

## Глава 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ И ОБОРУДОВАНИЯХ.

### 2.1. Исторические сведения о развитии строительных машин.

Практическое применение строительных машин можно отнести к началу XIX в., когда была создана паровая машина. Одной из первых землеройных машин была многоковшовая землечерпалка с двигателем мощностью 15 л.с. (11 кВт), построенная Ижорским заводом в 1812 г. под руководством инженера А. Бетанкура. Впоследствии завод построил еще две такие землечерпалки, успешно работавшие на углублении гаваней. За рубежом подобные землечерпалки появились только в 1830 г. Паровые землечерпалки были в 14 раз производительнее, чем землечерпалки с ручным или конным приводом.

В 1836 г. механик Отис (США) изобрел паровой экскаватор с ковшем вместимостью 1,14 м<sup>3</sup> при мощности 15 л. с. на рельсовом ходу без привода. Его производительность составила 30... 80 м<sup>3</sup>/ч, что в 1,5...2 раза меньше производительности современного канатного экскаватора с ковшем такой же вместимости. Экскаваторы Отиса успешно работали на строительстве железной дороги Санкт-Петербург - Москва, а впоследствии на добыче руды на Урале.

В начале XIX в. появились копры для забивки свай с чугунными бабами массой до 400 кг, поднимаемые канатами вручную, конной тягой или водяным колесом. На строительстве железной дороги Санкт-Петербург-Москва работали свайные подвесные молоты с приводом от паровых лебедок. Первый отечественный паровой молот был построен в 1869 г.

Первый колесный скрепер с конной тягой появился в XVIII в. Во второй половине XIX в. на земляных работах использовались конные совковообразные скреперы-волокуши вместимостью 0,1...0,3 м<sup>3</sup>, а также колесные скреперы с ковшами 0,2...0,3 м<sup>3</sup>.

Еще в 1850-х гг. в России выравнивали дороги бревнами, которые волочились конной тягой. В 1870-х гг. в США появились первые грейдеры с подвешенным к телеге ножом-отвалом. Впоследствии телега была заменена металлической рамой на колесах и усовершенствована некоторыми механизмами. Еще 2... 3 тыс. лет до н. эры на дорожных работах применялись каменные катки с ручной тягой. Во второй половине XIX в. тяга была заменена на конную, а затем каменные катки были заменены металлическими. В конце XIX в. на Коломенс-

ком заводе началось производство паровых катков массой 10 т при мощности 15...25 л.с. (11...18,4 кВт). В 1970-е гг. появились грейдер-элеваторы с конной тягой производительностью до 100 м<sup>3</sup>, которые использовались на дорожных работах.

Со второй половины XIX в. для дробления щебня в дорожном строительстве начали применять щековые дробилки. Первые смесительные машины с деревянным барабаном и ручным приводом появились в середине XIX в. В дальнейшем ручной привод был заменен конным, а деревянные барабаны — железными, еще позже они были переведены на паровой привод.

С конца XIX в. начали использовать пневматические трамбовки для уплотнения бетонной смеси взамен деревянных.

Первые простые машины создавались для выполнения наиболее тяжелых и трудоемких работ, где требовались очень большие рабочие усилия. Идеи сложных машин-землечерпалок, экскаваторов с элементами подъемных устройств появились в средние века. Однако для их реализации потребовались большие сроки. Так, от создания эскиза грейфера Леонардо да Винчи (1500 г.) до постройки грейферного механизма землечерпалки прошло 225 лет, от изобретения того же автора цепной землечерпалки до первой такой машины с конным приводом - более 200 лет, а до цепной паровой землечерпалки - более 300 лет.

Первая эпоха создания машин с ручным, конным, водяным и ветровым приводами длилась до XIX в., после чего, с изобретением паровой машины, наступила вторая эпоха, длившаяся менее столетия. Она совпала с бурным развитием постройки железных дорог, которое создало благоприятные условия для применения паровых экскаваторов мощностью до 1000 л. с. (735 кВт), массой до 500 т на рельсовом ходу. Следующим решающим фактором в развитии строительных машин стало освоение в начале XX в. гусеничного, а затем пневмоколесного хода.

В 1920-е гг. начался третий этап развития строительных машин, сопровождавшийся увеличением их мощности, повышением производительности, снижением энергоемкости и материалоемкости, применением более совершенных видов привода и управления, созданием сменного рабочего оборудования для различных условий и видов работ. Начало XX столетия знаменуется заменой на строительных машинах парового привода двигателями внутреннего сгорания в широких масштабах. Началось внедрение индивидуального электри-

ческого и гидравлического приводов, а также современных систем управления.

