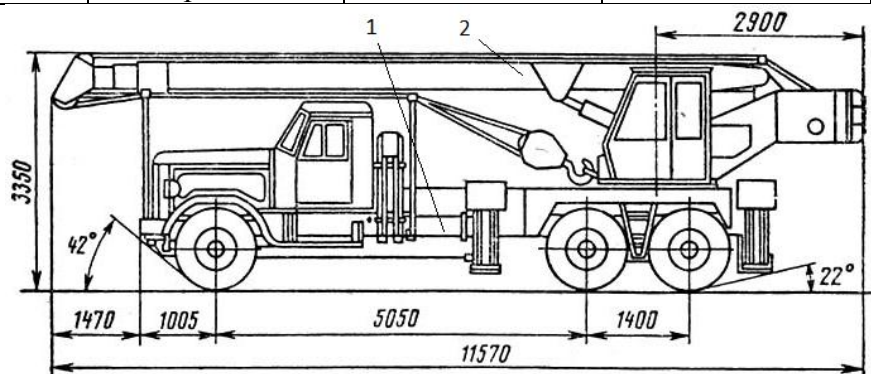


Рисунок 5.9 – Кран автомобильный КС-4571: 1 – шасси автомобиля КрАЗ-4571; 2 – крановое оборудование

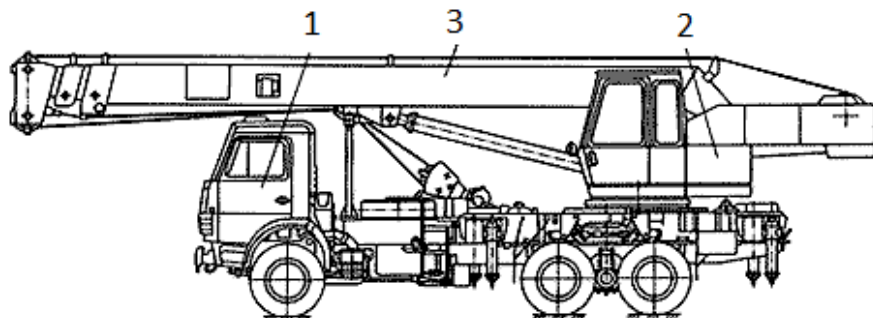


Рисунок 5.10 – Кран автомобильный КС-4572: 1 – шасси автомобиля КамАЗ - 53212; 2 – поворотная рама; 3 – крановое оборудование

Продолжение таблицы 5.3

Параметры	КС – 4561 А	КС – 4571 – 1	КС – 5573	КС – 4572
База	КрАЗ – 257К – 1	КрАЗ – 257К	МАЗ – 73101	КамАЗ - 53212
Мощность, кВт	177	177	386	155
Привод на шасси	дизель- электрический	гидравлический	гидравлический	гидравлический
Длина стрелы, м	10, 14, 18	9,75(втянутая) 21,7(вытянутая)	14,3	14,3
Тип стрелы	решётчатая	телескопическая трёхсекционная	решётчатая двухсекционная	решетчатая двухсекционная
Грузоподъёмность, т	1,2 – 12	0,075 – 16	до 25	16 на опорах и 4 без опор
Вылет крюка, м	3,8 – 13	3,8 – 20,45	4 – 10	3,8 на опорах, и 3 без опор
Высота подъема крюка, м	10 – 18	1,5 – 22	14	14,6
Скорость подъёма крюка, м/мин	2,6 – 7,2 (стрелы до 14 и 18)	3,6 – 0,18	до 14	9,6
Скорость передвиже- ния, км/ч	65	55	55	55
Масса, т	22,7	24,37	–	22,5
Изготовитель	Камышинский крановый завод	Камышинский крановый завод	Одесский завод тяжёлого краностроения	Галический экскаваторный завод

Краны на специальном шасси автомобильного типа отличаются от других мобильных кранов высокой транспортной скоростью, повышенной проходимостью и маневренностью, а также лучшими грузовыми характеристиками при работе без выносных опор. Кран (рисунок 5.11) состоит из шасси автомобильного типа с 3...8 осями, жесткой балансирной подвески и телескопической стрелы, что обеспечивает движение кранов по дорогам различной категории. Все краны имеют кабину шасси и отдельную кабину для управления краном при производстве грузовых работ. На шасси кранов грузоподъемностью 25...40 т силовая установка шасси обеспечивает работу всех рабочих механизмов, а на кранах грузоподъемностью 63...100 т имеется дополнительный двигатель для механизмов на поворотной части. Краны имеют гидравлический привод, телескопические выдвижные стрелы и выносные опоры.

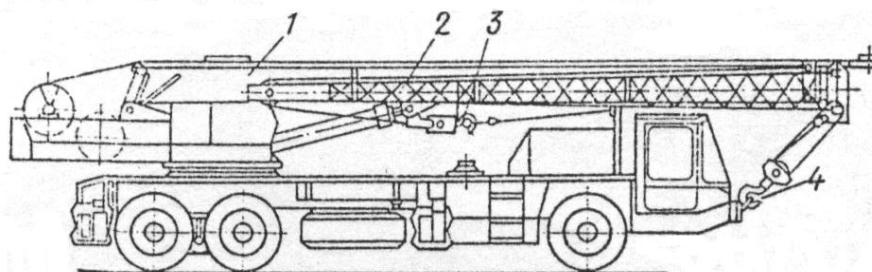


Рисунок 5.11 – Кран на спецшасси автомобильного типа КС-5473:

1 – телескопическая стрела; 2 – удлинитель; 3 – крюк вспомогательного подъема;
4 – крюк основного подъема

Технические характеристики основных моделей кранов на спецшасси автомобильного типа приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4 – Краны на специальном шасси автомобильного типа
(ГОСТ 22827 – 85)

Параметры	КС – 5473	КС – 6471	КС – 7471	КС – 8471
Тип стрелы	телескопическая трёхсекционная	телескопическая трёхсекционная	телескопическая четырёхсекцион- ная	телескопическая четырёхсекцион- ная
Длина стрелы, м	10 – 24	10,7 – 27	12,6 – 38,1	13,7 – 47,7
Грузоподъёмность, т:				
на опорах	7 – 25	10 – 40	18 – 63	34 – 100
без опор	1 – 5	0,8 – 10	2 – 15,2	0,6 – 20
Вылет крюка, м	3,2 – 8*	3,2 – 9*	3,5 – 10*	3,5 – 11*
Высота подъема крюка, м	22,6** (4,2 – 10)	27** (5,2 – 10,6)	38,5** (5,7 – 12,3)	47,7** (5,9 – 12,7)
Скорость подъёма крюка, м/мин	0,19 – 11,4	0,09 – 15	0,15 – 4,86	0,09 – 9
Скорость телеско- пирования стрелы, м/мин	12 – 25	6 – 12	5,18 – 10,58	–
Частота вращения поворотной части, мин ⁻¹	0,1 – 1,5	0,1 – 1,5	0,05 – 0,75	0,5
База, м	5	5,37	5,85	7,2
Колея колес, м:				
передних	2,1	2,5	2,54	2,09
задних	2,1	2,1	2,15	2,09
Число колес:				
передних/задних	2/4	4/4	4/8	6/8
управляемых	2	4	8	8
ведущих (при- водных)	4	4	4	6
Мощность двигате- ля, кВт:				
поворотной части	–	–	132,5	177
шасси	148,5	177	256	335
Преодолеваемый уклон пути, град	15	15	15	15
Транспортная ско- рость передвиже- ния, км/ч	60	50	50	50
Масса, т	27,8	44	67,8	87
Изготовитель	Никопольский завод строи- тельных машин и объединение «Бумар», ПНР	Одесский завод тяжёлого краностроения и объединение «Бумар», ПНР	Одесский завод тяжёлого кра- ностроения и объединение «Бумар», ПНР	Одесский завод тяжёлого кра- ностроения и объединение «Бумар», ПНР

*При втянутой стреле.

**При вытянутой стреле.

Пневмоколёсные краны по виду шасси разделены на длиннбазовые (база свыше 4,1 м) и короткобазовые (с базой не более 3,5м), рисунок 5.12.

