



А. Л. Степанов

ПЕРЕГРУЗОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОРТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТЕРМИНАЛОВ



Электронный аналог печатного издания: Степанов, А. Л. Перегрузочное оборудование портов и транспортных терминалов : Учеб. для вузов / А. Л. Степанов. — СПб. : Политехника, 2013. — 427 с. : ил.

УДК 669.018.29

ББК 39.48

С79

Р е ц е н з е н т ы: **А. В. Степанец**, профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Управление морским транспортом» МГУ им. адм. Г. И. Невельского; **Е. Н. Андрианов**, профессор, декан факультета «Портовая техника и энергетика» ГУВК

Степанов, А. Л.

С79 Перегрузочное оборудование портов и транспортных терминалов: Учеб. для вузов / А. Л. Степанов. — СПб. : Политехника, 2013. — 427 с. : ил.

ISBN 978-5-7325-1018-8

Рассмотрены режимы работы подъемно-транспортных машин, вопросы определения эксплуатационных и расчетных нагрузок, прочности и долговечности основных узлов и механизмов, производительности и энергетических затрат. Приведены характерные схемы механизации по видам грузов и критерии предпочтительного выбора для перегрузочных работ. Показаны направления совершенствования механизации перегрузочных работ для обеспечения комплексности в обработке грузов, управляемости и автоматизации с учетом требований охраны окружающей среды.

Учебник предназначен для эксплуатационно-управленческих и экономических специальностей вузов транспорта, может быть использован инженерно-техническими работниками эксплуатационных служб портов и транспортных терминалов.

УДК 656.615.073.28(075.8)

ББК 39.48

ISBN 978-5-7325-1018-8

© Издательство «Политехника», 2013

© А. Л. Степанов, 2013

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

Глава 1

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ, ДЕТАЛИ И УЗЛЫ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Географические условия определяют неравномерное распределение сырьевых ресурсов, разобщенность производств, расположенных на разных континентах, между которыми лежат океаны и моря, составляющие 70% поверхности земного шара. Продукт труда человека в разных регионах превращается в груз, так как существует необходимость обмена результатами труда в международном сообществе. Это определило развитие торгового судоходства, флота и портов.

Процесс доставки груза требует трудовых и технических ресурсов. С развитием техники отпадает необходимость в дорогостоящем ручном труде, а человек получает возможность реализоваться в интеллектуальной сфере.

Соотношение между механизированным и ручным трудом в определенной мере является показателем цивилизованности общества, поэтому специалист, работающий в сфере управления и определяющий эффективность труда, должен владеть знаниями по основам механизации различного труда. Портовая перегрузочная техника — это средства механизации ручного труда. Широкая номенклатура грузов определяет многообразие способов производства грузовых операций, специализацию перегрузочных машин, портов и судов.

Проблема перемещения грузов — одна из древнейших на Земле. Первыми средствами, обеспечивающими ручной труд, были рычаги, катки, наклонные плоскости. Известно, что за 4000 лет до новой эры в древнем Китае применялись простейшие грузоподъемные устройства для подъема воды из глубоких колодцев. Уникальны примеры подъемно-транспортных работ при строительстве пирамид на Ближ-

нем Востоке. Например, пирамида Хеопса высотой 147 м сложена из 2,5 млн известняковых блоков массой от 2 до 30 т каждый; работы велись в течение 20 лет с постоянным использованием труда 100 000 человек. При строительстве применялись простейшие рычаги и ворота с ручными приводами. В античный период при строительстве храмов Зевса в Геплополисе (II в. н. э.) и храма Артемиды в Эфесе были установлены колонны массой до 360 т и длиной до 90 м каждая. В это время уже использовались цевочные, зубчатые и червячные передачи, а блоки и полиспасты появились еще в VII веке до н. э.

В XI–XII веках, в эпоху Средневековья, в связи с развитием мореплавания, торговли и горно-металлургической промышленности началось быстрое развитие грузоподъемных машин. В этот период появились первые прототипы современных подъемных кранов из дерева с ручным приводом, из стали изготавливали только оси и крюки.

В России в XI веке новгородские мастера использовали сложные системы полиспастов при строительстве Софийского собора. В 1677 г. на звонницу Московского Кремля был поднят Большой Успенский колокол массой 130 т.

Русские горные инженеры создали машины непрерывного транспорта производительностью до 10 т/ч для подъема руды и удаления воды из шахт с глубины 45...68 м. Уникальна операция по перемещению «Гром-камня» в 1769 г. под основание памятника Петру I в Петербурге. Гранитный монолит массой около 1600 т перемещали на медных шарах по желобам, обшитым медью (прообраз шарикоподшипника), с помощью воротов и полиспастов. Восхищает установка 48 колонн Исаакиевского собора в 1834 г. Масса каждой колонны 100 т; одна колонна устанавливалась в среднем за 105 минут. В 1860 г. был создан первый подъемный кран с паровым двигателем, в 80-х годах XIX в. — с электроприводом.