В развитии строительных машин отмечаются следующие тенденции: при создании большинства машин использовался принцип подобия ручным рабочим процессам; первые машины были целиком или частично деревянными, только в конце XIX в. железо вытеснило дерево из всех несущих конструкций машин; ручной, конный, ветряной и водяной приводы были заменены более прогрессивным паровым приводом с одновременным повышением его мощности (от 14...15 л.с. в середине XIX в. до 800 л.с. к концу XIX в.); неприводные ходовые устройства из деревянных катков и колес были последовательно заменены гусеничным и пневмоколесным приводным ходом; внедрение прогрессивных видов привода (двигателей внутреннего сгорания, электро- и гидропривода), а также современных систем управления на основе достижений науки и техники способствовало дальнейшему совершенствованию конструкций строительных машин, снижению их энергоемкости и материалоемкости, созданию комфортных условий для обслуживающего машину персонала.

## **2.2. Определения строительных машин и оборудования.**

*Строительной машиной* - называют устройство, которое посредством механических движений преобразует размеры, форму, свойства или положение в пространстве строительных материалов, изделий и конструкций.

Например, станок для нарезки арматурных стержней в производстве железобетонных изделий превращает исходные стальные прутки в арматурные стержни определенной длины без изменения других их размеров; формовочная машина в том же производстве укладывает бетонную смесь в опалубку, придавая будущему бетонному или железобетонному изделию определенную форму; поверхностные или глубинные вибраторы уплотняют уложенную в инженерное сооружение бетонную смесь, преобразуя ее плотность; башенный кран перемещает строительное изделие или груз (железобетонную плиту перекрытия, металлоконструкцию арки, контейнер и т.п.) из одного пространственного положения в другое. Изменяемые факторы (размеры, форма, свойства, положение в пространстве) не обязательно должны быть целевыми, как это имеет место в приведенных примерах. Многие машины преобразуют отдельные из этих факторов попутно

при преобразовании других факторов. Например, разрабатывая грунтовую выемку, одноковшовый экскаватор отделяет часть грунта от массива, переносит его в ковше и отсыпает в кузов автосамосвала или в отвал. Для строительного материала-части грунта это, по существу, изменение его положения в пространстве. Однако попутно исходный материал-массив грунта-претерпевает также изменения по форме (измельченные куски грунта в процессе его разработки) и по свойству (изменение объема пор, плотности).

В соответствии с приведенным выше определением машины, изменяющие только положение строительных материалов в пространстве, следует отнести к *транспортным*, а все остальные – к *технологическим*.

В инженерной практике первый термин относят только к таким машинам как автомобили, тракторы, тягачи и т. п. Все другие машины этой группы получили название, более конкретно определяющее их назначение, например грузоподъемные машины для перемещения грузов по пространственным траекториям, транспортирующие машины для перемещения грузов по постоянным траекториям и др. Основой рабочих процессов большинства технологических машин являются транспортные операции или их отдельные части - рабочие движения.

Состояние функционирования машины, в процессе которого она вырабатывает продукцию, называют *производственной эксплуатацией*. Она включает выбор типов машин, их расстановку, определение технологических схем комплексной механизации и их реализацию. Выработку (производство) продукции здесь следует понимать в широком смысле, распространяя это понятие также на изменение (преобразование) положения строительных материалов в пространстве. Мероприятия, обеспечивающие поддержание качества машин при их эксплуатации (приемка и сдача машин, их обкатка, монтаж и демонтаж, транспортирование, хранение и консервация, техническое обслуживание и ремонт, снабжение эксплуатационными материалами и запасными частями, обеспечение безопасной эксплуатации и др.), составляют содержание *технической эксплуатации*.

В процессе эксплуатации вследствие деформирования, поломок и износа элементов машины, обрывов и коротких замыканий в электрических цепях, нарушения регулировок, залипания и забивания рабочих органов обрабатываемой средой, засорения гидравлических систем, образования течей в местах соединения шлангов, загрязнения или ослабления контактов электропроводки, ослабления креплений вслед-

ствие вибраций, встречи рабочего органа с непреодолимым препятствием и другими причинами машина частично или полностью теряет свою работоспособность и не может выполнять заданные функции с изначально установленными параметрами. Невозможность дальнейшей эксплуатации машины из-за нарушения требований безопасности или выхода заданных параметров за установленные пределы, снижения эффективности эксплуатации ниже допустимой определяет *предельное состояние* машины.

Календарную продолжительность эксплуатации машины от ее начала или возобновления после ремонта до наступления предельного состояния называют *сроком службы*. Подобный показатель, но измеренный либо в часах чистой работы машины, либо в единицах ее продукции до наступления предельного состояния, называют *техническим ресурсом*.

