

А.В. Вавилов

**ВВЕДЕНИЕ
В ИНЖЕНЕРНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ**

Минск 2007

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

А.В. Вавилов

ВВЕДЕНИЕ
В ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области транспорта
и транспортной деятельности в качестве пособия
для студентов специальности 1-36 11 01
«Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование»*

Минск 2007

УДК 626:378 (075.8)

ББК 74.58я7

В 12

Рецензенты:

А.Н. Орда, д-р техн. наук, доцент,
зав кафедрой БАТУ;

В.М. Пилипенко, канд. техн. наук, доцент,
директор УП «Институт НИПТИС»,
иностраный член РААСН

Вавилов, А.В.

В 12 Введение в инженерное образование: пособие / А.В. Вавилов. –
Мн.: БНТУ, 2007. – 315 с.

ISBN ~~978~~-985-479-622-2.

В пособии приведены материалы, необходимые для быстрой адаптации студентов 1-го курса специальности 1-36 11 01 и успешного их обучения в техническом вузе, изложены эффективные методы получения знаний. Приведены нормативные документы по подготовке специалистов в области подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования, а также сведения из истории развития таких машин.

Пособие знакомит студентов с профилирующими дисциплинами специальности, конструкциями машин и актуальными вопросами создания и эксплуатации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин в Беларуси.

Пособие предназначено для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». Материалы 4-й главы пособия могут быть полезны студентам строительных специальностей при изучении строительных и дорожных машин.

УДК 626:378 (075.8)
ББК 74.58я7

ISBN ~~978~~-985-479-622-2

© Вавилов А.В., 2007
© БИТУ, 2007

Введение

Для многих отраслей народнохозяйственного комплекса Беларуси необходимы специалисты высшей квалификации специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». В развитии научно-технического прогресса значительная роль отводится подъемно-транспортным машинам, с помощью которых осуществляются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, ликвидация ручных погрузочно-разгрузочных работ и исключение тяжелого ручного труда при выполнении основных и вспомогательных технологических операций. Современные поточные технологические и автоматизированные машины, межцеховой и внутрицеховой транспорт требуют применения разнообразных типов подъемно-транспортных машин и механизмов, обеспечивающих непрерывность и ритмичность производственных процессов. Поэтому подъемно-транспортные машины превратились сегодня в один из основных решающих факторов, определяющих эффективность производства.

В соответствии со стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь в ближайшие годы предполагается существенное увеличение объемов строительства, успешное ведение которого немыслимо без применения эффективных строительных машин.

Не менее актуальной задачей является строительство и эксплуатация автомобильных дорог Беларуси – одного из важнейших элементов транспортной системы республики. Решение дорожных проблем также невозможно без применения современной дорожной техники.

Решать обозначенные выше проблемы, создавать новую подъемно-транспортную, строительную и дорожную технику, а также грамотно ее эксплуатировать призваны инженеры, имеющие специальность «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». Для успешной подготовки таких специалистов в высших учебных заведениях учебным планом предусмотрена дисциплина «Введение в инженерное образование», задачей которой является быстрейшая адаптация в вузе студентов, избравших данную специальность, знакомство с ней, а также подготовка будущих специалистов к глубокому изучению дисциплин специальности.

ИНФОРМАЦИЯ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ И УСПЕШНОГО ИХ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

1.1. Технические вузы Беларуси

В системе образования Республики Беларусь имеется 10 технических высших учебных заведений. Большинство из них сосредоточено в г. Минске. Это – Белорусский национальный технический университет, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Белорусский государственный технологический университет и Белорусский аграрный технический университет. Ведущим инженерно-техническим учебным заведением республики является Белорусский национальный технический университет (БНТУ), который официально в 2005 году признан базовым ведущим инженерно-техническим вузом стран СНГ. В этом вузе открыта специальность 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». Такие же специальности открыты в Белорусско-Российском университете (г. Могилев) и Белорусском государственном университете транспорта (г. Гомель).

БНТУ является первенцем и флагманом высшего инженерно-технического образования Республики Беларусь, университет за годы своего существования подготовил около 145 000 высококвалифицированных специалистов для народного хозяйства Беларуси, республик бывшего СССР и зарубежных стран.

Технический университет, в то время Белорусский политехнический институт (БПИ), был создан в 1920 г., тогда в нем занималось несколько сот учащихся. Сегодня на 16 факультетах и в филиале г. Солигорска обучается около 29 тыс. студентов, в том числе почти 19 тыс. на дневном отделении. В вузе учатся более 650 студентов, аспирантов и стажеров из 43 стран мира.

На базе университета работают Региональный центр тестирования и профориентации, Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала, Республиканский институт инновационных технологий, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым

направлениям развития техники, технологии и экономики, Республиканский институт высшего технического образования, Международный институт дистанционного образования, завод «Политехник».

Университет располагает 18 учебно-лабораторными и хозяйственными корпусами, 14 студенческими общежитиями, санаторием-профилакторием, 50-метровым плавательным бассейном и спортивными залами для занятий более чем по 20 видам спорта.

Учебно-научные лаборатории, кабинеты, мастерские оснащены современным оборудованием, приборами, установками, стендами. Разносторонняя подготовка, работа в учебных и научных лабораториях, выполнение курсовых и дипломных работ и проектов, прохождение производственной практики, умение работать с ЭВМ позволяют студентам стать высококвалифицированными специалистами-инженерами, экономистами, конструкторами, педагогами, менеджерами, бухгалтерами.

Подготовку специалистов по 75 специальностям и 112 специализациям в 2005 г. вели почти 1900 преподавателей более 100 кафедр, в т.ч. 175 докторов наук и 774 кандидата наук. Многие из них удостоены высоких званий «Заслуженный работник образования Республики Беларусь», «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь» и др. [1].

Сегодня в республике нет такого предприятия, транспортного или строительного коллектива, НИИ или КБ, где бы ни трудились выпускники БНТУ. Многие из них являлись или являются руководителями, ведущими специалистами различных предприятий и учреждений.

Как первенец и флагман высшего технического образования в республике, БПИ – БГПА – БНТУ явился базой для вновь созданных высших учебных заведений и научных учреждений, производственных предприятий. В их числе: Белорусский институт механизации сельского хозяйства (ныне Белорусский государственный аграрный технический университет), Могилевский машиностроительный институт (ныне Белорусско-Российский университет), Минский радиотехнический институт (ныне Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники), Брестский инженерно-строительный институт (ныне политехнический университет), Новополоцкий политехнический институт (ныне Полоцкий государственный университет), Гомельский политехнический институт (ныне технический университет им. П.О. Сухого), Барановичский государственный

университет, Белорусское республиканское научно-производственное объединение порошковой металлургии, экспериментально-опытный завод «Политехник» и др.

Сегодня БНТУ – один из крупнейших научно-технических центров республики. В его составе свыше сорока научных лабораторий, секторов, СКБ, центров, институтов. Университет проводит совместные научные исследования со многими организациями и предприятиями, отраслевыми НИИ и академическими институтами республики и других государств, включая страны СНГ.

В целях концентрации сил и средств в подготовке и переподготовке кадров и повышении их квалификации в различных областях экономики в 2004 году в состав БНТУ были вновь возвращены ранее выделенные в самостоятельные структуры Институт повышения квалификации и переподготовки кадров по новым направлениям развития техники, технологии и экономики и Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала.

Проведенные преобразования подняли престиж вуза как флагмана высшего технического образования страны, позволили улучшить качество обучения, увеличить набор студентов, расширить число специальностей.

Особое внимание уделяется набору первокурсников, ибо их уровень знаний, умение учиться во многом определяют качество подготовки будущих специалистов. Постоянное внимание уделяется развитию лицея БНТУ и лицейских классов, которые созданы во всех областях Беларуси и г. Минске. Численность учащихся в лицейских классах, созданных в 23 районах республики и Минске, в 2005 г. составила 3,5 тыс. человек.

В последние годы сотрудничество Белорусского национального технического университета с зарубежными странами и вузами, различными международными фондами и программами становится все более плодотворным и разнообразным и включает в себя взаимные официальные визиты руководителей вузов, участие в международных научных конференциях, обмен студенческими группами в ходе производственных практик, выезд на спортивные состязания и культурно-массовые мероприятия, открытие выставок, обмен книгами и многое другое.

В конце 2005 г. БНТУ имел двусторонние договоры о сотрудничестве более чем с 70 университетами из 25 стран. В их числе Венский технический университет (Австрия), Дрезденский технический университет, технический университет г. Ильменау (Германия), Вроцлавский технический университет (Польша), Тегеранский технический университет (Иран), МГТУ им. Баумана и Санкт-Петербургский технический университет (Россия), Национальный технический университет – КПИ (Украина) и другие. В БНТУ обучается около 700 иностранных студентов из 42 зарубежных государств. В свою очередь, развивая учебные связи с Россией, БНТУ ежегодно направлял на учебу в Санкт-Петербургский государственный технический университет и Санкт-Петербургский государственный горный университет около 30 человек.

Таким образом, БНТУ имеет значительные достижения в подготовке научных и преподавательских кадров, проведении научных исследований, развитии международного сотрудничества по разным направлениям со многими странами мира. Вуз интегрирован в международную образовательную систему, располагает современной учебно-методической и научно-исследовательской базой, выполняет важнейшие фундаментальные и прикладные научные работы. В университете созданы все условия для учебы, работы и отдыха. БНТУ играет важную роль в подъеме общеобразовательного, технического и культурного уровня жителей республики. Тысячи выпускников БПИ – БГПА – БНТУ стали известными учеными, государственными деятелями, руководителями крупных промышленных предприятий,строек, фирм, НИИ и КБ не только в Беларуси, республиках СНГ, но и во многих странах всего мира [1].

Обучение по специальности 1–36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» ведется в БНТУ на факультете транспортных коммуникаций (ФТК) на дневном и заочном отделениях [2].

В состав ФТК входят 7 кафедр (в том числе 4 выпускающих и 3 общеобразовательных), 6 научно-исследовательских лабораторий и студенческое проектное бюро «Автодор».

Выпускающие кафедры: «Строительство и эксплуатация дорог», «Проектирование дорог», «Мосты и тоннели», «Строительные и дорожные машины».

Общеобразовательные кафедры: «Соппротивление материалов и теория упругости», «Инженерная геодезия», «Высшая математика № 3».

На факультете работают 59 кандидатов и 9 докторов технических наук. Кафедры уделяют большое внимание дальнейшему совершенствованию и повышению эффективности учебного процесса на основе широкого внедрения современных технических средств обучения, вычислительной техники, элементов научных исследований и широкого привлечения студентов к научно-исследовательской работе.

Молодые специалисты, окончившие факультет транспортных коммуникаций, получают хорошую подготовку по физико-математическим, общетехническим, специальным и экономическим дисциплинам, обладают хорошими организаторскими способностями, владеют научными методами организации строительного производства. Выпускники факультета работают в проектных, строительных, эксплуатационных и научно-исследовательских организациях дорожной отрасли, а также в ряде смежных областей строительства. Они успешно работают на производстве на ответственных должностях (управляющие трестами, начальники управлений министерств, начальники и главные инженеры производственных организаций и др.), в высших учебных заведениях, научно-исследовательских и проектных институтах. Многие выпускники за достигнутые высокие показатели в труде награждены правительственными наградами. Более 30 выпускников факультета защитили докторские и кандидатские диссертации.

За время существования факультета для народного хозяйства Республики Беларусь подготовлено более 5000 специалистов. Для зарубежных стран (Вьетнам, Непал, Сирия, Йемен, Судан, Конго и др.) подготовлено 300 инженеров. Защитили кандидатские диссертации граждане Судана, Чада, Сирии, Непала и др.

1.2. Эффективные методы получения знаний в техническом вузе

Объем знаний, который должен усвоить будущий инженер, очень велик, и его нереально получить на занятиях в вузе, где преподаватель дает в основном краткий курс лекций. Весь остальной материал студент должен прорабатывать самостоятельно. Для успешной самостоятельной работы студент должен уметь организовывать систематическую и производительную учебу.

Во-первых, необходимо научиться эффективно работать на занятиях. Как это правильно сделать, советуют не только в учебной и научной литературе, но и в периодической печати. Так, в газете «Весті БНГУ» № 15 от 8 сентября 2006 года в статье «Как научить себя трудиться» приведено много полезных советов. Вот некоторые из них.

«Планируйте самостоятельную работу по времени дня, отводимому на ее выполнение, и стремитесь строго соблюдать план, иначе времени не хватит ни на что. Но не забывайте совета Козьмы Пруткова, в частности, не пытайтесь объять необъятное – за один присест полностью сделать какую-то одну трудоемкую работу в ущерб другим, более мелким. Помните, что длительные перерывы в учебной работе недопустимы.

На стипендию трудно прожить, есть соблазн подработать, но учебный план составлен так, что на его выполнение студент вынужден тратить почти все свое время. И здесь правило: прогресс в одном – регресс в другом. Ничто так не помогает студенту успешно учиться, как правильный распорядок дня. Ночные рабочие бдения, затяжные, за полночь, гуляния и «отмечания» учебе не помогают.

Всегда работайте предельно аккуратно, разборчиво ведите записи, не лепите все в одну общую тетрадь, лучше сразу начинайте работать на стандартном формате А4 и со скоросшивателем. Не носите учебные материалы, компакт-диски и дискеты в полиэтиленовых пакетах, заведите жесткую папку, портфель, дипломат. Всегда имейте с собой про запас ручку, карандаш, ластик, десяток листов бумаги.

Не позволяйте себе лениться! Если пришли на занятия, сумейте заставить себя работать, а не сидеть впустую. Жизнь интересна, если добывать новые знания, но помните – она быстротечна, поэтому не тратьте время попусту. Подводите перед сном итоги дня, проснувшись, наметьте схему обязательных дел на предстоящий день.

Не ограничивайтесь лекциями и учебниками, знания нужны не преподавателю в день экзамена, а вам на всю жизнь, работайте больше в библиотеках, обязательно с патентными источниками и рекламными проспектами. Безусловно, найдите выход в Интернет, научитесь собирать нужную информацию по теме поиска, ищите и знакомьтесь с базами данных по интересующей вас тематике. Не стесняйтесь спрашивать у более опытных, как отыскать необходимую информацию. Стыдно не спросить, стыдно так и не узнать!

Постарайтесь сохранить конспекты лекций и свои проектные разработки. Они пригодятся в профессиональной деятельности в первые годы вашей работы в качестве инженера.

Не забывайте о здоровье и душе. Один-два раза в неделю играйте в подвижные игры, но только по самочувствию, сразу много в любой ситуации очень плохо. Студенческие годы – лучшее время для общения к сокровищам искусства: ходите в театры, филармонию, музеи и на художественные выставки, смотрите вживую и впитывайте классику всей душой; душа не стареет, если вы даете ей пищу. Знайте, что лучшая одежда человека – это его разностороннее воспитание.

Хорошо и честно учиться всегда трудно, но зато результат – свободное владение сутью вопросов, способность понять и оценить состояние проблем и перспектив конкретной области, наконец, возможность самому предложить пути их решения. Такой результат учебы и есть движитель вашего скорого жизненного успеха в самостоятельном плавании».

Много полезных советов по эффективным методам получения знаний в вузе приведено в «Энциклопедии студента» [3]. В частности, обращено внимание на полезность посещения студентами лекций и умение эффективно на них работать.

«Лекция – очень экономичный, эффективный и эмоционально наполненный способ передачи знаний.

У первокурсника, который, как правило, в вузе впервые сталкивается с такой формой учебных занятий, часто поначалу складывается мнение, что на лекции он – лицо пассивное и все, что от него требуется, – слушать и записывать то, что говорит преподаватель. Но это ошибочное и даже опасное представление.

На самом деле слушание лекции предполагает активную мыслительную деятельность студента, главная задача которой – понять сущность рассматриваемой темы, уловить логику рассуждений лектора; размышляя вместе с ним, оценить его аргументацию, составить собственное мнение об изучаемых явлениях и соотнести услышанное с тем, что уже изучено.

При этом студент должен еще успевать делать записи изложенного в лекции материала. Понятно, что ведение таких записей, которые называются конспектами, также является творческим процессом, требует определенных умений и навыков.

Чтобы вам было легче их приобрести, рекомендуем запомнить несколько практических советов:

- не старайтесь записать дословно все, что говорит преподаватель, – это невозможно да и не нужно. Если вы будете к этому стремиться, в ваших записях неизбежны недописанные предложения, пропуски, а поэтому – нарушения логики изложения материала, которые сделают конспект бесполезным. Учитесь формулировать мысли кратко и своими словами, записывая только самое существенное;

- учитесь на слух отделять главное от второстепенного;

- записи должны быть сжатыми, логично связанными, представлять собой нечто вроде развернутого плана лекции;

- если в лекции предлагаются схемы, таблицы, чертежи, обязательно полностью заносите их в тетрадь, выполняя аккуратно и внимательно;

- по ходу лекции преподаватель обычно отмечает те или иные мысли, положения, поэтому сразу делайте соответствующие смысловые выделения в ваших записях. Для этого можно использовать не только разные виды подчеркиваний (прямая, волнистая линии, пунктир и т. п.), разноцветные выделения, но и различные значки, например: ! – «важно», ? – «проверить, уточнить», «обратить внимание» и др. [3];

- оставляйте в тетради поля, которые можно использовать в дальнейшем для уточняющих записей, комментариев, дополнений и т. п.;

- используйте красную строку для выделения смысловых частей в записях;

- постарайтесь выработать свою собственную систему сокращения часто встречающихся слов или их замены определенными знаками. Это даст вам возможность меньше писать, больше слушать и думать;

- сразу после лекции постарайтесь просмотреть записи и по свежим следам восстановить пропущенное, дописать недописанное, доделать необходимые выделения».

Большая роль при подготовке будущего инженера отводится практическим и лабораторным занятиям. Относительно этих видов занятий в «Энциклопедии студента сказано» [3]:

«Практическое занятие – это одна из форм учебной работы, которая ориентирована на закрепление изученного теоретического материала, его более глубокое усвоение и формирование умения применять теоретические знания в практических, прикладных целях.

Особое внимание на практических занятиях уделяется выработке учебных или профессиональных навыков. Такие навыки формируются в процессе выполнения конкретных заданий – упражнений, задач и т. п. – под руководством и контролем преподавателя.

Готовясь к практическому занятию, тема которого всегда заранее известна, студент должен освежить в памяти теоретические сведения, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы, подобрать необходимую учебную и справочную литературу. Только это обеспечит высокую эффективность практических учебных занятий.

Чтобы преподаватель имел возможность наблюдать за работой каждого студента, оказывая ему необходимую методическую и консультационную помощь, практические занятия проводятся обычно с академическими группами студентов.

Лабораторное занятие – одна из форм учебной работы, которая направлена на освоение учащимися отдельных видов, способов и методов проведения экспериментальной научно-исследовательской работы. Такая форма учебных занятий требует использования специального оборудования, технических средств и материалов и проводится в учебных лабораториях. Применяется главным образом при изучении дисциплин естественно-научного и технического профиля.

Лабораторные занятия дают возможность студентам научиться правильно обращаться с различными приборами и материалами, приобрести практические навыки наблюдения за объектами эксперимента, правильного анализа и обобщения полученных результатов, их критической оценки. Нередко на лабораторных занятиях предусматривается применение комплексных знаний из разных областей науки.

Перед каждым лабораторным занятием, а особенно перед контрольными и лабораторными работами, необходимо:

- тщательно ознакомиться с полученным экспериментальным заданием;
- выделить все теоретические положения, на основе которых оно может быть выполнено;
- наметить пути осуществления задания;
- подготовить все рабочие материалы для записи результатов опытов: таблицы, формы протоколов, графики и пр. При проведении лабораторной работы особое значение имеет тщательность выполнения эксперимента и фиксирования результатов».

Специфичной формой учебной работы в техническом вузе является курсовое проектирование. Такая учебная работа направлена не только на закрепление изученного теоретического материала, но и является прелюдией дипломного проектирования. Здесь студент учится самостоятельно принимать инженерные решения и защищать их перед преподавателем – специалистом высшей квалификации в области конкретной технической дисциплины. Курсовое проектирование таким образом относится как к обязательному учебному занятию, так и к внеаудиторной самостоятельной работе.

Итоговым контролем качества усвоения пройденного (за один семестр или несколько семестров) материала являются зачеты и экзамены.

Зачет служит формой проверки успешного выполнения студентами лабораторных и практических работ, заданий практики, а также выполнения курсового проекта.

Зачеты проводятся во время зачетной недели, как правило, перед началом экзаменационной сессии, и принимаются преподавателями, руководившими лабораторными или практическими занятиями в группе или читавшими лекции по курсу, если по учебному плану предусмотрен только зачет.

Зачеты по практике выставляются преподавателем на основе представленных отчетов, составляемых студентами в соответствии с утвержденной программой практики. Материалы отчета на зачете студентом, как правило, защищаются.

Зачеты по курсовым проектам проставляются также на основе результатов их защиты студентами.

Результаты сдачи зачетов обычно оцениваются отметкой «зачтено», однако иногда проводятся зачеты с дифференцированными оценками от четырех до десяти баллов.

При условии сдачи всех зачетов, предусмотренных учебным планом, студенты допускаются к экзаменационной сессии, где им предстоит сдавать экзамены [3, 4].

К общим требованиям по ответу студента на экзамене можно отнести:

- 1) ответ должен быть кратким и точно сформулированным;
- 2) ответ не должен содержать двусмысленных фраз;
- 3) по каждой формуле необходимо пояснять ее физический смысл и т.д.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С НОРМАТИВНЫМИ ДОКУМЕНТАМИ ПО ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Чтобы выпускники различных вузов Беларуси, получающие одну и ту же специальность, осваивали одни и те же дисциплины и в том объеме знаний, которые необходимы будущему специалисту, существуют нормы, определяемые руководящим документом – Образовательным стандартом. Образовательный стандарт дает общую характеристику специальности, устанавливает требования к содержанию профессиональной деятельности специалиста, его квалификационной характеристике (составу компетенций), определяет требования к знаниям и умениям по дисциплинам циклов, а также структуру учебного плана специальности, минимум содержания образовательной программы по циклам дисциплины, требования к условиям реализации основной образовательной программы.

