

Г л а в а 3

Транспортные средства

3.1. Общие сведения и особенности тягового расчета

Одним из основных этапов технологического процесса современного строительства является доставка к месту производства работ строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования, осуществляемая транспортными средствами. Выбор вида транспортных средств определяется наличием коммуникаций, а также характером и количеством перемещаемых грузов, временем, отведенным на их доставку и дальностью перевозок. На крупные стройки и на предприятия по производству строительных материалов и конструкций возможна доставка грузов железнодорожным и водным транспортом, но многие строительные объекты удалены от таких коммуникаций и для них доступен только безрельсовый транспорт. В основном, это автомобили, тракторы и тягачи, которые кроме грузоперевозок используют как тяговые средства прицепных и полуприцепных строительных машин, а также в качестве унифицированной базы навесных строительных машин – экскаваторов, бульдозеров, скреперов, бурильных и сваебойных установок, кранов, погрузчиков и т.п. Отдельные узлы автомобилей, тракторов и тягачей используют в строительных машинах.

Выбор вида транспортного средства с соответствующим ходовым оборудованием определяется проходимостью и необходимой скоростью передвижения. Транспортные средства на пневмоходу имеют более высокую скорость, чем гусеничные, но их проходимость в условиях бездорожья ниже. Гусеничные машины, как правило, обладают большой проходимостью на рыхлых и переувлажненных грунтах благодаря низкому давлению на грунт, но по сравнению с колесными машинами они более тихоходны. При движении в гусеничном движителе имеют место большие потери на трение. Кроме того, гусеничные машины разрушают дорожное покрытие, поэтому в городских условиях их приходится перевозить на трейлерах.

Техническая производительность средств безрельсового транспорта (т/ч):

$$\Pi_T = \frac{3600 Q k_{\Gamma} k_{\text{пр}}}{k_{\text{р.т}} \sum 7,2 \cdot l / v + t_z + t_p + t_m},$$

где Q , – грузоподъемность, т; k_{Γ} , $k_{\text{пр}}$ – коэффициенты использования по грузоподъемности и пробегу; $k_{\text{р.т}}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на разгон и торможение; l – дальность транспортирования в одну сторону, м; v – скорость движения, км/ч; t_z , t_p , t_m – время загрузки, разгрузки и маневрирования, с.

В тяговом расчете автомобиля, трактора или тягача необходимо учитывать вес перевозимого груза, а также то, что прицеп не имеет ведущих колес. Расчет, как правило, проводится упрощенно. Полное сопротивление W (Н) движению автомобиля, перевозящего груз:

$$W_{\Sigma} = (G_a + G_r)(W_k + W_v \pm W_y \pm W_i),$$

где G_a и G_r – вес автомобиля и груза, Н; W_k – сумма сопротивлений колес (гусениц) и трения в трансмиссии при движении на прямом горизонтальном участке; W_v – сопротивление воздуха (ветра); W_y – сопротивление ускорения (торможения); W_i – сопротивление движению на подъеме.

Такие виды сопротивлений, как сопротивление воздуха, сопротивление при движении на криволинейных участках пути и сопротивление ускорения при тяговых расчетах средств горизонтального транспорта, используемых на строительстве, обычно не учитываются. Значения основного удельного сопротивления W_k движению автомобилей, тракторов, тягачей и прицепов приводятся в справочниках. Значение дополнительного удельного сопротивления W_i на подъеме принимают равным величине уклона пути i (в тысячных долях).

Для тракторов и пневмоколесных тягачей, буксирующих прицепы

$$W_{\Sigma} = G_m(W_k \pm W_i) + nG_p(W_{k,пр} \pm W_i),$$

где G_m – собственный вес машины, буксирующей прицеп (автомобиля, трактора, тягача), Н; G_p – вес прицепа с грузом, Н; n – число прицепов; $W_{k,пр}$ – сумма сопротивлений колес прицепа при движении на прямом горизонтальном участке.

Для движения автомобиля или любого тягача с прицепом необходимо следующее условие:

$$G_{сц}\phi \geq P_k \geq W_{\Sigma},$$

где P_k – сила тяги на ведущих колесах (гусеницах), возникающая в результате работы двигателя и взаимодействия колес (гусениц) с дорогой, Н; $G_{сц}$ – сцепной вес, приходящийся на ведущие колеса (гусеницы), Н; ϕ – коэффициент сцепления колес (гусениц) с поверхностью дороги, равный 0,3...0,6 для пневмоколесных и 0,5...0,9 для гусеничных машин.

Приведенный в 2.4 тяговый расчет справедлив для любых самоходных машин, но в зависимости от вида машины, условий работы, скорости и других факторов необходимо правильно учесть составляющие сопротивления передвижения. Так, например, при передвижении башенных кранов необходимо обязательно учитывать давление ветра из-за большой парусности металлоконструкций.

3.2. Грузовые автомобили

Грузовые автомобили могут развивать сравнительно большую скорость (до 80 км/ч), обладают маневренностью, и относительно малым радиусом поворота. Они могут преодолевать довольно крутые подъемы и спуски, приспособлены для работы с прицепами, полуприцепами общего и специального назначения, а также могут быть оснащены погрузо-разгрузочными механизмами. Различают автомобили общего назначения и специализированные. К автомобилям общего назначения относят машины с кузовом в виде открытой сверху платформы с бортами, бортовые автомобили повышенной проходимости, а также автомобили-тягачи со сцепными устройствами для работы с прицепами, полуприцепами.

Ходовая часть автомобиля состоит из несущей рамы, на которой монтируются все агрегаты, кузов и кабина водителя, переднего и заднего

мостов с пневмоколесами и упругой подвески, соединяющей несущую раму с мостами. В раме обе продольные балки выполняются из гнутых швеллеров, которые обеспечивают жесткость при работе на изгиб, но допускают деформацию кручения, что вместе с упругой подвеской в виде рессор (пружин) обеспечивает относительно равномерную передачу нагрузки на все колеса при наличии неровностей на строительной площадке или на дороге. Амортизаторы гасят колебания рессор. Колеса автомобилей нормальной проходимости имеют пневматические шины высокого ($0,5...0,7$ МПа) давления, а автомобилей повышенной проходимости – шины низкого ($0,17...0,49$ МПа) давления с увеличенной опорной поверхностью.

Грузовые автомобили массового производства (рис. 3.1, а, б) имеют единую конструктивную схему и состоят из трех основных частей: двигателя 1, шасси 3 и кузова 2. На грузовых автомобилях применяют двигатели внутреннего сгорания как карбюраторные, так и дизельные мощностью $50...220$ кВт. Шасси автомобиля включают механическую или гидромеханическую трансмиссию, ходовую часть и механизмы управления. Кузова бортовых автомобилей представляют собой деревянную или металлическую платформу с откидными бортами и предназначены для перевозки преимущественно штучных грузов. Вместе с одноосными прицепами и прицепами-ропусками бортовые автомобили применяют для перевозки длинномерных грузов – труб, свай, бревен, металлопроката и т.п.

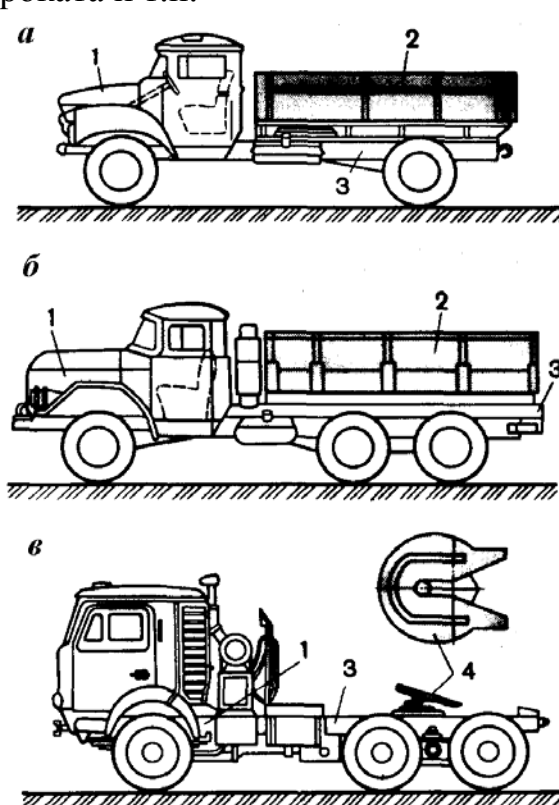


Рис. 3.1. Грузовые автомобили общего назначения

Грузоподъемность отечественных автомобилей – $0,8...14$ т. Грузовые автомобили классифицируют на автомобили малой грузоподъемности – $0,8...2$ т, средней – $2...5$ т, большой – $5...10$ т и особо большой грузоподъемности – свыше 10 т. На основе стандартных шасси с укороченными базой и задним

свесом рамы выпускаются автомобильные тягачи седельного типа (рис. 3.1, в), работающие в сцепе с одно- и двухосными полуприцепами. На раме 3 шасси такого тягача крепится опорная плита и седельно-сцепное устройство 4, воспринимающее часть нагрузки от полуприцепа и передающее ему тяговое усилие от автомобиля. Седельные автотягачи с полуприцепами позволяют эффективней использовать мощность двигателя и увеличить грузоподъемность автомобиля (до 4...25 т).