### **2.3. Параметры машины. Типоразмер и модель.**

***Параметром машины*** называют количественную, реже, качественную характеристику какого-либо существенного ее признака. *Различают главные, основные и вспомогательные параметры.*

*Главными* называют такие параметры, которые в наибольшей мере определяют технологические возможности машины. Для большинства машин к таким параметрам относят: массу машины, мощность силовой установки или суммарную мощность основных двигателей в электроприводе, производительность и др.

К *основным* параметрам, включающим также главные, относят такие, которые необходимы для выбора машин в определенных условиях их эксплуатации. Кроме перечисленных, к этим параметрам относятся характеристики проходимости (удельное давление на грунт в рабочих и транспортных режимах и др.), маневренность машины (радиусы разворотов) и другие ходовые свойства (скорость передвижения, предельные углы подъема и др.), усилия на рабочих органах, размеры рабочей зоны, габаритные размеры машины и др.

К *вспомогательным* относят все остальные параметры, характеризующие, например, условия технического обслуживания, ремонта и перебазирования. В пределах каждой функциональной группы машины объединяются по типоразмерам, характеризуемым единым главным параметром. Одному типоразмеру могут соответствовать несколько моделей, каждая из которых объединяет машины, имеющие

идентичные параметры, конструктивные решения и изготовленные по единой рабочей документации. В технической документации каждую модель машины обозначают *индексом*, в котором в кодированной форме заключено полное название машины с ее главными параметрами. Например, в соответствии с индексацией кранов, выпускаемых заводами индекс КС-8362ХЛ обозначает: кран стреловой самоходный (КС) грузоподъемностью 100 т (8 - восьмая размерная группа), пневмоколесный (3 - шифр ходового устройства) с гибкой (канатной) подвеской (6 - шифр гибкой подвески стрелового оборудования), второй модели (2), в северном исполнении (ХЛ).

#### **2.4. Общая классификация строительных машин.**

Наиболее общим признаком классификации строительных машин является их назначение или виды выполняемых работ. По этому признаку классификация машин представляется иерархической схемой, на первом уровне которой все машины разбиты на следующие основные классы: транспортные, транспортирующие, погрузочно-разгрузочные, грузоподъемные, для земляных работ, для свайных работ, для дробления, сортировки и мойки каменных материалов, для приготовления, транспортирования бетонных смесей и растворов и уплотнения бетонной смеси, для отделочных работ, ручной механизированный инструмент и другие средства малой механизации.

Каждый класс делится на группы (второй уровень), например строительные краны из класса грузоподъемных машин. Группы, в свою очередь, делятся на подгруппы или типы в зависимости от порядка иерархической схемы (третий уровень), например стреловые самоходные краны из группы строительных кранов и т.д. На предпоследнем уровне машины определенного типа делятся на типоразмеры, а на последнем - на модели (см., например расшифровку приведенного выше индекса стрелового самоходного крана КС-8362ХЛ).

Чем глубже иерархия машин, тем уже их специализация. Для сравнения по этому признаку вводят понятия *универсальных* и *специальных* машин. Так, траншейный роторный или цепной экскаватор, не способный выполнять другие земляные работы, кроме отрывки траншей, можно считать специальным по сравнению с одноковшовым экскаватором с рабочим оборудованием обратная лопата, способным отрывать любые выемки, включая траншеи. Специальные машины более производительны по сравнению с универсальными. Однако их

применение эффективно только в случае выполнения больших объемов работ, поскольку в противном случае неизбежны простои, снижающие их годовую производительность.

В практике механизации строительного производства иногда возникает необходимость на базе уже существующей модели создать модификацию, более приспособленную к конкретным производственным условиям либо для выполнения работ по профилю базовой машины, но с измененными параметрами, например башенный кран с удлиненной башней или стрелой. В первом случае увеличивается высота подъема груза, а во втором - его вылет. Для таких модифицированных машин сохраняют наименование базовой машины с добавлением характеристики модифицированного исполнения.

Строительные машины классифицируют также по режиму рабочего процесса, по роду используемой энергии, а также по способности передвигаться и типу ходовых устройств.

*По режиму рабочего процесса* различают машины циклического и непрерывного действия. Технологические операции машины циклического действия выполняются последовательно, образуя в совокупности ее рабочий цикл, по завершении которого выдается одна порция продукции. Например, одноковшовый экскаватор отделяет грунт от массива, загружая его в ковш (операция копания грунта), переносит грунт в ковше к месту выгрузки (транспортная операция), выгружает в отвал или транспортное средство (операция выгрузки) и возвращает рабочее оборудование на позицию начала следующего рабочего цикла (заключительная операция рабочего цикла). За каждый рабочий цикл экскаватор выдает порцию продукции в объеме вместимости ковша.