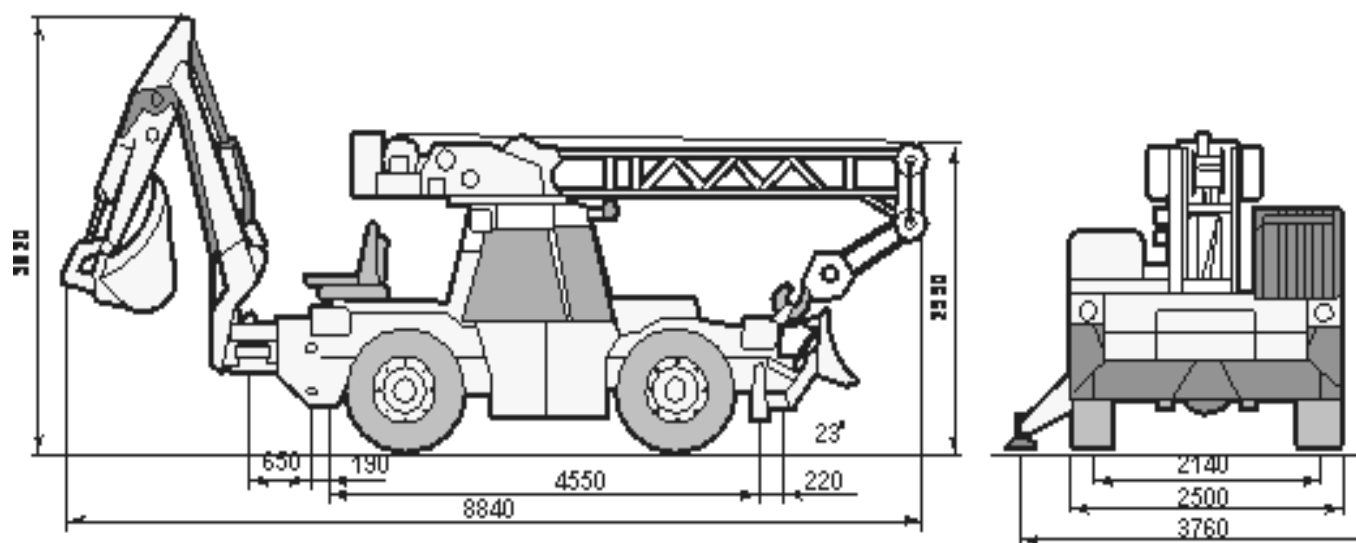


Рисунок 5.12 – Короткобазовый пневмоколесный кран КС – 4371

Длиннбазовые пневмоколёсные краны монтируют на шасси с применением сборочных единиц от автомобилей. У кранов 2...5 осей, из которых две являются ведущими. Краны имеют дизель-электрический и механический приводы, а также решетчатые стрелы.

Короткобазовые пневмоколёсные краны монтируют на специальном шасси с применением сборочных единиц от автомобилей и имеют большую маневренность и проходимость. Ходовое устройство крана имеет две оси. Могут быть следующие схемы исполнения:

- одна ось управляемая, а другая – приводная;
- две оси управляемые и приводные;
- две оси приводные, из них одна управляемая.

Короткобазовый пневмоколёсный кран имеет гидравлический привод управления и телескопическую выдвижную стрелу, на которую может навешиваться гусак. Благодаря маневренности и проходимости короткобазовый кран можно широко использовать на погрузочно-разгрузочных работах в стесненных условиях как на строительной, так и на складских площадках.

Основные характеристики пневмоколёсных кранов основных моделей приведены в табл. 5.5.

Гусеничные краны монтируют на гусеничном ходу, позволяющем им передвигаться по грунту даже в условиях бездорожья. Они работают без выносных опор и не имеют стабилизаторов. Отличаются большой грузоподъемностью и предназначены для выполнения работ с тяжеловесными грузами. В зависимости от типа привода бывают с обычным механическим приводом (Э-2006, Э-1254 и др.) и с дизель-электрическим многомоторным приводом (СКГ – 25, СКГ – 30 и др.).

Таблица 5.5 – Пневмоколесные краны (ГОСТ 22827 – 85)

Параметры	КС – 4361А	КС – 4371А	КС – 4327	КС – 4362
Длина основной стрелы, м	10,5	7,4 – 17,4	7,5 – 16,5	12,5
Тип стрелы	решётчатая	телескопическая трёхсекционная с гуськом	телескопическая трёхсекционная с гуськом	решётчатая
Тип шасси	длиннобазовое	короткобазовое	короткобазовое	длиннобазовое
База, м	4,1	3,5	3,5	4,12
Привод на шасси	механический	гидравлический	гидравлический	дизель-электрический
Грузоподъёмность, т:				
на опорах	3,4 – 16	5,5 – 16	5,5 – 16	3,4 – 16
без опор	2,3 – 9	2 – 6,3	2 – 6,3	2 – 8
Вылет крюка, м	3,8 – 10	7 – 17	7,1 – 16	3,8 – 10
Скорость подъёма крюка, м/мин	0,66; 14,4	–	–	4,4 – 12
Высота подъёма крюка, м	9,5 – 10,5	1,7 – 7,2	1,7 – 7,2	13,8 – 15,7
Частота вращения платформы, мин ⁻¹	0,4 – 2,8	0,5	0,1 – 1,6	0,4 – 1,2
Скорость передвижения, км/ч	18	40	40	15
Мощность двигателя, кВт	59	132,5	132,5	84,5/94
Преодолеваемый уклон пути, град	15	18	20	15
Сменное оборудование – грейфер				
вместимостью, м ³	1,5	–	–	1,5
Масса, т	23	23	23	23
Изготовитель	Юргинский машиностроительный	Камышенский крановый	Юргинский машиностроительный	Камышенский крановый

5.2. Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с разновидностями и структурой мобильных кранов.
2. На основе системно-морфологического подхода для заданного преподавателем варианта крана составить комбинаторные файлы его подсистем и элементов.
3. Предложить новые структурные варианты, полученные в результате морфологического анализа.
4. Изобразить общий вид предложенного варианта.

Продолжение таблицы 5.5

Параметры	КС – 5363	КС – 6362	КС – 7362	КС – 8362А
Длина основной стрелы, м	15	15	15	15 – 55
Тип стрелы	решётчатая	решётчатая	решётчатая	решётчатая
Тип шасси	длиннобазовое	длиннобазовое	длиннобазовое	длиннобазовое
База, м	5	4,65	4,38	7,54
Привод на шасси	дизель-электрический	дизель-электрический	дизель-электрический	дизель-электрический
Грузоподъёмность, т:				
на опорах	3,5 – 25	0,4 – 40	5 – 63	9 – 100
без опор	2 – 14	3,1 – 20	2,7 – 30	7 – 32
Вылет крюка, м	4,5 – 13,8	4,5 – 14	5 – 14	5,2 – 18*
Скорость подъёма крюка, м/мин	0,3 – 6	0,2 – 4,98	0,24 – 4,98	0,4 – 3
Высота подъёма крюка, м	8 – 14	8,3 – 14,5	8,1 – 14,1	10 – 18,1
Частота вращения платформы, мин ⁻¹	0,1 – 1,2	0,1 – 1,1	0,1 – 0,6	0,05 – 0,45
Скорость передвижения, км/ч	15	18	14	10 – 12
Мощность двигателя, кВт	165	165	214	132
Преодолеваемый уклон пути, град	15	15	10	10
Сменное оборудование – грейфер вместимостью, м ³	2	–	–	–
Масса, т	33	48	75	197,8
Изготовитель	Одесский тяжёлого краностроения	Одесский тяжёлого краностроения	Одесский тяжёлого краностроения	Одесский тяжёлого краностроения

5.3. Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте структуру системы мобильного крана.
2. Правила буквенно-цифровой индексации мобильных кранов.
3. Перечислить конструктивные особенности автомобильных кранов.
4. Указать конструктивные особенности кранов на шасси автомобильного типа.
5. Перечислить особенности конструкций пневмоколесных и гусеничных кранов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АВТОПОЕЗДОВ

Цель работы: ознакомление с элементами теории движения автопоездов

6.1. Эксплуатационные свойства автопоездов

Эксплуатационными называются свойства автопоездов, определяющие качество выполнения основной задачи транспортирования грузов.

Эксплуатационные свойства автопоездов определяют возможные средние скорости движения в различных дорожных условиях, расход топлива, безопасность движения и т.д.

Важнейшими эксплуатационными свойствами автопоездов являются тягово-скоростные и тормозные свойства, топливная экономичность, проходимость, управляемость и устойчивость.

Теория движения автопоездов позволяет оценить показатели эксплуатационных свойств конкретного автопоезда, определить оптимальные условия его применения при решении транспортной задачи или, наоборот, по конкретным условиям эксплуатации определить (подобрать) необходимые технические параметры автопоезда.

Тягово-скоростные свойства определяют возможные диапазоны изменений скоростей и интенсивности разгона автопоездов в различных дорожных условиях, то есть определяют максимально возможную среднюю скорость движения в заданных условиях без каких-либо ограничений.