Трансмиссия (рис. 3.2, 3.3) изменяет и передает крутящий момент от вала двигателя 1 к ведущим колесам 8, а также приводит в действие оборудование, установленное на автомобилях.

Постоянно замкнутая в движении дисковая фрикционная муфта (сцепление) 2 предназначена для плавного соединения и быстрого разъединения работающего двигателя с трансмиссией. Коробка передач 3 ступенчато изменяет крутящий момент, подводимый к ведущим колесам в зависимости от условий движения, и обеспечивает движение автомобиля задним ходом; служит для разъединения работающего двигателя с трансмиссией при длительных остановках машины. Карданный вал 4, передает крутящий момент от коробки передач к поддрессоренному заднему мосту. Шарнир Гука позволяет передавать крутящий момент под углом, а два таких шарнира компенсируют перемещение ведущих колес относительно рамы, изменяя плоскость передаваемого крутящего момента. Изменение длины карданного вала происходит за счет шлицевой муфты.

Главная передача 5 увеличивает крутящий момент и через дифференциальный механизм 6, передает движение полуосям (валам) 7 и закрепленным на них ведущим колесам 8. Главную передачу, дифференциал и полуоси, заключенные в кожух, называют *ведущим мостом*. Дифференциал служит для обеспечения различных угловых скоростей ведущих колес при движении автомобиля на поворотах и по неровной поверхности, что обеспечивает устойчивость движения автомобиля в этих условиях. Но срабатывание дифференциала может быть опасным, если на ведущих колесах с одной стороны изменяется сопротивление грунта, тогда автомобиль разворачивает в эту же сторону, например, при наезде правой стороной на рыхлый грунт обочины машину может выбросить в кювет. При снижении сцепления с одной из сторон (лед или мокрая глина) ведущее колесо на этой стороне начинает буксовать; чтобы избежать этого в автомобилях устанавливают управляемое из кабины устройство, блокирующее дифференциал.

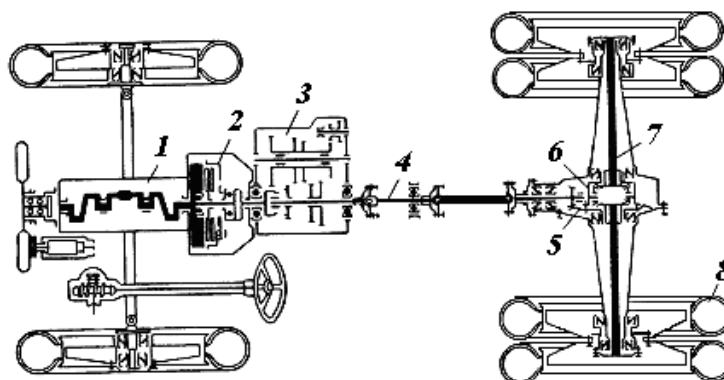


Рис. 3.2. Кинематическая схема автомобиля

Составными частями дифференциала (рис. 3.3, *г*) являются шестерни 15, закрепленные на полуосях 7, сателлиты 13 и рамка (корпус) 14, которая закреплена на ведомой шестерне главной передачи 5. При прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге полуоси 7 с шестернями 15 вращаются с одинаковой скоростью, равной скорости вращения рамки 14, а сателлиты остаются неподвижными относительно своих осей. Если одно из ведущих колес будет испытывать большее сопротивление, сателлиты начнут перекатываться по замедлившей свое вращение шестерне 15, при этом вторая шестерня 15 за счет вращения сателлитов относительно своих осей начнет вращаться быстрее.

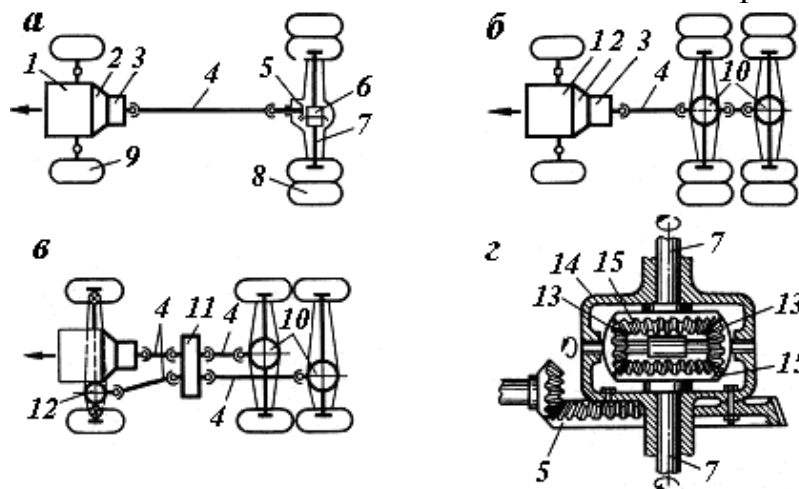


Рис. 3.3. Схемы механических трансмиссий грузовых автомобилей

Механизмы управления объединены в две независимые системы: рулевую – для изменения направления движения автомобиля поворотом передних управляемых колес и тормозную – для снижения скорости или быстрой остановки, а так же для удержания автомобиля на уклоне.

Автомобили обозначают колесной формулой $A \times B$, где A – общее количество колес, B – число ведущих колес, причем сдвоенные скаты задних мостов считают за одно колесо. Отечественная промышленность выпускает бортовые автомобили и седельные тягачи: двухосные с колесной формулой 4×2 и 4×4 , трехосные с колесной формулой 6×4 , 6×6 . Автомобили с колесной формулой 4×2 и 6×4 относят к машинам ограниченной (дорожной) проходимости; они предназначены для эксплуатации на усовершенствованных и грунтовых дорогах. Автомобили с колесной формулой 4×4 и 6×6 относят к машинам повышенной и высокой проходимости, и они могут

эксплуатироваться в условиях пересеченной местности и бездорожья. На рис. 3.3, *а* показана схема механической трансмиссии автомобиля с колесной формулой 4×2, на рис. 3.3, *б* – с колесной формулой 6×4. У автомобиля с колесной формулой 6×6 (рис. 3.3, *в*) передний ведущий мост 12 с управляемыми колесами и задние ведущие мосты 10 приводятся в действие от раздаточной коробки 11 через карданные валы 4.

В условиях строительства перевозки строительных материалов осуществляются в основном по временным дорогам, имеющим пониженную несущую способность. Поэтому в условиях строительства все большее применение находят автомобили повышенной проходимости, снабженные передним ведущим мостом, имеющих увеличенный дорожный просвет, а так же с увеличенным количеством осей, у которых все колеса ведущие. Раздаточная коробка при необходимости может включаться специальным рычагом из кабины водителя и вращение от двигателя начнет передаваться как на задние, так и на передние колеса.

Другим средством повышения проходимости автомобиля является применение односкатных колес на заднем мосту. В этом случае колеса заднего моста точно проходят по уже уплотненному следу передних колес, что повышает проходимость машин при движении по рыхлому песку или снежной целине. Эффективным средством повышения проходимости автомобиля является применение системы централизованной подкачки шин. Эта система позволяет водителю непосредственно из кабины изменять давление воздуха во всех колесах. Снижение давления в колесах при движении по слабой поверхности увеличивает площадь контакта колес с дорогой, т.е. уменьшает удельное давление на грунт, что улучшает проходимость машины. Проходимость автомобилей повышают также применением шин с глубокими грунтозацепами, шипами, а также использованием цепей, надеваемых на колеса.

3.3. Тракторы и пневмоколесные тягачи

Тракторы применяют для транспортирования на прицепах строительных грузов и оборудования по грунтовым и временным дорогам, вне дорог, в стесненных условиях, а также передвижения и работы навесных и прицепных строительных машин. Они делятся на сельскохозяйственные, промышленные и специальные (для горных, подводных, подземных и других специальных работ). По конструкции ходового оборудования различают гусеничные и колесные тракторы. Главным параметром тракторов является максимальное тяговое усилие на крюке, по величине которого (тс) их относят к различным классам тяги. В строительстве используют тракторы сельскохозяйственного типа классов тяги 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 15 и 25 (по сельскохозяйственной классификации) и промышленного типа классов тяги 10; 15; 25; 35; 50 и 75 (по промышленной классификации). Тракторы промышленного типа по своим конструктивно-эксплуатационным параметрам наиболее полно соответствуют требованиям, предъявляемым к тяговым средствам и базовым машинам в строительстве. Класс тяги по промышленной классификации означает

максимальную силу тяги без догрузки навесным оборудованием на передаче со скоростью 2,5...3 км/ч для гусеничных и 3...3,5 км/ч для колесных тракторов, обеспечивающей эффективную работу с землеройным оборудованием.

Гусеничные тракторы характеризуются значительным тяговым усилием на крюке (не менее 30 кН), надежным сцеплением гусеничного хода с грунтом, малым удельным давлением на грунт (0,02...0,06 МПа) и высокой проходимостью. Их скорость не превышает 12 км/ч. Мощность двигателей гусеничных тракторов 55...600 кВт.