Операции машин непрерывного действия совмещены во времени, а в пределах каждой операции строительный материал находится на разных этапах преобразования. Эти машины выдают продукцию непрерывно. Например, рабочий орган траншейного роторного экскаватора выполнен в виде вращающегося колеса с расположенными с одинаковым шагом по его периферии ковшами. В процессе вращения ротора и его поступательного движения вместе с тягачом ковши поочередно заполняются отделяемым от массива грунтом (сравните с работой ковша одноковшового экскаватора), выносят его над уровнем траншеи и разгружают на ленточный конвейер, установленный поперек ротора, которым грунт непрерывно отбрасывается в сторону от траншеи. В процессе выполнения технологических операций копания и перемещения грунта к месту выгрузки в каждый момент времени

ковши занимают различные положения в пространстве, а материал-загруженный в ковши грунт-находится на разных этапах его перемещения (преобразования). Машины непрерывного действия имеют более высокую производительность по сравнению с циклическими машинами, обусловленную совмещением технологических операций во времени, но являются обычно узко специализированными в то время как машины циклического действия являются более универсальными.

Некоторые машины, в зависимости от вида выполняемых работ, могут работать как в циклическом, так и в непрерывном режимах. Например, бульдозер, оборудованный неповоротным в плане отвалом для послойной разработки грунта, работает в циклическом режиме, выдавая за каждый рабочий цикл продукцию в объеме накопленной перед отвалом призмы грунта. Тот же бульдозер, оборудованный поворотным в плане отвалом, на расчистке земляных или дорожных поверхностей от мусора, снега работает в непрерывном режиме.

**По родуис используемой энергии** различают машины, *работающие от собственного двигателя*внутреннего сгорания (дизеля или карбюраторного двигателя), и *от внешних источников* с питанием от внешней сети (электрической, пневматической, реже гидравлической). Первые обладают автономностью, что предопределило их преимущественное использование при частых межобъектных передвижках, вторые-высокой готовностью к работе, но с ограниченной областью применения. Они используются в пределах объектов с большими объемами работ, рассчитанными на длительное время. Например, карьерные одноковшовые экскаваторы, применяемые на добыче песка, глины, гравия и других строительных материалов, питаются электрической энергией от внешнего источника.

От пневмосети питаются, в основном, ручные машины. Если сжатый воздух вырабатывается компрессором, спаренным с приводимой им в движение машиной, то последнюю вместе с компрессором называют *агрегатом*. В составе агрегата может быть несколько технологических машин.

**По способности передвигаться** различают машины *стационарные* и *передвижные*.

Первые работают на одном постоянном месте. Это, прежде всего, машины предприятий стройиндустрии (дробильные, сортировочные, моечные, смесительные и другие машины и оборудование). Большинство строительных машин являются передвижными, оборудованными



ходовыми устройствами, обеспечивающими им передвижение либо от собственной силовой установки (*самоходные машины*), либо буксируемые за другим транспортным средством (трактором, автомобилем, тягачом).

*По типу ходовых устройств* различают *гусеничные, пневмоколесные, рельсовые колесные, шагающие и плавучие машины*.

Гусеничные машины обладают высокой проходимостью, благодаря чему их используют преимущественно на объектах нулевого цикла и в условиях низкой несущей способности грунта как поверхности передвижения. Пневмоколесные машины имеют сравнительно более быстротходности передвижения, что предопределило их применения на объектах с рассредоточенными объемами работ при частых и длительных межобъектных передвижках. Рельсовые машины работают длительное время на объектах с весьма ограниченной рабочей зоной, что связано с высокими затратами на устройство рельсового пути.

К специальным ходовым устройствам относятся шагающие, применяемые в конструкциях машин большой массы, например, в шагающих драглайнах, когда другие виды (гусеничные, пневмоколесные) не обеспечивают допустимых нормативных давлений на грунт или оказываются весьма громоздкими. Для работы в особых условиях (при передвижениях по снегу, болотам и т.п.) машины оборудуют специальными вездеходными устройствами различных конструкций. Реже в качестве опорных (и ходовых) устройств применяют салазки для передвижения машины буксированием.

## **2.5. Устройства строительных машин и оборудования.**

Обязательными составными частями любой технологической, транспортирующей и грузоподъемной машины являются: *привод* состоящий из силовой установки, передаточных устройств (*трансмиссии*) и *системы управления*; один или несколько *рабочих органов* и рама (*несущие конструкции*). У передвижных машин имеется, кроме того, ходовое устройство, соединенное с рамой машины, называемой в ряде случаев *шасси*.