Установлено семь показателей тягово-скоростных свойств:

- 1) скоростная характеристика «разгон – выбег»;
- 2) скоростная характеристика на высшей и предшествующих передачах;
- 3) скоростная характеристика на дороге с переменным продольным профилем;
- 4) максимальная скорость;
- 5) условная максимальная скорость;
- 6) время разгона на определенных участках;
- 7) время разгона до заданной скорости.

Для понимания процессов, определяющих оценочные показатели тягово-скоростных свойств, рассмотрим силы, действующие на автопоезд при движении. Крутящий момент от маховика двигателя через трансмиссию передается на полуоси и далее на ведущие колеса автомобиля-тягача, вызывая их вращение. Действие крутящего момента $M_{кр}$ эквивалентно действию пары сил (рисунок 6.1). В данном случае одна сила P_k возникает в месте контакта колеса с дорогой, стремясь сдвинуть назад верхний слой опорной поверхности, а вторая сила, наоборот, стремится сдвинуть вперед ось колеса, преодолевая силу сопротивления движению P_f . Так как ведущее колесо через балку моста автомобиля-тягача и рессоры связано с рамой, то действие второй из указанных сил вызывает перемещение всего автомобиля-тягача, а следовательно, и автопоезда. Эту силу принято называть тяговой и она аналогична силе сопротивления дороги ведущим колесам, то есть реакции дороги. Эта сила направлена по направлению движения автомобиля-тягача.

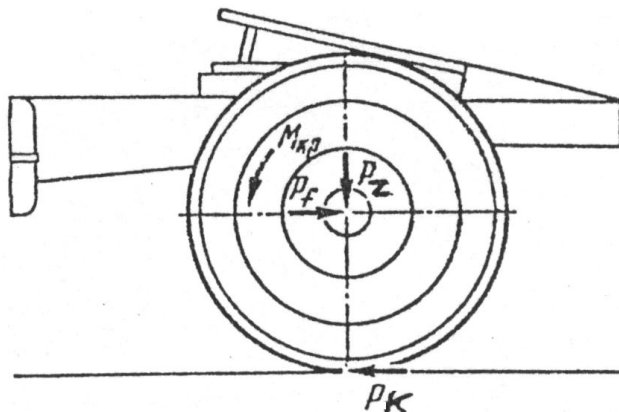


Рисунок 6.1 – Схема сил на ведущем колесе автомобиля-тягача

Под действием тяговой силы автопоезд движется, преодолевая различные сопротивления. Скорость движения автопоезда зависит от радиуса качения и скорости вращения ведущих колес.

Частота вращения ведущих колес значительно меньше частоты вращения коленчатого вала двигателя. Это обеспечивается трансмиссией. При этом степень снижения частоты вращения колес определяется передаточным числом трансмиссии. Таким образом, скорость автопоезда будет тем больше, чем больше скорость вращения коленчатого вала двигателя, радиус ведущих колес, и чем меньше общее передаточное число трансмиссии. Часть мощности двигателя при передаче ее к ведущим колесам автомобиля-тягача расходуется на трение между шестернями в коробке передач, ведущем мосту в подшипниках валов и других агрегатах, на разбрызгивание масла и т.д. Потери мощности в трансмиссии составляют 20% мощности двигателя. Эти потери обычно оценивают коэффициентом полезного действия трансмиссии.

Этот коэффициент стремятся сделать более высоким за счет тщательного изготовления деталей и точной регулировки узлов и агрегатов, использования соответствующих смазочных материалов.

Кроме тяговой силы на автопоезд действует сила тяжести P_z , приложенная в центре масс и направленная вертикально вниз. Рассматривая автопоезд, состоящий из нескольких звеньев, можно определить нагрузку на мосты автомобиля-тягача и оси прицепного звена (рисунок 6.2).

Значения вертикальных нагрузок на осях позволяют правильно подобрать шины, определить полную и сцепную массу (то есть массу, приходящуюся на ведущие колеса автомобиля-тягача), массу автопоезда. Сила тяжести каждого звена автопоезда приложена в центре масс звена. Чем ближе центр тяжести звена автопоезда к одной из осей, тем больше вертикальная нагрузка на эту ось.

При движении на подъем на автопоезд будет действовать сила сопротивления подъему, которая является одной из сил сопротивления и зависит от общей массы автопоезда и угла подъема.

Кроме того, во время движения на автопоезд постоянно действуют еще две силы сопротивления, на преодоление которых затрачивается мощность двигателя. Одна из них сила сопротивления движению (качению) P_f , которая характеризует потери энергии на деформации шин и дороги, на трение качения шины о дорогу, а

также на другие потери. Эта сила определяется вертикальной нагрузкой P_z на колесо и коэффициентом сопротивления качению f (табл. 6.1):

$$P_f = P_z \cdot f.$$

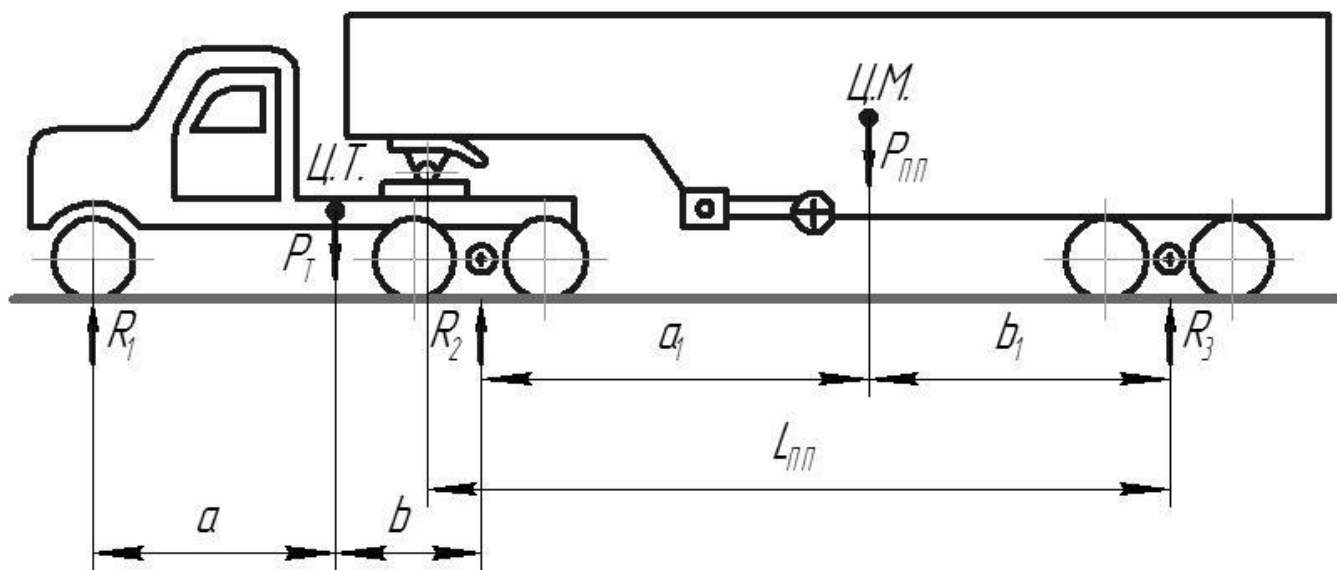


Рисунок 6.2 – Схема сил для определения вертикальных нагрузок на оси автопоезда:

P_T – сила тяжести автомобиля-тягача; $P_{ПП}$ – сила тяжести полуприцепа;
 R_1 – вертикальная реакция на передней оси автомобиля-тягача; R_2 – вертикальная реакция на задней оси автомобиля-тягача; R_3 – вертикальная реакция на задней тележке (оси) полуприцепа; a – расстояние от центра масс автомобиля-тягача до передней оси; b – расстояние от центра масс автомобиля-тягача до задней оси;
 a_1 – расстояние от центра масс полуприцепа до задней оси; b_1 – расстояние от центра масс полуприцепа до середины задней тележки (оси) полуприцепа;
 $l_{ПП}$ – база полуприцепа

Таблица 6.1 – Значения коэффициента сопротивления качению

№ п/п	Тип покрытия дороги	Коэффициент сопротивления качению f
1	Асфальтобетонное покрытие в хорошем состоянии	0,015...0,018
2	Асфальтобетонное покрытие в удовлетворительном состоянии	0,018...0,022
3	Булыжная мостовая	0,023...0,030
4	Сухая грунтовая дорога	0,025...0,035
5	Грунтовая дорога после дождя	0,05...0,15
6	Песок	0,1...0,3

Примечание: водяная пленка на дорогах увеличивает коэффициент сопротивления качению на 3÷5%, а снежный покров даже небольшой толщины – на 20÷30%.