Основные узлы тракторов – двигатель, силовая передача (трансмиссия), рама, ходовое устройство, система управления, вспомогательное и рабочее оборудование. Рабочее оборудование предназначено для использования полезной мощности двигателя при работе трактора с навесными и прицепными машинами. К рабочему оборудованию относят прицепное устройство, работающее от вала отбора мощности, приводного шкива или гидравлической навесной системы.

Гусеничные тракторы оснащают дизелями, механическими, гидромеханическими и электромеханическими трансмиссиями. Расположение двигателя может быть передним (рис. 3.4, а), средним и задним (рис. 3.4, б). Наибольшее распространение получили гусеничные тракторы с передним расположением двигателя и механическими трансмиссиями. Трансмиссия служит для передачи крутящего момента от вала двигателя к ведущим звездочкам гусеничных лент (гусениц), плавного трогания и остановки машины, изменения тягового усилия трактора в соответствии с условиями движения, изменения скорости и направления его движения, а также привода рабочего оборудования.

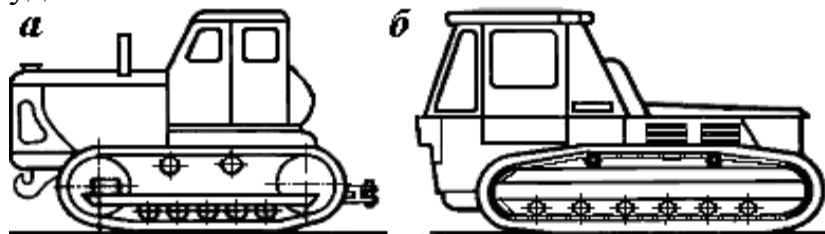


Рис. 3.4. Гусеничные тракторы

Пневмоколесные тракторы обладают сравнительно большими (до 40 км/ч) скоростями передвижения, высокой мобильностью и маневренностью. Их используют как транспортные машины и как базу для установки различного навесного оборудования (погрузочного, кранового, бульдозерного и землеройного), применяемого при производстве землеройных и строительно-монтажных работ небольших объемов на рассредоточенных объектах. Сравнительно высокое удельное давление на грунт (0,2...0,4 МПа) снижает проходимость пневмоколесных тракторов, поэтому их использование наиболее эффективно на твердом покрытии.

Пневмоколесные тракторы оснащаются дизелями, механическими и гидромеханическими трансмиссиями. Мощность их двигателей 47...220 кВт. По типу системы поворота различают тракторы с передними управляемыми колесами (рис. 3.5, а), со всеми управляемыми колесами и с шарнирно

сочлененной рамой (рис. 3.5, б). Наиболее распространены пневмоколесные тракторы с механической трансмиссией и передними управляемыми колесами.

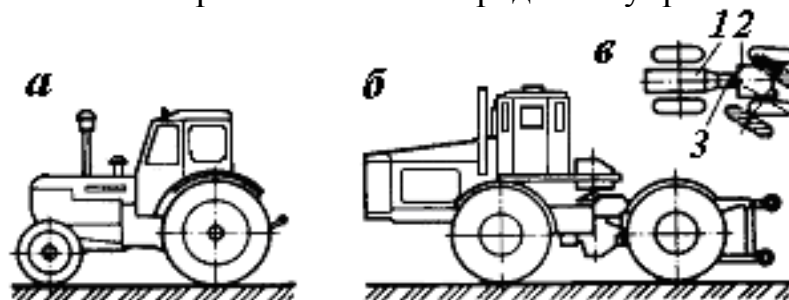


Рис. 3.5. Пневмоколесные тракторы

Размещение, назначение и устройство основных узлов пневмоколесного трактора с механической трансмиссией и передними управляемыми колесами примерно такие же (за исключением рабочего оборудования), как у рассмотренного выше автомобиля. Пневмоколесные тракторы с шарнирно сочлененной («ломающейся» в плане) рамой обладают высокой маневренностью, малым радиусом поворота и применяются для работы в стесненных условиях. Рама такого трактора (рис. 3.5, б) состоит из двух полурам – передней 1 и задней 2, соединенных между собой универсальным шарниром 3. Маневрирование машины производится путем поворота передней полурамы относительно задней вокруг вертикальной оси шарнира на угол до 40° в плане от продольной оси машины с помощью двух гидроцилиндров двустороннего действия. Каждая из полурам опирается на ведущий мост с управляемыми колесами. Трансмиссия тракторов с шарнирно сочлененной рамой – механическая и гидромеханическая.

В состав *механической трансмиссии гусеничного трактора* (рис. 3.6, а) входят: фрикционная дисковая муфта сцепления 2, коробка передач 3, соединительные валы, главная передача 4, механизм поворота в виде двух постоянно замкнутых многодисковых фрикционных муфт с тормозами (бортовые фрикционы) 5 и бортовые редукторы 6, соединенные с ведущими звездочками 7 гусениц. Бортовые редукторы могут иметь планетарные передачи. Муфта сцепления и коробка передач выполняют те же функции, что и одноименные узлы автомобиля. Главная передача и бортовые редукторы увеличивают крутящий момент, подводимый от двигателя 1 к ведущим звездочкам гусениц. При обоих включенных фрикционах ведущие звездочки 7 гусениц вращаются синхронно, что обеспечивает прямолинейное движение машины. Частичным или полным отключением одного из бортовых фрикционов уменьшают скорость движения соответствующей гусеницы, в результате чего происходит поворот трактора в сторону отстающей гусеницы. На наружные (ведомые) барабаны фрикционов действуют ленточные тормоза 8, осуществляющие торможение отключенной гусеницы для более крутого поворота трактора, а также торможение обеих гусениц при движении трактора на уклонах и для его остановки.

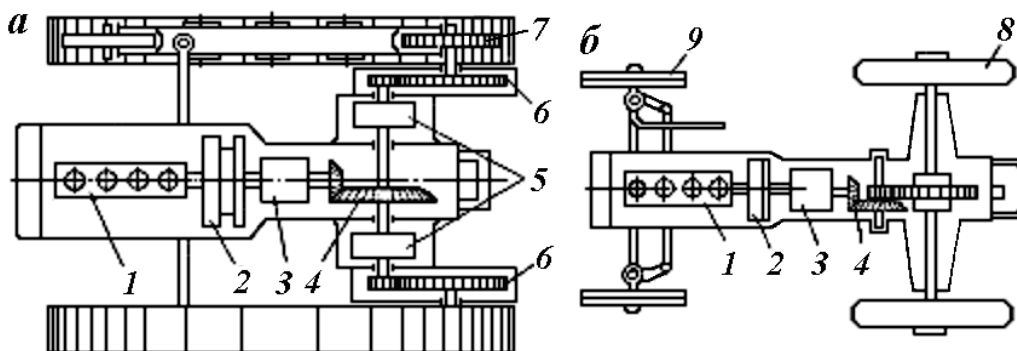


Рис. 3.6. Кинематические схемы тракторов:

а – гусеничного; б – колесного

Механическая трансмиссия колесного трактора (рис. 3.6, б) отличается от гусеничного тем, что на выходном зубчатом колесе главной передачи закреплен дифференциальный механизм, через который крутящий момент передается на полуоси и далее на ведущие колеса 8 (как в трансмиссии автомобиля). В тракторах без упругой подвески нет карданного вала. В таких тракторах амортизация колебаний и ударов, возникающих из-за неровностей дороги, происходит за счет пневмошин. В системе рулевого управления, управляющего поворотными колесами 9, как в автомобиле имеется рулевая трапеция для поворота колес, движущихся по разным радиусам, под разными углами.

Механические трансмиссии серийных гусеничных тракторов, используемых в качестве базы строительных машин, передвигающихся при работе на пониженных (до 1 км/ч) рабочих скоростях, дооборудуются гидромеханическими ходоуменьшителями, состоящими из аксиально-поршневого гидромотора и зубчатого редуктора. Гидромеханические ходоуменьшители позволяют плавно (бесступенчато) регулировать скорость движения машины в зависимости от меняющейся внешней нагрузки.

В *гидромеханической* трансмиссии используется механическая ступенчатая коробка передач и гидротрансформатор, заменяющий муфту сцепления. Гидротрансформатор обеспечивает автоматическое бесступенчатое изменение крутящего момента, а также скорости движения трактора в пределах каждой передачи коробки в зависимости от общего сопротивления движению машины. Это позволяет уменьшить число переключений передач, повысить долговечность двигателя и трансмиссии, уменьшить вероятность остановки двигателя при резком увеличении нагрузки.

В *электромеханической* трансмиссии крутящий момент дизеля передается через постоянно замкнутую фрикционную муфту, карданный вал и ускоряющий редуктор силовому генератору, питающему постоянным током тяговый электродвигатель. Крутящий момент якоря тягового электродвигателя передается главной конической передачей планетарным механизмам поворота, бортовым редукторам и ведущим звездочкам гусеничных лент. Электромеханическая трансмиссия по сравнению с механической и гидромеханической имеет более простую кинематику (отсутствует ступенчатая коробка передач). Она обеспечивает высокие тяговые качества трактора за счет плавного бесступенчатого регулирования скоростей движения машины в

зависимости от нагрузки. Основные недостатки такой трансмиссии – сложность конструкции, сравнительно большие габаритные размеры и масса, высокая стоимость.