Преобразование строительных материалов названными машинами происходит в результате движения их рабочих органов, которое сообщается им от силовой установки через трансмиссию. Иногда конечное звено трансмиссии входит в состав сборочной единицы

машины вместе с ее рабочим органом. Например, рабочим органом ленточного конвейера служит конвейерная лента, которая приводится в движение от приводного барабана, по существу являющегося конечным звеном трансмиссии, но входящего в состав собственно конвейера (без привода). В подобных случаях конечное звено трансмиссии называют *исполнительным механизмом*.

Движения рабочего органа могут быть *простыми*, как, например, вращение лопастного вала растворосмесителя при перемешивании компонентов приготавливаемого строительного раствора, *исложными*, как, например, движения ковша гидравлического одноковшового экскаватора на разных операциях экскавационного рабочего цикла (поворот ковша относительно неподвижной рукояти, поворот рукояти с фиксированным на ней ковшом, одновременный поворот ковша и рукояти и т.д.). Сложное движение рабочего органа есть результат сложения *относительного* (поворот ковша относительно рукояти) и *переносного* (поворот рукояти, стрелы, поворотной платформы) движений. Механизмы, обеспечивающие переносные движения, кинематически связаны с рабочим органом и по существу относятся к трансмиссии, но по указанной выше причине их принадлежности к одной с рабочим органом сборочной единице (в данном случае - группе сборочных единиц) они являются исполнительными механизмами. Таким образом, движение рабочему органу может передаваться непосредственно от силовой установки через трансмиссию или через исполнительные механизмы в форме переносных движений.

Примером машины с несколькими рабочими органами может служить траншейный роторный экскаватор, у которого землеройный рабочий орган-ротор приводится в движение от силовой установки через трансмиссию непосредственно, а конвейерная лента транспортирующего рабочего органа - отвалообразователя, кроме того, через исполнительный механизм - приводной барабан.

Для включения в действие машины и ее отдельных механизмов, включая силовую установку, а также для их остановки служит *система управления*.

Транспортные машины, как правило, не имеют рабочих органов. Взаимодействующие с транспортируемым материалом кузова и платформы этих машин пассивны, а груз перемещается только за счет движения ходовых устройств.

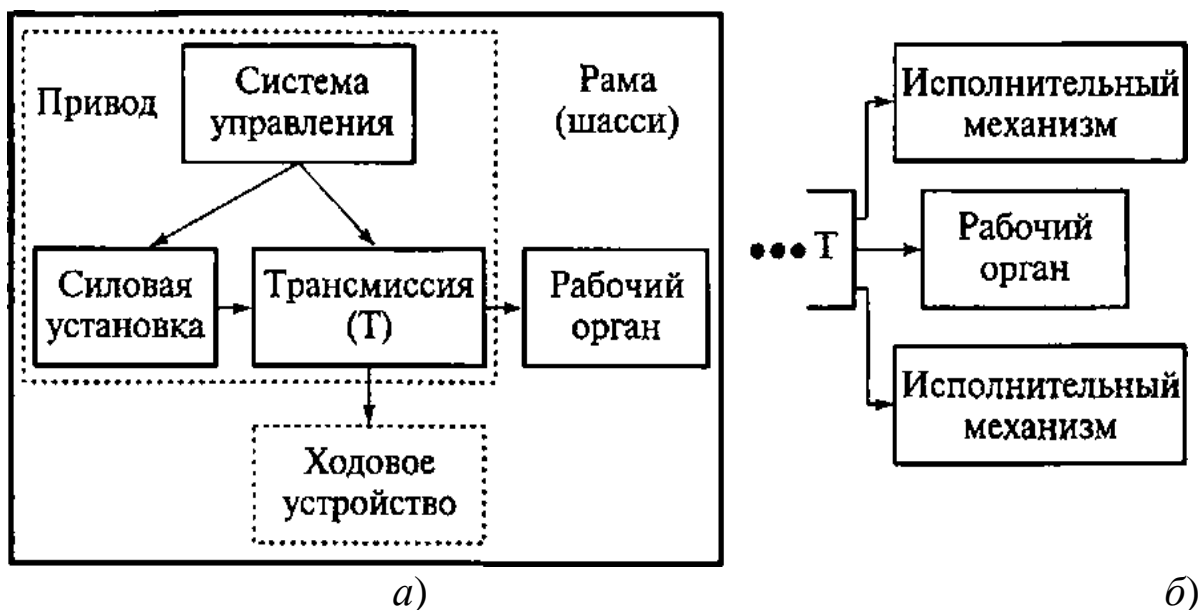


Рис. 2.1. Структурная схема технологической, транспортирующей и грузоподъемной машин при передаче движения рабочему органу через трансмиссию непосредственно (а) и с помощью исполнительных механизмов (б).