2.1. Квалификационная характеристика специалиста

Сферами профессиональной деятельности специалиста по специальности 1-36 11 01 являются производство, экономика, образование и наука.

Объектами профессиональной деятельности специалиста являются: предприятия, производящие и эксплуатирующие строительные, дорожные, подъемно-транспортные, коммунальные машины и оборудование, комплексы машин для дорожного строительства и производства строительных материалов, средства комплексной механизации и автоматизации работ в строительстве, робототехническое и манипуляционное оборудование автоматизированных строительных, дорожных, подъемно-транспортных машин и оборудования, мелиоративную и коммунальную технику, лифты и грузоподъемное оборудование, производственно-коммерческие, научные и образовательные учреждения.

Выпускник вуза после адаптации до 1 года должен быть компетентным в следующих видах профессиональной деятельности:

- производственно-технологическая;
- проектная (проектно-конструкторская);
- ремонтно-эксплуатационная;
- научно (экспериментально) -исследовательская;
- организационно-управленческая.

Выпускник вуза должен уметь решать следующие профессиональные задачи:

- проектирование узлов и систем строительных, дорожных, подъемно-транспортных, коммунальных машин и оборудования, лифтов и подъемников;
- монтаж, наладка, испытание, ремонт и техническое обслуживание строительных, дорожных, подъемно-транспортных, коммунальных машин и оборудования, лифтов и подъемников;
- управление технологическими процессами, подразделениями дорожного, строительного и коммунального профиля;
- разработка и освоение новых машин и новых технологических процессов.

Подготовка специалиста должна обеспечивать формирование следующих групп компетенций:

академических, включающих знания и умения по изученным дисциплинам, способности и умения учиться;

социально-личностных, включающих культурно-ценностные ориентации, знание идеологических, нравственных ценностей общества и государства и умение следовать им;

профессиональных, включающих знания и умения формулировать проблемы, решать задачи, разрабатывать планы и обеспечивать их выполнение в избранной сфере профессиональной деятельности.

2.2. Требования к уровню подготовки выпускника

Общие требования к уровню подготовки выпускника по специальности 1-36 11 01 следующие:

1. Выпускник должен иметь достаточный уровень знаний и умений в области социально-гуманитарных, естественно-научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, дисциплин специализации для осуществления социально-профессиональной деятельности.

2. Выпускник должен уметь непрерывно пополнять свои знания, анализировать исторические и современные проблемы социально-

экономической и духовной жизни общества, знать идеологию белого русского государства, нравственные и правовые нормы, уметь учитывать их в своей жизнедеятельности.

3. Выпускник должен владеть государственными языками (белорусским, русским); одним или несколькими иностранными языками, быть готовым к постоянному профессиональному, культурному и физическому самосовершенствованию.

Специалист должен обладать следующими академическими компетенциями:

- владеть и применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- быть способным порождать новые идеи (креативность);
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация);
- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Специалист должен иметь следующие социально-личностные компетенции:

- обладать качествами гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- владеть навыками сохранения здоровья;
- быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);
- уметь работать в команде.

Специалист должен обладать следующими профессиональными компетенциями по видам деятельности:

в области организационно-управленческой деятельности:

- организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей, планировать фонды оплаты труда;
- контролировать и поддерживать трудовую и производственную дисциплину;

- составлять документацию (графики работ, инструкции, планы, заявки, деловые письма и т.п.), а также отчетную документацию по установленным формам;

- взаимодействовать со специалистами смежных профилей;

- анализировать и оценивать собранные данные;

- разрабатывать, представлять и согласовывать представляемые материалы;

- вести переговоры, разрабатывать контракты с другими заинтересованными участниками;

- готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них;

- пользоваться глобальными информационными ресурсами;

- уметь работать с юридической литературой и нормами трудового законодательства;

- на основе правил, норм, технической документации и информации о техническом состоянии строительных, дорожных, подъемно-транспортных, коммунальных машин и оборудования, лифтов и подъемников составлять график периодичности планово-предупредительного ремонта, определять объемы ремонтных работ и потребности в материалах и запасных частях;

- обеспечивать резерв материалов и комплектующих деталей, необходимых для выполнения первоочередных ремонтных и профилактических работ;

- налаживать контроль и осуществлять мероприятия по обеспечению надежности и экономичности работы отдельных машин и оборудования.

в области проектной (проектно-конструкторская) и научно (экспериментально) -исследовательской деятельности:

- в составе группы специалистов по проектированию строительных, дорожных, подъемно-транспортных, коммунальных машин и оборудования, лифтов и подъемников или самостоятельно разрабатывать перспективный план развития отдельных машин, выполнять технико-экономическое обоснование реконструкции структурной единицы машины или машины в целом;

- рассчитывать и проектировать строительные, дорожные, подъемно-транспортные, коммунальные машины и оборудование, лифты и подъемники общего и специального назначения, работаю-

щих в условиях динамического нагружения в повторно-кратковременном режиме;

- применять теорию, методы расчета и режимы работы машин при физическом и математическом моделировании процессов машин;

- осуществлять оптимизацию параметров несущих конструкций, отдельных структурных единиц машин и машин в целом с целью снижения их металлоемкости и энергозатрат на изготовление;

- в составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать техническую документацию на проектируемую структурную единицу машины или машину в целом;

- разрабатывать техническое задание на проектируемую структурную единицу машины или машину в целом с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

- осуществлять авторский надзор за созданием или реконструкцией структурной единицы машины или машины в целом в пределах соответствующей компетенции;

- рассчитывать и анализировать надежность работы машин, агрегатов и комплекса машин;

- осуществлять на практике различные мероприятия для обеспечения устойчивости элементов конструкций машин;

- анализировать технологичность процесса производства и ремонта машин;

- проводить испытания при вводе строительных, дорожных, подъемно-транспортных, коммунальных машин и оборудования, лифтов и подъемников в эксплуатацию;

- выявлять патентную чистоту технических решений;

- намечать основные этапы научных исследований;

- организовывать работу по подготовке научных статей, сообщений, рефератов и заявок на изобретения и лично участвовать в ней;

- подготавливать техническую документацию к тендерам, проводить экспертизу тендерных материалов и консультаций заказчиков проектов по этим материалам;

в области производственно-технологической и ремонтно-эксплуатационной деятельности владеть:

- методами контроля параметров машин, применяемых в отрасли транспортных коммуникаций, а также соответствующим оборудованием, аппаратурой и приборами;

- методами определения технико-экономических показателей машин и оборудования, применяемого в отрасли транспортных коммуникаций;
- методами расчета энергетических, кинематических, динамических и силовых параметров машин и оборудования объектов транспортных коммуникаций;
- методами расчета рабочих режимов и основных параметров движителей мобильных машин, связанных со спецификой их применения;
- методами и средствами технической эксплуатации, обслуживания и ремонта, связанными с особенностями машин отрасли, и их применения;
- методами диагностирования и оценки остаточного ресурса конструкций, механизмов и деталей машин отрасли;
- методами монтажа, наладки, испытаний машин и оборудования, лифтов и подъемников;
- способами оценки и уменьшения вредного влияния машин и оборудования транспортных коммуникаций на окружающую среду;
- методами и приемами организации труда на предприятиях: машиностроительных и отраслей, эксплуатирующих оборудование, средства механизации и автоматизации, – для реализации эффективного производства;
- реализовывать на практике современные подходы в прогнозировании и планировании основных направлений развития отрасли;
- в составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, оценивать экономическую эффективность мероприятий научно-технического прогресса, принимать участие в создании стандартов и нормативов.

2.3. Структура учебного плана специальности

Учебный план специальности 1–36 11 01 состоит из следующих циклов: социально-гуманитарных дисциплин; общенаучных и общепрофессиональных дисциплин; специальных дисциплин, дисциплин специализаций и дисциплин по выбору.

В первом цикле социально-гуманитарных дисциплин изучаются: история Беларуси, философия, культурология, экологическая теория, социология, политология, основы права, основы психологии

и педагогики, этика, белорусский язык, иностранный язык, физическая культура, логика, эстетика, религиоведение, права человека, основы идеологии белорусского государства, основы приватизации и курсы совета вуза (к ним относится дисциплина «Введение в инженерное образование»).

Цикл общенаучных и общепрофессиональных дисциплин предусматривает изучение математики, физики, химии, информатики, инженерной графики, основ экологии, защиты населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях и радиационной безопасности, охраны труда, материаловедения, технологии материалов, теоретической механики, механики материалов, теории механизмов и машин, нормирования точности и технических измерений, деталей машин, электротехники и электроники, основ энергосбережения, вибрационных машин в строительстве, основ надежности машин и средств автоматизации.

Цикл специальных дисциплин предусматривает изучение систем управления машинами, электроники и микропроцессорной техники, автоматики, автоматизации машин и робототехники, гидравлики, гидромашин и гидропривода, тягово-транспортных машин, подъемно-транспортных машин, машин для земляных работ, технологии производства и ремонта машин, эксплуатации строительных и дорожных машин, строительной механики и расчета металлоконструкций, технических основ создания машин, строительных, дорожных и мелиоративных машин, экономики предприятия, организации производства и управления, конструирования и расчета строительных и дорожных машин.

Цикл дисциплин специализаций включает дисциплины, характерные для конкретной специализации. Наиболее востребованными специализациями специальности 1–36 11 01 в республике являются 1–36 11 01-01 01 «Подъемно-транспортные машины и оборудование» и 1–36 11 01-01 03 «Дорожные машины и оборудование». Ведется работа по открытию специализации по созданию и эксплуатации лифтов. Например, к дисциплинам специализации «Дорожные машины и оборудование» относятся: машины для содержания дорог и аэродромов, асфальтобетонные заводы и бетонные узлы, технология дорожного строительства, строительные краны, комплексная механизация, система автоматизированного проектирования, привод строительного-дорожного машин. Цикл дисциплин по выбору для этой

специализации включает: математические модели рабочих процессов машин, математическое моделирование производственных процессов, тепловые процессы в машинах и технологических системах, коммунальные машины.

Учебным планом предусмотрено проведение практик. Практики являются частью общего процесса подготовки специалистов, продолжением учебного процесса в производственных условиях и проводятся на передовых предприятиях, в учреждениях и организациях различных отраслей народного хозяйства. Практики направлены на закрепление в производственных условиях знаний, полученных в процессе обучения в высшем учебном заведении, на овладение производственными навыками, передовыми технологиями и методами труда.

С учетом будущей специализации организуются следующие практики.

Ознакомительная практика предусматривает ознакомление с конструкцией двигателей внутреннего сгорания, тракторов, тягачей, строительной, дорожной, подъемно-транспортной техники путем изучения ее на полигоне, в лабораториях учебного заведения, приобретение навыков работы на одной или нескольких из этих машин, ознакомление с технологией строительства на объектах дорожного строительства и предприятиях. Группа студентов должна разбиваться на подгруппы, за каждой из которых закрепляется преподаватель.

Технологическая практика, являясь частью учебного процесса, ставит перед собой цель закрепления теоретических знаний, полученных при изучении ряда дисциплин, и знакомство с машиностроительным предприятием по производству строительной техники. По возможности предусмотрена работа студента в качестве станочника (токаря, фрезеровщика, шлифовщика, сверловщика) или слесаря.

Эксплуатационная практика проводится на предприятиях, эксплуатирующих строительные-дорожные, коммунальные, мелиоративные и подъемно-транспортные машины. В ее процессе предусмотрено изучение в практических условиях устройства машин, приобретение навыков работы на них, методов ремонта, восстановления, наладки, диагностики машин, методов и навыков технического обслуживания, сборки, разборки, регулировки узлов и систем машин, ознакомление со структурой административного и оперативного управления предприятием, эксплуатирующим технику, вычислительным центром, правилами внутреннего распорядка.

Конструкторско-технологическая практика проводится в основном на предприятиях, проектирующих и выпускающих строительного-дорожные, коммунальные, мелиоративные и, подъемно-транспортные машины, в отделах главного конструктора и главного технолога и в цехах завода. Студент знакомится со структурой предприятия, организацией работы в КБ и ОГК и отдельных службах; изучает конструкции строительного-дорожных, коммунальных, мелиоративных и подъемно-транспортных машин, выпускаемых на предприятии, изучает организацию проектирования машин, изготовления и испытания опытных образцов, постановки машин на серийный выпуск; знакомится с технологией изготовления деталей машин и сборочных единиц, в том числе и рабочего оборудования, приобретает навыки конструирования деталей машин. Не исключено прохождение практики в эксплуатационных организациях (управлениях механизации), где проводится ремонт техники. Студенты знакомятся также со структурой предприятия и его управления.

Преддипломная практика проводится на заводах, в проектных организациях и предприятиях по проектированию и изготовлению строительного-дорожных, коммунальных, мелиоративных и подъемно-транспортных машин и роботов, а также в научно-исследовательских лабораториях и кафедрах высшего учебного заведения. За время практики студент должен выполнить патентно-технический анализ разрабатываемой конструкции, подготовить технико-экономическое обоснование принятого решения по улучшению конструктивных и эксплуатационных качеств машины, экономически обосновать целесообразность принимаемого им технического решения, подобрать материалы, на базе которых проводится конструкторская проработка. При эксплуатационной тематике производится анализ технического состояния парка машин, экономический анализ их работы и разрабатываются методы совершенствования ремонта, эксплуатации или технологии ремонта и диагностики изделий применительно к данному предприятию.

Учебным планом предусматривается также объем учебной нагрузки, включая обязательные аудиторские занятия.

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. История развития подъемно-транспортных машин

Еще в глубокой древности, за 4000 лет до нашей эры, было известно применение простейших грузоподъемных устройств – рычагов и полиспастов, используемых при возведении сооружений.

Аналогичные устройства для поднятия и перемещения больших тяжестей были известны и народам Ближнего Востока. Строительные работы, связанные с поднятием и перемещением больших тяжестей с использованием грузоподъемных механизмов, производились, например, при сооружении египетских пирамид. Так, пирамида Хеопса, сооруженная в XXVII веке до нашей эры, имела высоту 147 м и сложена из 2,5 млн. известняковых блоков массой от 2 до 30 т. Сложной технической задачей являлась установка плит Баальбекской террасы, находящейся на территории современного государства Ливан, имеющих длину до 20 м, сечение 4,8 x 4,2 м и массу более 1000 т.

В античный период при строительстве храма Зевса в Гелиополисе во II веке до н.э. были установлены колонны из порфира массой до 360 т; в храме Артемиды в Эфесе использованы мраморные балки длиной до 90 м [5].

Первыми средствами, облегчающими ручной труд, были рычаги, катки и наклонные плоскости. Проведение крупных строительных работ при таких средствах механизации требовало привлечения громадного количества людей. Так, на строительстве пирамиды Хеопса, продолжавшемся более 20 лет, было постоянно занято около 100 тыс. человек. Рычажные подъемники – прототипы современных стреловых кранов – использовались для подъема воды.

Еще за 22 века до нашей эры начали применять и простейшие ворота с ручным приводом. В VII веке до н.э. появились блоки, а во II веке до н.э. – ворота с червячной, цевочной и зубчатыми передачами с ручным приводом.

В эпоху средневековья, в XI-XIII веках, в связи с развитием торговли, мореплавания и горно-металлургической промышленности

началось быстрое развитие грузоподъемных машин и расширилась область их применения. Появились первые прототипы современных кранов, имевшие ручной привод и привод от топчачковых колес. Вначале эти краны изготовлялись из дерева и только для осей и крюков применялась сталь.

С глубокой древности известны и машины непрерывного транспортирования, сначала в виде водоподъемных колес и скребковых лотков, а затем – в виде ковшовых подъемников (рис. 3.1), прототипов современных элеваторов, приводившихся в движение силой течения воды или вручную.



Рис. 3.1. Применение для строительства крепости ковшового подъемника с ручным приводом

В 1860 г. создан первый кран с паровым двигателем. В 80-х годах XIX века начали применяться краны с электрическими двигателями [5, 6].

Большая заслуга в деле развития подъемно-транспортной техники принадлежит России. Еще в XI веке для подъема тяжестей при возведении Софийского собора в Новгороде строители пользовались сложными системами полиспастов, дающими существенный выигрыш в силе и превосходившими по своим техническим возможностям устройства, применявшиеся в Западной Европе.

В 1677 г. на колокольню Московского Кремля подняли Большой Успенский колокол массой 130 т. Подъем колокола проводился с помощью рычагов, полиспаста и ворота. Для облегчения подъема колокол цепями был соединен с противовесом, что было оригинальным решением, облегчавшим труд.

В XVIII веке на металлургических заводах Урала, Алтая и Забайкалья применялось большое количество разнообразного подъемно-транспортного оборудования для загрузки доменных печей, откатки вагонеток и др. В 1764 г. русский механик Е.Г. Кузнецов соорудил многоковшовый цепной водоподъемник, впоследствии им же переоборудованный для подъема руды и породы [5, 6].

Большой вклад в развитие механизации горно-рудных работ внес замечательный русский гидротехник и механизатор К. Д. Фролов (1726–1800), работавший на Змеиногорском руднике на Алтае. В 1768 г. он применил грандиозную для того времени комплексную установку для подъема руды и удаления воды из шахт, приводимую в действие давлением воды.

В 1769 г. с помощью оригинального устройства было проведено перемещение на большое расстояние камня размером 15 x 9 x 7 м и массой более 1000 т, использованного скульптором Фальконе в качестве основания памятника Петру I. Камень перемещали по медным шарам, уложенным в обшитых медными листами желобах (первый прототип шарикоподшипника). Перемещение осуществлялось с помощью воротов и полиспастов [5].

В 1832 г. в Петербурге перед Зимним дворцом с помощью 60 воротов, каждый из которых приводился в движение 16 рабочими, была установлена Александровская колонна массой более 600 т.

В 1834 г. с помощью канатов, полиспастов и воротов была осуществлена доставка и установка 48 колонн Исаакиевского собора в Петербурге (масса каждой колонны примерно 100 т). Процесс установки колонн был разработан настолько четко, что длительность установки одной колонны составляла в среднем всего 105 минут.

Долгое время в России не занимались систематическим изучением и обобщением опыта развития подъемно-транспортных машин. И только в 80-х годах XIX столетия проф. И.А. Вышнеградский (1831–1895) впервые создал курс подъемно-транспортных машин. В 1882 г. вышла работа проф. Н.П. Петрова, систематизирующая и обобщающая опыт механизированной перегрузки грузов. Большой вклад

в развитие подъемно-транспортного машиностроения внесли проф. Н.И. Самусь, издавший в 1886 г. «Курс подъемных машин» с атласом, и Л.З. Ратковский, преподаватель Петербургского политехнического института и заведующий отделом подъемных машин и металлических конструкций Путиловского завода, издавший в 1907 – 1910 гг. ряд книг под общим названием «Подъемные краны».

Начало производства отечественных подъемно-транспортных машин относится к 1900 г., когда впервые были построены краны на Брянском, Краматорском и Путиловском заводах. В 1913 г. годовой выпуск кранов на Брянском и Краматорском заводах составлял 70 шт. Такое производство не могло удовлетворить запросы развивающейся промышленности. Большая часть машин ввозилась из-за границы или изготовлялась на заводах, расположенных в России, но принадлежащих иностранцам [5].

После 1917 г. в России были созданы условия для быстрого развития отечественного подъемно-транспортного машиностроения, развития механизации тяжелых и трудоемких работ, механизации и автоматизации производства. Подъемно-транспортное машиностроение выделилось в самостоятельную область данной отрасли. Были созданы специализированные заводы по выпуску подъемно-транспортного оборудования. Вместе с расширением материальной базы подъемно-транспортного машиностроения росли и крепили кадры конструкторов [6].

В 1924 г. в МГТУ им. Баумана по инициативе заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, проф. Л.Г. Кифера впервые была создана кафедра, готовящая специалистов подъемно-транспортного машиностроения, ставшая родоначальником большого количества специализированных кафедр этого профиля. Были созданы специализированные научно-исследовательские, проектно-конструкторские и технологические организации, занимающиеся вопросами создания новой подъемно-транспортной техники и разработкой нормативной документации (стандартов, методических и руководящих документов и т.п.), такие как, например, АО ВНИИПТМаш, являющийся головным научно-исследовательским институтом по кранам мостового типа, порталным, консольным, железнодорожным, а также по электроталям; АО ВНИИСтройДорМаш – головной научно-исследовательский институт по стреловым самоходным кранам

общего назначения и кранам-манипуляторам; СКТБК – специализированное конструкторско-технологическое бюро башенного краностроения и другие специализированные организации.

Большой вклад в развитие подъемно-транспортного машиностроения внесли профессора Л.Г. Кифер, И.И. Абрамович, О.А. Спаваковский, А.И. Дукельский, П.С. Козьмин и др. Проф. Л.Г. Кифер впервые организовал подготовку инженеров по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» в МГТУ им. Баумана. В созданном им и проф. И.И. Абрамовичем учебнике «Грузоподъемные машины» с атласом конструкций обобщен отечественный и зарубежный опыт построения грузоподъемных машин первой половины XX века.

Темпы развития подъемно-транспортного машиностроения, внедрение прогрессивных машин и оборудования и средств механизации, проводимая работа по повышению технического уровня выпускаемого оборудования позволили существенно увеличить производительность труда.

Специализированные проектные организации совместно с машиностроительными заводами создали ряд высокопроизводительных, экономичных и удобных в эксплуатации машин и устройств для механизации погрузочно-разгрузочных работ. Созданы электро- и автопогрузчики, различные погрузочные машины для штучных и сыпучих грузов, штабелирующие и другие подъемные средства, позволяющие осуществлять комплексную механизацию на многих участках предприятий черной и цветной металлургии, машиностроительной, угольной, химической промышленности и др. Разработаны уникальные конструкции плавучих кранов большой грузоподъемности, созданы новые конструкции мостовых электрических кранов общего назначения грузоподъемностью от 5 до 50 т с высокими техническими показателями и многое другое [5, 6].