Пневмоколесные тягачи предназначены для работы со сменным навесным и прицепным оборудованием различного вида. По сравнению с гусеничными тракторами они более просты по конструкции, имеют меньшую массу, большую долговечность, дешевле в изготовлении и эксплуатации. Большие скорости тягачей (до 50 км/ч) и хорошая маневренность в значительной мере способствуют повышению производительности навесного или прицепного рабочего оборудования. На базе колесных тягачей, используя различное сменное рабочее оборудование, возможно создание многих строительных и дорожных машин (рис. 3.7, 3.8).

Различают одно- и двухосные тягачи, на которых применяют дизели, и два вида трансмиссий – механическую и гидромеханическую. Наиболее распространены тягачи с гидромеханической трансмиссией.

Одноосный пневмоколесный тягач состоит из двигателя, трансмиссии и двух ведущих управляемых колес. Самостоятельно передвигаться или стоять на двух колесах без полуприцепного рабочего оборудования одноосный тягач не может. В сочетании с полуприцепным рабочим оборудованием такой тягач составляет самоходную строительную машину с передней ведущей осью (рис.3.7). Управление сцепом тягач-полуприцеп осуществляется путем поворота на 90° вправо-влево относительно полуприцепа с помощью гидроцилиндров двустороннего действия.

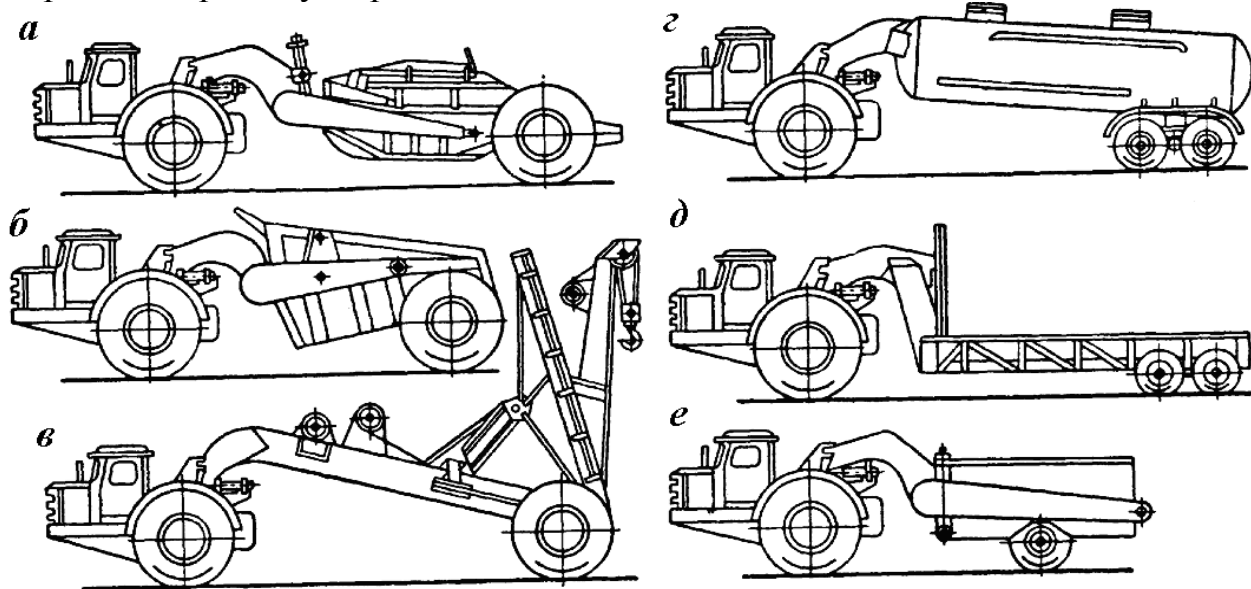


Рис. 3.7. Сменное оборудование одноосного пневмоколесного тягача:

а – скрепер; *б* – землевозная тележка; *в* – кран; *г* – цистерна для цемента или жидкостей; *д* – трейлер; *е* – каток на пневмошинах

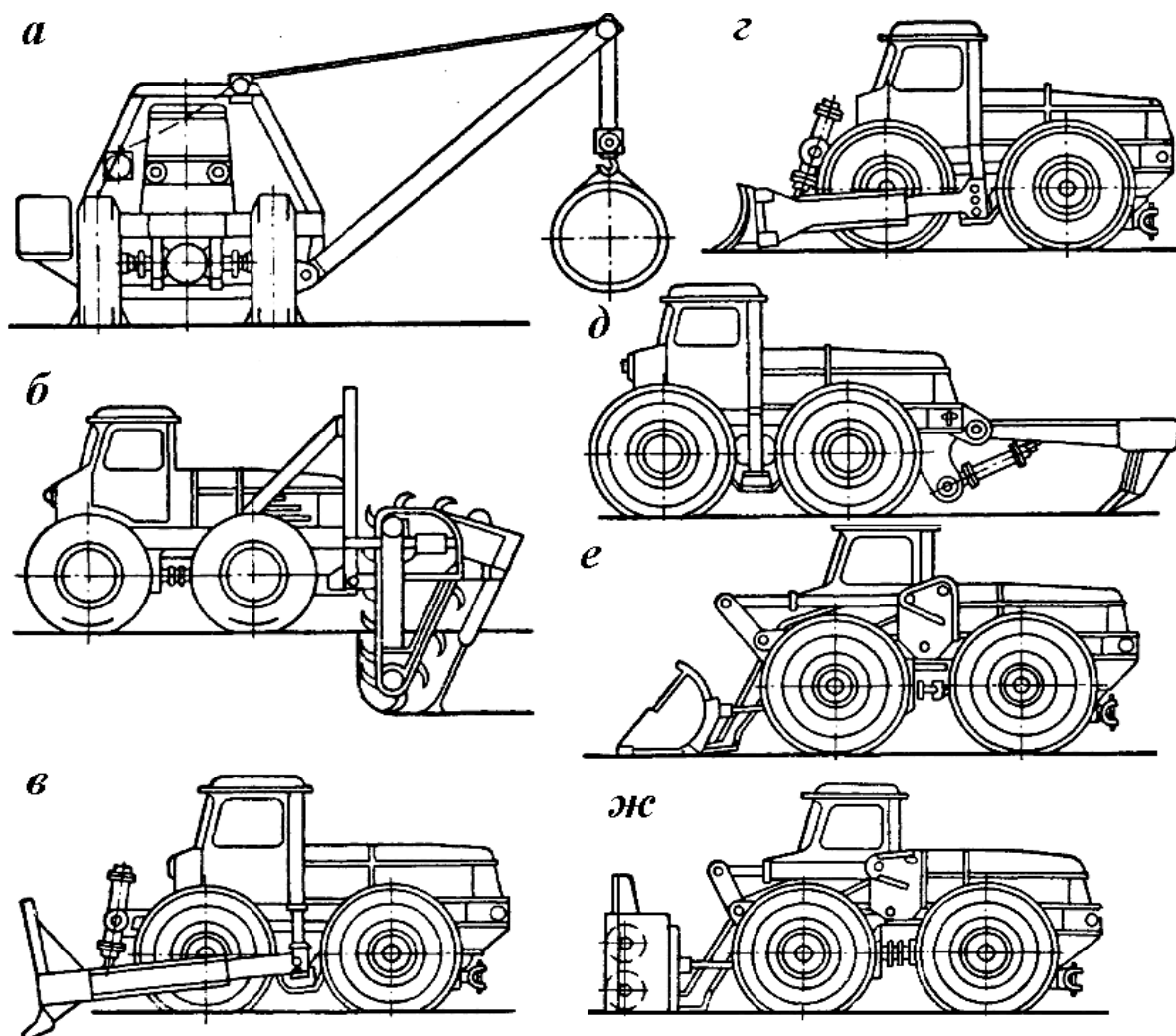


Рис. 3.8. Сменное оборудование двухосного пневмоколесного тягача:

а – кран-трубоукладчик; *б* – траншеекопатель; *в* – корчеватель; *г* – бульдозер; *д* – рыхлитель; *е* – погрузчик; *ж* – шнекороторный снегоочиститель

Двухосный тягач в отличие от одноосного имеет возможность самостоятельно перемещаться без прицепа, поэтому они широко используются со сменным навесным оборудованием (рис. 3.8); они могут работать в агрегате с двухосными прицепами при незначительных затратах времени на их смену. Двухосные четырехколесные тягачи имеют один или два ведущих моста и шарнирно сочлененную раму. Схема поворота полурам такая же, как и у пневмоколесного трактора (рис. 3.5, в). В конструкциях двухосных тягачей применяют гидро- и электромеханические трансмиссии с мотор-колесами.

Гидромеханическая трансмиссия одно- или двухосных тягачей имеет раздаточную коробку, от которой основной крутящий момент через гидротрансформатор, коробку передач и соединительные валы сообщается ведущему мосту (или двум мостам). Часть мощности, отдаваемой двигателем через раздаточную коробку и карданный вал, может передаваться к исполнительным органам управления рабочим оборудованием. Все агрегаты привода, отбора мощности и трансмиссии ходовой части тягачей унифицированы и могут быть использованы для различных модификаций машин той же или смежной мощности. Мощность дизеля тягача составляет до 880 кВт.