Сила сопротивления качению всего автопоезда определяется как сумма сил сопротивления качению всех колес автомобиля-тягача P_{fT} и прицепных звеньев автопоезда $P_{fП}$:

$$P_{f\Sigma} = \sum P_{fT} + \sum P_{fП}.$$

Уравнение тягового баланса автопоезда:

$$P_k = P_{\psi} + P_w + P_j,$$

где P_k – тяговое усилие на ведущих колесах; P_{ψ} – суммарное сопротивление дороги (сопротивление качению и сопротивление подъему); P_w – сопротивление воздуха; P_j – сопротивление разгону.

При движении автопоезда в тяжелых дорожных условиях скорость его незначительна и поэтому сопротивление воздуха P_w будет мало. Если допустить, что автомобиль движется равномерно (без разгона), то сопротивление разгону $P_j = 0$. Следовательно, в этих условиях тяговое усилие на ведущих колесах практически используется на преодоление сопротивления качению P_f и подъему P_h :

$$P_k = P_f + P_h = P_{\psi}.$$

Уравнение можно записать в следующем виде:

$$\frac{M \cdot i_k \cdot i_{\partial} \cdot i_0 \cdot \eta_T}{r_k} = G_a \cdot f \cdot \cos \alpha + G_a \cdot \sin \alpha,$$

где M – крутящий момент двигателя, Н м; i_k – передаточное число коробки передач; i_{∂} – передаточное число дополнительной (или раздаточной) коробки передач; i_0 – передаточное число главной передачи; η_T – механический коэффициент полезного действия (кпд) трансмиссии; r_k – радиус качения колеса, м; f – коэффициент сопротивления качению; G_a – полная масса автомобиля, Н; α – угол подъема (или уклона) дороги, град.

При движении на подъем второй член правой части уравнения необходимо брать с плюсом, а под уклон с минусом. Следовательно, величина тягового усилия на колесах должна быть тем больше, чем больше полная масса автомобиля, сопротивление качению и величина подъема.

Для небольших углов подъема можно принять $\sin \alpha = \tan \alpha = i$, где i – подъем дороги. Учитывая это, силу сопротивления подъему можно выразить как $P_h \cong G_a \cdot i$.

Величина тягового усилия на ведущих колесах зависит от сцепной массы $G_{сц}$ и коэффициента сцепления φ шин с дорогой (табл. 6.2):

$$P_k = G_{сц} \cdot \varphi.$$

Для обеспечения движения автомобиля и исключения пробуксовывания необходимо, чтобы тяговое усилие на ведущих колесах было меньше (или равно) величины силы сцепления, то есть

$$P_k \leq G_{сц} \cdot \varphi.$$

Тормозные свойства автопоезда характеризуют его способность к торможению. При торможении между колесами и дорогой возникает тормозная сила, противоположная направлению движения.

Таблица 6.2 – Значения коэффициента сцепления φ

№ п/п	Тип покрытия дороги	Коэффициент сцепления	
		на сухой поверхности	на мокрой поверхности
1	Асфальтобетонное	0,70...0,80	0,30...0,40
2	Щебёночное	0,50...0,60	0,30...0,35
3	Грунтовые дороги	0,50...0,60	0,30...0,40
4	Глина	0,50...0,60	0,20...0,40
5	Уплотнённый снег	0,20...0,30	-
6	Обледенелая дорога	0,08...0,10	-

Если тормозная сила будет меньше минимально возможной силы сцепления, то автопоезд затормаживается при катящихся колесах, если же тормозная сила будет больше, то колеса будут заблокированы и произойдет их скольжение относительно дороги. В первом случае при торможении колеса катятся, и кинетическая энергия автопоезда превращается в тепловую энергию, нагревающую тормозные колодки и барабан. Во втором случае колеса не вращаются, а скользят по дороге, при этом большая часть кинетической энергии расходуется на нагрев шин. Такой вид торможения ухудшает устойчивость автопоезда и приводит к повышенному износу шин.

Важнейшей характеристикой тормозных свойств автопоезда является тормозной путь S , который можно разделить на две составляющие: путь, пройденный от начала торможения до полной остановки автопоезда, и путь, пройденный автопоездом за время реакции водителя:

$$S = (t_1 + t_2) \frac{V}{3,6} + \frac{K_э \cdot V^2}{254 \cdot \varphi},$$

где t_1 – время реакции водителя, с; t_2 – время срабатывания тормозов, с;
 V – скорость автопоезда, км/ч; $K_э$ – коэффициент, характеризующий условия эксплуатации (тип привода тормозов); φ – коэффициент сцепления.

Из формулы следует, что тормозной путь пропорционален квадрату скорости, то есть при увеличении скорости в 2 раза тормозной путь увеличивается в 4 раза.

Топливная экономичность определяет расход топлива автопоездом при движении в заданных условиях. Нормы линейного расхода топлива указаны в технических характеристиках автопоезда. Наибольшее влияние на топливную экономичность автопоезда оказывает техническое состояние его механизмов и систем, соответствие применяемых эксплуатационных материалов, соблюдение тепловых режимов, а также правильность выбора способа вождения автопоезда.

Проезжимость определяет способность автопоезда двигаться по заснеженным, мокрым, разбитым дорогам и по бездорожью, а также преодолевать различные препятствия, встречающиеся на пути.

Автопоезда подразделяют на дорожные и повышенной проходимости.

Дорожные – предназначены в основном для эксплуатации по дорогам с твердым покрытием. Их конструктивные признаки:

- неполноприводность (отсутствие привода на все колеса);
- наличие шин с дорожным рисунком протектора;
- отсутствие в трансмиссии блокируемых дифференциалов.

Повышенной проходимости – предназначены для использования их на дорогах с твердым покрытием и по бездорожью. Эти автопоезда имеют полноприводные (имеется привод на все колеса), то есть со всеми ведущими мостами, автомобили-тягачи, шины со специальным рисунком протектора и систему регулирования давления воздуха в шинах. В трансмиссиях эти автомобили-тягачи имеют блокируемые дифференциалы. Конструктивно предусматривается также возможность преодоления водных преград.

Проходимость автопоезда подразделяют на профильную и опорную.

Профильная проходимость – определяет способность автопоезда преодолевать неровности и препятствия на дороге, а также вписываться в габариты дороги.

Показателями профильной проходимости (рисунок 6.3) являются:

1) дорожный просвет (H_T и H_{Π}) – расстояние от наиболее низко расположенной точки автопоезда до опорной поверхности дороги;

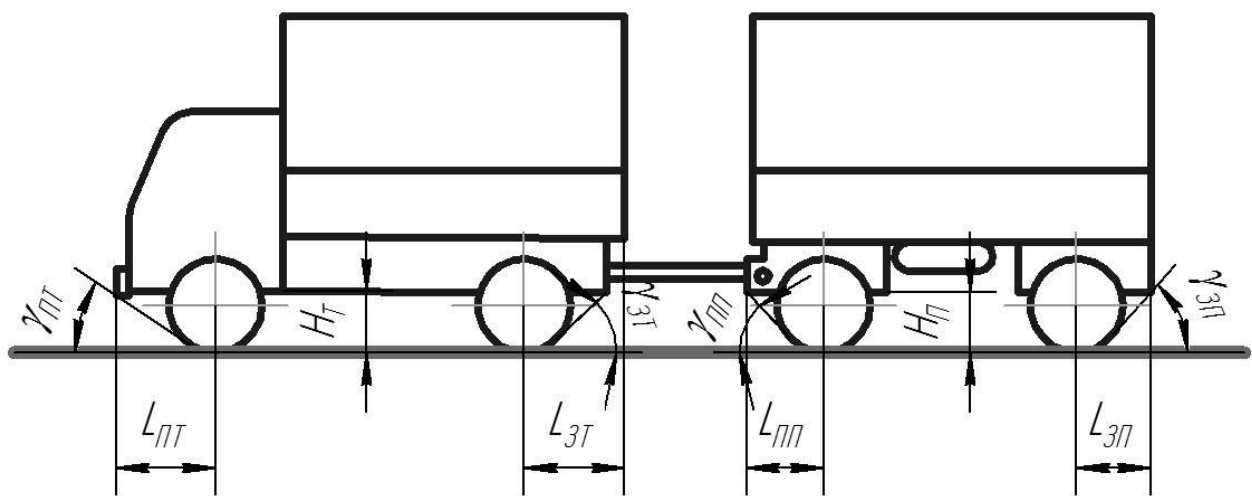


Рисунок 6.3 – Параметры профильной проходимости автопоезда

2) передний (задний) свес $L_{ПТ}(L_{ЗТ})$, $L_{ПП}(L_{ЗП})$ – расстояние от наиболее выступающей части переднего (заднего) контура до оси передних (задних) колес, измеренное по горизонтали. От значения свеса зависит проходимость автопоезда при переезде через канавы, кюветы и прочие препятствия. Чем меньше свесы, тем выше проходимость автопоезда;

3) угол переднего (заднего) свеса $\gamma_{ПТ}(\gamma_{ЗТ})$, $\gamma_{ПП}(\gamma_{ЗП})$ – угол между опорной поверхностью и плоскостью, касательной к окружностям наружных диаметров передних (задних) колес и проходящей через точку контура передней (задней) части автопоезда таким образом, что все остальные точки контура оказываются с внешней стороны этого угла. Чем больше углы свеса, тем больше крутизна (углы въезда и съезда) неровностей, которые может преодолевать автопоезд.