Для этих транспортно-технологических операций использовался водный транспорт, что привело к необходимости проведения перегрузочных работ. Развитие портов породило новую специальность: докер — портовый грузчик. Отсутствие подъемно-транспортной техники и непригодность судов к перегрузочным операциям потребовали привлечения целых армий докеров, занятых тяжелым ручным трудом с большим сопутствующим травматизмом. Человеку эпохи тяжелого труда докеров поставлены памятники в Антверпене (Бельгия) и Котке (Финляндия).

К труду докеров всегда относились с уважением как к наиболее тяжелому и значимому. Эта необходимая и трудоемкая область деятельности человека постоянно привлекала к себе лучшие инженерные силы, что и привело в итоге к созданию индустрии портовой механизации. В настоящее время человечество обладает мощным и разнообразным парком портовой техники, в которой учитываются конструктивные особенности судов, портовых причалов, грузовых мест, интенсивность и прибыльность грузопотока и особенности труда докеров.

Долгое время грузовой флот создавался только исходя из соображений безопасности мореплавания, что определяло небольшой размер люков грузовых трюмов. Появление подъемно-транспортной техники облегчило выполнение основных, фронтальных, операций, но оставался еще большой объем работ, связанный с внутритрюмными перемещениями грузов, которые производились вручную с использованием тачек, а позднее — транспортеров для доставки груза под просвет люка. Проблема решалась за счет создания внутритрюмной механизации и проектирования судов с большим раскрытием палуб под люки трюмов. Это позволило повысить эффективность использования судового времени за счет сокращения простоев под перегрузочными работами.

Современный докер превратился в докера-механизатора, так как ручного труда в основном технологическом процессе практически в портах не осталось.

Академический курс подъемно-транспортных машин был создан в России в 80-х годах прошлого столетия И. А. Вышнеградским; развитие портовой техники на водном транспорте определялось трудами В. Е. Лехницкого, П. С. Козьмина, М. М. Гохберга, А. И. Дукельского, В. Ф. Сиротского.

Начало отечественного краностроения относится к 1900 г., когда были построены краны на Брянском, Краматорском и Путиловском заводах. В настоящее время ведущей фирмой в стране по выпуску подъемных кранов является завод ОАО «Балткран» в Калининграде.

Оснащенность порта перегрузочной техникой и эффективность ее эксплуатации существенно влияют на провозную способность флота и эффективность работы отрасли. Так, в 1970-х годах простой флота в ожидании грузовой обработки достигали 60% общего времени эксплуатации судна.

Провозную способность конкретного судна Q , тыс. т/год, можно оценить следующим образом:

$$Q = nm_{\text{гр}}\eta_{\text{исп}}; n = \frac{365 - t_{\text{рем}}}{t_{\text{x}} + t_{\text{ст}}},$$

где n — число рейсов в год; $m_{\text{гр}}$ — грузоподъемность судна; $\eta_{\text{исп}}$ — коэффициент использования (качество загрузки судна); $t_{\text{рем}}$ — время ремонта, уменьшающее эксплуатационный период судна из общего числа дней в году; t_{x} — время перехода судна между портами в рейсе; $t_{\text{ст}}$ — время простоя в портах и на рейдах в ожидании перегрузочных работ и у причалов под перегрузкой.

Расходование судового времени определяется инвестиционной политикой в отрасли. Распределение средств по подсистемам должно определять соответствие провозной способности флота и пропускной способности порта при наличии необходимых баз ремонта судов и портовой техники. При этом мало иметь технические и трудовые ресурсы, необходимо определить их эффективное взаимодействие и разработать технологические, организационные и управленческие подсистемы с использованием экономических и правовых механизмов. Бесмысленно делать большие капиталовложения во флот, который будет простаивать у причалов слаборазвитых портов. Этим определяется значимость эксплуатационно-управленческого образования, в идеологии которого и рассматривается в данном курсе портовая техника.

Рассмотрим вопрос оптимальной оснащенности портов перегрузочной техникой и оптимальной пропускной способности порта (рис. 1.1, а).

Суммарные расходы R на систему «флот (Ф)–порт (П)» определяются различными пропускными возможностями порта. Большие расходы на флот будут определяться не только некупающимися капиталовложениями, но и большими эксплуатационными расходами за простой судна и экипажа в ожидании грузовой обработки при малых пропускных способностях $П_1$ слабо оснащенных причалов.