3.2. История развития строительных машин

До начала XX века сколько-нибудь организованного производства строительных машин практически не было. Строительные работы повсеместно выполнялись только вручную. На земляных работах использовались лопаты, заступы, тачки и конные повозки – грабарки. Приготовление раствора и бетона велось на деревянных

настилах с помощью лопат и ведра для воды. Каменная кладка выполнялась вручную с помощью кельмы, отвеса, ящика для раствора. На верхние этажи строящихся зданий кирпич поднимали грузчики-козодои, носившие на плечах по лесам и стремянкам деревянное приспособление, так называемую «козу», нагруженную кирпичом. Распиловка леса велась вручную двумя пильщиками, которые накатывали бревна на высокие козлы, а затем распиливали их большой тяжелой пилой. Балки для перекрытий обтесывались из круглого леса вручную топором. Транспортным средством при перевозках строительных грузов на большие расстояния служила телега, запряженная ломовой лошастью.

Между тем в отдельные годы строительство велось в больших масштабах. Достаточно сказать, что только в 1898 г. для движения были открыты 5053 версты вновь построенных железных дорог. Естественно, что пытливая мысль русских инженеров издавна работала над вопросами механизации тяжелых и трудоемких строительных работ.

Известно, что уже в 1810–1811 гг. в России на Ижорском заводе была построена первая плавучая многоковшовая землечерпалка с паровым двигателем мощностью 15 л. с. Эта землечерпалка, осуществлявшая черпание на глубину 7,5 м, предназначалась для подводной выемки грунта при строительстве гавани в Кронштадте. В 1815 г. была построена вторая такая же землечерпалка, а в 1825 г. – третья, более мощная, с паровой машиной мощностью 20 л. с. [7, 8].

Для строительства первой в России железной дороги большого протяжения Петербург – Москва (1843–1851 гг.) русское правительство приобрело в Америке четыре одноковшовых паровых экскаватора конструкции У. Отиса с ковшом емкостью 1,14 м³ и паровым двигателем мощностью 15 л. с. Обслуживали такую машину 11 человек. В дальнейшем в Россию неоднократно завозились экскаваторы иностранного производства.

В России первый одноковшовый экскаватор был изготовлен только в 1900 г. на Путиловском заводе по чертежам американской фирмы «Бюсайрус». Емкость ковша этого экскаватора составляла: для тяжелых грунтов 1,5, для легких – 2,3 м³. За 15 лет до 1917 г. было выпущено всего 35 экскаваторов.

Вручную в дореволюционной России выполнялись и другие трудоемкие работы в тех отраслях хозяйства, для которых машины и оборудование изготавливаются сейчас заводами строительного, дорожного и коммунального машиностроения.

Так, глину для кирпичных заводов копали вручную, а перевозили в тачках и вагонетках с ручной или конной тягой. Гипсовый камень также добывался вручную, а обжиг его производился в напольных печах при ручной загрузке и выгрузке. Для помола обожженного гипса применялись жернова. Блоки и плиты из естественного камня добывались, обтесывались, шлифовались и полировались только вручную.

Дробление щебня для строительства производилось вручную, кувалдой. Камнедробилки начали применять только с 1907–1908 гг., но в крайне недостаточных количествах. Так, например, Министерство путей сообщения, выполнявшее основные работы по строительству железных дорог, в 1910 г. имело всего три камнедробилки.

Цементные заводы в России работали на шахтных печах с ручной загрузкой сырья. Первая вращающаяся печь, привезенная из-за границы, была установлена в 1900 г. на Бакинском цементном заводе. Две первые русские вращающиеся печи размером 1,8 × 25 м были изготовлены в 1909 г. на Макеевском заводе. Максимальный объем выпуска цемента, составивший 1,8 млн. т, был достигнут в 1913 г.

Большая часть жилых домов в городах и, особенно, в деревнях и селах России была построена из дерева, что вызывало опасность пожаров. В 1917 г. во всей России было только 12 пожарных автомобилей. Пожарные команды имели в своем распоряжении лишь конные повозки с бочками и ручные пожарные насосы. По количеству пожаров и размерам убытков от них Россия занимала первое место в мире [7].

Огромная отсталость была преодолена не сразу. Количество строительных машин было настолько мало, что даже в годы гражданской войны, когда в стране почти не велись крупные строительные работы, каждый экскаватор становился предметом спора нескольких организаций.

Дело дошло до того, что при высшем органе руководства народным хозяйством, ВСНХ РСФСР, было создано бюро распределения и контроля экскаваторов, которое выявляло и брало на учет все имевшиеся в стране экскаваторы, определяло их состояние, контролировало ход выполнения ремонтов и оперативно перебрасывало экскаваторы с одного объекта на другой. На начало 1922 г. было зарегистрировано 130 экскаваторов, в том числе 67 исправных, из них отечественного производства (путиловских) 11. Обеспечение

строительных и горно-рудных работ экскаваторами стало такой острой проблемой, что вопросами их переброски на наиболее важные объекты вынужден был заниматься в отдельных случаях Совет Труда и Обороны.

В 1918 г. ставится важная государственная задача – сооружение Волго-Донского канала. В связи с этим возникают вопросы механизации строительных работ. Для строительства канала Путиловскому заводу было поручено изготовить 30 экскаваторов.

На всех крупных стройках, начатых в первые годы Советской власти, в большей или меньшей степени применялись строительные машины, в основном ввезенные из-за границы. Так, строительство Волховской гидроэлектростанции (1921–1927 гг.) обслуживали два бетонных завода, на строительстве Туркестано-Сибирской железной дороги (1927–1930 гг.) работало 16 экскаваторов. Экскаваторы, краны, бетоносмесители, транспортеры, подъемники применялись на строительстве первых тракторных и автомобильных заводов, жилых и гражданских зданий и на других стройках.

В 1928 г. на строительстве обычных жилых и гражданских зданий широко использовались различные строительные машины: бетоно- и растворосмесители, станки для изготовления столярных изделий, грузоподъемные механизмы. Это были простые малопроизводительные машины. Так, например, широко применялись краны-укосины, мачты которых изготовлялись на месте строительства из трех бревен, скрепленных скобами и укрепленных расчалками из проволоки-катанки. Стрела такого крана-укосины имела вылет всего 2,25 м, а грузоподъемность крана составляла 1,25 т. Для подъема бетона и раствора применялись шахтные подъемники. Шахты подъемников делались из деревянных брусьев, ковши перемещались по деревянным направляющим. Первые бетоносмесители, изготовленные в СССР (1927 г.), были громоздкими и металлоемкими машинами, по конструкции подобными бетоносмесителям «Кайзер». Выпускал эти машины харьковский завод «Свет шахтера».

Общее количество машин на стройках было невелико, и коэффициент механовооруженности строительства, т. е. отношение стоимости машинного парка к стоимости выполняемых за год строительных работ, составлял в этот период всего 0,6 %, а энерговооруженность строительных рабочих в среднем была равна 0,1 л. с.

В 1931 г. Ковровским экскаваторным заводом были изготовлены два первых советских паровых экскаватора «Ковровец» на железнодорожном ходу с ковшом емкостью $2,5 \text{ м}^3$ (рис. 3.2). Было начато также производство бетоносмесителей типа «Егер» емкостью 150, 250 и 750 л и бетоносмесителей типа «Рансом» емкостью 375, 500 и 1000 л. В 1932 г. киевский завод «Красный экскаватор» изготовил бетоносмеситель емкостью 2250 л. В 1932 г. было освоено производство первых паровоздушных молотов для забивки деревянных свай. Днепропетровский завод строительных машин с 1932 г. начал осваивать изготовление 15-метровых ленточных транспортеров типа «Макензен» с рамами клепаной конструкции.

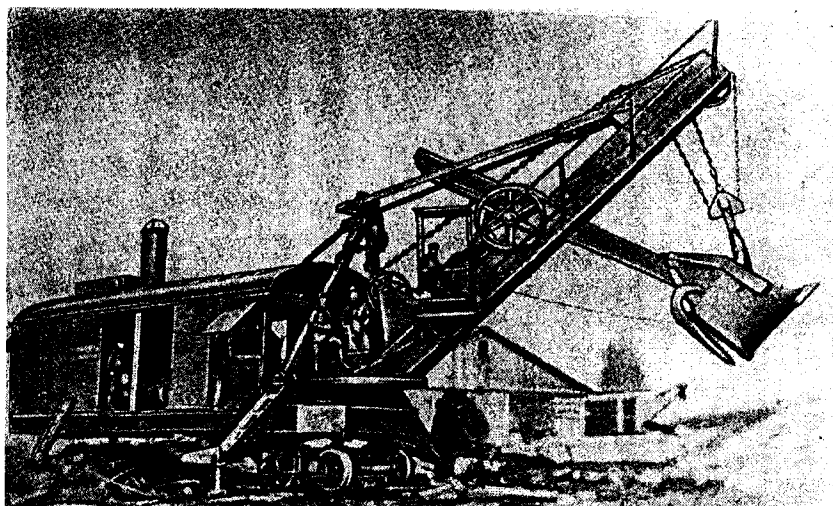


Рис. 3.2. Паровой экскаватор «Ковровец»
на железнодорожном ходу

В 1932 г. в стране было изготовлено 85 экскаваторов. Всего с 1928 по 1932 г. было освоено производство 44 видов различных строительных машин [7, 8].

Строительные машины успешно работали на стройках первой пятилетки: Днепровской ГЭС, Магнитогорского и Кузнецкого металлургических комбинатов, Харьковского и Сталинградского тракторных заводов. В 1932 г. механооруженность строительных работ достигла 2,1 %.

Объем производства строительных машин во второй пятилетке увеличился более чем в два раза. Были освоены новые типы более сложных и производительных строительных машин, например, паровые экскаваторы на гусеничном ходу ППГ-1,5 с ковшом емкостью $1,5 \text{ м}^3$ и дизельные экскаваторы ЛК-0,5 с ковшом емкостью $0,5 \text{ м}^3$, а также экскаваторы на гусеничном ходу М-1ДВ с ковшом емкостью $0,35 \text{ м}^3$, с приводом от тракторного мотора ХТЗ-СТЗ мощностью 30 л. с.

В 1933 г. костромской завод «Рабочий металлист» изготовил, а в дальнейшем освоил выпуск паровых гусеничных экскаваторов М-П-П с ковшом емкостью $0,75 \text{ м}^3$ (рис. 3.3).

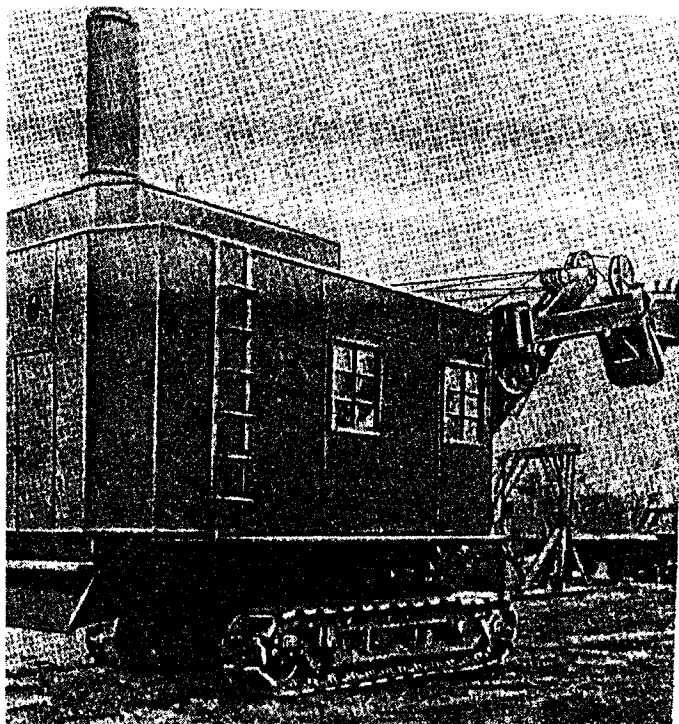


Рис. 3.3. Паровой экскаватор М-П-П на гусеничном ходу

В 1934–1937 гг. на Одесском заводе им. Январского восстания были изготовлены железнодорожные гусеничные краны грузоподъемностью 6, 15 и 20 т, краны «Январец» на железнодорожном ходу

и первый автомобильный кран грузоподъемностью 3 т. Производство автомобильных кранов грузоподъемностью 3 т было впервые освоено на ленинградском заводе «Красный металлист» в 1935–1938 гг. На киевском заводе «Красный экскаватор» наряду с производством сельскохозяйственных машин был освоен выпуск барабанных грохотов, бетоносмесителей, траншейных экскаваторов, лебедок, вагонок, ленточных транспортеров. Дмитровский экскаваторный завод выпускал шлакодробилки, цемент-пушки, глиномялки, буровые станки, а в 1933 г. изготовил первый многоковшовый экскаватор МК-1. На Московском заводе строительных машин был налажен выпуск двухбарабанных лебедок, поворотных кранов, растворонасосов, а с 1938 г. – выпуск автомобилей-самосвалов. Николаевский завод дорожных машин освоил производство скреперов, грейдеров, бульдозеров, канавокопателей и снегоочистителей.

К концу второй пятилетки в результате освоения производства новых машин коэффициент механовооруженности строительства достиг 7 %, а производительность труда строительных рабочих по сравнению с 1928 г. увеличилась на 90 %.

В 1940 г. производством строительных машин занимались уже 25 машиностроительных заводов.

Во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. производство строительной техники было приостановлено, но уже в 1944 г. костромской завод «Рабочий металлист» возобновил выпуск экскаваторов, московский завод «Пневмостроймашина» начал производство растворосмесителей емкостью 325 л, бетоносмесителей емкостью 250 л и строительных лебедок. На Никопольском заводе началось изготовление транспортеров, на пермском заводе «Коммунар» – кранов грузоподъемностью 1,5 т.

В 1945 г. на производство мирной продукции перешел еще ряд заводов. На Дмитровском экскаваторном заводе начался выпуск шлакодробилок и универсальных заточных станков. Ташкентский завод изготовил первые два экскаватора, харьковский завод «Красный Октябрь» начал выпуск оборудования для производства кирпича, а челябинский завод «Строммашина» – изготовление вибростанков СМ-40 для производства шлакоблоков, скиповых подъемников и растворосмесителей.

Количество строительных и дорожных машин, изготовленных в этот период, исчислялось единицами.

Прекращение производства строительных и дорожных машин во время войны привело к снижению механовооруженности строительства. Коэффициент механовооруженности строительства в 1946 г. был равен 4,3 %.

Парк строительных машин Народного Комиссариата по строительству на 1 января 1946 г. составлял всего 276 одноковшовых экскаваторов, 55 многоковшовых экскаваторов и 183 передвижных крана. С таким парком невозможно было выполнить огромные работы по восстановлению разрушенного войной народного хозяйства.

В феврале 1946 г. было принято решение создать самостоятельную отрасль строительного и дорожного машиностроения, организовав общесоюзный Народный Комиссариат строительного и дорожного машиностроения.

В состав этого Наркомата были переданы 54 завода из различных отраслей машиностроения, в том числе из оборонной. На этих заводах в течение 1946 г. было прекращено производство военной и другой продукции и начат выпуск строительных машин по чертежам, которые в короткие сроки были разработаны специально созданными конструкторскими организациями.

Темпы, которыми развивалось строительное и дорожное машиностроение в послевоенные годы, были высоки. Прирост продукции строительного машиностроения в 1947 г. составил 52,2 % к объему продукции за предыдущий год, причем в том же году был достигнут довоенный уровень производства. В 1948 г. производство строительных машин увеличилось на 66,6 %, а в 1949 г. – еще на 50 % по сравнению с предыдущим годом.

Производство экскаваторов в течение послевоенной пятилетки ежегодно увеличивалось более чем в два раза. Среднегодовой темп роста выпуска экскаваторов с 1947 по 1950 гг. составил 223 %. Если в 1946 г. были выпущены всего две модели экскаваторов, то за послевоенную пятилетку было создано 30 новых моделей различных современных экскаваторов с дизельным и электрическим приводом на гусеничном и пневмоколесном ходу с ковшами емкостью 0,25; 0,35; 0,5; 0,75; 1,0 и 2,5 м³ и различным сменным оборудованием, а также многоковшовые траншейные экскаваторы, осуществлявшие копание на глубину от 1,2 до 3,5 м, карьерные экскаваторы для промышленности строительных материалов с ковшами емкостью 18, 30 и 50 л.

В эти годы было организовано производство автомобильных кранов грузоподъемностью 3 и 5 т, кранов на пневмоколесном ходу грузоподъемностью 10 и 25 т, железнодорожных кранов грузоподъемностью 10, 25 и 50 т, деррик-кранов грузоподъемностью 5, 15 и 25 т. С 1947 г. был начат выпуск башенных кранов.

Было организовано также производство оборудования для промышленности строительных материалов: кирпичедельных прессов разных моделей производительностью от 1000 до 5000 штук кирпича в час, станков для производства шлакобетонных камней, камнедробилок, камнедробильных установок, оборудования для производства гипса, асбестоцементных кровельных материалов и минераловатных изделий.

Всего за первую послевоенную пятилетку объем производства строительных машин вырос в 5,6 раза, основные средства предприятий увеличились более чем вдвое, численность рабочих возросла в 1,7 раза, выпуск стального литья увеличился в 5,2 раза.

Были созданы и поставлены на серийное производство краны на пневмоколесном ходу грузоподъемностью 63 и 100 т, самоходные скреперы с тягачами мощностью 160 л. с. на пневмоколесном ходу, бульдозеры на тракторах мощностью 140 и 250 л. с., передвижные свабойные установки на гусеничном ходу, башенные краны новых типов и много другого высокопроизводительного оборудования. Всего за 1961–1965 гг. было поставлено на серийное производство 470 новых машин.

Вновь созданная отрасль лифтостроения увеличила в 1966 г. производство лифтов на 18 %.

В последующие годы прослеживалась тенденция роста и расширения номенклатуры выпуска строительных машин. Появились машины нового поколения – машины-роботы.

С 1992 г. уже идет история развития белорусского строительного машиностроения.

3.3. История развития дорожных машин

Дороги в древности строили, используя самые примитивные орудия (молоты, мотыги, кирки, каменные катки).

В дореволюционной России потребность в благоустроенных дорогах удовлетворялась незначительно, в основном за счет строительства

стратегических дорог в пограничных районах и улучшения грунтовых дорог в отдельных губерниях, являвшихся основными центрами помещичьего землевладения [9].

Протяженность дорог царской России составляла, по официальным данным, 450 000 км, в том числе щебеночных шоссе – 18 000 км и булыжных мостовых – 9000 км. Остальную дорожную сеть составляли грунтовые дороги, доступные для проезда только в сухую погоду, в большинстве своем вообще мало приспособленные для движения автомобильного транспорта.

Еще в конце XVIII века русские строители дорог применяли для искусственного уплотнения шоссе «тяжелые катки или каменные или железные валы» (рис. 3.4), до этого же времени уплотнение шоссе-ных дорог достигалось в результате многократного проезда экипажей. Способ искусственного уплотнения щебеночной одежды получил наиболее широкое распространение примерно с 1830 года [9].

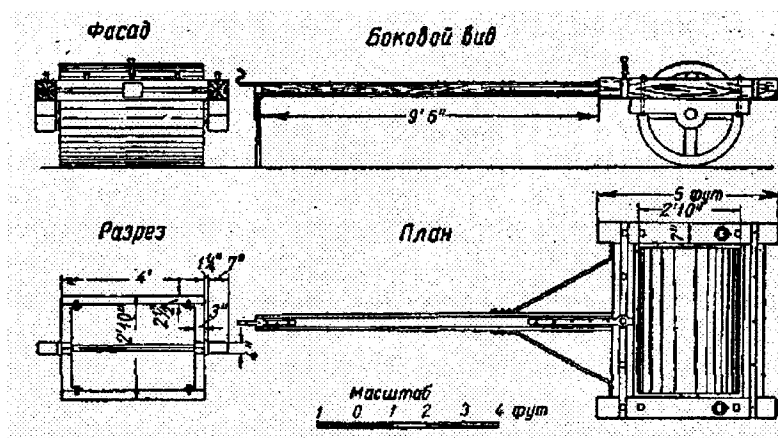


Рис. 3.4. Конный чугунный каток весом 120 пудов (XVIII–XIX вв.)

В дальнейшем конструкции катков подвергались различным усовершенствованиям, все еще оставаясь, однако, по существу прицепными орудиями, а не машинами.

В 1909 г. в Варшавском и Киевском округах были с успехом испытаны паровые катки, выпущавшиеся русскими заводами.

Начиная с 1909 г. на постройке дорог Министерства путей сообщения стали применять моторные катки (рис. 3.5).

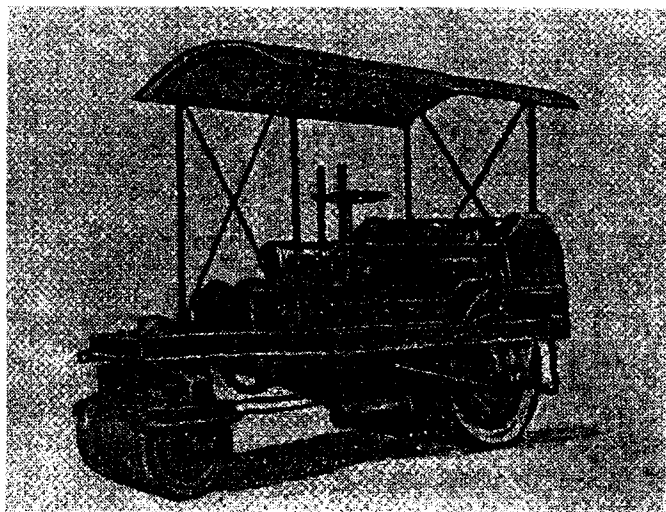


Рис. 3.5. Моторный каток (нач. XX в.)

Механическая бойка щебня стала применяться только с 1907–1908 гг.