Опорная проходимость – способность автопоезда двигаться по мягким грунтам. Наиболее важными показателями оценки опорной проходимости являются коэффициент сцепной массы и удельное давление на опорную поверхность.

Сцепной массой автопоезда $G_{сц}$ называют часть массы, которая создает вертикальную нагрузку на ведущие колеса автомобиля-тягача, а **коэффициент сцепной массы** – отношение сцепной массы $G_{сц}$ к его полной массе G_a , то есть:

$$K_{cy} = \frac{G_{cy}}{G_a}.$$

Чем больше сцепная масса и соответственно коэффициент K_{cy} , тем меньше возможность потери проходимости в трудных условиях. Очевидно, что у автопоездов в составе полноприводного автомобиля-тягача и прицепа (полуприцепа) проходимость будет выше, чем у дорожного автопоезда.

На сцепление ведущих колес с опорной поверхностью значительное влияние оказывают давление шин на дорогу и рисунок протектора.

Давление шин на дорогу определяется как отношение вертикальной нагрузки на колесо к площади отпечатка шины. На рыхлых грунтах проходимость автопоезда будет лучше, если давление будет меньше. На твердых и скользких дорогах проходимость улучшается при большем давлении. Шины с крупным рисунком протектора на мягких грунтах будут иметь отпечаток большей площади и меньшее давление, а на твердых грунтах отпечаток этой шины будет меньшей площади и давление увеличивается. Поэтому при движении по мягкому грунту применяют арочные шины с большой площадью отпечатка или регулируемое давление в шинах.

На проходимость автопоездов влияет также разная ширина колес автомобиля-тягача, разная ширина колеи колес автомобиля-тягача и прицепа (полуприцепа). При совпадении колеи проходимость автопоезда увеличивается в результате уменьшения мощности, затрачиваемой на колесобразование.

Управляемость автопоездов – это совокупность свойств автопоездов, характеризующих изменение параметров движения при воздействии на органы управления.

В понятие управляемости входит и **маневренность**, которая связана со способностью автопоезда изменять направление движения на ограниченных площадях при небольших скоростях движения. Маневренность определяет возможность безопасного проезда автопоездов на автомобильных дорогах с ограниченной шириной полосы движения, на городских улицах, на строительных площадках и в местах разгрузки.

Маневренность характеризуется рядом оценочных показателей, главным из которых являются минимальные радиус поворота и габаритный радиус поворота, а также габаритная полоса движения.

Минимальный радиус поворота автомобиля-тягача $R_{\min}$ (рисунок 6.4) определяется как расстояние от центра поворота до оси следа переднего наружного колеса при максимальных углах поворота управляемых колес.

Минимальный габаритный радиус автопоезда R_2 – это расстояние от центра поворота до наиболее удаленной точки автопоезда.

Оба радиуса $R_{\min}$, R_2 характеризуют площадь, необходимую для маневрирования и разворота автопоезда. Чем меньше эти радиусы, тем выше маневренность автопоезда.

Габаритная полоса движения равна разности радиуса поворота точек, наиболее удаленной и наиболее близкой к центру поворота, и характеризует ширину коридора, необходимую при крутых поворотах, а также возможность движения автопоезда в проездах заданной формы и размеров.

Предельный сдвиг траектории прицепов (полуприцепов) достигается при круговом движении автопоезда. Сдвиг траекторий прицепов (полуприцепов) при движении с переменным радиусом меньше предельного сдвига. Однако аналитически определить габаритную полосу движения в этом случае трудно, поэтому при расчетах исходят из предположения, что любой поворот автопоезда является круговым, который дает наибольшую полосу, необходимую для безопасного проезда (рисунок 6.5).

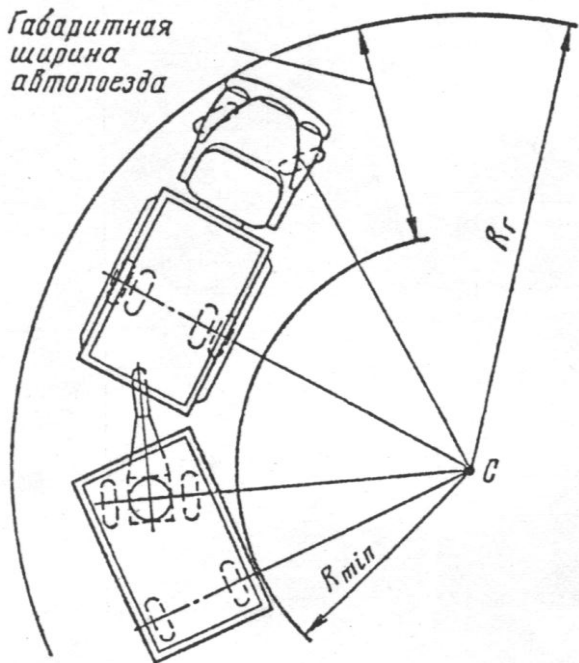


Рисунок 6.4 – Параметры маневренности автопоездов

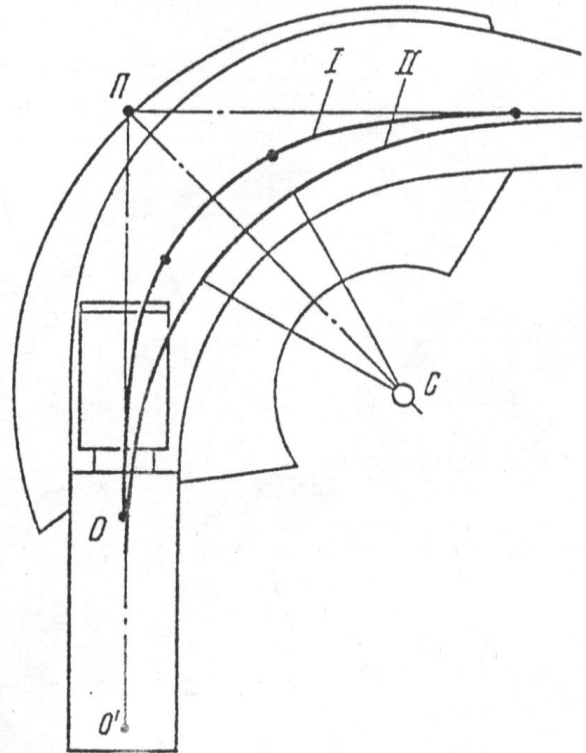


Рисунок 6.5 – Фактическая и круговая габаритные полосы движения автомобиля-тягача с полуприцепом при повороте на угол 90° : I – основная траектория середины заднего моста автомобиля-тягача; II – траектория задней оси полуприцепа; продольная ось автомобиля-тягача; C – центр поворота

Устойчивость автопоездов – это способность их звеньев сохранять заданное водителем положение относительно опорной поверхности дороги и направление движения при воздействии внешних возмущений. Устойчивость движения, как и управляемость, не имеет комплексного показателя оценки. На практике пользуются экспериментальными характеристиками, определяющими поведение автопоезда в смысле устойчивости в определенных ситуациях движения. Из всех показателей оценки устойчивости следует выделить наиболее употребимые.

Критическая скорость криволинейного движения **по опрокидыванию** характеризует устойчивость автопоезда против опрокидывания под действием поперечной составляющей силы инерции и определяется по формуле:

$$V_{кр} = 2,21\sqrt{R_{min} B/h},$$

где B – колея автопоезда, м; h – высота центра тяжести, м.

Критическая скорость криволинейного движения по боковому скольжению (заносу) определяет устойчивость движения против заноса под действием на автопоезд поперечной составляющей силы инерции и определяется по формуле:

$$V' = 3,13 \sqrt{R_{\min} / \varphi_{\delta}},$$

где φ_{δ} – коэффициент сцепления в боковом направлении.