Увеличение капиталовложений в порт увеличит пропускную способность причалов $П_2$, причем возможен даже простой портового оборудования и докеров-механизаторов в ожидании подхода судна. Такая ситуация экономически

оправдана, так как стоимость судна существенно превышает стоимость портовых машин.

Оптимальная оснащенность портовой техникой определяется суммарными минимальными расходами. В условиях административно-командной системы управления использовались различные коэффициенты оснащенности причалов, и на определенных этапах («от съезда к съезду») они задавались для увеличения механовооруженности портов. Например, до 1955 г. использовался коэффициент механовооруженности, определяемый отношением массы груза, перегруженного механизированным способом $Q_{\text{мех}}$ с помощью фронтальной машины, к общей массе перегрузочного груза в физических тоннах (без учета промежуточных технологических грузовых операций) $Q_{\text{ф.т}}$:

$$k_{\text{мех}} = Q_{\text{мех}} / Q_{\text{ф.т}} \cdot 100.$$

По мере насыщения причалов фронтальной механизацией значение этого коэффициента достигло 100%, однако доля ручного труда, а следовательно, и травматизм оставались высокими, так как большой объем грузовых операций выполнялся в трюмах, на складах, в вагонах (рис. 1.1, б).

С 1963 г. на морском транспорте был введен новый показатель — уровень комплексной механизации (УКМ) перегрузочных работ $k_{\text{к.мех}}$. Этот показатель определяется отношением числа тонно-операций, выполненных с использованием перегрузочных машин, грузозахватов и приспособлений во всех звеньях перегрузочного процесса, к их общему числу (при этом допускается выполнение вручную ряда подсобно-вспомогательных работ). Введение нового показателя позволило учесть все грузовые операции с каждой

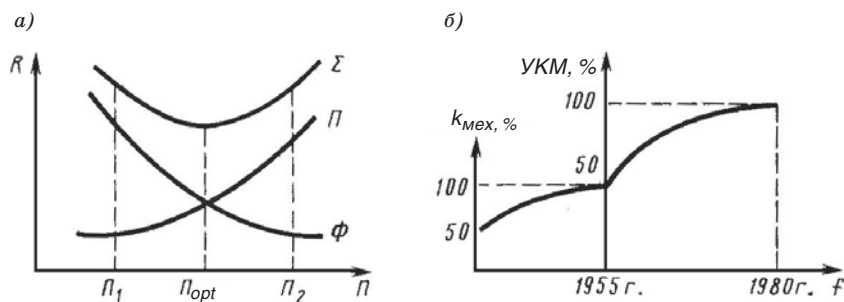


Рис. 1.1. Этапы и методы управления развитием механизации портов: а — командно-административный; б — экономико-управленческий

тонной груза, определило развитие малой механизации на вагонных, складских и трюмных работах и соответственно сокращение ручного труда:

$$\text{УКМ} = k_{\text{к. мех}} = Q_{\text{т. оп. мех}} / Q_{\text{т. оп}} \cdot 100,$$

где $Q_{\text{т. оп. мех}}$ — масса груза в тонно-операциях, переработанного механизированным способом; $Q_{\text{т. оп}}$ — полная масса груза в тонно-операциях, переработанного в порту.

Предшествующий показатель в новом измерении обеспечивал значение $k_{\text{к. мех}} = 50\%$.

Благодаря активной и целеустремленной работе, проводимой в портах по совершенствованию технологии перегрузки, систематическому пополнению портов современным подъемно-транспортным оборудованием и технологической оснасткой, а также по совершенствованию транспортно-технологических систем доставки грузов, уровень комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ в портах постоянно возрастал и в 1985 г. достиг 95,8%. Например, при перегрузке генеральных грузов он составил 91,0%, лесных грузов — 96,9%, навалочных и насыпных грузов — 98,4%.

К началу 1980-х годов уровень комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ практически стал терять мобилизующее значение. Несмотря на то что уровень комплексной механизации приближался к 100%, затраты тяжелого физического труда портовых рабочих оставались весьма значительными и составляли 65...70% общего объема затрат при производстве погрузочно-разгрузочных работ.

Исследованиями была доказана целесообразность введения нового показателя — степени механизации труда на погрузочно-разгрузочных работах, представляющего собой отношение трудоемкости работ, выполненных при помощи перегрузочных машин, к общей трудоемкости. При этом учитывались производство судовых, вагонных, автотранспортных и складских операций, работ по загрузке-разгрузке контейнеров и ролл-трейлеров, а также работ по креплению и сепарированию груза, открытие-закрытие трюмов.