В эти же годы русские дорожники стали внедрять в практику дорожного строительства конные кирковщики, механические грязеочистительные и пылеочистительные машины, шоссейные бороны, треугольники-уровнители, поливочные бочки, вагонетки и т. п. (рис. 3.6–3.8). По окончании гражданской войны дорожное строительство развернулось в таких масштабах, которые потребовали широкой механизации. Уже в 1926 г. на Онежском заводе было налажено производство грейдеров, скреперов, утюгов и разравнивателей. Научные исследования в области механизации дорожных работ, теории и конструирования дорожных машин и механизмов были организованы в 1926 г. специальной комиссией, в состав которой входили проф. М.Н. Летошнев, проф. В.К. Белиловский, проф. А.И. Анохин и инж. В.К. Кондрашков [9].

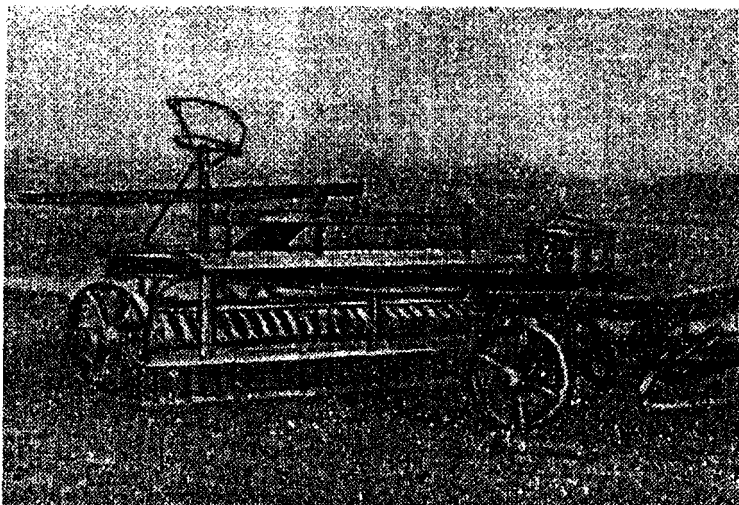


Рис. 3.6. Грязеочистительная машина (нач. XX в.)

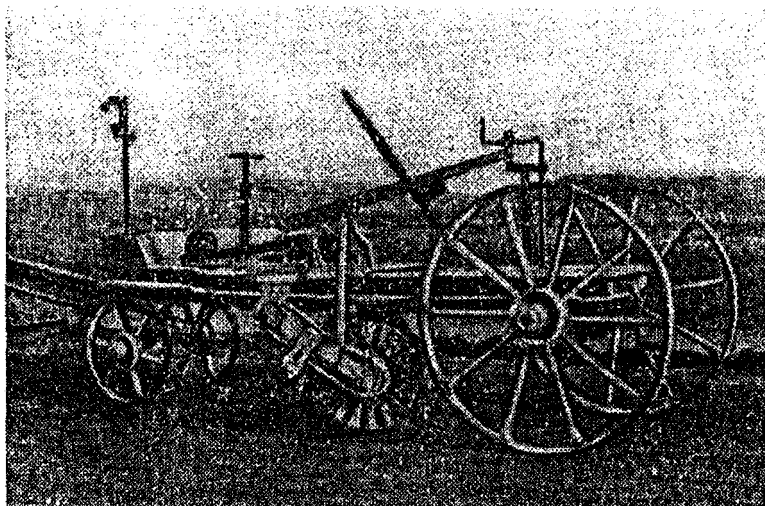


Рис 3.7. Пылеочистительная машина (нач. XX в.)

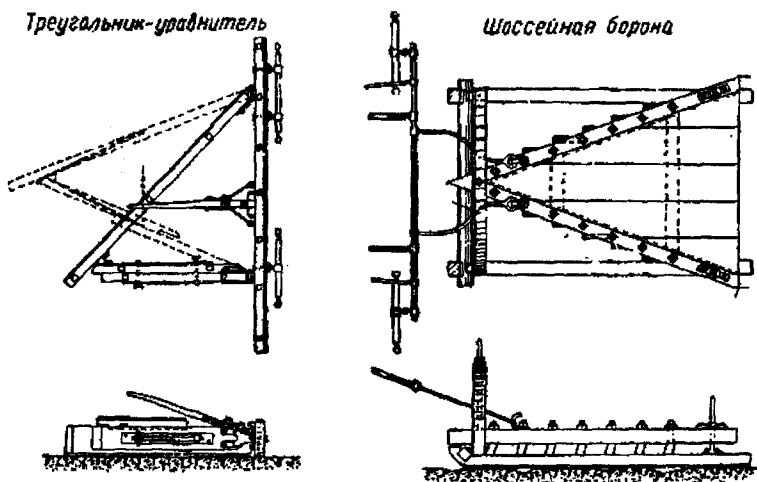


Рис. 3.8. Треугольник-уровнитель и шосейная борона (нач. XX в.)

Первые крупные труды по механизации дорожных работ были опубликованы проф. Ф.Н. Даниловичным (1932), проф. А.И. Анохиным (1935) и др.

С созданием в 1930 г. треста дорожного машиностроения (Дормаштрест), куда входили Онежский, Краснодарский, Щербаковский и Кременчугский заводы, производство дорожных машин развернулось широкими темпами [9].

За годы довоенных пятилеток промышленность выпустила много разнообразных дорожных машин и механизированного инструмента.

Производство дорожных машин в 1940 г., по неполным данным, характеризовалось следующими цифрами [7].

Выпуск дорожных машин в 1940 г. (в штуках)

Скреперы.....	2104
Прицепные грейдеры.....	693
Бульдозеры	118
Дорожные прицепные катки	2574
Самоходные катки.....	273
Автогудронаторы	34

Бетоносмесители.....	1584
Грейдер-элеваторы.....	6
Бетоноломы	815
Электровибраторы	767
Ручные электропилы.....	1344
Плоские грохоты	3
Снегоочистители.....	527
Кусторезы	122

Освоив производство сложных дорожных машин, машиностроители создали прочную материально-техническую базу для превращения строительной индустрии в передовую отрасль народного хозяйства, обеспечив рост производительности труда и высокие темпы производства.

Дорожное машиностроение достигло особенно мощного подъема в годы послевоенных пятилеток.

Огромные масштабы работ по восстановлению и развитию народного хозяйства после Великой Отечественной войны требовали создания мощной базы для выпуска дорожных машин. В годы первой послевоенной пятилетки (1946–1950) была создана мощная специализированная база для производства дорожных машин, налажено серийное производство сложных машин и механизмов – экскаваторов, скреперов, бульдозеров, камнедробилок и др.

За эти годы освоено изготовление свыше 400 наименований новейших дорожных машин и механизмов.

Больших успехов достигли советские специалисты в области уплотнения и вибрирования бетонных смесей в дорожных сооружениях.

Строительство дорог поточным методом выдвинуло задачу создания машин и оборудования для устройства усовершенствованных покрытий [9]. В 1952 г. группой научных работников и конструкторов были созданы и внедрены в производство конструкции машин для дорожного строительства: бетонораспределители, бетоноотделочные машины, платформа-тяжеловоз и другое оборудование. Эти машины дают возможность комплексно механизировать процессы распределения бетона, его уплотнения и отделки и осуществить поточное строительство цементобетонных дорожных покрытий.

С распадом СССР стало развиваться белорусское дорожное машиностроение.

ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫМИ, СТРОИТЕЛЬНЫМИ, ДОРОЖНЫМИ МАШИНАМИ И ПРОФИЛИРУЮЩИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

4.1. Основы классификации машин

В строительном комплексе Беларуси эксплуатируется более тысячи типоразмеров машин, различных по назначению, конструкции, принципу действия, размерам, мощности, производительности и т. д.

Подъемно-транспортные и дорожные машины классифицируют:

- по технологическому признаку (назначению);
- по режиму работы;
- по виду силового оборудования;
- по степени подвижности;
- по степени универсальности.

По *технологическому признаку* машины делят на следующие классы (группы): грузоподъемные; транспортные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные; для земляных работ; для свайных работ; для измельчения, сортировки каменных материалов и производства бетонных работ; для строительства дорог; для содержания дорог; для ремонта дорог; для отделочных работ; ручные машины (механизированный инструмент).

По *режиму работы* (принципу действия) различают машины периодического (циклического) действия, выполняющие работу путем периодического многократного повторения одних и тех же чередующихся рабочих и холостых операций с циклической выдачей продукции (строительные краны, одноковшовые экскаваторы и погрузчики, бульдозеры, скреперы и др.), и машины непрерывного действия, выдающие или транспортирующие продукцию непрерывным потоком (конвейеры, многоковшовые экскаваторы и погрузчики, насосы для транспортирования смесей и др.).

По *виду силового оборудования* различают машины с приводом от двигателей внутреннего сгорания, электрических, гидравлических и пневматических двигателей. Многие строительные машины имеют комбинированный привод, например дизель-электрический и дизель-гидравлический (наиболее распространены), дизель-пневматический, электрогидравлический, электропневматический и т. п.

По *степени подвижности* машины делят на стационарные, переносные и передвижные. Последние передвигаются во время работы или транспортировки и могут быть самоходными (большинство), прицепными и полуприцепными к базовым тяговым средствам – грузовым автомобилям, тракторам, тягачам и т. д.

По *степени универсальности* различают машины универсальные многофункционального назначения, оснащаемые различными видами сменного рабочего оборудования, комплектами быстросъемных рабочих органов и приспособлений для выполнения разнообразных технологических операций, и специализированные, имеющие один вид рабочего оборудования и предназначенные для выполнения только одного технологического процесса.

4.2. Техничко-экономические показатели работы машин

Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины работают в тяжелых условиях, которые характеризуются большим диапазоном изменений температуры воздуха, постоянной возможностью подвергнуться воздействию осадков, передвижением в условиях бездорожья, работой на влажных, а иногда на сильно пылеватых грунтах и т. п. При этом нужно учесть, что строительные объекты часто имеют значительную протяженность, поэтому места работы машин отдалены от ремонтных баз. Все это должно учитываться при проектировании машин.

Изучаемые машины должны быть просты по конструкции и обладать высокой надежностью в работе и необходимой долговечностью.

Под *надежностью* понимается свойство машины выполнять заданные функции, сохраняя в заданных пределах свои эксплуатационные показатели в течение заданного времени или же требуемой наработки. Надежность характеризуется безотказностью, ремонтпригодностью и долговечностью.

Долговечность – свойство машины сохранять работоспособность до предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. *Предельное состояние* определяется невозможностью дальнейшей эксплуатации машины из-за снижения ее эксплуатационных свойств или соображений безопасности. Долговечность характеризуется временем работы машины до капитального ремонта или списания.

Простота выполнения ремонтных операций, экономичность работы и снижение стоимости изготовления самой машины зависят от того, насколько полно проведена унификация машин. Под унификацией понимается приведение машин к единой системе. Унификация достигается проектированием машин с максимальным использованием одних и тех же или в крайнем случае подобных агрегатов, узлов и механизмов. Парк унифицированных машин легче снабжать запасными частями и на базе готовых агрегатов проще организовать их ремонт. Кроме того, изготовление однотипных агрегатов обходится значительно дешевле, чем разнотипных. Поэтому унификация сейчас является главной задачей подъемно-транспортного, строительного и дорожного машиностроения.

В настоящее время совершается переход от проектирования отдельных машин к проектированию и внедрению комплекса машин. Это позволит наиболее широко унифицировать машины и упорядочить их выпуск и применение в строительстве. Комплексное проектирование производится на базе *типажа машин*. Типаж разрабатывается для каждого вида оборудования. Им предусматриваются ряды машин каждого вида, которые могут полностью удовлетворить запросы строительного производства. Типажом оговаривается значение тех главных параметров машин, от которых зависят основные показатели их работы. Так, главными параметрами экскаваторов и скреперов являются емкости ковшей, автогрейдеров – длины ножей, бульдозеров – тяговые усилия и т.д.

При проектировании и внедрении новых машин необходимо оценить их эксплуатационные качества. Главным показателем является производительность машин. Под *производительностью* понимается продукция, выдаваемая машиной за 1 ч работы. Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность.

Теоретическая (расчетная) производительность представляет собой максимально возможную производительность машины при условии ее непрерывной работы. При этом не учитываются потери времени, а также те потери, которые имеют место ввиду различия действительных и расчетных параметров машины, например скоростей движения. Кроме того, не учитываются и возможные потери перемещаемого машиной материала, например грунта, при передаче его с одного рабочего органа на другой. Теоретическая

производительность Π_p определяется применительно к каждому виду машин с учетом специфики технологического процесса и в реальных условиях работы машины никогда не может быть достигнута.

Техническая производительность представляет собой максимально возможную производительность, которая возможна в данных конкретных условиях работы в течение часа. При расчете технической производительности учитываются физико-механические свойства обрабатываемых материалов, а также изменения этих свойств. Так, например, при определении технической производительности землеройных машин следует учитывать разрыхление грунта при наполнении ковша, снижение фактических скоростей по сравнению с расчетными и т.п.

Техническая производительность определяется через расчетную по формуле

$$\Pi_T = k\Pi_p,$$

где k – коэффициент, учитывающий названные выше потери производительности.

Эксплуатационная производительность дополнительно учитывает те потери времени, которые имеют место из-за неизбежных перерывов в работе, связанных с заправкой и смазкой машины, с подготовкой ее к работе и производством заключительных операций. Эти потери могут быть оценены коэффициентом использования машины по времени k_v . Тогда эксплуатационная производительность

$$\Pi_3 = k_v\Pi_T.$$

Важным показателем работы машины является себестоимость единицы продукции, которая определяется по формуле

$$m = \frac{C}{\Pi_3},$$

где C – себестоимость одного часа работы машины, руб.

Повышение производительности машин и снижение себестоимости единицы продукции является важной народнохозяйственной задачей. Такая задача поставлена как перед эксплуатационниками, так и перед конструкторами машин. Повысить производительность машин можно путем увеличения размеров их рабочих органов, уменьшения времени, затрачиваемого на совершение рабочих операций, и снижения непроизводительных потерь.

Непроизводительные потери зависят главным образом от организации работ. Однако некоторая их доля часто является следствием неудачной конструкции машины в целом или отдельных ее узлов. Уменьшить время, затрачиваемое на рабочие операции, можно путем повышения скоростей движения рабочих органов или скоростей движения самих машин. Следует заметить, что такое повышение не может быть беспредельным. Часто оно ограничивается определенными максимальными значениями скоростей, выше которых ухудшается работа машины, а в некоторых случаях начинает даже снижаться ее производительность. Поэтому в большинстве случаев производительность того или иного типа машин повышают путем увеличения размеров их рабочих органов, что, однако, неизбежно влечет за собой повышение мощности установленного двигателя. В связи с этим в дорожном машиностроении и наблюдается непрерывное повышение мощностей выпускаемых машин.

Годовая выработка парка машин может быть увеличена путем их использования в течение круглого года. Круглогодичное строительство, т. е. ликвидация сезонности в строительстве, является весьма важной проблемой.

Возможность использования машины в зимнее время, т. е. при низких температурах воздуха, должна учитываться при её проектировании и изготовлении. При этом должны применяться системы, облегчающие запуск двигателей, должна быть улучшена система смазки всех трущихся частей машины, необходимо утеплить кабины операторов и т.п.

Внедрение в производство новой машины может быть осуществлено лишь в том случае, если в результате будет иметь место экономический эффект. Последний может принять форму снижения себестоимости единицы получаемой продукции, повышения качества последней, повышения производительности, улучшения условий труда и т.п.

Эффективность новой машины устанавливается путем ее сравнения с наиболее экономичной применяемой до нее машиной. При этом наиболее характерным показателем экономической эффективности является срок окупаемости, определяемый как

$$t_{\text{ок}} = \frac{K}{E}.$$

Здесь K – те капиталовложения, которые необходимы для пуска новой машины в производство; E – годовая экономия, ожидаемая от внедрения машины.

Сравнение отдельных типов машин производится еще по другим показателям. Так, определяются удельная энергоемкость машины

$$N_{\text{уд}} = \frac{N}{\Pi_{\text{Э}}},$$

где N – мощность установленных на машине двигателей;
удельная металлоемкость машины

$$G_{\text{уд}} = \frac{G}{\Pi_{\text{Э}}},$$

где G – масса машины;
определяется также часовая выработка продукции на одного рабочего

$$\Pi_{\text{уд}} = \frac{\Pi_{\text{Э}}}{n},$$

где n – число обслуживающих машину рабочих.

Создание новой машины начинается с составления технического задания на ее проектирование. Этим заданием обуславливается область применения машины, устанавливается основная ее характеристика, в том числе производительность, и выводятся технико-экономические показатели ее работы. В техническом задании также определяется потребность в таких машинах и обосновывается экономическая целесообразность их выпуска. По утверждению задания

разрабатывается технический проект машины, а затем – и рабочие чертежи. По этим чертежам завод изготавливает головной образец, который проходит испытания. По результатам испытаний делается заключение о возможности серийного производства машины.

4.3. Ознакомление с деталями машин

Машина – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического или умственного труда.

Машины состоят из большого количества отдельных частей. Простейшие части машин, изготовленные без применения сборочных операций, называются деталями. Многие из деталей различных по назначению машин имеют одинаковую конструкцию, выполняют одинаковые функции, находятся в одинаковых или тождественных условиях работы.

Группа деталей, работающих в комплексе и объединенных общим назначением, называется механизмом или узлом (например, редуктор, коробка передач). Поэтому изучение различных машин целесообразно начинать с рассмотрения устройства, работы и назначения отдельных деталей, к которым относятся детали различных соединений и передач.

Различают детали общего и специального назначения. Детали общего назначения – винты, гайки, валы, муфты, подшипники и т. д. – применяются почти во всех машинах. Детали специального назначения, например, крюк подъемного крана, зуб ковша экскаватора и т. д., встречаются только в некоторых машинах. Обеспечение эффективности работы машины при длительном сроке службы в значительной степени определяется прочностью, надежностью, долговечностью, износостойкостью и жесткостью деталей и узлов.

В зависимости от назначения и условий производства детали машин изготавливаются из чугуновых и стальных отливок, стальных поковок и проката, отливок, проката и штампованных заготовок, выполненных из сплавов цветных металлов, а также из пластмасс.

Наиболее распространенными материалами для изготовления деталей строительных и дорожных машин являются чугун и сталь, которые называют черными металлами. Широкое применение при изготовлении многих деталей машин получил чугун, обладающий

хорошими литейными качествами, высокой стоимостью и достаточной прочностью. Сложные по конфигурации корпусные и другие детали отливаются из серого чугуна, представляющего собой железоуглеродистый сплав. При остывании этого сплава значительная часть углерода выщелачивается из него в виде графита, который равномерно распределяется по сечению отливки и придает чугуну серый цвет. Детали, изготовленные из серого чугуна, имеют ограниченную прочность при возникновении в них касательных напряжений (изгиб, кручение) или при воздействии на них ударных нагрузок.

Из серого чугуна, обладающего свойством хорошо заполнять формы, изготавливают литые детали сложной конфигурации и несильно нагруженные (корпусы, кожухи, шкивы, рычаги, кронштейны и др.).

Для изготовления сложных по форме деталей, в которых возникают значительные касательные напряжения, применяются отливки из высокопрочного и ковкого чугуна, обладающие большой прочностью.

Сталь (литейная или прокатная) применяется для изготовления более нагружаемых деталей. Но сравнительно плохая текучесть в жидком состоянии, значительная усадка при остывании и высокая стоимость стали ограничивают ее применение. Поэтому из стали отливаются в основном крупные, сильно нагружаемые и сложные по форме детали строительно-дорожных машин. Это ходовые рамы, станины, ковши больших экскаваторов, корпуса камнедробилок, а из специальных износостойких высокомарганцевистых сталей – зубья ковшей экскаваторов, рабочие органы камнедробильных машин и т.д.

Сильно нагружаемые детали более простых форм изготавливаются в основном из проката, материалом которого служат углеродистые стали обыкновенного качества, углеродистые качественные конструкционные, легированные конструкционные, а для наиболее нагруженных деталей – высоколегированные стали.

Для повышения прочности и твердости детали, изготовленные из стали, обычно подвергают термической обработке (закалке, отпуску или нормализации).

Из цветных металлов наибольшее применение при изготовлении деталей строительных и дорожных машин находят медь, алюминий, олово, свинец, цинк. Применяются они в виде сплавов (алюминиевые сплавы, латунь, бронза, баббит и др.).

В строительном машиностроении кроме металлов применяются и другие материалы, например, пластмасса, резина, стекло, асбест и др.

Наиболее широко применяются пластмассы на основе синтетических смол. Пластмассы разделяются на следующие группы: слоистые (текстолит, гетинакс, асботекстолит); термопластические материалы (плексиглас, винипласт, фторопласт).

Пластмассы применяются для изготовления вкладышей подшипников, зубчатых колес, сепараторов подшипников качения, ремней, крепежных деталей, рукояток и др.

Применение пластмасс в подъемно-транспортном, строительном и дорожном машиностроении пока невелико и ограничивается в основном фрикционными и антифрикционными деталями, такими, например, как накладки в тормозах и фрикционных муфтах и некоторые подшипники и детали уплотнительных устройств. Между смежными деталями всегда возникает сила трения, зависящая от качества поверхности деталей (степени шероховатости) и свойства материала, а также от силы, с которой детали прижимаются одна к другой, то есть нормального давления между поверхностями.

В подвижных соединениях стремятся уменьшить силу трения, поскольку она мешает движению, увеличивая расход энергии. Достигается это уменьшением шероховатости, применением антифрикционных материалов, разобщением поверхностей слоем смазки.

При отсутствии смазки трущихся поверхностей (как это бывает в тормозах и большинстве фрикционных муфт) возникает так называемое сухое трение, при котором основными становятся механические силы: при полном же разделении трущихся поверхностей слоем смазки трение называется жидкостным. Воздействие влаги и кислорода атмосферы приводит к окислению и разрушению поверхности металлических деталей, называемому коррозией, поэтому металлы покрывают антикоррозийными покрытиями.

Антикоррозийное покрытие – тонкостенное покрытие на изделиях для защиты их от коррозии. Различают антикоррозийные покрытия металлические (цинкование, никелирование, хромирование, меднение и др.), лакокрасочные, покрытия резиной (гуммирование), пластмассовые и битумные смазки.

Отдельные части машин и их детали могут соединяться между собой как подвижно, так и неподвижно.

В подвижных соединениях относительное положение деталей может меняться, а в неподвижных оно постоянно.