6.2. Последовательность выполнения работы

1. Изучить характеристики эксплуатационных свойств автопоездов.
2. Для заданного преподавателем варианта автопоезда изобразить схему силового нагружения, составить уравнение тягового баланса, рассчитать тяговые усилия.
3. Для заданных условий рассчитать тормозной путь автопоезда.
4. Охарактеризовать проходимость, управляемость и устойчивость заданного варианта, рассчитав критические скорости криволинейного движения.

6.3. Вопросы для самоконтроля

1. Перечислить эксплуатационные свойства автопоездов.
2. Изобразить схему сил на ведущем колесе автомобиля-тягача.
3. Дать определение коэффициента сопротивления качению.
4. Что такое тормозной путь автомобиля?
5. Дать определение проходимости, управляемости и устойчивости автопоездов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: изучение основных показателей для определения производительности грузовых автомобилей и ее связи со временем загрузки-разгрузки.

7.1. Общие сведения

Для нахождения транспортной работы учитывают объемы перевозок, выполненных на определенные расстояния. Единицей измерения этой работы является тонно-километр (т·км).

Полезная работа, выполняемая грузовыми автомобилями, заключается в перемещении грузов между определенными пунктами (грузоотправителями и грузополучателями).

Совокупность всех элементов (погрузка, перевозка и выгрузка груза, а также подача автомобиля в пункт для погрузки очередной партии груза) составляет езду. Суммарное время на одну езду t_e

$$t_e = t_{\partial\partial} + t_{n-p},$$

где $t_{\partial\partial}$ – время движения автомобиля; t_{n-p} – время простоя под погрузкой и разгрузкой груза.

Время движения автомобиля определяется исходя из пройденного пути $l_{об}$ и технической скорости автомобиля V_T :

$$t_{дв} = \frac{l_{об}}{V_T};$$

$$l_{об} = l_2 + l_{б2},$$

где l_2 – путь с грузом; $l_{б2}$ – путь без груза.

Введя коэффициент использования пробега $\beta = \frac{l_2}{l_{об}} = \frac{l_2}{l_2 + l_{б2}}$ и выразив через него $l_{об} = \frac{l_2}{\beta}$, получим выражения для времени движения и времени ездки:

$$t_{дв} = \frac{l_2}{V_T \cdot \beta};$$

$$t_e = \frac{l_2}{V_T \cdot \beta} + t_{n-p}.$$

Количество ездок n_e за время работы автомобиля на линии в сутки, или время в наряде определяем по формуле

$$n_e = \frac{T_H}{t_e} = \frac{T_H \cdot V_T \cdot \beta}{l + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}.$$

Умножив количество ездок, выполненных автомобилем за время в наряде, на его грузоподъемность q и коэффициент использования грузоподъемности γ , получим объем перевозок груза в тоннах Q , выполненных автомобилем в течение суток:

$$Q = n_e \cdot q \cdot \gamma = \frac{T_H \cdot V_T \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma}{l_2 + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}.$$

Для определения объема транспортной работы QK за этот же отрезок времени необходимо объем перевозок умножить на длину ездки автомобиля с грузом:

$$QK = \frac{T_H \cdot V_T \cdot \beta \cdot q \cdot \gamma \cdot l_2}{l_2 + V_T \cdot \beta \cdot t_{n-p}}.$$

Анализ формул показывает, что производительность автомобиля находится в обратной зависимости от времени нахождения автомобиля под погрузкой и разгрузкой. Чем меньше автомобиль простаивает в пунктах погрузки и разгрузки, тем больше времени он будет находиться в движении и тем выше его производительность при прочих равных условиях.

Наиболее эффективным мероприятием по сокращению времени на погрузку и выгрузку груза является механизация этих операций, которая позволяет значительно повысить производительность труда рабочих, занятых на их выполнении. Применение машин и механизмов (рисунки 7.1, 7.2) ускоряет погрузку-разгрузку, приводит к значительному сокращению трудоемкости погрузочно-разгрузочных работ и облегчает труд грузчиков.



Рисунок 7.1 – Основные средства механизации непрерывного действия

Влияние продолжительности простоя автомобиля под погрузочно-разгрузочными операциями на его производительность при разных расстояниях перевозки может быть выявлено аналитическим (табл. 7.1) или графическим методом. На рисунке 7.3 показан пример графика производительности автомобиля при различных значениях времени простоя под погрузочно-разгрузочными операциями.

Таблица 7.1 – Расчетные данные производительности автомобилей ЗИЛ-130 ($T_n=10$ ч; $\beta=0,6$; $\gamma=1,0$)

Расстояние перевозки груза, км	Техническая скорость, км/ч	Производительность (т·км) при простое под погрузочно-разгрузочными операциями, ч					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
5	20	282,0	214,0	172,5	144,0	143,5	108,1
10	24	399,0	319,0	270,0	234,0	208,0	184,2
15	25	436,5	375,0	321,0	291,0	262,5	238,5
25	27	500,0	450,0	407,5	372,5	342,5	317,5
35	28	535,5	490,0	455,0	423,0	388,5	371,0
50	29	565,0	530,0	500,0	475,0	450,0	435,0

7.2. Последовательность выполнения работы

1. По заданию преподавателя для конкретной модели автомобиля (автопоезда) и диапазона расстояний между пунктами (объектами) определить производительность для указанного в задании времени погрузки и разгрузки.

2. По результатам расчетов построить график производительности автомобиля при различных значениях времени простоя под погрузочно-разгрузочными операциями.

3. Проанализировать полученные результаты и предложить мероприятия и средства для сокращения времени загрузки-разгрузки автомобиля.