3.4. Специализированные транспортные средства

Такие транспортные средства приспособлены для перевозки однородных грузов одного или нескольких видов, отличающихся специфическими условиями их транспортировки, и оборудованы различными приспособлениями и устройствами, которые обеспечивают сохранность и качество доставляемых на строительные объекты грузов, комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ. Применение специализированного транспорта способствует повышению эффективности и качества строительства, позволяет снизить себестоимость перевозок, свести к минимуму потери строительных материалов и полуфабрикатов, а также повреждение строительных изделий и конструкций, которые весьма значительны при использовании транспортных средств общего назначения. В настоящее время без применения специализированного транспорта практически невозможна доставка многих грузов на объекты строительства. Большинство специализированных транспортных средств представляют собой сменные прицепы и полуприцепы к грузовым автомобилям, пневмоколесным тягачам и тракторам, что позволяет более эффективно использовать базовую машину.

В условиях городского строительства широко применяется автомобильный специализированный транспорт, который выпускается в соответствии с «Типажом специализированных автотранспортных средств для строительства», утвержденным Госстроем. Он предназначен для перевозки грунта, сыпучих и глыбообразных грузов (самосвалы), жидких и полужидких (битумовозы, известковозы, бетоно- и растворовозы), порошкообразных (цементовозы), мелкоштучных и тарных грузов (контейнеровозы), длинномерных грузов (трубовозы, металловозы, лесовозы), железобетонных конструкций (панелевозы, фермовозы, плитовозы, балковозы, блоковозы, сантехкабиновозы), технологического оборудования и строительных машин (тяжеловозы).

Основными направлениями развития специализированных транспортных средств являются: расширение их серийного производства и номенклатуры с одновременным снижением количества типоразмеров, создание транспортных средств многоцелевого назначения, совершенствование механизмов крепления грузов, опорных, зажимных и погрузочно-разгрузочных устройств, повышение единичной грузоподъемности и широкая унификация машин.

Автомобили-самосвалы имеют цельнометаллические кузова без откидного заднего борта с корытообразной, трапецевидной и прямоугольной формой поперечного сечения. Некоторые типы кузовов имеют козырьки, защищающий кабину от повреждения. Кузова принудительно наклоняются при разгрузке с помощью подъемного (опрокидного) механизма назад, на боковые (одну или две) стороны, на стороны и назад. По назначению различают специальные карьерные и универсальные общестроительные самосвалы.

В условиях городского строительства применяют универсальные самосвалы (рис. 3.9, 3.10, б) грузоподъемностью 4...12 т, для перевозки грунта, гравия, щебня, песка, асфальта и т. п. Современные универсальные самосвалы

выпускают на шасси грузовых бортовых автомобилей общего назначения (иногда с укороченной базой) и оборудуют однотипными гидравлическими системами, обеспечивающими быстрый подъем и опускание кузова, высокую надежность и безопасность работы.

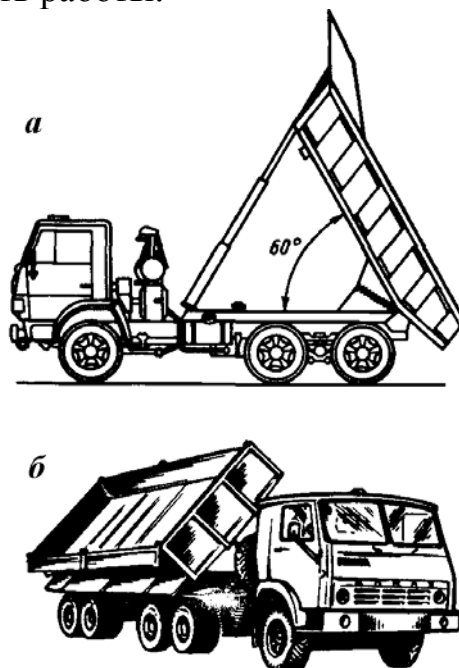


Рис. 3.9. Автомобили-самосвалы

Основными узлами таких систем является масляный бак, гидравлический насос с приводом от коробки отбора мощности автомобиля, один или несколько (в зависимости от грузоподъемности) телескопических гидроцилиндров одностороннего действия, непосредственно воздействующих на кузов, распределитель или кран управления, соединительные трубопроводы и предохранительные устройства. Гидроцилиндры подъемных механизмов могут иметь горизонтальное, наклонное и вертикальное расположение и устанавливаются на раме автомобиля под передней частью кузова или на переднем его борту (рис. 3.9, *a*). Разделитель или кран управления направляет поток рабочей жидкости от насоса к гидроцилиндру (или синхронно работающим гидроцилиндрам) при опрокидывании кузова, соединяет полости гидроцилиндров со сливным баком при опускании кузова, ограничивает давление в системе и обеспечивает фиксацию кузова в определенных положениях (крайних или промежуточных).

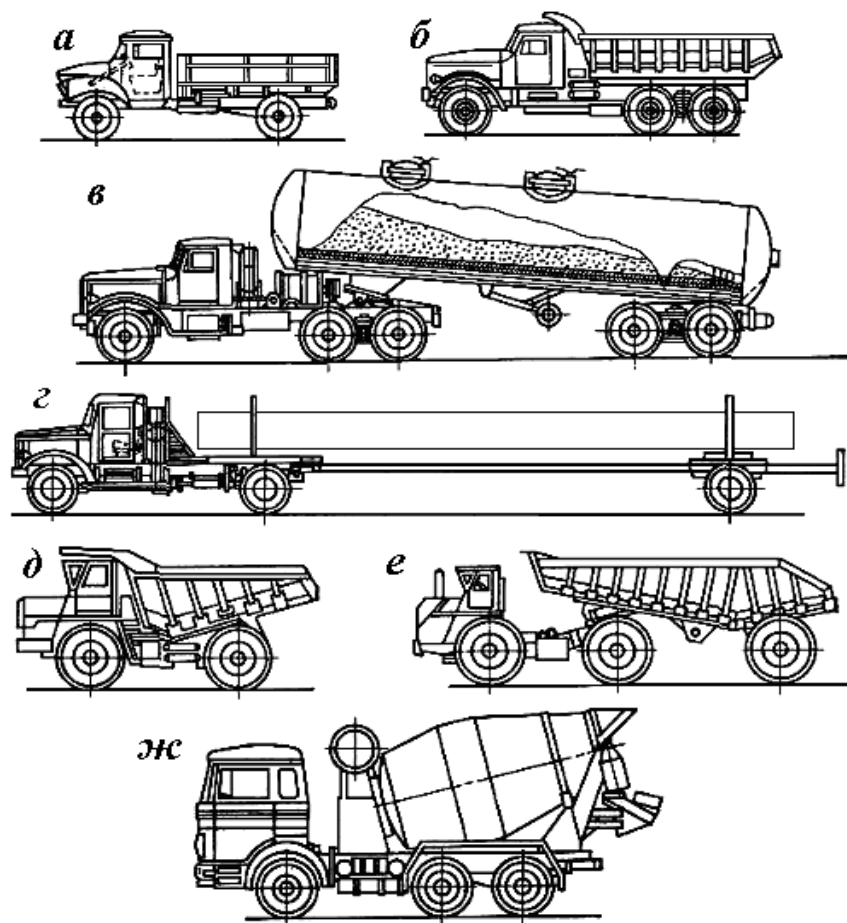


Рис. 3.10. Автомобили общего и специального назначения:

а – бортовой, общего назначения; *б* – самосвал; *в* – полуприцеп-цементовоз; *г* – с прицепом-ропуском для перевозки длинномерных грузов; *д, е* – самосвалы повышенной грузоподъемности; *ж* – автобетоносмеситель

Распространены в строительстве *самосвальные автопоезда* в составе автомобиля-самосвала и прицепа-самосвала или седельного тягача и полуприцепа-самосвала (рис. 3.9, *б*, 3.10, *е*). Автомобиль-самосвал разгружается на стороны, а прицеп-самосвал – на стороны и назад. Прицепы-самосвалы могут иметь разъемные (сдвоенные) кузова, передний из которых разгружается на две (боковые), а задний – на три (боковые и назад) стороны. Современные автомобили-самосвалы и самосвальные прицепы имеют унифицированные кузова, ходовую часть, подъемные механизмы и оборудуются системой автоматического открывания и закрывания бортов с управлением из кабины водителя.

Для перевозки керамзита и других сыпучих материалов с небольшой плотностью применяют специализированные прицепы и полуприцепы с увеличенной вместимостью кузова – *керамзитовозы* грузоподъемностью до 12 т. Для перевозки грунта, камня, песка, гравия, щебня и других грузов на расстояние до 5 км применяют самосвальные мототележки (думперы) емкостью 0,4...6 м³. Достоинством их является большая маневренность и проходимость.

Смонтированное на базе автомобиля оборудование превращает его в специализированное транспортное средство (рис. 3.10, *в, г, ж*), которое выполняет также технологические операции. Например, автогудронатор не только доставляет битум, но и распределяет его на поверхности дорожного

покрытия, цементовоз имеет пневмосистему для разгрузки цемента, автобетоносмеситель, загруженный бетонной смесью в пути перемешивает ее, не давая схватываться.