В свою очередь, неподвижные соединения могут быть разъемными и неразъемными.

К разъемным соединениям относятся резьбовые соединения, выполняемые с помощью резьбовых деталей (болты, гайки, винты, шпильки), соединения при помощи шпонок (рис. 4.1), шлицев (рис. 4.2), штифтов и клиньев, а также соединения, выполненные посредством посадок с гарантированным натягом.

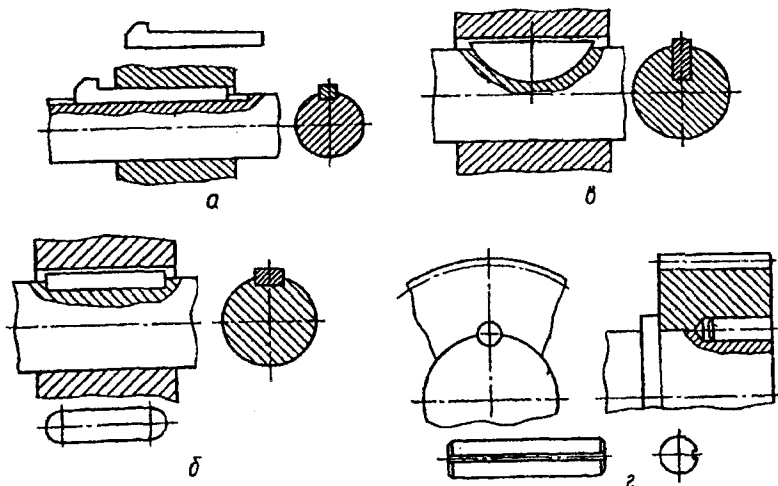


Рис. 4.1. Шпоночные соединения:

a – клиновое шпонка; *б* – призматическая; *в* – сегментная; *г* – цилиндрическая

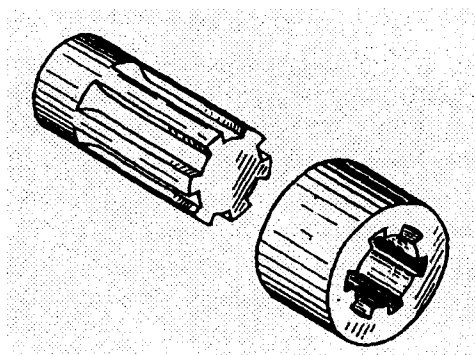


Рис. 4.2. Шлицевое соединение

Неразъемные соединения для разборки требуют разрушения соединительных деталей. К таким соединениям относятся сварные и заклепочные соединения, а также, выполненные пайкой и склеиванием.

Для передачи механической энергии на расстояние применяют передачи. В зависимости от способа передачи энергии различают передачи механические и передачи с преобразованием энергии (гидравлические, электрические и пневматические). В изучаемых машинах наиболее распространенными являются механические и гидравлические передачи. Передачи не только передают движение, но изменяют скорость, а иногда характер и направление движения.

В каждой передаче тело, которое передает мощность, называется *ведущим*, а тело, которому передается мощность, *ведомым*.

В зависимости от способа передачи движения от ведущего тела вращения ведомому различают передачи трением с непосредственным контактом тел вращения (рис. 4.3, *а*) и зацеплением, а также передачи с гибкой связью (рис. 4.3, *б*).

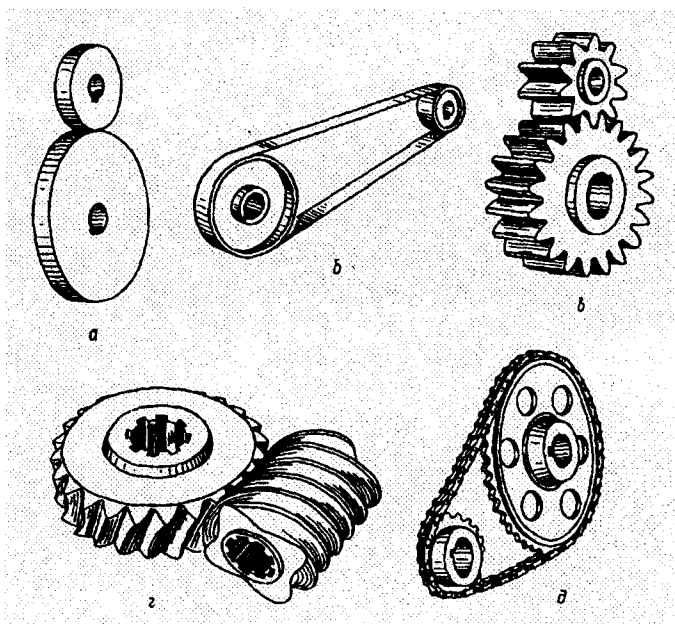


Рис. 4.3. Механические передачи:

а – фрикционная; *б* – ременная; *в* – зубчатая; *г* – червячная; *д* – цепная

Передачи зацеплением при непосредственном контакте могут быть зубчатыми (рис. 4.3, в) или червячными (рис. 4.3, з), а с гибкой связью – цепными (рис. 4.3, д).

Основным параметром любой передачи является передаточное число, под которым понимают отношение угловой скорости ведущего тела передачи к угловой скорости ее ведомого тела или соответствующее отношение чисел оборотов:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} .$$

При $i > 1$ ведомый вал передачи вращается медленнее ведущего, а при $i < 1$ – наоборот – быстрее ведущего. В строительных машинах в большинстве случаев применяются передачи, у которых $i > 1$, то есть замедляющие. Это необходимо для уменьшения скорости движения рабочего органа машины при больших угловых скоростях вала двигателя или для увеличения крутящего момента.

Во многих случаях одной парой тел вращения нельзя обеспечить требуемое передаточное число. Тогда применяют ряд последовательно соединенных передач – так называемую *многоступенчатую передачу*, в которой ведомый вал первой пары является ведущим для второй и т.д.

Ременная передача (рис. 4.4, а) состоит из ведущего и ведомого шкивов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга и соединенных между собой бесконечным ремнем, натянутым на шкивы. Благодаря трению, развиваемому между ремнем и шкивами, вращение ведущего шкива передается ведомому.

В зависимости от формы поперечного сечения ремней различают плоскоремные (рис. 4.4, б), клиноремные передачи (рис. 4.4, в) и передачи круглым ремнем (рис. 4.4, з).

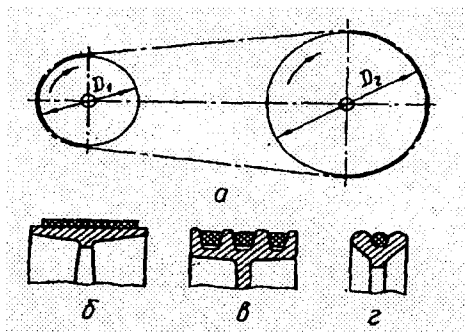


Рис. 4.4. Ременная передача:
 а – схема ременной передачи; б – плоскоременная передача;
 в – клиноременная передача; г – передача круглым ремнем

Клиновые ремни в сечении имеют форму трапеции, которая своими боковыми поверхностями касается боковых поверхностей канавок шкива. Глубина канавки делается больше высоты сечения ремня, чтобы между нижним основанием сечения ремня и дном канавки был зазор. Этим обеспечивается заклинивание ремня в канавке, увеличивается сцепление, а следовательно, и тяговая способность передачи. Клиноременная передача обладает плавностью и бесшумностью, малыми габаритами и возможностью передавать большие усилия вследствие параллельной установки необходимого количества ремней. Кроме того, как и всякая ременная передача, клиноременная передача предохраняет механизм от перегрузки за счет эластичности ремней и возможности их проскальзывания. В то же время свойство клиноременной передачи исключает постоянство передаточного числа и практически исключает возможность передавать очень большие мощности.

Различное натяжение ведущей и ведомой ветви ременной передачи приводит к обязательному упругому проскальзыванию ремня относительно шкива, из-за чего передаточное число этой передачи имеет следующий вид:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)},$$

где D_1 и D_2 – диаметры ведущего и ведомого шкивов;

ε – коэффициент скольжения, зависящий от упругости и степени натяжения ремня.

При применении стандартных резинотканевых клиновых ремней коэффициент скольжения колеблется от 0,01 до 0,02.

Появление зубчатой передачи относится к глубокой древности. Изготавливались они тогда из дерева. Меньшее колесо имело шесть стержней (окружность легко делится на шесть частей), откуда и пошло название «шестерня», а большее колесо получило название зубчатого колеса.

Эти названия сохранились в русском техническом языке и до настоящего времени.

Колеса зубчатых передач в зависимости от расположения их геометрических осей могут быть *цилиндрическими, коническими или винтовыми*.

Во всех случаях вращение ведущего зубчатого колеса преобразуется во вращение ведомого зубчатого колеса через нажатие зубьев первого на зубья второго.

Профиль зубьев обычно выполняется по эвольвенте, очертаение которой обеспечивает равномерное вращение колес, а следовательно, и постоянное передаточное число.

Качение колес зубчатой передачи происходит без проскальзывания, отсюда

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

то есть передаточное число зубчатой пары равно отношению числа зубьев ведомого колеса (z_2) к числу зубьев шестерни (z_1).

Все цилиндрические зубчатые передачи обладают постоянством передаточного числа, компактностью и большим диапазоном передаваемых мощностей. Коэффициент полезного действия этих передач зависит от точности и чистоты поверхности зубьев, а также от способа смазки и для закрытых передач находится в пределах $\eta = 0,97 \dots 0,99$.

Для передачи вращающего момента между валами, оси которых пересекаются под углом, применяются *конические передачи*.

При необходимости получения большого передаточного числа в передаче крутящего момента между скрещивающимися валами применяются передачи, которые носят название *червячных* (рис. 4.5).

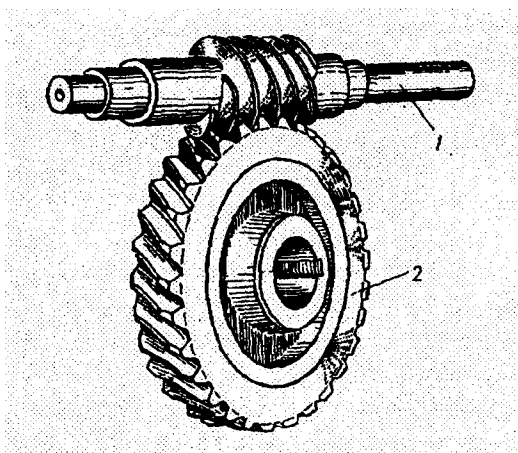


Рис. 4.5. Червячная передача:
1 – червяк; 2 – червячное колесо

Червячная передача представляет собой зубчато-винтовую передачу и состоит из червяка – винта с трапецидальной резьбой – и червячного колеса – косозубого колеса с зубьями специальной формы.

При вращении червяка его витки, находящиеся в контакте с зубьями колеса, дают на них и заставляют поворачиваться колесо. Для обеспечения постоянного и равномерного движения необходимо, чтобы осевой шаг червяка был равен торцевому шагу червячного колеса.

В этих передачах за каждый оборот червяка колесо поворачивается на один зуб при однозаходной резьбе, на два зуба – при двухзаходной резьбе и т.д. С помощью таких передач можно получить передаточное число больше 200 (обычно применяется 50... 60).

Передаточное число червячной передачи

$$i = \frac{z_k}{z_{\text{ч}}} = \frac{n_{\text{ч}}}{n_k},$$

где $z_{\text{ч}}$ – число заходов червяка;

z_k – число зубьев колеса;

$n_{\text{ч}}$ – число оборотов червяка;

n_k – число оборотов колеса.

Возможность получения большого передаточного числа, компактность, плавность и бесшумность являются неоспоримыми достоинствами червячной передачи. Существенными ее недостатками являются низкий коэффициент полезного действия η , равный 0,7...0,75.

Поэтому постоянно работающая червячная пара потребляет значительную мощность, выделяет большое количество тепла и требует обязательного интенсивного охлаждения. Этим объясняется сравнительно редкое применение червячных передач, особенно в механизмах, передающих большие мощности. Червячные передачи обычно отличаются свойством самоторможения.

Это свойство используется в грузоподъемных устройствах. Если бы привод барабана, с помощью которого поднимается груз, имел, например, зубчатую передачу, то пришлось бы устанавливать тормозное устройство, чтобы груз не опускался. При наличии самотормозящейся червячной передачи обратного движения быть не может. Если необходимо получить большие передаточные числа, обычно прибегают к многоступенчатым зубчатым передачам в основном с цилиндрическими зубчатыми парами. Такие многоступенчатые передачи называются *редукторами*. Редукторы выпускаются промышленностью как самостоятельные изделия. Они стандартизированы и могут быть установлены в любой машине в соответствии со своими параметрами. Редукторы выпускаются одно-, двух-, трех- и многоступенчатыми с различными зубчатыми передачами (цилиндрическими, червячными, коническо-цилиндрическими и т.д.). Основными параметрами редукторов являются *передаваемая мощность, передаточное число и число оборотов ведущего вала*.

В редукторах передачи располагаются внутри корпусов специальной конструкции. Нижняя часть корпуса редуктора обычно заполняется маслом, уровень которого контролируется. При вращении колес часть из них, окунаясь в масляную ванну редуктора, поднимает масло и разбрызгивает его, обеспечивая смазку трущихся поверхностей.

Корпусы редукторов снабжаются опорными лапами для крепления к фундаментам или рамам или рым-болтами для монтажа и ребрами для увеличения теплоотдачи.

При сравнительно больших межосевых расстояниях, когда нецелесообразно использовать зубчатые передачи из-за их громоздкости и ременные передачи в связи с требованиями компактности или постоянства передаточного числа, применяются цепные передачи.

Цепная передача состоит из расположенных на некотором расстоянии друг от друга двух колес, называемых звездочками, и охватывающей их цепи (рис. 4.6). Вращение ведущей звездочки преобразуется во вращение ведомой звездочки при сцеплении звездочек со звеньями цепи и передаче окружного усилия через натянутую цепь.

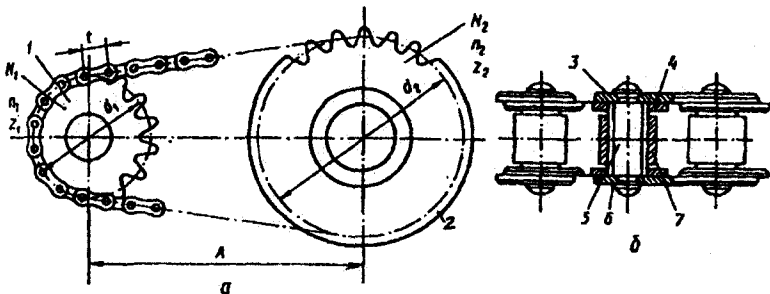


Рис. 4.6. Цепная передача:

- a* – общий вид; *б* – конструкция втулочно-роликовой цепи;
 1 – ведущая звездочка; 2 – ведомая звездочка; 3 – наружное звено;
 4 – внутреннее звено; 5 – ось; 6 – втулка; 7 – ролик

Цепные передачи, работающие при больших нагрузках и скоростях, помещают в специальные кожухи (картеры), в которых они постоянно и обильно смазываются и защищаются от загрязнения.

Передаточное число цепной передачи определяется, как и в любой передаче, зацеплением:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1},$$

где z_1 и z_2 – числа зубьев ведущей и ведомой звездочек передачи.

В качестве приводных цепей обычно применяются роликовые, втулочные, зубчатые и крючковые цепи.

Втулочно-роликовая цепь (рис. 4.6, б) состоит из наружных 3 и внутренних 4 звеньев, соединенных попарно при помощи осей 5 и втулок 6. Каждая пара звеньев свободно поворачивается относительно другой.

В роликовой цепи на втулки надеты ролики 7, которых нет во втулочной цепи. Ролики во время набегания на ведущую 1 и ведомую 2 звездочки проворачиваются, уменьшая тем самым износ зубьев.

При больших окружных усилиях применяются двух- и трехрядные роликовые цепи, конструкция которых аналогична рассмотренной.

Детали приводных цепей делаются из специальных сортов легированных сталей и подвергаются термической обработке, что обеспечивает необходимую прочность и долговечность цепей.

Все цепные передачи требуют постоянного ухода (смазка, регулировка) и выходят из строя в основном из-за износа шарниров цепей, который приводит к увеличению шага и удлинению самой цепи.

К достоинствам цепных передач относятся применимость в широком диапазоне межцентровых расстояний, малые габариты и масса, простота замены и высокий КПД.

К недостаткам – возможность внезапного обрыва, удлинение вследствие износа и необходимость натяжных устройств, неравномерность скорости, особенно при малом числе зубьев звездочки.

Для поддержания вращающихся деталей (шкивы, зубчатые колеса, звездочки, блоки, катки, барабаны и т.д.) служат оси. Они могут быть вращающимися (вместе с установленными на них деталями) или невращающимися (относительно которых вращаются установленные на них детали). Оси воспринимают нагрузку от расположенных на них деталей и работают на изгиб.

Детали, которые в отличие от осей в основном предназначены для передачи моментов, называются *валами*. Валы, несущие на себе детали, через которые передается крутящий момент, воспринимают от этих деталей нагрузки и поэтому работают одновременно на кручение и изгиб.

Оси представляют собой прямые (в большинстве случаев переменного сечения) стержни, а валы могут быть как прямыми, так и коленчатыми и гибкими (рис. 4.7).

Оси и валы вращаются относительно опор, называемых *подшипниками*. Те части валов или осей, которыми они непосредственно ложатся на опоры, называются *цапфами*. Цапфы, воспринимающие осевую нагрузку, называются *пятями*. Оси имеют обычно круглое сечение, диаметр которого по длине чаще всего переменен. В результате этого ось приобретает форму ступенчатого цилиндра.

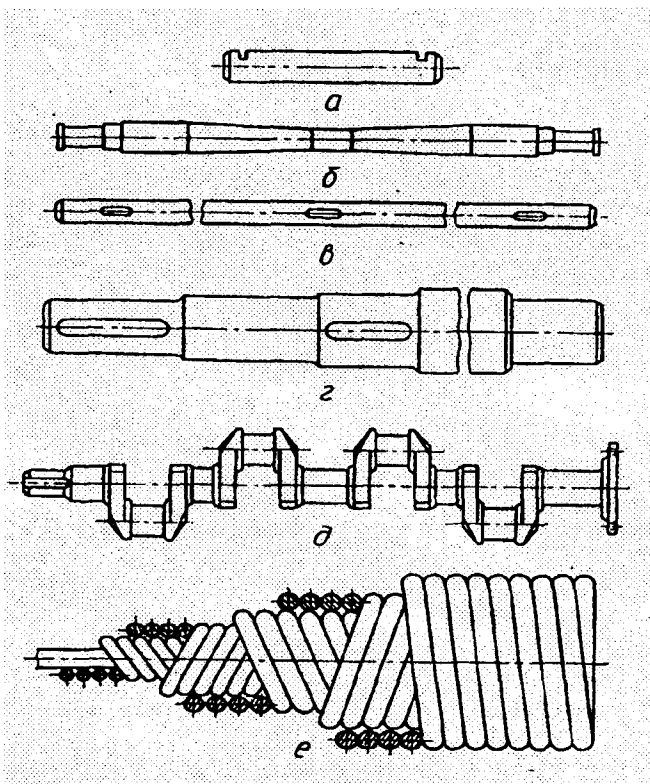


Рис. 4.7. Оси и валы:

a – неврещающая ось; *б* – вращающаяся ось; *в* – гладкий прямой вал;
г – ступенчатый вал; *д* – коленчатый вал; *е* – гибкий вал

Изготавливаются оси обычно из конструкционных или качественных углеродистых сталей.

Во вращающейся оси, даже при постоянной нагрузке, напряжения меняются по симметричному циклу, поэтому при прочих равных условиях она должна иметь больший диаметр, чем неподвижная. Валы, как и оси, изготавливаются в основном из углеродистых и легированных сталей.

Для передачи движения между деталями, расположенными так, что жесткую связь нельзя осуществить (например, для привода вибратор, механизированных инструментов и других механизмов), применяются *гибкие* валы (см. рис. 4.7).

Эти валы делают из нескольких слоев проволоки, плотно намотанных на сердечник, причем каждый слой имеет противоположное направление навивки. Направление навивки наружного слоя противоположно тому, которое должен иметь вал при работе, чтобы проволока не раскручивалась, а также чтобы при вращении вала внутренние слои уплотнялись. Броня, покрывающая гибкий вал, вместе с ним не вращается. Она обеспечивает заданное направление, защищает вал от повреждений, удерживает на нем консистенцию смазки и предохраняет рабочих от захвата валом.

Подшипниками называются детали, которые воспринимают и передают на раму, корпуса или станины опорные реакции, возникающие на цапфах валов и вращающихся осей.

Различают подшипники скольжения и качения. По своей конструкции подшипники *скольжения* делятся на неразъемные (глухие) и разъемные. **Неразъемные** относятся к простейшим подшипникам, применяемым при небольших угловых скоростях вращения валов и осей.

Выполняются они (рис. 4.8) в виде втулок *1* из антифрикционных материалов, запрессованных непосредственно в корпусную деталь (раму или станину) или в отдельную деталь, прикрепляемую к раме. Главный недостаток всех этих подшипников состоит в том, что устранить увеличенный зазор, образуемый в результате износа втулки и цапфы, можно только заменой втулки.

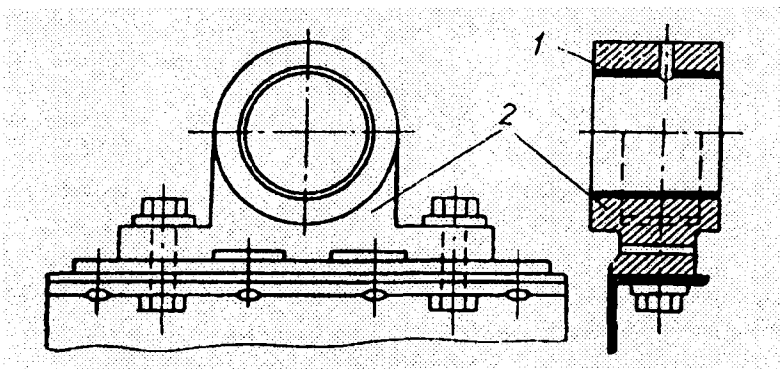


Рис. 4.8. Подшипник скольжения глухой:
1 – антифрикционная втулка; 2 – корпус подшипника

Более современными являются разъемные подшипники. Конструкция одного из них показана на рис. 4.9. Этот подшипник состоит из корпуса 1 и крышки 2, между которыми болтами зажаты нижний 4 и верхний 3 вкладыши. Вкладыши подшипника изготавливаются из антифрикционных материалов или покрываются ими по внутренней поверхности.