Кроме перечисленных обязательных составных частей на машинах могут быть установлены дополнительные (вспомогательные) устройства, например, выносные опоры в конструкциях пневмоколесных кранов, экскаваторов и т. п.

Приводы строительных машин, включающие силовую установку, передаточные устройства и систему управления, а также ходовые устройства обладают конструктивной и функциональной общностью, что позволяет изучать их независимо от видов машин.

## 2.6. Производительность строительной машины.

Производительность является важнейшей выходной характеристикой строительной машины. Ее определяют количеством продукции, произведенной машиной в единицу времени. Различают расчетную (она же теоретическая или конструктивная), техническую и эксплуатационную производительность.

*Подрасчетной (теоретической, конструктивной) производительностью  $P_p$*  понимают производительность за 1 ч непрерывной работы при расчетных скоростях рабочих движений, расчетных нагрузках на рабочем органе и расчетных условиях работы. Для машин циклического действия с порционной выдачей продукции

$$P_p = 3600 \cdot Q / T_{\text{ц}} . \quad (2.1)$$

где:  $P_p$  - расчетная производительность,  $м/ч$ ,  $м^2/ч$ ,  $м^3/ч$ ,  $т/ч$ ,  $шт./ч$  и т.п.;  $Q$  - расчетное количество продукции в одной порции,  $м$ ,  $м^2$ ,  $м^3$ ,  $т$ ,  $шт.$  и т.п.;  $T_{ц}$  - расчетная продолжительность рабочего цикла,  $с$ .

Для машин непрерывного действия

$$P_p = 3600 \cdot N \cdot v_{п} \quad (2.2)$$

где:  $N$  - расчетное количество продукции на 1 м длины ее потока,  $м/м$ ,  $м^2/м$ ,  $м^3/м$ ,  $т/м$ ,  $шт./м$  и т. п.;  $v_{п}$  - расчетная скорость потока,  $м/с$ .

Расчетные скорости должны соответствовать максимальной мощности установленного на машине двигателя, расчетные нагрузки - нормальному режиму работы машины, а расчетные условия отражать наиболее характерные для данной машины условия работы. Теоретическую производительность рассчитывают на стадии разработки конструкторской документации на машину, используя для этого нормативные значения расчетных параметров и расчетных условий.

Для определения производительности машины в конкретных производственных условиях вводят две новые категории этого показателя - техническую и эксплуатационную производительность.

Под *технической производительностью*  $P_T$  понимают максимально возможную в данных производственных условиях производительность при непрерывной работе машины. Эту категорию производительности применяют, в основном, для оценки максимальных технологических возможностей машин при комплектовании комплектов и комплексов. В случае отсутствия данных, отражающих условия работы на конкретном объекте используют выработанные практикой и зафиксированные в нормативных документах коэффициенты, устанавливающие зависимость между расчетной и технической производительностью для различных производственных условий:

$$K_T = P_T / P_p. \quad (2.3)$$

Наконец, под *эксплуатационной производительностью*  $P_э$  понимают фактическую производительность машины в данных производственных условиях с учетом ее простоев и неполного использования ее технологических возможностей. Эту категорию производительности определяют как частное от деления фактического объема  $V$  произведенной продукции на продолжительность нахождения машины на рабочей площадке (чистого времени работы машины, сложенного с временем всех простоев)  $P_{общ}$ , в течение которого эта продукция производилась:

$$P_э = V / P_{общ} \quad (2.4)$$

Эксплуатационную производительность обычно используют для взаимо-расчетов заказчика с подрядчиками. Для анализа эффективности работы машины в конкретных производственных условиях пользуются коэффициентами использования машины во времени  $K_B$  и использования технологической возможности (или технической производительности) машины  $K_{\Pi}$

$$K_B = T_{\text{ч}} \cdot K_{\Pi} = P_{\text{э}} / P_{\text{т}} / K_B = K_{\text{т}} \cdot K_B \quad (2.5)$$

где:  $T_{\text{ч}}$  - продолжительность чистой работы машины (за вычетом простоев), ч.

В качестве примера определим все перечисленные выше категории производительности и коэффициенты  $K_{\text{т}}$ ,  $K_{\text{в}}$  и  $K_{\text{и}}$  за смену для башенного крана грузоподъемностью 12 т при расчетной продолжительности рабочего цикла 60 с, если в течение смены (8 ч) он поднял грузы суммарной массой 800 т. Средняя продолжительность рабочего цикла в конкретных условиях составила 90 с, а суммарная продолжительность всех простоев - 3,5 ч.