Опытное использование нового показателя позволило дифференцированно производить оценку уровня комплексной механизации труда в портах. Оказалось, что при одних и тех же грузах он колеблется в значительных пределах, что свидетельствует о больших резервах повышения этого

показателя за счет совершенствования технологии, механизации и организации погрузочно-разгрузочных работ. Например, при перегрузке хлебных грузов насыпью среднеотраслевой показатель механизации труда за 1985 г. составил 26,5%, в Ждановском порту — 16,2%, а в Рижском — 38,9%. Причина такого расхождения данных заключается в том, что в Ждановском порту применялись преимущественно грейферные схемы механизации, а также морально и физически устаревшие пневмоустановки, требующие больших затрат ручного труда на их обслуживание, штивку груза и зачистку грузовых помещений. В Рижском порту при перегрузке зерна насыпью использовались современные высокопроизводительные пневмоперегрузжатели, эффективная внутри-трюмная техника для штивки груза и зачистки грузовых помещений (в том числе набора корпуса судна), мощная маневровая техника для перестановки железнодорожного подвижного состава, что в совокупности обеспечило высокую степень механизации труда.

При перегрузке цемента в таре среднеотраслевое значение степени механизации труда составило 28,1%. В Ленинградском порту за счет поступления этого груза укрупненными грузовыми местами в термоусадочной пленке и применения комплекса средств технологического оснащения этот показатель возрос до 38,1%. При поштучном способе перевозки и перегрузки в Одесском порту он составил всего 17%.

Проведенный крупномасштабный эксперимент показал, что в сравнении с уровнем комплексной механизации новый показатель имеет ряд достоинств: он отражает степень совершенства технологий, используемых при перегрузке каждого вида груза, рациональность применяемого подъемно-транспортного оборудования и технологической оснастки, обоснованность численности рабочих в технологической линии и их расстановки по звеньям технологического процесса. Этот показатель ориентирует порты на сокращение численности рабочих, занятых физическим трудом, как на основных, так и на вспомогательных технологических операциях, т. е. на сокращение общей численности рабочих, и, как следствие, на рост производительности труда и увеличение интенсивности погрузочно-разгрузочных работ.

Однако в условиях рыночной экономики определяющим становится показатель оптимальной пропускной способности данного порта, учитывающий капиталовложения в технику, затраты на оплату труда и обеспечивающий возможность

комплексного рассмотрения развития подсистем «флот–порт» в их взаимодействии.

Развитие транспортно-технологических систем с обеспечением доставки груза «от двери до двери», специализация судов и портов под крупные грузопотоки конкретного груза базируются на технико-экономических расчетах и предусматривают создание комплекса технологий и машин с учетом всех операций с грузом в порту.

Увеличение габаритных размеров судов определило изменение параметров техники в порту; возросшая интенсивность грузопотоков потребовала высокой грузоподъемности и производительности портовой техники. Для правильной оценки производительности технологических схем, принятия грамотных управленческих решений в отношении использования технических ресурсов, обеспечения наибольшего экономического эффекта от эксплуатации техники необходимо изучать портовую технику. Знание портового оборудования позволит повысить эффективность работы портов, правильно подобрать машины в соответствии со свойствами груза и типом судна, правильно решить проблему фондовооруженности портов и увеличить фондоотдачу технических ресурсов отрасли с целью экономии трудовых ресурсов.

Правильный выбор портовой техники для освоения грузопотоков и использование ее в разумных эксплуатационных режимах, удовлетворяющих освоение грузопотоков, но не превышающих допустимые нагрузки в машинах, обеспечит минимум эксплуатационных расходов на перегрузочные работы. Соблюдение правил технической эксплуатации подъемно-транспортного оборудования обеспечит надежность и долговечность портовой техники, эффективность транспортного сервиса, т. е. увеличит фондоотдачу и эффективность капиталовложений на приобретение портовой техники.

1.2. ГРУЗ И СОПРОТИВЛЕНИЕ ЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИЮ

Перемещение груза есть определенный вид сервиса — транспортная услуга. Таким образом, расходы на транспортный процесс будут складываться из затрат на организационно-управленческие услуги и расходов на непосредственно транспортный процесс.

Затраты энергии на перемещение груза определяются сопротивлением (массы груза) и временем (скоростью) перемещения.

Разнообразие видов груза, тары и упаковки, свойств поверхностей перемещения и способов транспортирования, условий производства работ вызывает различные сопротивления передвижению груза. Основная задача состоит в том, чтобы произвести эту работу наиболее дешевым и быстрым способом, снизить транспортные издержки, сэкономить технические и трудовые ресурсы для транспортирования груза без потерь.

Можно перемещать груз вручную, но это дорого. При регулярных работах надо переходить к машинному приводу с затратами мощности (кВт)

$$N = Gv/(102\eta),$$

где G — вес груза; v — скорость перемещения груза; η — коэффициент полезного действия.