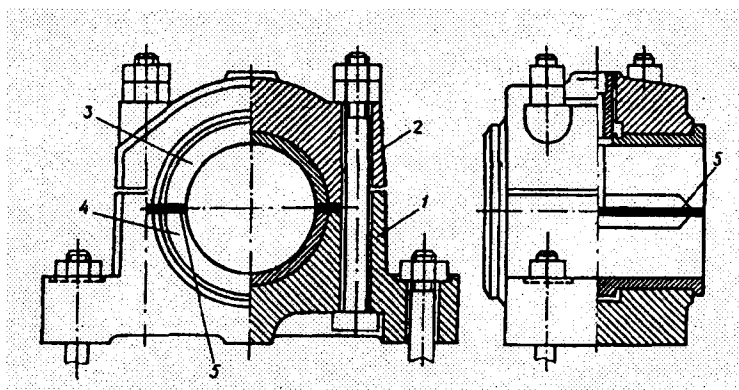


Рис. 4.9. Подшипник скольжения разъемный:
1 – корпус; 2 – крышка; 3 – вкладыш верхний;
4 – вкладыш нижний; 5 – набор прокладок

В разъем между вкладышами перед их расточкой устанавливаются металлические прокладки 5, которые затем по мере износа трущихся частей удаляются, позволяя уменьшить зазор между цапфой и вкладышем.

Существует множество и других конструкций подшипников скольжения. Однако подшипники скольжения обладают рядом недостатков: большие потери энергии на трение; необходимость использования дорогих антифрикционных материалов; большие размеры в осевом направлении; сложность в эксплуатации. Вместе с тем подшипники скольжения имеют и некоторые неоспоримые преимущества: малые размеры подшипника в радиальном направлении; работоспособность при очень больших скоростях; бесшумность; разъемность; работоспособность в химически активных средах. Значительные потери на трение приводят к нагреву подшипников, вследствие чего ухудшается смазка и повышается износ.

Смазка подшипников скольжения может быть местной и централизованной, а по характеру действия – периодической и непрерывной. При местной смазке каждый подшипник смазывается отдельным смазочным устройством (масленкой), а при централизованной одно устройство распределяет смазку между рядом подшипников.

В современных сложных машинах с быстроходными валами основной является централизованная смазка, при которой масло с помощью масляного насоса под давлением нагнетается через масляные фильтры в подшипники. По такой схеме выполняется, например, смазка двигателей внутреннего сгорания. Более простым способом непрерывной смазки является смазка разбрызгиванием, широко применяемая в различного рода редукторах.

Конструкции подшипников качения основных типов показаны на рис. 4.10. По форме тела качения подшипники делятся на шариковые, роликовые и игольчатые. Роликоподшипники по сравнению с шарикоподшипниками обладают большей нагрузочной способностью. По направлению действия нагрузки, воспринимаемой подшипником, они делятся на радиальные, упорные и радиально-упорные.

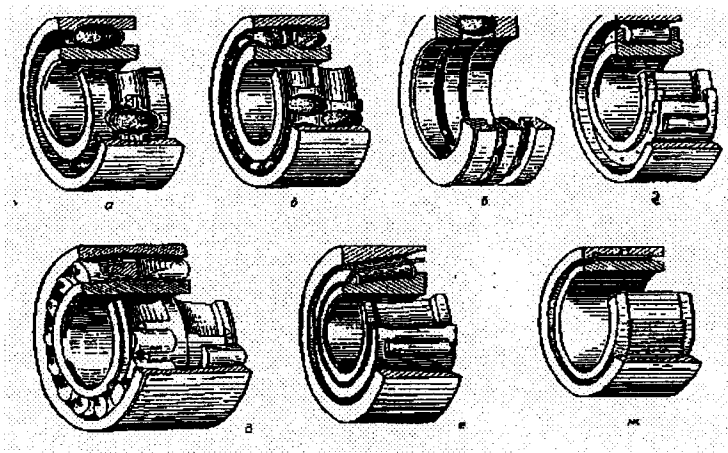


Рис. 4.10. Подшипники качения:

- a* – радиальный однорядный шариковый;
- б* – шариковый двухрядный радиальный;
- в* – шариковый упорный;
- г* – роликовый двухрядный сферический (самоустанавливающийся);
- е* – конический радиально-упорный;
- жс* – игольчатый (радиальный)

По числу рядов тел вращения подшипники могут быть одно- и двухрядными.

Чтобы ролики или шарики находились на одинаковом расстоянии один от другого, в подшипниках предусмотрены сепараторы, представляющие собой штампованные кольца с отверстиями для роликов или шариков.

Шариковые подшипники применяют в передачах с малыми и средними нагрузками.

Роликовые подшипники устанавливают в передачах с большими нагрузками, которые могут быть почти в 2 раза больше, чем при применении шариковых.

Радиальные подшипники предназначены для передачи радиальных усилий при точной установке вала, а радиальные сферические — для тех случаев, когда нельзя гарантировать строгую соосность опор. Роликовые подшипники не допускают нагружения даже незначительными осевыми усилиями.

Основным преимуществом подшипников качения является значительно меньший, чем у подшипников скольжения, коэффициент трения. Так, для шарикоподшипников приведенный коэффициент трения $f = 0,001... 0,003$, для роликоподшипников он примерно вдвое больше, а для подшипников скольжения $f = 0,02... 0,04$. Кроме того, подшипники качения просты в монтаже и обслуживании, расходуют малое количество смазки, имеют сравнительно низкую стоимость и малые габариты в осевом направлении.

Основными недостатками подшипников качения являются значительные габариты в радиальном направлении, невозможность разъема в осевой плоскости и плохое восприятие ударных нагрузок.

Устройства, предназначенные для соединения валов между собой или валов с находящимися на них деталями и передающих крутящие моменты от одного вала к другому, называются *муфтами*. Муфты, осуществляющие постоянные соединения, носят название постоянных (неуправляемых), а позволяющие в процессе работы машины разъединять соединяемые детали, — сцепных (управляемых).

Применение постоянных муфт определяется технологическими требованиями изготовления машины, а сцепных — ее кинематикой.

Муфты в строительных машинах достаточно разнообразны по своей конструкции, поэтому рассмотрим лишь основные, наиболее распространенные из них.

Постоянные муфты могут быть глухими, предназначенными для соединения строго соосных валов, и компенсирующими – ими соединяются валы, имеющие некоторую подвижность или несоосность. Наиболее распространенными глухими муфтами являются втулочные и поперечно-свертные.

Наиболее просты втулочные муфты (рис. 4.11, а). Крутящий момент от ведущего вала 1 на втулку 2 и от нее ведомому валу 4 передается с помощью шпонок 3 или штифтов, а сама муфта в осевом направлении фиксируется установочными винтами 5. Недостаток таких муфт – в необходимости большого осевого смещения валов при монтаже и демонтаже.

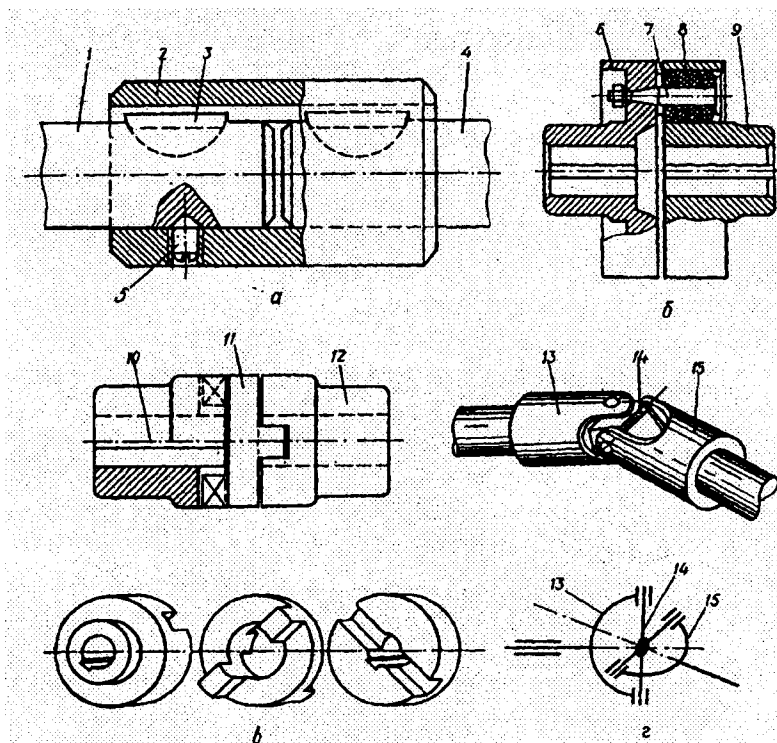


Рис. 4.11. Муфты:

- а – втулочная; б – упругая втулочно-пальцевая; в – плавающая муфта;
 1 – ведущий вал; 2 – втулка; 3 – шпонки; 4 – ведомый вал; 5 – установочный винт;
 б – левая полумуфта; 7 – палец; 8 – резиновая втулка; 9, 12 – правые полумуфты;
 13 – левая вилка; 14 – крестовина; 15 – правая вилка

К наиболее распространенным компенсирующим муфтам относятся упругая втулочно-пальцевая и плавающая или крестовая.

Втулочно-пальцевая муфта (рис. 4.11, б), поперечно-свертная, состоит из двух полумуфт-фланцев 6 и 9, укрепленных на ведущем и ведомом валах. В одной из полумуфт закреплены пальцы 7 с надетыми на них резиновыми втулками. Эти втулки входят в цилиндрические отверстия второй полумуфты. Таким образом крутящий момент от одной полумуфты к другой передается через упругий элемент – резиновые втулки, позволяющие компенсировать незначительную неточность в установке валов. Втулочно-пальцевые муфты широко применяются для соединения вала электродвигателя с валом передач.

Плавающая муфта (рис. 4.11, в) состоит из двух полумуфт 10 и 12, закрепленных на ведущем и ведомом валах. Между полумуфтами устанавливается диск 11 с крестообразно расположенными на его торцах двумя выступами, которые входят в соответствующие пазы полумуфт. Если смещение валов незначительно, то перемещение диска выступами по пазам полумуфт при вращении полумуфт компенсирует эту несоосность. Такие плавающие муфты позволяют передавать значительные крутящие моменты и широко используются для соединения, например, барабанов лебедок с редукторами их приводов. Широкое применение, особенно в приводах колесных машин, нашли так называемые шарнирные муфты (рис. 4.11, г). Они применяются для постоянного соединения валов, работающих под углом один к другому, позволяя изменять этот угол при передаче крутящего момента. Такая муфта состоит из двух вилок 13 и 15, соединенных между собой крестовиной.

Сцепные муфты, применяемые в изучаемых машинах по способу передачи крутящего момента, могут быть кулачковыми, зубчатыми, фрикционными и гидравлическими.

Кулачковые и зубчатые муфты обеспечивают постоянную жесткую связь ведущего и ведомого вала, но не допускают их включения на ходу под нагрузкой и при значительной разнице в угловых скоростях между ведомым и ведущим валами.

Разновидностью кулачковой муфты является зубчатая муфта, в которой передача крутящего момента производится с помощью большого числа кулачков-зубьев, выполненных на одной полумуфте в виде внутреннего зацепления, а на второй – в виде внешнего с равным первой муфте числом зубьев.

Такие муфты применяются в коробках передач автомобилей, тракторов и других самоходных машин. Боковые поверхности зубьев в этом случае выполняются обычно, как и в зубчатых колесах, по эвольвентному профилю, удобному с технологической точки зрения.

Наибольшее применение в качестве сцепных получили фрикционные муфты, в которых крутящий момент передается за счет сил трения.

В зависимости от формы поверхностей трения различают следующие фрикционные муфты: дисковые, конусные, ленточные и пневмокамерные. Схематически устройство этих муфт показано на рис. 4.12, на котором стрелками указано движение ведомой муфты.

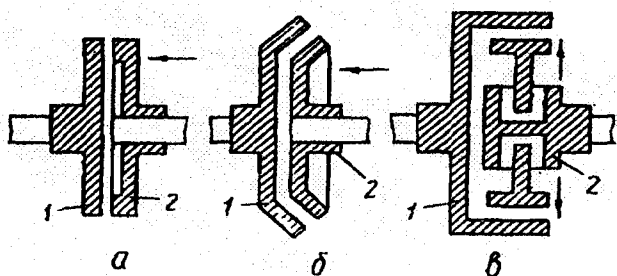


Рис. 4.12. Схемы фрикционных муфт:
 а – дисковая; б – конусная; в – цилиндрическая;
 1 – ведущая полушестерня; 2 – ведомая полушестерня

Крутящий момент, передаваемый муфтой, зависит от силы трения, развиваемой между трущимися поверхностями, и плеча среднего радиуса, на котором приложена эта сила трения. В свою очередь, сила трения определяется нормальным давлением и коэффициентом трения. Для получения максимальных значений силы трения в большинстве случаев трущиеся поверхности муфт покрываются специальными фрикционными материалами – композиционными пластмассами, наполнителем в которых является асбест.

Чтобы уменьшить габариты муфт при необходимости передавать значительные крутящие моменты, применяются муфты с несколькими поверхностями трения (многодисковые, двухконусные и т.д.).

Для создания постоянного усилия применяются предварительно натянутые пружины. Выключаться и включаться периодически работающая муфта может рычажной системой с воздействием на нее мускульной силы человека или (что теперь является основным) с

помощью гидравлической или пневматической системы управления. В некоторых машинах с электрическим приводом включение или выключение муфт производится электромагнитными устройствами.

На быстроходных валах, у которых проскальзывание поверхностей трения муфты при включении больше, чем у тихоходных, обычно применяются дисковые муфты с несколькими поверхностями трения. Устройство одной из таких муфт с двумя поверхностями трения (они широко применяются для соединения вала двигателя внутреннего сгорания с трансмиссией машины) схематически показано на рис. 4.13.

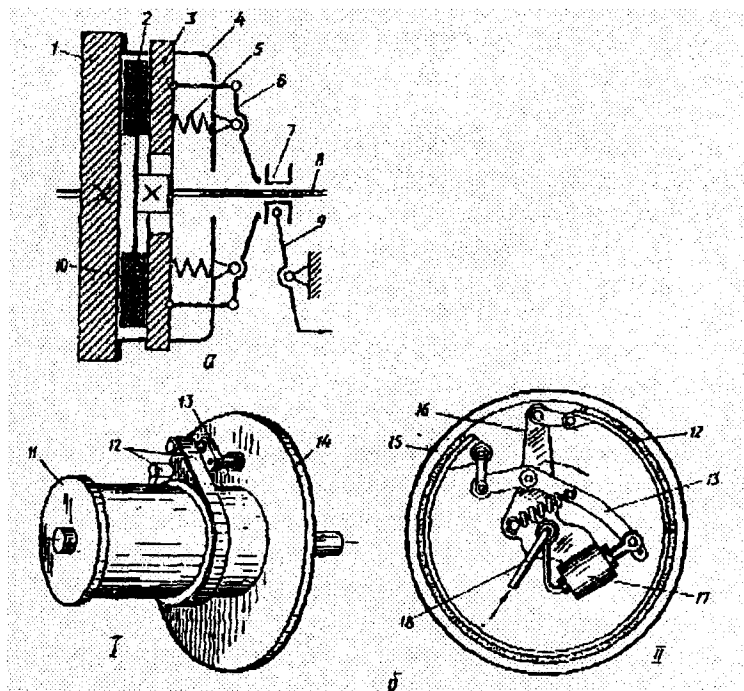


Рис. 4.13. Конструкция фрикционных муфт:

а – с двумя поверхностями трения; б – ленточная;

I – с наружной лентой; II – то же с внутренней;

1 – маховик; 2 – ведомый диск; 3 – прижимной диск; 4 – кожух; 5 – пружина;

6 – рычаг; 7 – подшипник выжимной; 8 – ведомый вал; 9 – выжимная вилка;

10 – фрикционные накладки; 11 – ведомый барабан;

12 – лента с фрикционной накладкой; 13 – рычаг вала включения муфты;

14 – ведущий диск; 15 – ведомый шкив; 16 – крестовина ведущего вала;

17 – гидроцилиндр; 18 – трубопровод

В этой муфте ведомый диск 2 связан шлицами с валом 8 и прижимается диском 3 к маховику 1, посаженному на ведущий вал (вал двигателя). Усилие прижатия развивают пружины 5, предварительно сжатые между прижимным диском 3 и кожухом 4. Выключается муфта при перемещении прижимного диска вправо рычагами 6 после нажатия на них выжимного подшипника 7, которое выполняется вилкой 9 при повороте ее против часовой стрелки. Крутящий момент на ведомый диск 2 передается по двум поверхностям трения через фрикционные накладки 10 как со стороны маховика 1, так и со стороны прижимного диска 3.

В многодисковых фрикционных муфтах ведомых дисков несколько и каждый из них зажимается между соответствующими ведущими дисками. Это позволяет передавать большие крутящие моменты.

В строительных машинах наиболее распространены фрикционные муфты с цилиндрическими поверхностями трения и передачей момента при помощи гибкой ленты. Такие муфты называются ленточными.

Кроме фрикционных муфт в строительно-дорожных машинах значительной мощности, особенно за рубежом, в настоящее время широкое распространение получили гидромуфты и гидротрансформаторы, в которых крутящий момент от ведущего вала к ведомому передается при помощи потока жидкости.

4.4. Ознакомление с силовым оборудованием и трансмиссиями, ходовым оборудованием и системами управления машинами

Чтобы машина работала, к ее рабочим органам нужно подвести механическую энергию. Эта энергия вырабатывается силовым оборудованием, а передается трансмиссией. Совокупность силового оборудования и трансмиссии называют приводом машины. Особенности технологии производства работ, условия эксплуатации и режимы нагружения определяют требования к приводам машин. От технологии зависит последовательность включения, выключения и реверсирования движения механизмов, совмещение их действий. Условия эксплуатации – работа на открытом воздухе в любое время суток и года в различных климатических поясах и зачастую вдали от населенных мест – определяют требования высокой надежности и ремонтпригодности, доступности мест смазки, возможности

контроля и регулировки, работоспособности при больших поперечных и продольных уклонах и в условиях бездорожья. Хороши в эксплуатации конструкции, в которых широко использованы базовые машины и стандартные узлы.

Режимы нагружения характеризуются продолжительностью непрерывной работы привода, частотой включения, закономерностями изменения внешней нагрузки и скоростью движения ведомого звена. В основные периоды времени они определяются процессами взаимодействия рабочих органов машин с обрабатываемым материалом, а в переходные – процессами разгона, торможения и реверсирования масс, их подъемом или опусканием. Предпочтение отдают таким приводам, которые обеспечивают максимальное использование установленной мощности при высоком КПД, хорошо воспринимают динамические нагрузки, а также легко и просто управляются и автоматизируются.

По типу и структуре силового оборудования различают приводы с первичными или вторичными двигателями, одномоторные или многомоторные. Трансмиссии могут быть однопоточными, многопоточными, механическими, гидравлическими, электрическими, пневматическими или комбинированными (гидромеханическими, электрогидравлическими и т. п.). Управление приводами бывает ручным, механизированным, автоматическим или полуавтоматическим, ступенчатым или бесступенчатым.

На изучаемых машинах в основном применяются приводы с первичными двигателями, у которых образующаяся при сгорании топлива энергия непосредственно преобразуется в механическую работу. Машины с такими двигателями автономны, т. е. могут работать вдали от населенных пунктов и других источников энергии. К первичным двигателям относятся двигатели внутреннего сгорания и паровые машины. Из-за больших габаритов и массы, а также низкого КПД паровые машины в настоящее время не применяются.

Трансмиссия включает одну или несколько передач, систему управления и вспомогательные средства. В приводах машин широко применяются механические передачи. Они имеют высокий КПД, надежны в работе и просты в обслуживании. Эти передачи состоят из зубчатых, цепных, ременных и других механизмов, которые образуют редукторы, коробки скоростей, ведущие мосты и т. п. С помощью механических передач можно подводить энергию не только

к одному, но и к нескольким исполнительным механизмам, реверсировать их движение и ступенчато изменять величину скорости и крутящего момента на ведомом валу.

Ввиду невозможности бесступенчатого регулирования скорости вращения и крутящего момента, возникновения динамических нагрузок при колебании внешних возмущений, громоздкости и сложности конструкции механические передачи часто заменяются комбинированными – гидромеханическими или электромеханическими.

На крупных машинах и базовых тягачах, мощность силовой установки которых составляет более 150 кВт, могут применяться электрические передачи постоянного и переменного тока. Эти передачи состоят из генератора и одного или нескольких электродвигателей. Генераторы, как правило, приводятся во вращение дизельными двигателями и образуют с ними один агрегат. Режимы работы генератора согласовываются с характеристикой приводного двигателя в направлении полного использования мощности силовой установки даже при изменении внешней нагрузки в широком диапазоне. Эта задача успешно решается в случае, когда электрическая передача позволяет бесступенчато регулировать скорость ведомого элемента.

В электрических передачах постоянного тока изменение угловой скорости и крутящего момента электродвигателя производится регулированием тока возбуждения. При этом применяют схемы с параллельным, последовательным и смешанным включением обмоток возбуждения электромашин. В электрических передачах переменного тока эта же задача решается введением преобразователей частоты питания электродвигателей. Регулируемые электропередачи сложны и обладают большой массой. Поэтому чаще применяют более простые и дешевые нерегулируемые электропередачи переменного тока, хотя по своим характеристикам они близки к механическим передачам.