При перевозках на строительные объекты мелкоштучных и тарных грузов (санитарно-технической и вентиляционной аппаратуры, отделочных, изоляционных и кровельных материалов и т.п.) все шире используют контейнеризацию и пакетирование. Для доставки пакетов и контейнеров применяют бортовые автомобили, прицепы и полуприцепы общего назначения, а также специализированные транспортные средства – автомобили-самопогрузчики и контейнеровозы.

Автомобили-самопогрузчики наряду с транспортировкой осуществляют погрузку и разгрузку перевозимых грузов с помощью гидравлических погрузочно-разгрузочных устройств, установленных на самом автомобиле. Автомобили-самопогрузчики оборудуют бортовыми манипуляторами, качающимися порталами, грузоподъемными бортами и навесными грузоподъемными устройствами.

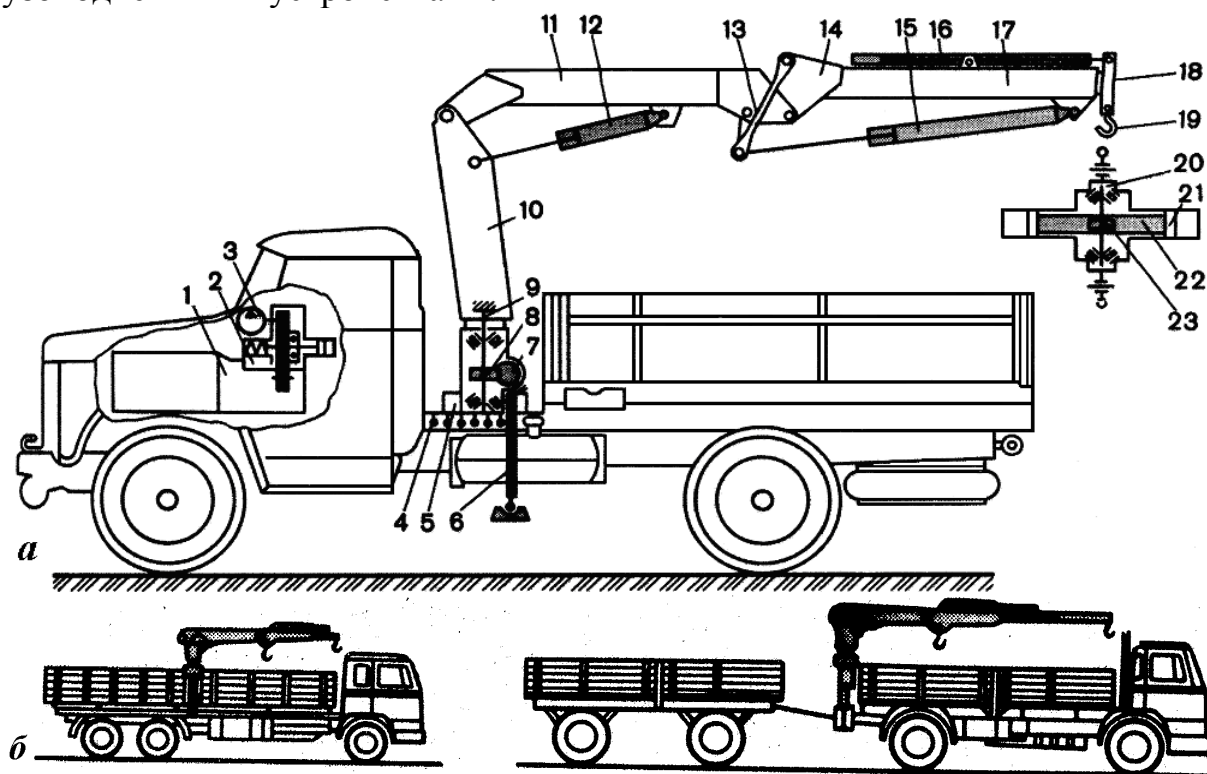


Рис. 3.11. Автомобили-самопогрузчики с бортовыми манипуляторами:

а – конструктивная схема; *б* – размещение бортовых манипуляторов на автомобилях

Автомобили-самопогрузчики с бортовыми гидравлическими манипуляторами осуществляют самопогрузку и саморазгрузку базового автомобиля и прицепа, погрузку-разгрузку других расположенных рядом транспортных средств, а также могут быть использованы на строительно-монтажных работах небольшого объема. Манипулятор грузоподъемностью 2,5 т (рис. 3.11, *а*) состоит из поворотной колонки, шарнирно сочлененного стрелового оборудования, двух выносных гидравлических опор 6, механизма поворота стрелы в плане, двух пультов управления 4 и комплекта сменного рабочего оборудования. Стреловое оборудование смонтировано на поворотной

колонке 10, установленной на опорной раме 5 шасси. Оно состоит из рукояти 11, рычага 13, телескопической стрелы 14 с основной 17 и выдвижной 18 секциями, гидроцилиндров 12, 15 и 16 управления, крюковой подвески 19 или ротатора 20. Ротатор обеспечивает манипулирование грузом в горизонтальной плоскости через реечную передачу и гидроцилиндр 21 двустороннего действия, штоком которого являясь рейка 22 ротатора, входящая в зацепление с шестерней 23.

В комплект сменного рабочего оборудования манипулятора входят удлинитель стрелы, выдвигаемый вручную, вилочный подхват, клещевой захват для пакетированных грузов и захват для контейнеров. Поворот стрелового оборудования в плане на угол 400° обеспечивается реечным поворотным механизмом, включающим два попеременно работающих гидроцилиндра, рейку 7 и шестерню 8, жестко закрепленную на валу 9 поворотной колонки. Привод аксиально-поршневого насоса 3 гидросистемы манипулятора осуществляется от двигателя 7 автомобиля через коробку отбора мощности 2. Управление манипулятором может осуществляться с любого из двух пультов управления 4, расположенных по обеим сторонам автомобиля.

Конструкции отечественных бортовых манипуляторов выполнены по единой принципиальной схеме и различаются между собой грузовой моментом, грузоподъемностью, высотой подъема и опускания крюка, массой, габаритными размерами. Манипуляторы могут размещаться перед кузовом, за ним или около одного из бортов около середины кузова по длине (рис. 3.11, а, б).

Автомобили-самопогрузчики с качающимся порталом бокового или заднего расположения (рис. 3.12, а) предназначены для перевозки, погрузки и разгрузки контейнеров массой до 5 т. Рабочий орган – качающийся портал 1 шарнирно соединен с платформой для установки контейнеров и может поворачиваться в вертикальной плоскости на угол до 120° двумя синхронно действующими длинноходовыми гидроцилиндрами 2 двустороннего действия. Качающиеся порталы используют также для погрузки-разгрузки сменных кузовов-контейнеров. Для перевозки, погрузки и разгрузки контейнеров массой 20 т и более применяют полуприцепы, оборудованные боковыми гидравлическими перегружателями (рис. 3.12, б). Автомобили-самопогрузчики и *контейнеровозы* оборудуют выдвижными и откидными гидравлическими опорами 3, действующими при выполнении погрузочно-разгрузочных работ и обеспечивающими устойчивость машины и разгрузку ее ходовой части.

Для перевозки жидких вязущих материалов (битум, гудрон, эмульсии) в разогретом состоянии от предприятий-изготовителей к местам производства дорожных, кровельных и изоляционных работ применяют *битумовозы и автогудронаторы*. Они представляют собой цистерны эллиптической формы, смонтированные на шасси автомобилей или на полуприцепах к седельным тягачам, и оснащаются системами подогрева (для поддержания температуры перевозимого материала не ниже 200°C) и выдачи мастики. Вместимость цистерн гудронаторов 3500...7000 л, битумовозов – 4000...15000 л.