Усилия механиков направлены на создание устройств, работающих с минимальными потерями и с малой собственной массой, так как это определяет стоимость машины. При этом не надо забывать, что в основе получения любой энергии лежат ресурсы природы и труд человека, перераспределенные во времени и пространстве (ранее построили электростанцию, а сегодня расходует энергию; когда-то создали перегружатель и длительное время его используем). Это оценивается межотраслевым народнохозяйственным эффектом и учитывается в цене транспортной продукции.

Работа докеров направлена на преодоление сопротивления перемещению груза. С этой целью изыскиваются разные способы перемещения груза и применяются различные приспособления: рычаги, катки, клинья и т. п. Когда эти приспособления объединяют в единый механизм и вместо мускульной силы используют привод, получают специализированную машину (в нашем случае портовое перегрузочное оборудование — ППО).

Зная сопротивление перемещению, можно определить, сколько человек потребуется для работы (при известной допустимой нагрузке на одного человека) или каким тяговым усилием должна обладать машина (например, тягач для перемещения ролл-трейлера с грузом). Возможность и способ перемещения груза определяются его формой и местом при-

ложения усилия (это является определяющим и в конструировании машины).

Плоское тело (рис. 1.2, а) можно перемещать с усилием S , преодолев силы сопротивления W (пропорциональны силе веса G и вызваны силами трения). При этом надо стремиться приложить усилие в плоскости сил трения. Силы трения не зависят от поверхности контакта, и если попытаться перемещать прежним способом высокое тело (рис. 1.2, б), то сопротивление движению сконцентрируется в точке с реакцией G , а движущая сила S на плече a создаст опрокидывающий момент $Sa > Gf$.

Для перемещения тела методом опрокидывания используют рычаги или при возможности смещают точку опоры к центру. В идеальном случае приходим к круглой форме, где точка опоры находится под центром тяжести и в состоянии покоя $f = 0$ (можно использовать технологическую оснастку — надеть на ящик круглые ободья). Однако при перемещении круглого тела (рис. 1.2, в) также возникают сопротивления, так как вследствие деформации соприкасающихся поверхностей (круглой и плоской) возникает поверхность смятия с контактными напряжениями и их равнодействующая G относительно центра O будет создавать момент сопротивления на плече f .

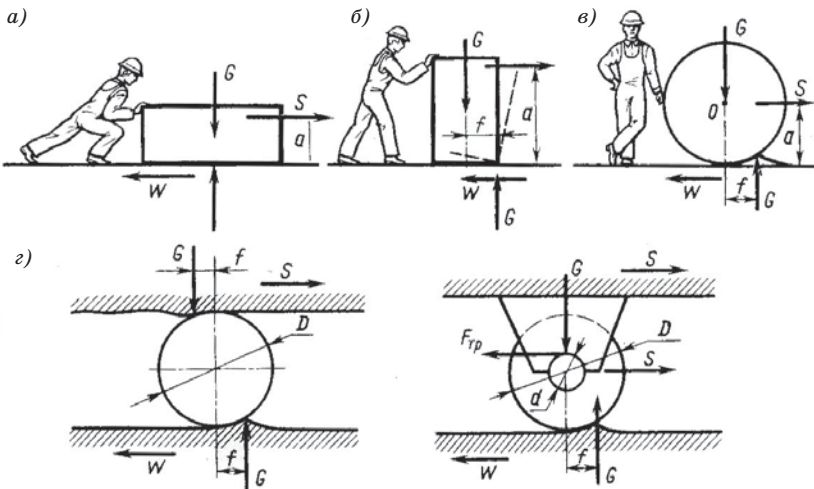


Рис. 1.2. Схемы сопротивления груза перемещению

При использовании перегрузочной техники нагрузки воспринимаются различными элементами, сопротивления возникают в узлах взаимодействия конструкций, механизмов и машины в целом относительно причала. При этом для взаимного перемещения элементов в различных узлах широко используют шаровые опоры и цапфы (рис. 1.2, з).

При перемещении тела на шарах или роликах движущая сила S на плече D создает момент, преодолевающий моменты сопротивления качению по двум плоскостям. При движении $S = W$, тогда можно записать: $SD = 2Gf$; $S = 2Gf / D$.

При использовании колеса с осью в цапфе (подшипник скольжения) кроме сопротивления на поверхности качения необходимо преодолеть силу трения на оси:

$$F_{\text{тр}} = G\mu,$$

где μ — коэффициент трения.

Таким образом, вращению колеса препятствуют момент от сил трения на оси и момент от равнодействующей напряжений деформации при взаимодействии колеса с опорной поверхностью.

Движущая сила S через буксу приложена к центру колеса, а ее равнодействующая реализуется силами трения W (при отсутствии проскальзывания) по поверхности качения с момента относительно центра O на радиусе колеса.