Большое распространение в приводах дорожных машин получили гидродинамические передачи, к числу которых относят гидромуфты и гидротрансформаторы. У них движение ведомых звеньев осуществляется без жестких связей – посредством рабочей жидкости. Гидродинамические передачи обеспечивают разгон и торможение, хорошо гасят крутильные колебания, выполняют функции автоматических бесступенчатых коробок скоростей, согласовывают работу нескольких механизмов, получающих энергию от одного приводного двигателя. Поэтому они широко применяются в трансмиссиях

землеройно-транспортных машин, одноковшовых экскаваторов, погрузчиков, камнедробилок и т. п., приводимых в движение двигателями внутреннего сгорания или асинхронными короткозамкнутыми электродвигателями.

Если гидродинамическую передачу, конструктивная схема которой изображена на рис. 4.14, заполнить рабочей жидкостью, а ведущий вал 1 с насосным колесом 2 привести во вращение, используя энергию приводного двигателя, то под действием центробежных сил начнется движение жидкости, сопровождаемое «закруткой» ее потока. При этом происходит преобразование механической энергии ведущего вала в энергию движущейся жидкости.

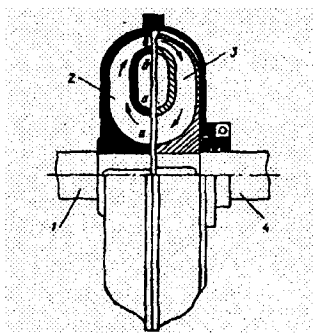


Рис. 4.14. Конструктивная схема гидромукты

После прохождения сечения б–б и межлопаточного зазора поток жидкости попадает в лопастную систему турбинного колеса 3. На этом колесе поток «раскручивается», энергия движущейся жидкости уменьшается, постепенно преобразуясь в механическую энергию ведомого вала 4. Гидродинамические передачи такого типа называются гидромуктами.

Гидротрансформаторы (рис. 4.15) состоят из трех рабочих элементов – насосного колеса 1, закрепленного на ведущем валу, турбинного колеса 2, жестко посаженного на ведомый вал, и неподвижного направляющего аппарата (реактора) 3. Межлопаточные каналы этих рабочих элементов, так же как в гидромукте, образуют круг циркуляции жидкости. Ввиду наличия реактора при изменении внешней нагрузки в гидротрансформаторе происходит преобразование не только скорости вращения, но и крутящего момента.

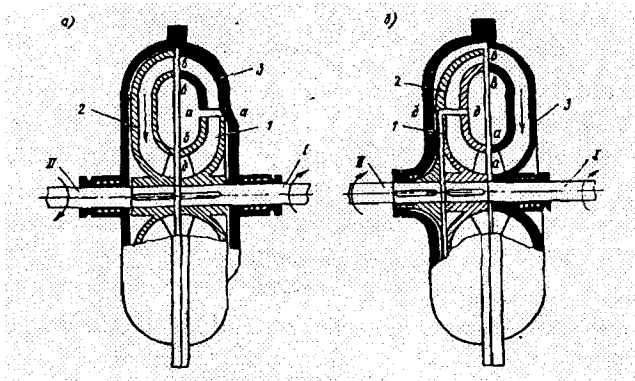


Рис. 4.15. Конструктивные схемы гидротрансформаторов:
 а – реактор после насосного колеса; б – реактор перед насосным колесом;
 I – ведущий вал; II – ведомый вал

В системах управления и в маломощных приводах машин широко применяют гидрообъемные передачи. Их используют также в машинах, на циклично работающих приводах, имеющих сложную пространственную кинематику движения.

Распространению объемных гидротрансформаторов способствует компактность конструкции даже при реализации больших передаточных отношений (1: 1000 и более), простота средств бесступенчатого регулирования скорости исполнительного механизма и преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. При их использовании возможна автоматизация процесса работы, унификация и стандартизация элементов привода. Однако работа гидрообъемных передач зависит от температуры окружающей среды. Эти передачи имеют невысокий КПД (0,7...0,75) и требуют квалифицированного обслуживания.

В гидрообъемных передачах геометрические и силовые связи устанавливаются замкнутым объемом рабочей жидкости, расположенной в напорной магистрали между насосом и гидродвигателем. В насосе механическая энергия приводного двигателя преобразуется в гидравлическую энергию рабочей жидкости, которая затем переходит в механическую энергию гидродвигателя и расходуется на преодоление внешнего сопротивления.

В отличие от насосов, которые являются роторными гидромашинами вращательного типа, гидродвигатели бывают трех видов: гидромоторы, поворотники и гидроцилиндры. Гидромоторы обеспечивают вращательное движение ведомого вала с неограниченным углом поворота. Поворотники (их часто называют моментными гидроцилиндрами) поворачивают ведомый вал только на ограниченный угол. Гидроцилиндры относятся к группе очень распространенных на дорожных машинах гидродвигателей, совершающих возвратно-поступательное движение. В качестве насосов и гидромоторов применяют шестеренчатые, винтовые, пластинчатые (шиберные), аксиально-поршневые и радиально-поршневые гидромашины (рис. 4.16).

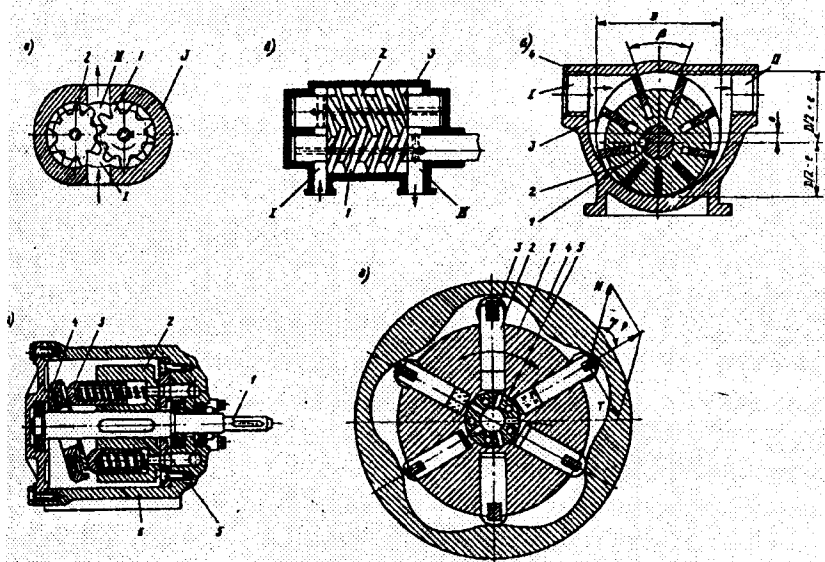


Рис. 4.16. Конструктивные схемы насосов и гидромоторов:
а – шестеренчатого; *б* – винтового; *в* – лопастного;
г – аксиально-поршневого; *д* – радиально-поршневого

При вращении вала шестеренчатого насоса (рис. 4.16, *а*) захватывается некоторый объем рабочей жидкости из всасывающей камеры *I* и переносится в напорную камеру *II*. Этот перенос становится

возможным благодаря образованию геометрически замкнутых пространств между впадинами зубьев ведущей 1 и ведомой 2 шестерен и корпусом 3. Линия контакта шестерен отделяет напорную камеру от всасывающей, препятствуя обратному движению жидкости.

В винтовом насосе (рис. 4.16, б), состоящем из винтов 1 и 2, а также корпуса 3, перенос рабочей жидкости обеспечивается расположенными между этими элементами запертыми пространствами, которые в виде «жидкостной гайки» перемещаются из всасывающей камеры I в напорную II.

Пластинчатые насосы (рис. 4.16, в) строятся на основе кулисного механизма. На ведущем валу 1 закреплен ротор 2, в пазах которого совершают возвратно-поступательное движение шибера 3, опирающиеся на цилиндрическую поверхность корпуса 4, геометрическая ось которой расположена эксцентрично относительно ротора на величину e . При вращении ротора по часовой стрелке пространства между шиберами, работающими справа от вертикальной оси, а также ротором и статором уменьшаются, в связи с чем рабочая жидкость выдавливается в напорную полость II.

В то же время аналогичные пространства, расположенные слева от вертикальной оси, увеличиваются, обеспечивая захват рабочей жидкости из всасывающей полости I.

На валу 1 аксиально-поршневого насоса (рис. 4.16, г) закреплен цилиндрический блок 2, в цилиндрах которого совершают возвратно-поступательное движение поршни 3, опирающиеся на упорный подшипник диска 4. Цилиндрический блок упирается в распределитель 5, закрепленный в неподвижном корпусе 6. Благодаря распределителю полости цилиндров периодически соединяются с напорной или со всасывающей камерами, в зависимости от направления движения поршней.

Радиально-поршневой гидромотор (рис. 4.16, д) состоит из блока цилиндров 1, в расточках которого помещены поршни 2. Поршни имеют катки 3, которые обкатываются по направляющей поверхности корпуса 4. Рабочая жидкость поступает под поршни через распределитель 5. Расположение окон распределителя согласуется с положением рабочих и холостых участков направляющей корпуса. При развиваемом поршнем усилии P сила давления катка на направляющую N будет тем больше, чем больше угол давления γ . Возникающее при взаимодействии катка с направляющей тангенциальное усилие T формирует крутящий момент ротора.

Все перечисленные типы гидромашин относятся к классу роторных, одним из основных свойств которых является принципиальная обратимость, т. е. способность работать как в качестве насоса, так и в качестве гидромотора.

Аксиально-поршневые гидромашины работают при давлении 16...35 МПа с объемным расходом 5...20 л/с, их долговечность составляет 5...8 тыс. ч чистой работы, а общий КПД достигает 0,9...0,93.

Широкое применение находят шестеренчатые и пластинчатые насосы, максимальные значения параметров которых при долговечности 4...6 тыс. ч примерно одинаковы: $p_{\max} = 14...18$ МПа и $Q_{\max} = 8...10$ л/с.

Пластинчатые насосы чаще используют в системах управления, подпитки и централизованной смазки дорожных машин. В этих случаях их работа протекает при давлениях 0,3...1,2 МПа.

Наряду с низкомоментными высокооборотными гидромашинами перечисленных типов все большее распространение получают высокомоментные радиально-поршневые гидромоторы, рассчитанные на работу при давлениях до 35 МПа. Если $\omega < 10$ рад/с, или $M > 1000$ Н·м, или $M/\omega > 100$, то гидромашину относят к разряду высокомоментных. Высокомоментные гидромоторы устанавливают непосредственно на рабочий орган или передают ему движение через простейшую редукторную систему. Однако удельные энергетические показатели высокомоментных гидромоторов (кВт/кг) в 2...5 раз хуже низкомоментных гидромоторов. Поэтому высокомоментным гидромоторам часто предпочитают низкомоментные, скомпонованные в одно целое с планетарными или червячными передачами.

Простота исполнения, хорошая компоновка, сравнительно небольшая масса на единицу передаваемой мощности, способность встраиваться непосредственно в рабочие органы машин определили большое разнообразие конструктивных схем гидроцилиндров. Контроль и управление параметрами гидравлической энергии осуществляется с помощью распределительной, регулирующей и контрольной аппаратуры.

Распределители направляют рабочую жидкость от насоса к гидродвигателям, обеспечивают их реверсирование и остановку. По конструкции различают пробковые, клапанные и золотниковые распределители. Последние имеют наибольшее распространение. Они многопозиционны, уравновешены от статических сил давления и имеют сравнительно небольшие сопротивления от сил трения. Схе-

ма трехпозиционного золотникового распределителя, управляющего направлением движения штока гидроцилиндра, изображена на рис. 4.17. Его рабочими элементами являются цилиндрический плунжер 1, снабженный поясными и кольцевыми проточками, и корпус 2, имеющий окна или отверстия, через которые подводится и отводится рабочая жидкость.

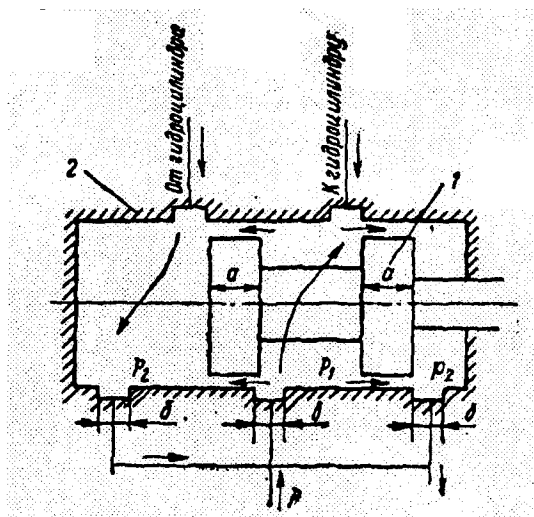


Рис. 4.17. Конструктивная схема золотникового распределителя

Рассматриваемый распределитель является четырехходовым, так как связывает четыре элемента системы – напорную и сливную магистрали и две магистрали, ведущие к полостям гидроцилиндра. Различают три основных типа золотниковых распределителей: с положительным, нулевым и отрицательным перекрытиями. У золотников с положительным перекрытием ширина пояса a на плунжере больше отверстия b в корпусе. Они хорошо фиксируют положение исполнительных механизмов. Когда плунжер такого распределителя устанавливается в нейтральное положение, исполнительный механизм отсекается от напорной и сливной магистралей, а рабочая жидкость запирает его. Этот тип золотника применяется в разомкнутых системах управления для лучшей динамической устойчивости гидропривода. Применение его в системах управления с обратной

связью нежелательно, так как наличие перекрытия определяет большую зону нечувствительности. Этому недостатка лишены золотники с нулевым перекрытием, когда ширина пояска плунжера равна ширине канавки или отверстия корпуса. Достигнуть нулевого перекрытия при изготовлении золотника сложно, поэтому в следящих приводах, как правило, применяют золотники с отрицательным перекрытием. У таких золотников при нейтральном положении плунжера по обеим сторонам его пояска имеются начальные зазоры $(4...6) \cdot 10^{-5}$ м, через которые жидкость, подаваемая насосом, поступает в сливную магистраль.

Золотники с отрицательным перекрытием имеют меньшую зону нечувствительности, но не могут применяться тогда, когда утечки и жесткость являются важными для системы факторами.

Регулирующие органы гидросистемы подразделяют на регуляторы давления и регуляторы расхода. Регуляторы давления предназначены для предохранения гидросистемы от перегрузок, а также для поддержания в ее магистралях давления заданной величины. К первой группе этих устройств относятся предохранительные клапаны, а ко второй – подпорные, редуцирующие и обратные клапаны и клапаны разгрузки насосов. Конструктивно регуляторы расхода выполняются шариковыми, конусными, плунжерными и комбинированными. Шариковые клапаны являются наиболее простыми и быстродействующими ввиду малой инерционности подвижных элементов. Однако при непрерывной работе они из-за износа седла быстро выходят из строя. Поэтому их применяют в качестве эпизодически работающих предохранительных и обратных клапанов. Чаще применяют плунжерные и комбинированные клапаны.

Чтобы избежать влияния режимов нагружения на скорость движения исполнительного механизма, применяют дроссели с регуляторами. Регуляторы являются такими устройствами, которые с помощью гидравлической обратной связи независимо от условий нагружения поддерживают на дросселе постоянный перепад давления. Дроссельные устройства устанавливают на входе или выходе гидродвигателя, а в некоторых случаях – параллельно ему. В первом случае рабочая жидкость от насоса поступает к гидродвигателю через дроссель. При этом некоторый избыток объемного расхода жидкости насоса сливается через предохранительный клапан. Чем меньше проходное сечение дросселя, тем меньше скорость враще-

ния гидромотора и тем большая доля расхода поступает на слив через предохранительный клапан. Запускается такая система в работу плавно, без толчков. Однако если нагрузка на валу гидродвигателя меняет свою величину, то из-за отсутствия подпора на сливе трудно получить устойчивую скорость движения этого вала. Этот недостаток отсутствует, когда дроссель установлен на выходе из гидродвигателя. По КПД оба эти варианта уступают системам, в которых дроссель установлен параллельно гидродвигателю, так как при их использовании насос независимо от нагрузки работает при давлении срабатывания предохранительного клапана. Однако когда дроссель установлен параллельно гидродвигателю, в системе трудно получить устойчивую скорость движения исполнительного механизма, особенно при небольших ее значениях. К вспомогательным устройствам гидросистем относятся средства борьбы с различными помехами. Они подразделяются на средства очистки рабочей жидкости – фильтры, средства стабилизации теплового режима – теплообменники, накопители гидравлической энергии – гидроаккумуляторы.

Фильтры улавливают попавшие в гидросистему посторонние механические примеси. По тонкости очистки различают фильтры: грубой очистки ($d \geq 1,0 \cdot 10^{-4}$ м), нормальной очистки ($d \geq 1,0 \cdot 10^{-5}$ м), тонкой очистки ($d \geq 0,5 \cdot 10^{-5}$ м) и особо тонкой очистки ($d \geq 1,0 \cdot 10^{-6}$ м). По методу отделения механических частиц различают фильтры механического действия и силовые очистители. В фильтрах механического действия поток жидкости пропускается через фильтрующий материал, в котором задерживаются механические частицы. Действие силовых очистителей основано на разделении рабочей жидкости и примесей под влиянием силового поля, которое может быть гравитационным, центробежным, магнитным, электростатическим или вибрационным. Наибольшее распространение в гидросистемах дорожных машин получили фильтры механического действия. В баках, картерах и отстойниках широко применяют магнитные очистители. Устанавливают фильтры чаще всего на нагнетательном трубопроводе после предохранительного клапана. При такой установке фильтры наиболее надежно защищают распределительные устройства от загрязнений. Распространены также схемы с установкой фильтров на сливе. В этом случае они работают под небольшим давлением.

Теплообменники отводят выделившуюся в гидросистеме тепловую энергию, а при низких температурах воздуха нагревают рабочую

жидкость. На дорожных машинах применяют теплообменники с принудительным обдувом воздухом, направляемым вентиляторной установкой.

Гидравлические аккумуляторы служат для компенсации кратковременных пиковых нагрузок. Они являются также демпферами колебаний, возникающих при пульсации давления.

Рабочая жидкость гидросистем сочетает свойства рабочего тела со свойствами смазочных материалов. В гидросистемах широко применяют минеральные масла, полученные смешиванием маловязких нефтепродуктов с высоковязкими компонентами. Углеводородные полимеры, входящие в состав минеральных масел, образуют во взаимодействии с поверхностью металла граничные адсорбционные слои, обладающие высокой механической прочностью и малым сопротивлением поперечному скольжению. Присадки, содержащиеся в рабочих жидкостях гидросистемы, улучшают их свойства. Основными показателями качества рабочих жидкостей служат их вязкость, температурно-вязкостная характеристика, физическая и химическая стабильность, антикоррозионные свойства, агрессивность по отношению к резиновым уплотняющим устройствам, смазочная способность и температура замерзания. Рабочая жидкость должна быть достаточно густой, чтобы снизить объемные потери в гидросистеме, но не слишком, чтобы избежать явлений кавитации и повышенных гидромеханических потерь в гидроагрегатах и трубопроводах.

Физическая стабильность характеризует способность рабочей жидкости сопротивляться деформациям сдвига и не терять своей вязкости и смачивающих свойств. При работе высокооборотных гидромашин и распределительно-регулирующей аппаратуры вязкость жидкости постепенно уменьшается. При этом чем более высокомолекулярные присадки использованы для улучшения вязкостных свойств, тем сильнее влияние деформаций, вызванных трением и мятием рабочей жидкости.

Химическая стабильность рабочих жидкостей, или их стойкость к окислению, зависит от химического состава и строения компонентов. В процессе окисления, когда прекращается действие антиокислительных присадок, из жидкости выпадают осадки в виде смолы, которые засоряют элементы сопряжений гидроагрегатов и могут вывести их из строя. Лучшими катализаторами, вызывающими ускорение процесса окисления, являются металлические частицы,

грязь и вода. Это следует учитывать при заправке гидросистемы и ее очистке. При повышении температуры рабочей жидкости интенсивность окисления минеральных масел увеличивается. Поэтому при конструировании гидросистем не следует экономить на средствах, обеспечивающих ограничение температуры рабочей жидкости.

Антикоррозионные свойства и агрессивность по отношению к резиновым уплотнениям характеризуют совместимость рабочей жидкости, т. е. ее способность длительное время работать совместно с металлическими и резиновыми изделиями, не разрушая их. Улучшение этого качества обеспечивается применением антикоррозионных присадок, действующих за счет образования на поверхностях деталей прочных пленок.

Минеральные масла склонны к образованию стойкой пены. Чем больше вязкость рабочей жидкости, тем выше вспениваемость. С пенообразованием в гидросистемах необходимо бороться, так как пена снижает смазывающую способность рабочих жидкостей, ухудшает их антикоррозионные свойства, повышает сжимаемость. Для борьбы с пенообразованием увеличивают вместимость резервуаров, ставят в них антипенные перегородки, механические отделители воздуха, а также применяют антипенные присадки.

Решая вопрос о выборе сорта рабочей жидкости, учитывают диапазон рабочих температур, температурный график за цикл, время эксплуатации гидропередат с учетом продолжительности хранения, характеристики применяемых в гидроагрегатах материалов, особенности эксплуатации – условия смены, пополнения, очистки и т.п. Во всех случаях нужно стремиться применять рабочие жидкости, рекомендуемые заводами-изготовителями элементов гидропередат.

Ходовое оборудование изучаемых машин состоит из движителей, механизма передвижения и опорных рам или осей.

По типу применяемых движителей ходовое оборудование делят на гусеничное (рис. 4.18, а), пневмокошесное (рис. 4.18, б), рельсокошесное и шагающее (рис. 4.18, в). Движители передают нагрузку от машины на опорную поверхность и передвигают машины. Механизмы передвижения обеспечивают привод движителей при рабочем и транспортном режимах. У многих строительных машин (землеройно-транспортных, многоковшовых экскаваторов, передвижных кранов и др.) ходовое оборудование участвует непосредственно в рабочем процессе, обеспечивая при этом дополнительные тяговые усилия.