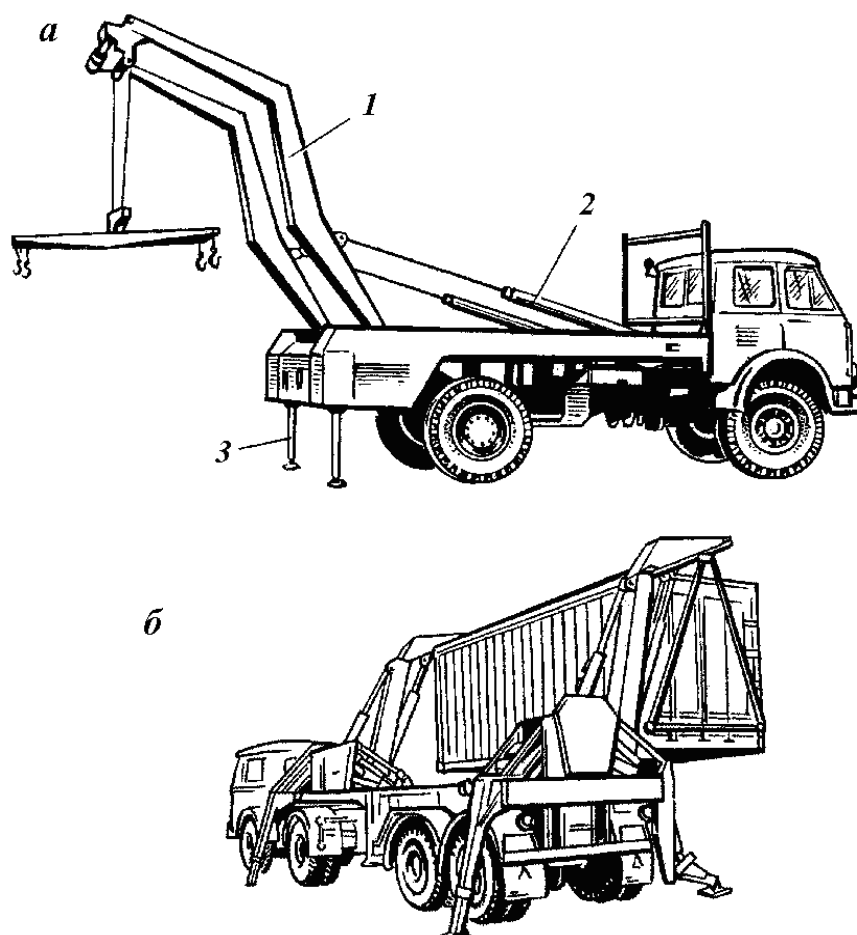


Рис. 3.12. Автомобили-самопогрузчики контейнеровозы

Для перевозки труб длиной 6...12 м диаметром до 1420 мм и сварных секций из труб (плетей) длиной 24...36 м применяют специальные автопоезда – **трубовозы** и **плетевозы** (рис. 3.10, з). В состав трубовоза входят автотягач, одноосный прицеп-ропуск с жестким дышлом или полуприцеп. Тяговое усилие на груженный прицеп-ропуск передается у трубовозов через тягово-сцепное устройство и дышло, у плетевозов – непосредственно трубами (плетями), закрепленными на тягаче и двухосном прицепе-ропуске. Количество одновременно перевозимых труб устанавливается, исходя из грузоподъемности автопоезда. При многорядной укладке трубы увязывают предохранительным канатом. Для перевозки изолированных труб в городских условиях обычно применяют специализированные полуприцепы-трубовозы с гидравлическими разгрузочными механизмами, обеспечивающими сохранность изолирующего слоя и подготовленных для сварки торцов труб при транспортировке, погрузке и разгрузке.

На рис. 3.13, а показан седельный тягач 1 с полуприцепом-трубовозом 5 грузоподъемностью 7 т, оборудованным двумя (передним и задним) гидравлическими разгрузочными механизмами 2. Рама полуприцепа выполнена раздвижной и на передней и задней ее частях имеются деревянные опорные плоскости и боковые стойки. Полуприцеп оборудован передним и задним металлическими предохранительными щитами 3, предотвращающими осевое перемещение труб 4 при перевозке. Разгрузочный механизм состоит из телескопической стрелы 9 (рис. 3.13, б, в), раздвигаемой встроенным

гидроцилиндром, и двух телескопических гидроцилиндров 7 для поворота стрелы с грузовым захватом 8 для труб в вертикальной плоскости. На рис. 3.13, б, в показаны положения стрелы соответственно перед разгрузкой и в конце разгрузки. Устойчивость автопоезда обеспечивается откидными опорами 6. Пульт управления разгрузочными механизмами расположен в передней части полуприцепа. Трубовозы и плетевозы оборудуют габаритными сигналами. Грузоподъемность автомобильных трубовозов 9...12 т, плетевозов – 6...19 т.

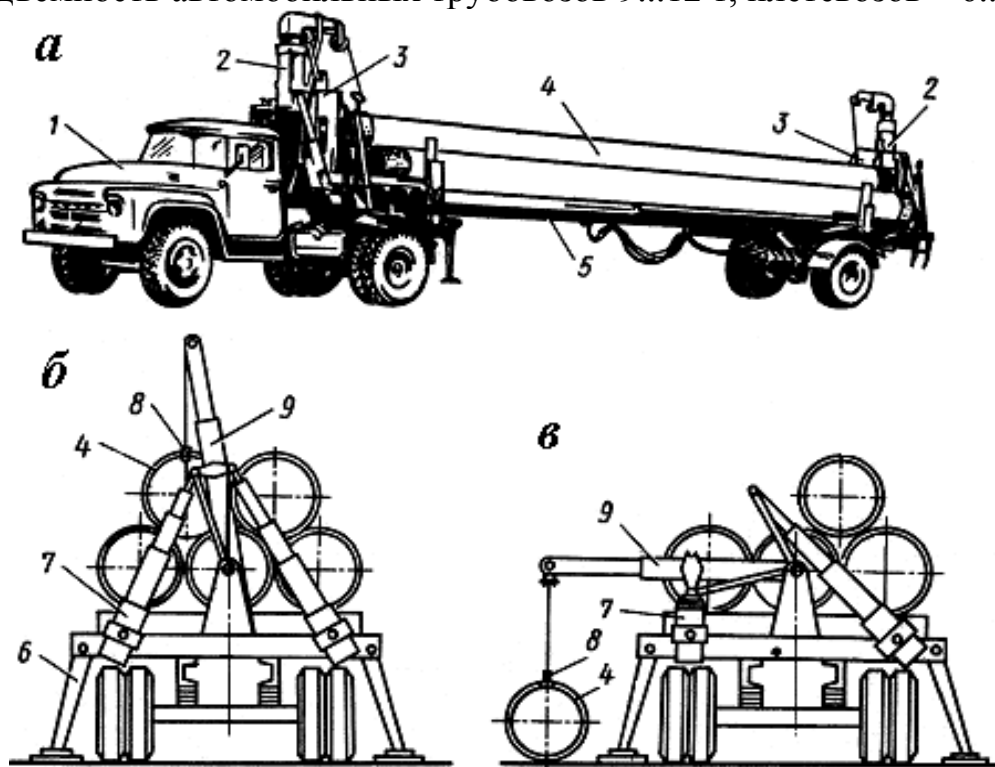


Рис. 3.13. Автопоезд для перевозки труб

Для перевозки крупноразмерных железобетонных конструкций и деталей с заводов-изготовителей на строительные площадки применяют специализированные прицепы и полуприцепы: панелевозы, фермовозы, балковозы, плитовозы, блоковозы и сантехкабиновозы. Выбор типа транспортного средства определяется габаритами, массой и условиями перевозки изделий.

Панелевозы (рис. 3.14, а) выполнены в виде полуприцепов к седельным автотягачам и предназначены для перевозки в вертикальном или крутонаклонном положении стеновых панелей, перекрытий, перегородок, плит, лестничных маршей и т. п. Различают ферменные и рамные полуприцепы-панелевозы. Несущий металлический каркас ферменных панелевозов выполняют в виде пространственной фермы («хребта») трапециевидного (рис. 3.14, б) или прямоугольного сечения или в виде двух плоских продольных ферм, соединенных между собой передней и задней опорными площадками и горизонтальными связями (рис. 3.14, в). Хребтовая ферма располагается по продольной оси симметрии полуприцепа, а перевозимые панели – в кассетах по обеим сторонам от нее под углом 8...12° к вертикали. Передняя и задняя площадки фермы имеют поручни для такелажников. У панелевозов с плоскими несущими фермами панели располагаются в несколько рядов вертикально в

кассете между фермами. Некоторые конструкции панелевозов имеют также дополнительные боковые наклонные кассеты для перевозки укороченных панелей в один ряд (рис. 3.14, *з*), что позволяет лучше использовать грузоподъемность автопоезда. Для крепления панелей используют винтовые зажимы, прижимные планки и канаты, затягиваемые с помощью ручной лебедки.