Условием движения является равенство рассмотренных моментов. Отсюда определим равнодействующее приведенное сопротивление, т. е. движущую силу:

$$WD/2 \geq F_{\text{тр}} d/2 + Gf,$$

где d — диаметр оси.

После подстановки $F_{\text{тр}} = G\mu$, и некоторых преобразований получим

$$S = G(\mu d/D + 2f/D).$$

Эта формула объясняет практическую целесообразность больших размеров колес у телег или велосипедов при передвижении их по неасфальтированным дорогам, необходимости смазывания осей ($\mu \rightarrow \min$) и использования железной дороги, дорожных покрытий и накачанных шин ($f \rightarrow \min$) для снижения усилий по преодолению сопротивлений.

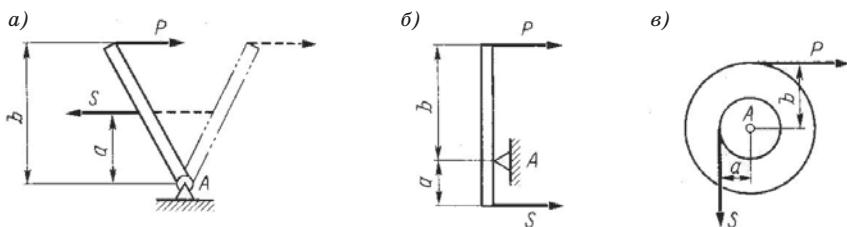


Рис. 1.3. Силы и моменты сил в элементах портовой техники

Для реализации силы S меньшими усилиями P используют рычаги (рис. 1.3, а, б), ворота (рис. 1.3, в) и т. п. (проборазы металлоконструкций портовой техники и привода): $P = Sa/b$. При этом получаем выигрыш в силе, но не в работе или мощности, так как меньшую силу приходится использовать на большем расстоянии и с большей скоростью.

Дальнейшее рассмотрение портовой техники потребует правильного определения сил, точек их приложения, моментов сил и мощности с учетом дополнительных сопротивлений в зависимости от условий эксплуатации.

Кроме механического взаимодействия для транспортирования используются также инерционное, пневматическое и гидравлическое взаимодействия. От этого зависят рациональность конструкции, ее стоимость и энергоемкость.

1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ, ТИПЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ МАШИН

Груз можно перемещать разными способами, используя различные физические принципы. Этим определяется многообразие перегрузочного оборудования. В основе классификации лежит некоторая общность признаков типов оборудования, имеющая условный характер. Традиционно все оборудование делится на две обобщающие группы по принципу перемещения груза (рис. 1.4): 1) подъемно-транспортные машины (ПТМ) с возвратно-поступательным действием грузонесущего органа (с рабочим и холостым ходом в цикле работы); 2) машины непрерывного транспорта (МНТ) с непрерывным перемещением потока груза (рабочий и холостой ход совмещены во времени или холостой ход отсутствует после прекращения воздействия на груз, использования и выпуска несущей среды — воды, воздуха и т. п.).

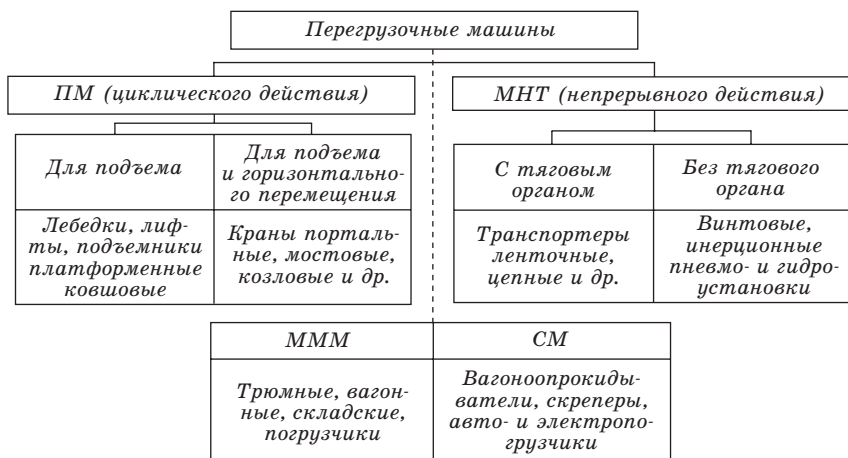


Рис. 1.4. Классификация перегрузочных машин

Часто выделяют отдельную группу машин по их технологическому предназначению — машины малой механизации (МММ), которые представляют собой компактные машины для работы в замкнутых стесненных пространствах (в трюме, вагоне, на складе), использующие в сочетании различные способы захвата и транспортирования груза.

Имеются также специализированные машины (СМ): вагоноопрокидыватели, скреперные установки, пакетформирующие, кантующие и пр.