Башенный кран является машиной циклического действия, поэтому его расчетную производительность определим по формуле:

$$P_{\text{р}} = 3600 \cdot 12 / 60 = 720 \text{ т/ч.}$$

Техническая и эксплуатационная производительность соответственно:

$$P_{\text{т}} = 3600 - 12 / 90 = 480 \text{ т/ч; } P_{\text{э}} = 800 / 8 = 100 \text{ т/ч.}$$

Коэффициенты можно определить следующим образом:

$$K_{\text{т}} = 480 / 720 = 0,67; K_{\text{в}} = (8 - 3,5) / 8 = 0,56; K_{\text{и}} = 100 / (480 \cdot 0,56) = 0,37.$$

## 2.7. Общие требования к строительным машинам.

Общие требования к машинам, вытекают из необходимости обеспечения высокой эффективности их использования в строительстве, т.е. получения наибольшей производительности при наименьших затратах. До начала 1990-х гг: когда парки строительных машин управлений механизации комплектовались преимущественно на основе государственного распределения строительной техники, основным критерием для оценки указанной эффективности служили удельные приведенные затраты. В последнее время отечественный рынок строительных машин пополнился машинами зарубежных производителей, вместе с которыми к нам импортировались новые тенденции во взаимоотношениях поставщиков с потребителями. Рыночная конкуренция заставила зарубежных поставщиков строительной техники

вместе с машинами продавать серию услуг, включая предпродажную подготовку, снабжение запасными частями и гарантийное техническое обслуживание. В этих условиях прежний показатель - удельные приведенные затраты оказался недостаточным для оценки эффективности использования машин в строительном производстве. Методы оценки предлагаемых товаров и услуг относятся к компетенции менеджмента.

Требования, предъявляемые к подбору комплектов машин вытекают из определения понятия комплексной механизации. Решение этого вопроса непосредственно связано со структурой парка машин. Чем шире номенклатура типоразмеров основных видов машин, из которых могут создаваться комплекты, тем эффективнее могут решаться задачи комплексной механизации. В то же время расширение типоразмерных рядов этих машин ведет к уменьшению серийности их производства и соответственно к увеличению их стоимости.

Рациональный набор типоразмеров выпускаемых машин определяют методами оптимизации.

Важнейшими требованиями, предъявляемыми к строительным машинам, являются требования обеспечения благоприятных условий работы машинистов и обслуживающего персонала. Эти требования определяют содержание социальной приспособленности машин, основой которой являются их эксплуатационные, эргономические, эстетические и экологические свойства.

**К эксплуатационным свойствам**, способствующим предотвращению аварийных ситуаций, относят: динамические и тормозные качества; устойчивость против опрокидывания и заносов; обзорность; обеспеченность сигнализацией и приборами для предупреждения возможных критических ситуаций, а также для взаимодействия с другими участниками сооружения объекта; надежность элементов, разрушение которых может привести к аварии; обеспеченность автоматическими устройствами безопасности и блокировки.

**Эргономические свойства** машины заключаются в соответствии ее конструкции гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека, его антропометрическим, физиологическим и психофизическим требованиям, нормированным действующими стандартами.

**Антропометрические** требования предполагают положение тела машиниста в кабине, близком к состоянию функционального покоя при равномерном распределении его веса по площади опорных

поверхностей. При этом повышается точность и скорость его моторных действий, обеспечивается возможность длительной непрерывной работы без значительного утомления.

**Физиологические** требования сводятся к обеспечению оптимальных условий на рабочем месте машиниста (температуры, влажности, скорости обдува воздухом и его химического состава, уровней шума и вибрации).

Этими требованиями обеспечивается необходимый уровень работоспособности и внимания машиниста, поддержание высокого уровня производительности машины. Согласно действующим стандартам температура в кабине машиниста должна находиться в пределах 16...25°C, влажность 40...60%, скорость воздуха 0,2...0,5 м/с, содержание СО не более 20 мг/м<sup>3</sup>, а SiO<sub>2</sub> не более 10 мг/м<sup>3</sup>, предельный уровень шума на месте машиниста не должен превышать 85 дБа.

## **2.8. Пути развития и повышения качества строительных машин.**

Основной и первоочередной задачей, стоящей перед создателями и производителями строительных машин в Узбекистане будет повышение их качества и конкурентоспособности на мировом рынке. Следует ожидать, что дальнейшее развитие приводов будет идти по пути улучшения их качественных показателей с целью повышения КПД, долговечности и надежности, снижения материалоемкости, более полной автоматизации систем управления приводами и работой машин в целом за счет поиска и применения новых более прочных и износостойких материалов, новых технологий упрочнения деталей и особенно поверхностей трения, подверженных быстрому износу, а также новых технологий изготовления, обеспечивающих высокую точность изделий.