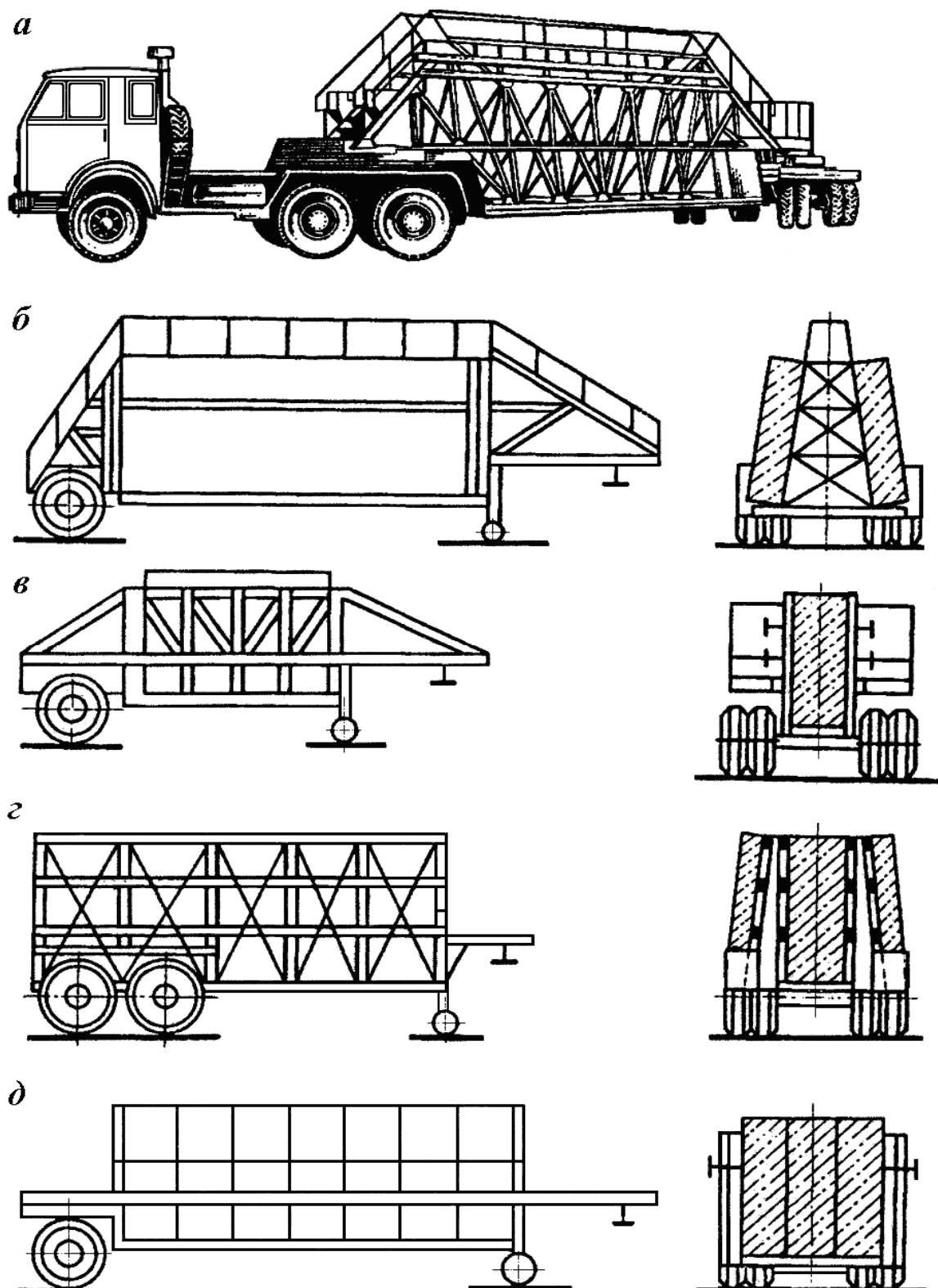


Рис. 3.14. Панелевозы

Рамные прицепы-панелевозы (рис. 3.14, д) имеют раму, несущую кассету и воспринимающую основную нагрузку. Панели устанавливаются внутри кассеты на деревянный настил и удерживаются от бокового перемещения зажимными винтами. Передняя часть полуприцепов-панелевозов опирается на седельно-сцепное устройство тягача, а задняя – на одноосную или двухосную тележку с управляемыми или неуправляемыми колесами. В стесненных условиях городской застройки обычно применяют панелевозы с управляемыми задними тележками, улучшающими маневренность автопоезда. Современные полуприцепы-панелевозы оборудуются отдельно управляемыми гидравлическими опорами с гидроцилиндрами двустороннего действия, работающими от гидросистемы автомобиля. Они имеют автоматическую сцепку с тягачом, что позволяет вести монтаж непосредственно с панелевозов (монтаж с «колес»), более эффективно использовать базовый автомобиль, который может обслуживать несколько сменных полуприцепов (челночный метод работы) и осуществлять погрузку-разгрузку панелевоза на неровных площадках. Грузоподъемность полуприцепов-панелевозов 9...22 т.

Фермовозы и рамные панелевозы можно переоборудовать в полуприцепы платформенного типа и использовать для перевозки плит, балок, фундаментных блоков и других грузов. Это повышает их универсальность и коэффициент использования пробега за счет возможности загрузки машины при движении в обратном направлении.

Длиннобазовые полуприцепы-фермовозы предназначены для перевозки ферм длиной 12...30 м, установленных и закрепленных в положении, близком к рабочему. Полуприцепы-фермовозы имеют ферменную или балочную конструкцию с кассетной платформой и двухосной со сдвоенными колесами управляемой и неуправляемой тележками. В условиях стесненных строительных площадок применяют полуприцепы-фермовозы с гидравлическим управлением тележки, у которой каждое колесо поворачивается на соответствующий угол в зависимости от угла «складывания» автопоезда.

На рис. 3.15, а показан *автопоезд-фермовоз* для перевозки ферм любой конструкции длиной до 24 м и высотой до 2,5 м. Рама 2 полуприцепа кассетного типа ферменной конструкции передней частью опирается на седельно-сцепное устройство тягача, а задней – на седельно-опорное устройство двухосной задней управляемой тележки 4. Колеса тележки управляются автоматически с помощью следящей системы с гидравлическим приводом. Переднюю передвигную опору 5 полуприцепа устанавливают вдоль рамы в зависимости от длины перевозимых ферм и передвигают с помощью ручной лебедки 7. Ферма 3 опирается на грузовые площадки рамы и закрепляется в верхнем ее поясе прижимными винтами. Грузоподъемность полуприцепов-фермовозов 10...22 т.

Полуприцепы-сантехкабиновозы и блоковозы предназначены для перевозки объемных элементов жилых и промышленных зданий (унифицированных санитарно-технических кабин, блок-комнат, лестничных маршей), технологического оборудования (секций лифтов, трансформаторов,

котлов, бункеров, баков и др.) и контейнеров. По конструкции они имеют много общего с панелевозами рамного типа и отличаются низким расположением грузовой площадки и отсутствием специальных средств крепления.

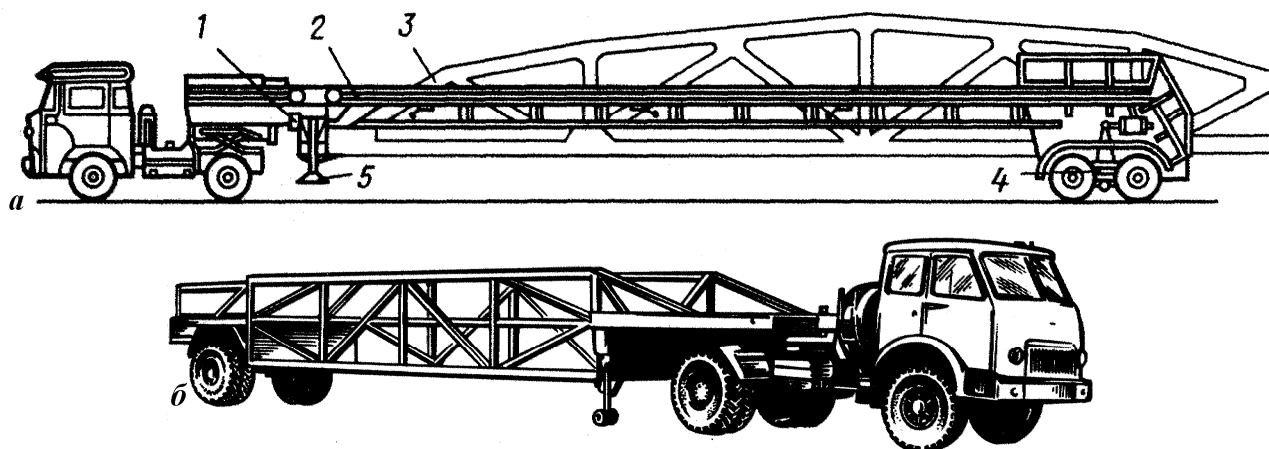


Рис. 3.15. Специализированный автотранспорт:

а – автопоезд-фермовоз; *б* – сантехкабиновоз

Полуприцеп-сантехкабиновоз (рис. 3.15, *б*) представляет собой сварной из гнутых и прокатных профилей каркас кассетного типа, передняя часть которого опирается на седельно-сцепное устройство автомобиля-тягача, а задняя – на одно- или двухосную тележку с управляемыми или неуправляемыми колесами. Оборудуются они механическими или управляемыми гидравлическими опорными устройствами. Грузоподъемность 4...30 т.

Полуприцепы-плитовозы применяют для перевозки плит перекрытий и покрытий в горизонтальном положении, а также балок, колонн, ригелей, пиломатериалов и др. Несущей частью грузовой площадки плитовоза является хребтовая рама с консолями для настила и выдвижными боковыми стойками. Полуприцепы имеют одноосную или двухосную заднюю тележку. Некоторые конструкции плитовозов выполняют с раздвижной телескопической рамой. Грузоподъемность плитовозов до 22 т.

Для перевозки тяжеловесного крупногабаритного оборудования и строительных машин применяют трех-, четырех- и шестиосные многоколесные прицепы и **полуприцепы-тяжеловозы** грузоподъемностью 20...120 т с низко расположенной платформой. Прицепы транспортируют балластными автомобильными тягачами, а полуприцепы – седельными. Прицепы и полуприцепы большой грузоподъемности оборудуют гидравлическими подъемными механизмами для опускания платформы при погрузке и подъеме ее при транспортировке грузов. Для погрузки и выгрузки грузов на тягаче устанавливают лебедку с приводом от коробки отбора мощности автомобиля.

Специализированные железнодорожные транспортные средства для перевозки строительных материалов могут быть снабжены специальным оборудованием, так вагоны для перевозки цемента имеют пневмосистемы для его разгрузки. Для выгрузки щебня с платформ предусмотрены разгрузчики различных конструкций в зависимости от условий транспортировки. Имеются и

специализированные водные транспортные средства. Так, например, баржи некоторых видов, доставляющие песок или щебень выполняются раскрывающимися или переворачивающимися для разгрузки материала на дно водоема.