Типичными представителями портовой перегрузочной техники в соответствии с приведенной классификацией являются порталный кран, мостовой и грейферно-бункерный перегружатели, транспортный штабелер (стаккер-реклаймер), пневмоперегрузатель, винтовой судоразгрузчик, электропогрузчик, ковшевой — шнековый погрузчик (рис. 1.5, а–ж).

Для перегрузочных машин используют ряд показателей, позволяющих производить их сравнение.

Грузоподъемность $m_{гр}$ — масса номинального (максимального) рабочего груза, на подъем которого рассчитана машина. Значения грузоподъемности нормированы от 0,01 до 1250 т (для портовых кранов: 3,2; 5; 6,3; 8; 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100). При этом учитывают вылет стрелы (расстояние от оси вращения до оси грузонесущего органа), пролет (расстояние между опорными рельсами)

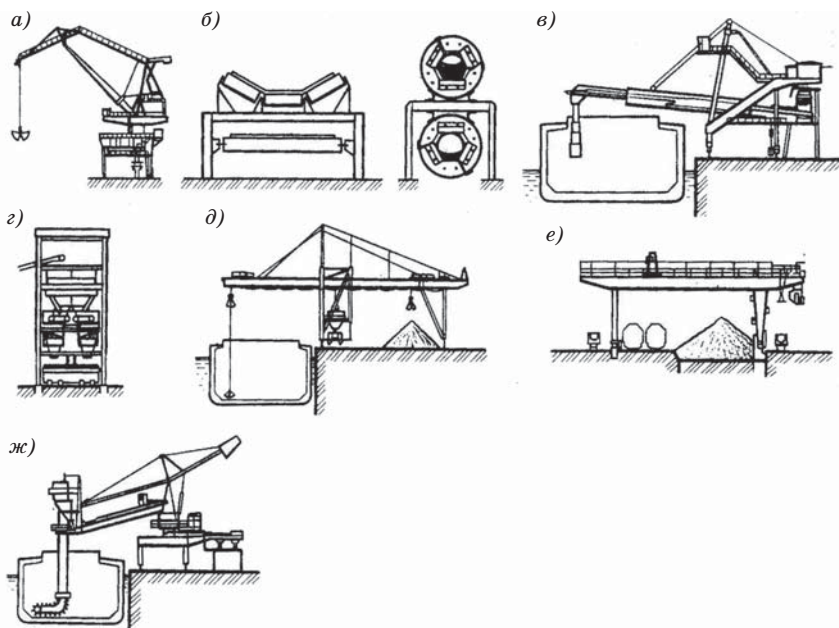


Рис. 1.5. Примеры портового перегрузочного оборудования: *a* — порталный кран; *b* — ленточные транспортеры — желобчатый и трубчатый; *v* — судопогрузчик для сыпучих грузов; *г* — бункерная установка для загрузки вагонов; *д* — грейферно-бункерный мостовой перегружатель; *e* — мостовой перегружатель для вагонных и складских работ; *ж* — судоразгрузчик норийно-конвейерный

и скорость движения различных механизмов (подъем, поворот, изменение вылета, передвижения), которые бывают установочными и рабочими, определяющими полное время цикла в заданных условиях, т. е. производительность машины.

Удельная металлоемкость K_M определяется отношением массы крана m_K к грузоподъемности $m_{ГР}$ с учетом вылета стрелы R :

$$K_M = m_K / (m_{ГР}R).$$

Удельная энергоемкость $K_Э$ определяется отношением суммы установленных мощностей электродвигателей N_d к грузоподъемности:

$$K_Э = \sum N_d / m_{ГР}.$$

Машины непрерывного транспорта можно оценивать и сравнивать по аналогичным показателям:

удельная металлоемкость —

$$K_M = m_M / П;$$

удельная энергоемкость —

$$K_Э = \sum N_D / П,$$

где m_M — масса машины (установки), отнесенная к ее производительности; $П$ — производительность машины; $\sum N_D$ — сумма мощностей установленных двигателей.

Под производительностью понимают массу насыпного или штучного груза, перемещаемого машиной (установкой) в единицу времени.

Параметры перегрузочных машин являются их обобщенной характеристикой и служат критерием при сравнительном анализе. Часто приходится рассматривать варианты использования машин разных типов (например, ПТМ и МНТ), при этом необходимо использовать общие технико-экономические показатели относительно одного заданного — производительности.

Для определения производительности циклического действия грузоподъемность рассматривают совместно с рабочими скоростями основных механизмов применительно к условиям предполагаемой эксплуатации. Зная производительность ПТМ, можно их рассматривать совместно с МНТ в альтернативных вариантах, пользуясь соответствующими показателями.

Масса и суммарная мощность являются натуральными показателями, так как определяют нагрузки на гидротехнические сооружения причала и на электроподстанцию порта.