Можно ожидать, что уже в ближайшие 15...20 лет долговечность применяемых в строительных машинах двигателей внутреннего сгорания, гидронасосов, гидродвигателей и гидроаппаратуры может быть повышена в 1,7...2 раза, а их габаритные размеры и удельная материалоемкость снижены не менее чем на 30...40 %; на 20... 25 % снизится также расход топлива.

В качестве силовых установок для стационарных и малоподвижных строительных машин и оборудования будут оставаться электродвигатели. Однако их электроприводы в целом претерпят серьезные качественные изменения в сторону уменьшения материалоемкости и

увеличения долговечности, надежности и коэффициента полезного действия за счет широкого применения новых высококачественных изоляционных, проводниковых и других материалов, а также более высоких технологий их изготовления.

Наибольшей эффективности в области совершенствования приводов строительных машин и оборудования в текущем столетии можно ожидать от автоматизации систем их управления, которая будет развиваться в направлении разработки и внедрения более совершенных автоматизированных (человеко-операторных), жестких автоматических неадаптивных и адаптивных микропроцессорных систем управления. По-видимому, внедрение двух последних видов систем управления станет доминирующим.

Функции машинистов строительных машин будут постепенно сводиться к функциям операторов, подобных работе пилотов современных летательных аппаратов, диспетчеров тепловых и атомных энергетических установок. Это потребует подготовки новых кадров машинистов-операторов со среднетехническим и высшим образованием. Конкуренентоспособность строительных машин и оборудования в первую очередь будет обеспечиваться современными пультами управления, включающими дисплейные системы информации от большого числа контролируемых параметров, обеспечивающих безопасную работу машин, диагностирование технического состояния их основных агрегатов и узлов, наработку, учет их производительности и др.

Также основными направлениями повышения качества строительных машин будут оптимизация существующих конструкций и поиски новых решений их рабочего оборудования и рабочих органов, благодаря чему энергоемкость рабочих процессов может быть снижена на 40...50 % с одновременным повышением долговечности рабочих органов не менее чем в 2...2,5 раза.

В части несущих (рамных) конструкций, а также металлоконструкций рабочего оборудования строительных машин следует ожидать уменьшения их массы за счет применения сталей с высоким пределом прочности, оптимизации и создания конструкций из равнопрочных элементов, внедрения автоматической сварки с дополнительной технологической обработкой.

В качестве самоходных машин для изготовления на их базе строительных машин (экскаваторов, кранов и др.) будут применяться специальные пневмоколесные шасси большой грузоподъемности с высокими транспортными скоростями. В качестве гусеничных движи-



телей преимущественное распространение получают двигатели тракторного типа.

Задачи по улучшению социальной приспособленности строительных машин и оборудования станут одними из важнейших и окажут существенное влияние на конкурентоспособность строительной техники.

В русле стремительного развития средств автоматизации в ближайшие годы будут решаться задачи по созданию роботизированных комплексов машин как для выполнения определенных видов водохозяйственных строительных работ.

### **Контрольные вопросы.**

1. Этапы развитие строительной техники. Дайте определение строительной машины. Приведите примеры машин для различных категорий преобразования строительных материалов.

2. Какие машины относятся к группе технологических? Приведите примеры.

3. Что такое производственная и техническая эксплуатация строительной машины, каков их состав?.

4. Что такое параметр машины? Перечислите категории параметров и охарактеризуйте их состав.

5. Что такое типоразмер машины, каким фактором он характеризуется? Что такое модель машины? Приведите примеры моделей одного типоразмера.

6. Перечислите классы строительных машин по виду выполняемых работ. Изложите существо иерархической схемы классификации строительных машин по видам выполняемых работ. Приведите примеры.

7. На какие группы делятся строительные машины по режиму рабочего процесса, роду используемой энергии, способности передвигаться и типу ходовых устройств? Какими факторами определяется принадлежность машин к определенным группам по указанным признакам?

8. Перечислите основные составные части строительных технологических, транспортирующих и грузоподъемных машин. Каково их назначение? Что такое исполнительный механизм? Что такое рабочее движение рабочего органа? . Назовите и охарактеризуйте его формы. Приведите примеры. Чем различаются между собой структуры техно-

логической, транспортирующей, грузоподъемной и транспортной машин?

9. Что такое производительность строительной машины? Перечислите и дайте определение ее категориям. Что такое расчетные условия?. Приведите примеры.

10. Как определяется коэффициент использования машины во времени и коэффициент использования технологической возможности машины?. Приведите примеры.

11. Какими основными факторами обусловлены требования, предъявляемые к строительным машинам?

12. Перечислите и охарактеризуйте основные свойства машин, определяющие их социальную приспособленность.

13. Изложите основные этапы и тенденции развития строительных машин.

14. Изложите перспективы развития и повышения качества строительных машин и оборудования.