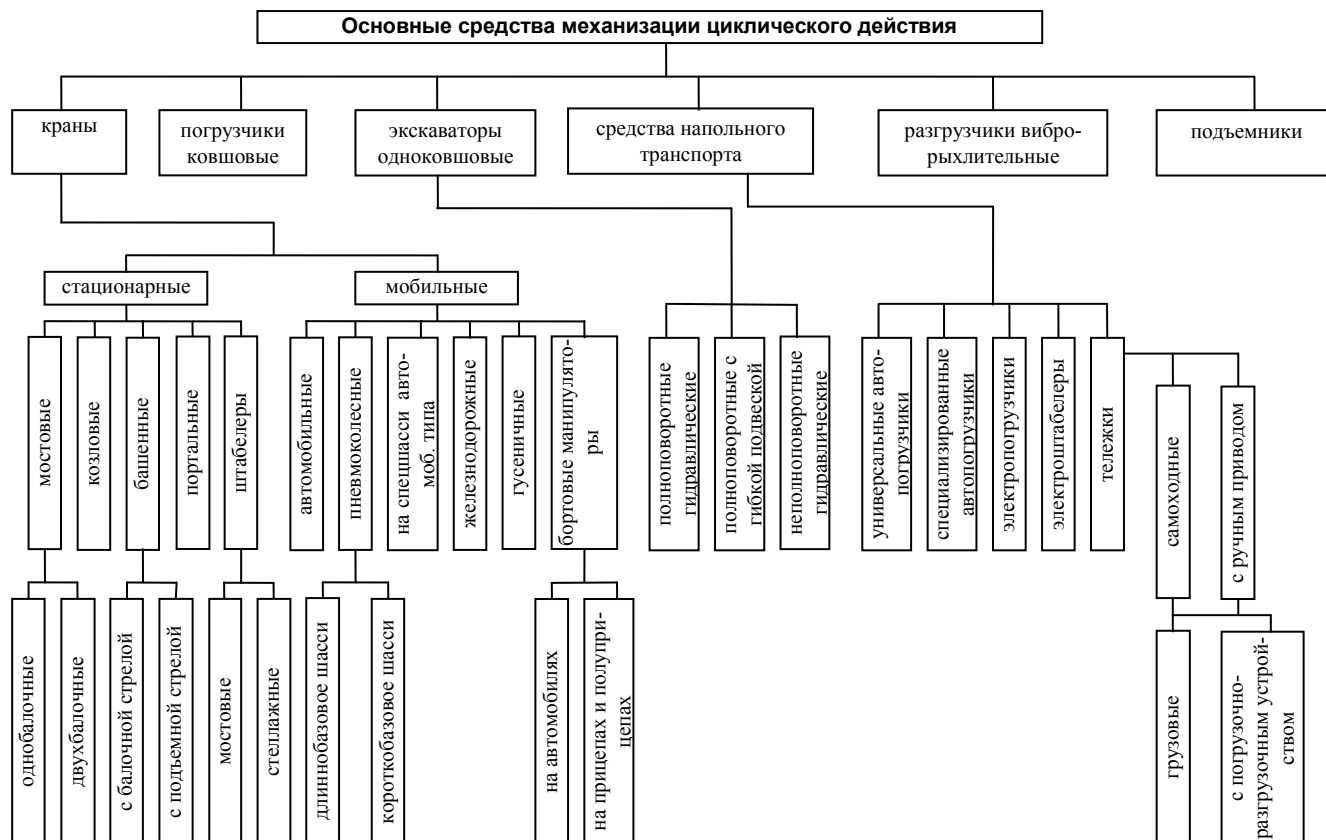


Рисунок 7.2 – Основные средства механизации циклического действия

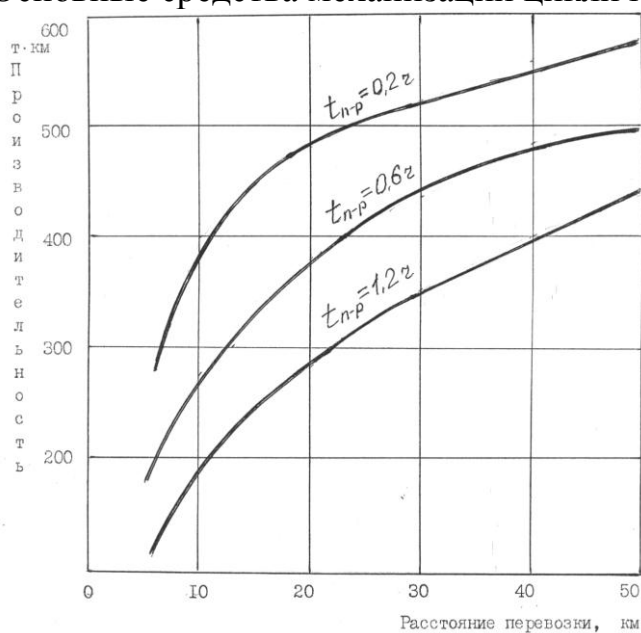


Рисунок 7.3 – Влияние времени простоя под погрузкой-разгрузкой на производительность автомобиля

7.3. Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение производительности грузовых автомобилей.
2. От чего зависит время простоя под погрузочно-разгрузочными операциями.
3. Перечислить методы сокращения времени простоя автомобиля под погрузкой и разгрузкой.
4. Назвать основные средства механизации непрерывного действия.
5. Назвать основные средства механизации циклического действия.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Автомобильные краны

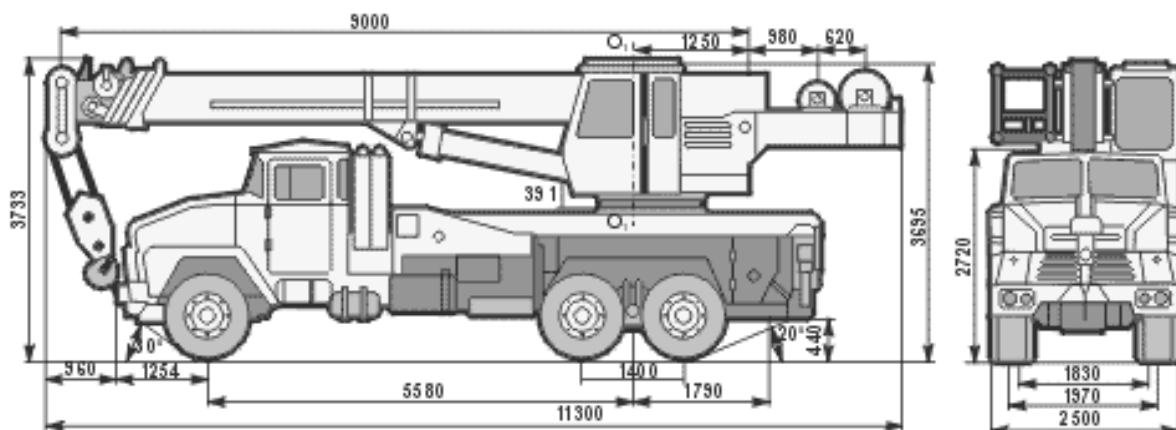


Рисунок А.1 – Гидравлический кран с телескопической стрелой грузоподъемностью 30 т на автомобильном шасси КрАЗ-65101 модели КС-557 Кр

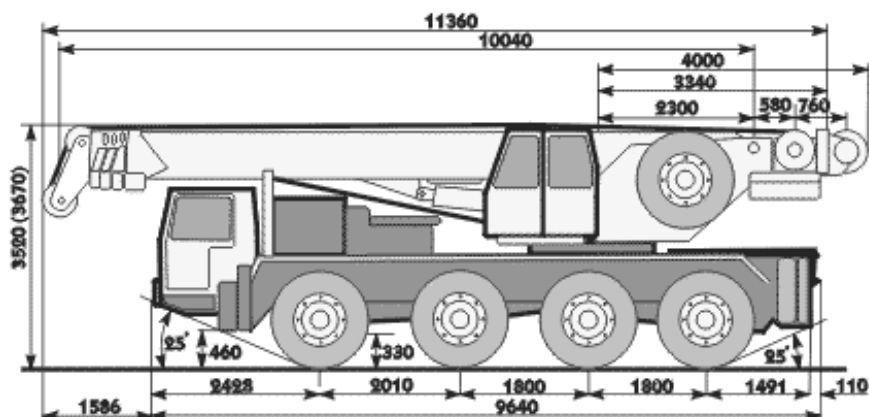


Рисунок А.2 – Кран гидравлический на специальном шасси грузоподъемностью 50 т модели LTM 1050-4

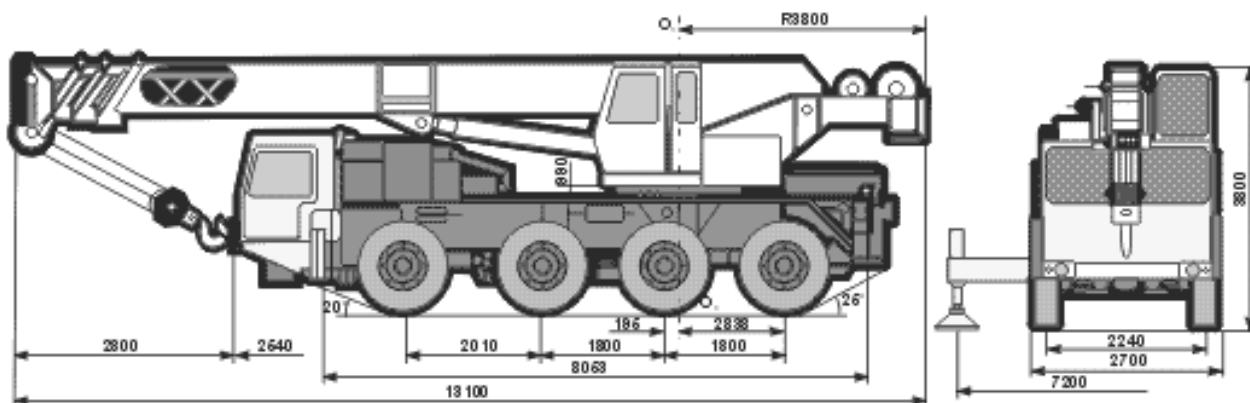


Рисунок А.3 – Кран гидравлический на специальном шасси повышенной проходимости грузоподъемностью 50 т модели КС - 6972

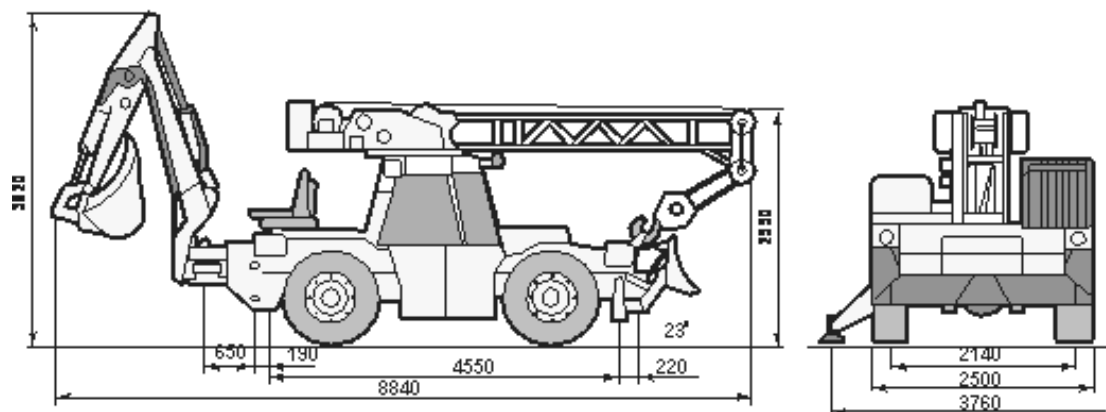


Рисунок А.4 – Кран многоцелевой гидравлический на специальном шасси грузоподъемностью 10 т модели КМЦ-10