В годы создания первых МНТ для портов был испытан опытный экземпляр машины, не принятой в эксплуатацию из-за превышения нагрузок на причал и электроподстанцию, так как в транспортной цепочке механизмов машины (захват груза — транспортирование — передача на береговую машину) были использованы различные физические принципы транспортирования и требовалась энергия на неоднократное изменение свойств груза (рыхление — уплотнение и т. д.). Механизмы и электродвигатели потребовали мощной несущей металлоконструкции и больших расходов

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
РАЗДЕЛ I. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ	
Глава 1. Эксплуатационные и расчетные нагрузки, детали и узлы...	6
1.1. Общие сведения.....	6
1.2. Груз и сопротивление его перемещению	13
1.3. Классификация, типы и показатели перегрузочных машин.....	17
1.4. Эксплуатационные нагрузки и режимы работ	22
1.5. Расчетные нагрузки.....	25
1.6. Материалы, детали машин и грузонесущие элементы ..	33
1.7. Привод	46
1.8. Тормоза и остановки	61
1.9. Грузозахватные устройства	70
Глава 2. Перегрузочные машины	86
2.1. Машины периодического действия	86
2.2. Механизм подъема	98
2.3. Стреловые устройства и механизмы изменения вылета	104
2.4. Опорно-поворотные устройства и механизмы вращения	111
2.5. Ходовые части и механизмы передвижения	115
2.6. Эксплуатационные требования к работе машин в период неустановившегося движения	119
2.7. Электро- и автопогрузчики	122
2.8. Устойчивость кранов и погрузчиков.....	131
2.9. Плавающие краны и судовые перегрузочные средства.....	138
2.10. Мобильные портовые краны.....	147
Глава 3. Машины непрерывного действия.....	151
3.1. Классификация и эксплуатационные показатели.....	151
3.2. Ленточные транспортеры	154
3.3. Цепные конвейеры	171
3.4. Элеваторы.....	177
3.5. Винтовые транспортеры	183
3.6. Гравитационные спуски, инерционные и вибрационные транспортеры	189
3.7. Пневмотранспортные установки	195
3.8. Гидротранспортные установки.....	203
Глава 4. Специальные машины и вспомогательные установки малой механизации	209
4.1. Машины трюмной механизации	209
	425

4.2. Машины для грузовой обработки вагонов.....	216
4.3. Бункерные и силосные установки	228

РАЗДЕЛ II. МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Глава 5. Перегрузочные комплексы для штучных грузов.....	236
5.1. Штучные грузы и укрупнение грузовых мест	236
5.2. Механизация перегрузки генеральных грузов	250
5.3. Оборудование для горизонтальной грузовой обработки судов РО–РО	252
5.4. Оборудование контейнерных терминалов	272
5.5. Оборудование причалов для лесных грузов	306
5.6. Оборудование для переработки скоропортящихся грузов	318
Глава 6. Перегрузочные комплексы для навалочных и наливных грузов	322
6.1. Свойства грузов и компоновка схемы механизации навалочных грузов.....	322
6.2. Грейферно-бункерные и конвейерные комплексы	324
6.3. Механизация перегрузки зерновых грузов	330
6.4. Механизация перегрузки пылевидных грузов	333
6.5. Автоматизация бункерно-конвейерных комплексов	338
6.6. Перегрузочные комплексы для ПГС и их автоматизация	340
6.7. Портовые работы с наливными грузами.....	345
6.8. Предотвращение загрязнения портовых вод	357
Глава 7. Общие требования к использованию портового перегрузочного оборудования	360
7.1. Комплексная механизация и управление перегрузочным процессом	360
7.2. Роботы и гибкие автоматизированные портовые технологии	367
7.3. Порт в системе мультимодальных перевозок	380
7.4. Предотвращение загрязнения и природопользование портов	389

РАЗДЕЛ III. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И МОНТАЖ ПОРТОВЫХ МАШИН

Глава 8. Организация технической эксплуатации портового оборудования	393
8.1. Техническая эксплуатация и пути ее совершенствования	393

8.2. Создание и эксплуатационное старение машин	395
8.3. Основные виды износа портовой техники	397
8.4. Стратегия ремонта и планово-предупредительный ремонт.....	399
8.5. Оптимизация межремонтных циклов, запасов сменно-запасных частей и ремонтной базы	401
8.6. Технический надзор за содержанием ПТО и производством работ по перемещению грузов.....	404
8.7. Организация технического обслуживания.....	406
8.8. Надежность перегрузочного оборудования	409
Глава 9. Монтаж подъемно-транспортных машин.....	414
9.1. Организация монтажных работ.....	414
9.2. Монтажно-сборочные работы.....	419
9.3. Приемосдаточные испытания.....	423
Литература	424