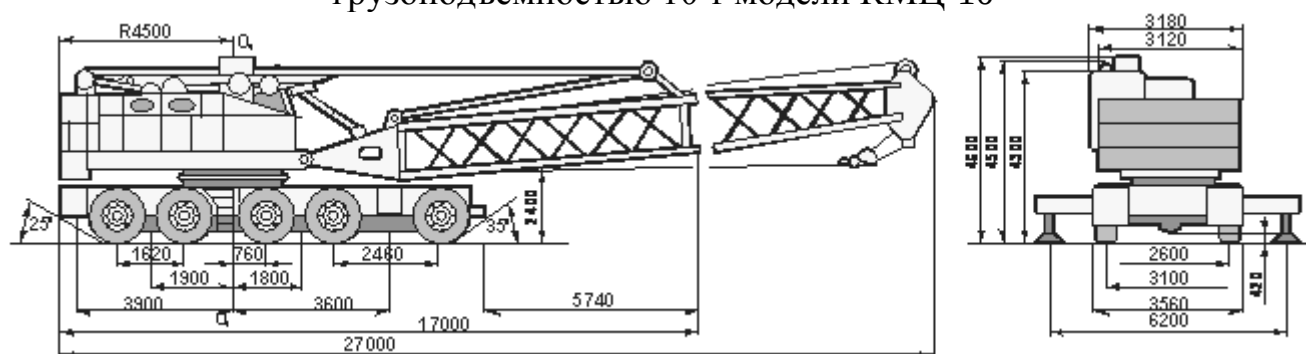


Рисунок А.5 – Кран пневмоколесный грузоподъемностью 100 т с дизель-электрическим приводом, модели КС-8362Д

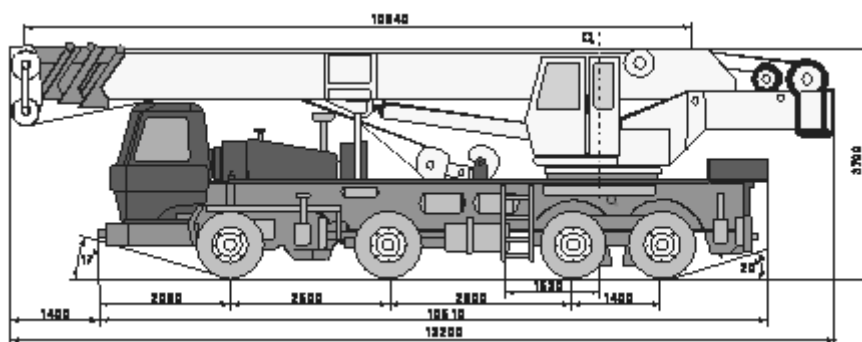


Рисунок А.6 – Кран гидравлический на специальном шасси автомобильного типа грузоподъемностью 50 т, модели КС-КШТ50.01

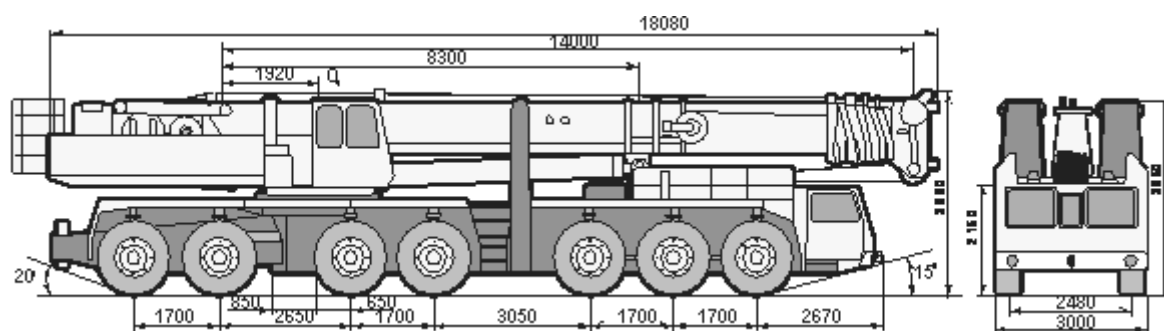


Рисунок А.7 – Кран гидравлический на специальном шасси автомобильного типа грузоподъемностью 160 т, модели КС-9471

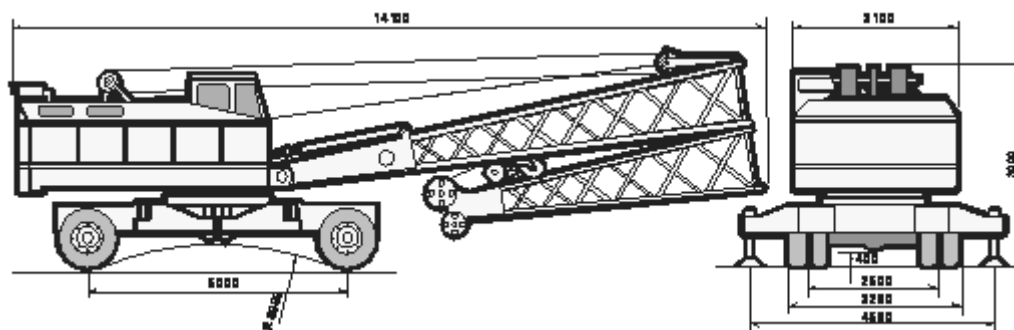


Рисунок А.8 – Кран пневмоколесный грузоподъемностью 36 т с дизель-электрическим приводом, моделей КС-5363, КС-5366

Таблица А.1 – Общие технические данные автомобильных кранов

Общие технические данные	КС-557 Кр	LTM 1050-4	КС - 6972	КМЦ-10	КС-8362Д	КС-КШТ 50.01	КС-9471	КС-5366
Максимальная грузоподъемность, т:								
— на выносных опорах	30	50	50	10	100	50	160	36
— без выносных опор	—	14,1	—	—	30	—	—	14
— при передвижении крана с грузом на крюке	—	14,1	—	—	—	—	—	10,5
Высота подъема крюка, м:								
— номинального груза	9,5	9,8	10,6	4,8	18	10,7	13	16,5
— максимальная	—	—	—	11	37,8	—	—	36,5
— максимальная со сменным оборудованием	41,3	55	50	—	—	50	—	50
Скорость подъема-опускания груза (при кратности полиспаста), м/мин:								
— посадочная	0,2	0	0,15	0,4	0,4	0,15	0,14	0,2
— наибольшая	7,0	11	10	16,2	4,8	10	1,4	5,0
Средняя скорость изменения вылета, м/мин	—	—	—	—	2,0	—	5,56	2,0
Время полного изменения вылета, с	60	36	—	—	385	—	78	—
Преодолеваемый краном уклон, град	15	26,5	15	18	10	15	18	13
Скорость передвижения, км/ч	75	75	75	30	12	70	50	19,5
Конструктивная масса, т	25,5	44	44	11,1	83,8	38,6	81	32,6

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобиль: Учеб. пособие / Под ред. И.П.Плеханова. – 3-е изд., дораб. – Просвещение, 1984. – 286 с.
2. Батищев И.И. Организации и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте / И.И. Батищев. – М.: Транспорт, 1983. – 233 с.
3. Булычев Д.В. Автотранспортные средства категории «Е» / Д.В. Булычев, М.И. Грифф. – М.: Транспорт, 1985. – 144 с.
4. Бурков М.С. Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта / М.С. Бурков. – М.: Транспорт, 1979. – 293 с.
5. Каталог автомобильной техники «МАЗ» / Объединение БЕЛАВТОМАЗ, Минск, 2008. – 109 с.
6. Краткий автомобильный справочник НИИАТ в 6 т. / Б.В. Кисуленко и др. – М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2002.
7. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля / Е.В. Михайловский, К.Б. Серебряков, Е.Я. Тур. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.
8. Ряузов М.П. Погрузочно-разгрузочные работы / М.П. Ряузов, И.П. Малевич, М.Д. Полосин и др. Под ред. М.П. Ряузова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 324 с.

Заказ № _____ от « ____ » _____ 20 ____ . Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