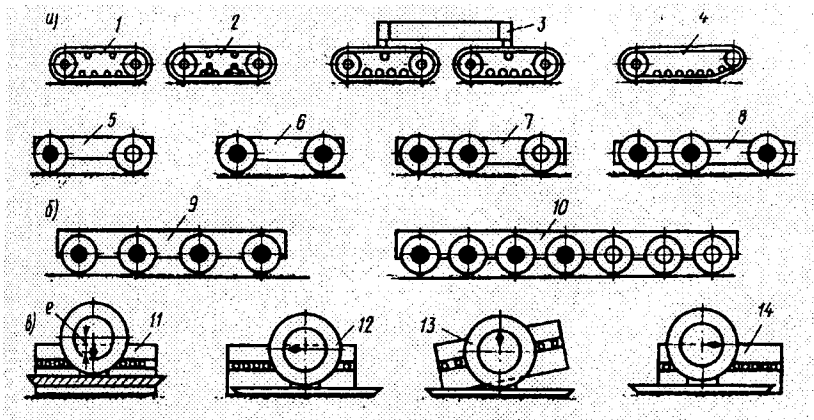


Рис. 4.18. Ходовое оборудование машин

Современные самоходные дорожно-строительные машины предназначены для передвижения в различных дорожных условиях, транспортные скорости у некоторых пневмоколесных и рельсоколесных машин достигают нескольких десятков километров в час. Рабочие скорости часто должны плавно регулироваться от максимальных значений до нуля. Давление на грунт у различного типа строительных машин меняется от 0,03...0,05 до 0,5...0,7 МПа. Тяговые усилия на движителях у большинства строительных машин обеспечиваются в пределах 45...60 % от их массы, превышая у некоторых в рабочих режимах их общую массу. Обеспечение машиной необходимых величин давления на грунт, тягового усилия и клиренса (расстояния от поверхности дороги до наиболее низкой точки ходового оборудования) характеризует ее проходимость, т. е. способность передвигаться в разнообразных условиях эксплуатации. Проходимость машин существенно сказывается на их основных технико-экономических показателях. Важным показателем ходового оборудования машин является также их *маневренность*, под которой понимается способность машин изменять направление движения – маневрировать. Маневренность характеризуется радиусами поворота, вписываемостью машин в угловые проезды и размерами площадки, необходимой для обратного разворота.

Для обеспечения разнообразных требований эксплуатации строительных машин применяют различное ходовое оборудование.

Гусеничное ходовое оборудование (см. рис. 4.18, *a*) широко применяют как для дорожно-строительных машин малой мощности массой 1...2 т, так и для машин самой большой мощности с массой в сотни тонн. Оно обеспечивает возможность воспринимать значительные нагрузки при сравнительно низком давлении на грунт, большие тяговые усилия и хорошую маневренность.

Недостатками гусеничного хода являются значительная масса (до 35 % от всей массы машины), большая материалоемкость, недолговечность и высокая стоимость ремонтов, низкие КПД и скорости движения, невозможность работы и передвижения на площадках и дорогах с усовершенствованными покрытиями. Машины на гусеничном ходу передвигаются своим ходом, как правило, только в пределах строительных площадок, к которым их доставляют автомобильным, железнодорожным или водным транспортом.

Гусеничное ходовое оборудование может быть двух- и многогусеничным (см. рис. 4.18, поз. 3). В строительных машинах с массой до 1000 т применяется наиболее простое и маневренное двухгусеничное оборудование. Для машин большей массы используют сложные многогусеничные системы, у которых число гусениц достигает 16.

По степени приспособляемости к рельефу пути различают гусеницы жесткие 1, мягкие 2, полужесткие и с опущенным или поднятым колесом 4.

У жестких гусениц (рис. 4.19) опорные катки 7 непосредственно соединены с несущей балкой гусеницы. Этот тип подвески наиболее прост и дешев, он обеспечивает более равномерное распределение давления на грунт. Вследствие того, что жесткая гусеница не приспособляется к неровностям пути и не амортизирует ударные нагрузки при езде по неровному и жесткому основанию, скорость передвижения машин при таких гусеницах обычно не превышает 5 км/ч. Для лучшей приспособляемости гусениц к неровностям грунта опорные катки объединяют в балансирные тележки (см. рис. 4.18, поз. 2) и вводят демпфирующие пружины или рессоры. Для лучшей работы машины в зимних условиях или в грунтах с низкой несущей способностью и плохим сцеплением на звеньях гусеничной ленты применяют съемные шипы или шпоры. Привод гусениц осуществляется ведущими колесами 1. Для зацепления с ведущим колесом используются реборды звеньев или отверстия в них. Для компенсации износа и выгяжки звеньев гусеничные ленты натягиваются с помощью устройства 9 на направляющем колесе.

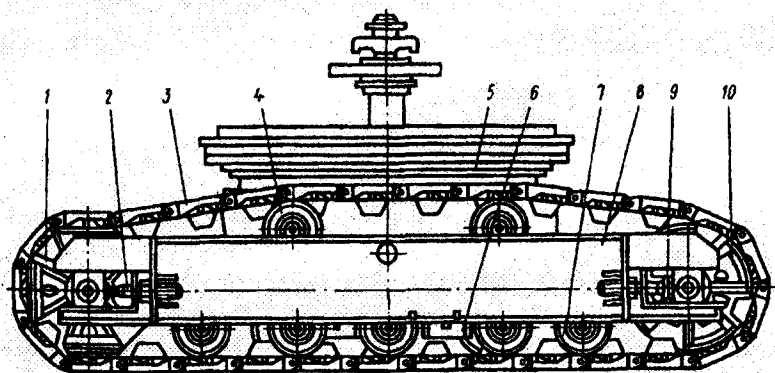


Рис. 4.19. Конструкция гусеницы:

- 1 – ведущее колесо; 2 – винт; 3 – звено гусеничной ленты;
 4, 7 – поддерживающие и опорные катки; 5 – ходовая рама; 6 – стопор;
 8 – несущая балка гусеницы; 9 – натяжное устройство; 10 – направляющее колесо

В последние годы для работы машин на заболоченных грунтах со слабой несущей способностью применяют гусеничное ходовое оборудование с резинометаллическими гусеницами. Такая гусеница выполнена из специальной резиновой ленты, армированной высокопрочной несущей проволокой со штампованными звеньями. Эта гусеничная лента имеет меньшую массу, лучшую приспособляемость к грунтовым условиям и проходимость машины, не нарушает дерновый покров.

Тип привода машины и требования к ее скорости и маневренности определяют конструкцию механизма передвижения. При одномоторном механическом или гидромеханическом приводе привод гусениц часто осуществляют с помощью конических зубчатых передач, цепных передач и кулачковых муфт и тормозов, обеспечивающих разворот машины только относительно одной из гусениц. Для большей маневренности гусеничных машин, выполненных на базе тракторов, для включения и выключения гусениц служат специальные фрикционные бортовые муфты сцепления. При включении гусениц в разных направлениях в этом случае достигается разворот машины на месте. Такое качество достигается и при индивидуальном приводе машин, когда каждая из гусениц приводится в движение отдельным электро- или гидродвигателем, имеющим возможность для разворотов машин на месте включаться в разных направлениях.

Пневмоколесное ходовое оборудование (рис. 4.18, б) выполняется обычно двухосным с одной 5 или двумя 6 ведущими осями. Более тяжелые машины выполняются трехосными с двумя 7 или всеми 8 ведущими осями, четырех- 9 и многоосными 10. Основные достоинства пневмоколесного ходового оборудования определяются возможностью развивать высокие транспортные скорости, приближающиеся к скоростям грузовых автомобилей, что придает им большую мобильность, а также большей долговечностью и ремонтпригодностью по сравнению с гусеничным ходовым оборудованием.

Важной характеристикой колесных машин является колесная формула, состоящая из двух цифр: первая обозначает число всех колес, вторая – число приводных. Наиболее распространены машины с колесными формулами 4 x 2 (см. рис. 4.18, а, поз. 5), 4 x 4 (см. рис. 4.18, б, поз. 6). Машины с большим количеством общих и ведущих осей применяются реже – в основном на тяжелых автогрейдерах и кранах. С ростом числа приводных колес в ходовом устройстве улучшаются проходимость и тяговые качества машины, но усложняется механизм привода передвижения.

Свойства пневмоколесного ходового оборудования в значительной степени зависят от конструкции шин. На машине, как правило, устанавливают шины одного типоразмера, поэтому часто на наиболее нагруженных осях устанавливают сдвоенные колеса. Для улучшения проходимости используют шины большого диаметра, широкопрофильные и арочные. При этом проходимость улучшается за счет большей опорной поверхности и развитым грунтозацепам. Такие шины дают возможность машине работать на слабых и рыхлых грунтах и на снегу.

При работе арочных шин на твердых грунтах и дорогах с твердым покрытием сопротивление перемещению машины увеличивается, а срок службы шин резко уменьшается.

Маркируются шины обычного профиля двумя цифрами через тире (например, шина 320...508 мм или 12.00 – 20"). Первое число – ширина профиля шины, второе – внутренний (посадочный на обод) диаметр шины в миллиметрах или дюймах. В обозначение шины широкого профиля входят три числа в миллиметрах: наружный диаметр, ширина профиля и посадочный диаметр обода, например, шина (1500 x 660 x 635 мм).

Для улучшения проходимости машин, снижения сопротивления передвижению и износа шин в последние годы на дорожных машинах стали применять регулирование давления воздуха в шинах из кабины машиниста. В этом случае при движении машины по рыхлому или влажному грунту давление воздуха в шинах снижают, уменьшая соответственно давление на грунт и улучшая тяговые качества и проходимость. При передвижении машин по твердым дорогам давление в шинах повышается, что ведет к снижению сопротивления движению и увеличению долговечности шин. Указанное регулирование давления в шинах можно автоматизировать с помощью применения микропроцессоров. Срок службы шин может быть увеличен за счет правильного выбора типа шин специальных устройств для соответствующих условий их эксплуатации.

В зависимости от условий работы и скоростей движения машины, определяющих динамичность, выбираются и допускаемые нагрузки на колеса. Например, при прочих равных условиях, если нагрузку на колесо при скорости передвижения машины 50 км/ч принять за 100 %, то при скорости продвижения 8 км/ч нагрузку можно увеличить примерно в полтора раза, а при скорости, близкой к нулю, – увеличить в два раза. Это очень важно, например, для работы пневмоколесных кранов в операциях перемещения их с грузом на стройплощадке. Пневмоколесное ходовое оборудование дорожно-строительных машин может иметь механический, гидравлический, электрический и комбинированный приводы колес. Наиболее распространенными являются механический, гидромеханический и гидрообъемный приводы. В механических и гидромеханических приводах наиболее распространен привод ведущих колес, объединенных в мосты попарно через дифференциалы. Это обеспечивает высокие скорости движения без проскальзывания.

К недостаткам такого привода следует отнести то, что колеса одного моста могут развивать только равные тяговые усилия, величины которых определяются максимальным тяговым усилием колеса, находящегося в худших по сцеплению дорожных условиях. Для устранения этого недостатка при движениях с низкими скоростями в сложных дорожных условиях применяют устройства для блокировки дифференциалов. Привод колес без дифференциалов обеспечивает простоту конструкции и более высокие тяговые усилия, но при поворотах машины и движении по неровной поверхности колеса проскальзывают вследствие разности скоростей. При этом увеличиваются расход энергии и износ шин.

В последние годы в строительных машинах начали применять индивидуальный привод каждого колеса от своего гидро- или электродвигателя – привод с мотор-колесами. Последний представляет собой самостоятельный блок, состоящий из двигателя, муфты, планетарного редуктора, тормоза и колеса. Применение гидропривода с давлением от 16 МПа и выше позволяет при низкомоментных гидродвигателях создать очень компактные, встроенные в обод колеса конструкции, конкурирующие с другими типами приводов. Применение мотор-колес упрощает компоновку машин, улучшает их маневренность и проходимость за счет того, что каждое колесо может служить приводным и управляемым (поворотным). Применение гидравлических мотор-колес с регулируемыми насосами и гидромоторами позволяет регулировать скорости от нескольких метров в час (рабочие движения) до десятков километров в час (транспортные режимы).

Рельсоколесное ходовое оборудование обеспечивает низкое сопротивление передвижению, восприятие больших нагрузок, простоту конструкции и невысокую стоимость, достаточные долговечность и надежность. Жесткие рельсовые направляющие и основания обеспечивают возможность высокой точности работы машины. Главными недостатками этого хода являются: малая маневренность, сложность перебазировки на новые участки работ, дополнительные затраты на устройство и эксплуатацию рельсовых путей. Этот вид ходового оборудования применяют для башенных и железнодорожных кранов, цепных и роторно-стреловых экскаваторов, а также для экскаваторов-профилировщиков.

Шагающее ходовое оборудование имеет несколько конструктивных решений. Оно выпускается как с механическим, так и гидравлическим приводом. На рис. 4.18, в в качестве примера показан кривошипно-эксцентриковый механизм привода хода. В положении 11 ходовые лыжи (одна лыжа заштрихована) вместе с расположенными на них рельсами эксцентрикового механизма подняты вверх и опирание машины на грунт происходит через круглую базу машины. При этом положении машина может поворачиваться с лыжами на опорно-поворотном устройстве в любую сторону на 360°. В позиции 12 лыжи передвинулись на половину шага вперед (вправо) и опустились на основание. В позиции 13 эксцентриковым механизмом поднята вся машина и передвинута на половину шага вперед. В позиции 14 машина передвинута еще на полшага вперед и опущена

на грунт. В следующей позиции, при повороте кривошипа на четверть оборота, лыжи вместе с механизмом займут свое исходное положение. Шагающий ход обеспечивает низкие удельные давления на грунт и высокую маневренность, так как поворот машины заменен поворотом платформы.

Основным недостатком шагающего хода являются его малые скорости передвижения (обычно до 0,5 км/ч). Этот вид ходового оборудования применяют преимущественно на мощных экскаваторах-драглайнах.

Система управления подъемно-транспортными, строительными и дорожными машинами состоит обычно из пульта управления с расположенными на нем приборами, рукоятками, педалями, кнопками, системы передач в виде рычагов, тяг, золотников, трубопроводов, а также дополнительных устройств, позволяющих контролировать работу двигателей, механизмов привода и рабочего оборудования. Для удобства управления машиной и улучшения условий работы операторов пульты управления на всех мобильных строительных машинах размещают, как правило, в специальных кабинах.

Системы управления существенно влияют на производительность машины и утомляемость оператора. Поэтому к ним предъявляются эргономические и другие требования. Системы управления должны обеспечивать надежное и быстрое приведение в действие рабочих органов, механизмов передвижения, плавность их включения и выключения, безопасность, легкость и удобство работы оператора (минимальное количество рукоятей, педалей и кнопок управления); положение рычагов управления машиной должно давать оператору представление о направлениях движения рабочих органов; простоту, надежность и минимальное количество регулировок.

Системы управления делятся: *по назначению* – на системы управления тормозами, муфтами, двигателями, положением рабочего органа; *по способу передачи энергии* – на механические рычажные, электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные; *по степени автоматизации* – на неавтоматизированные и автоматические.

Неавтоматизированные системы могут быть непосредственного действия или с усилителями (с сервоприводом). В первом случае оператор управляет только за счет своей мускульной энергии, прикладываемой к рычагам и педалям, во втором для воздействия на объект

управления используют дополнительные (электрический, гидравлический или пневматический) источники энергии. Роль оператора сводится лишь к включению и выключению элементов привода системы управления. В полуавтоматических системах автоматизированы отдельные элементы системы управления. В полностью автоматической системе оператор лишь подает сигналы о начале или окончании работы, а также настройке системы на определенную программу управления рабочим процессом машины.

В большинстве мобильных строительных машин для земляных работ, кранах и других машинах для облегчения труда машинистов применяются, как правило, системы управления с усилителями гидравлического, пневматического и электрического действия. В этих случаях часть мощности силовой установки машины используется в системе управления для включения исполнительных рабочих органов рабочего оборудования и механизмов. В качестве усилителей в гидросистемах управления применяют гидрообъемные передачи. Для предотвращения пульсации рабочей жидкости и поддержания ее давления на определенном уровне используют гидроаккумуляторы.

К недостаткам гидравлических систем управления относят быстрое нарастание давлений рабочей жидкости (0,1...0,2 с) в исполнительных органах и, как следствие, – резкое их включение и возникновение существенных динамических нагрузок в элементах конструкции. Этот недостаток легко устраняется в пневматических системах управления, широко применяемых в дорожно-строительных машинах. Давление в таких системах составляет 0,7... 0,8 МПа. Вследствие сжимаемости воздуха и установки дросселей время нарастания давления в исполнительных органах может легко регулироваться в необходимых оптимальных пределах.

К недостаткам системы пневматического управления относятся необходимость тщательной очистки воздуха от механических примесей, масла и влаги; несвоевременное удаление конденсата из системы может приводить к ее замерзанию в холодное время.

В системах автоматизированного управления рабочими органами, а также при рулевом управлении пневмоколесных машин применяются следящие системы гидропривода. Следящей называют такую гидравлическую систему, которая имеет обратную связь и в которой происходит усиление мощности.

Применение гидравлической и пневматической систем дает возможность дистанционного управления и автоматизации работы машины с использованием электроники и микропроцессорной техники. Наиболее целесообразны в этих целях комбинации различных систем управления – электрогидравлических и электропневматических.

Широкие возможности автоматизации имеют электрические системы управления, которые применяются на машинах с дизель-электрическим и электрическим приводами. Строительные машины с применением бортовых мини-ЭВМ позволяют автоматически оптимизировать рабочие процессы и тем самым существенно поднять их производительность и облегчить работу оператора по управлению машиной.

Для улучшения условий труда машинистов в современных строительных машинах выполняется целый ряд эргономических требований к управлению и рабочему месту.

4.5. Ознакомление с грузоподъемными машинами

Грузоподъемные машины и механизмы предназначены для перемещения грузов и людей по вертикали и передачи их из одной точки площади, обслуживаемой машиной, в другую.

К грузоподъемным машинам относят простейшие вспомогательные механизмы (домкраты, лебедки, тали и т.д.), подъемники и краны.

Для подъема груза на небольшую высоту (до 1 м) служат простейшие грузоподъемные механизмы – домкраты, обычно применяемые при ремонтных и монтажных работах. Привод домкратов может быть ручным и механическим. Различают винтовые, рычажно-реечные, зубчато-реечные и гидравлические домкраты.

На рис. 4.20, а показано устройство ручного винтового домкрата на салазках, облегчающих его точную установку под грузом. Использование винтовой пары с самотормозящей резьбой, обеспечивающей удержание поднятого груза, является причиной низкого коэффициента полезного действия (КПД), равного 0,3...0,4. Подъемный стальной винт 3 домкрата ввернут в гайку 4, укрепленную в корпусе 7. На верхней части винта установлена рифленая головка 5, которая может поворачиваться относительно винта. Вращение винта 3 производится рукояткой 6 с двусторонней трещоткой 10. В зависимости от положения трещотки, фиксируемой кулачком 9,

осуществляют вращение винта в одну или в другую сторону. Корпус домкрата в нижней части имеет опорную плиту, перемещающуюся в горизонтальном направлении при вращении винта 1. Вращение этого винта производится рукояткой 2, снабженной трещоткой 8. Грузоподъемность винтовых домкратов составляет от 2 до 20 т. Сила, необходимая для привода домкрата, определяется из условия равенства момента, создаваемого рабочим на приводной рукоятке, моменту от сил трения в резьбе и между головкой 5 и верхней частью винта.

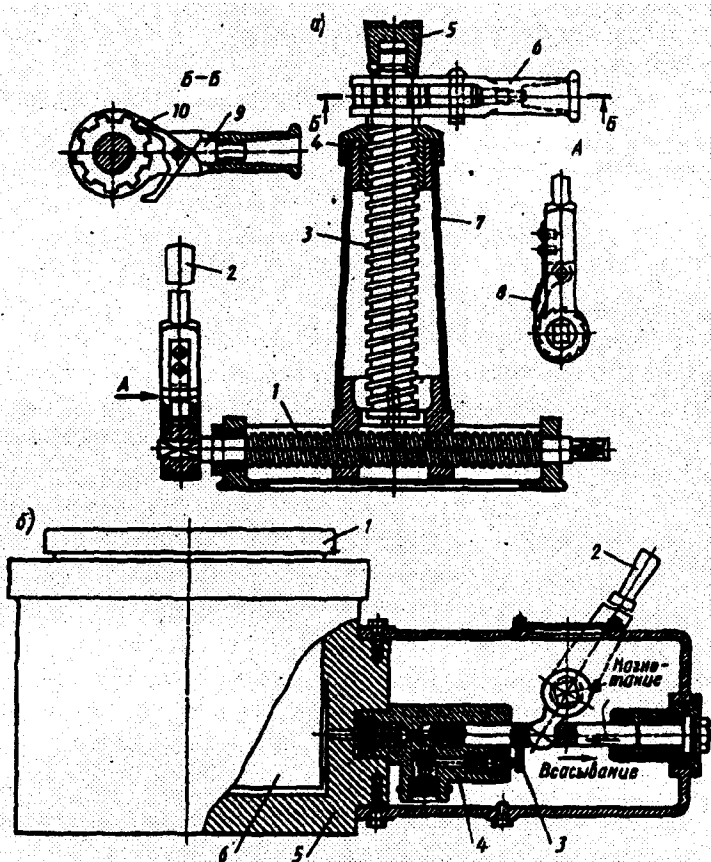


Рис. 4.20. Домкраты:
а – винтовой; б – гидравлический

Широко применяются также гидравлические домкраты (рис. 4.20, б). Они имеют высокий КПД (от 0,75 до 0,8), малые габариты и массу, обеспечивают плавный подъем и спуск груза при весьма точной его фиксации в необходимом положении. Грузоподъемность гидравлических домкратов достигает 200 т. Недостатками их являются ограниченная высота подъема груза и малые скорости.

Гидравлический домкрат с ручным приводом состоит из скалки б, снабженной в верхней части упорной головкой 1. Скалка входит в цилиндрический корпус 5, в нижнюю часть которого плунжерным насосом 4 через систему отверстий и клапанов подается рабочая жидкость (обычно масло). Насос работает от рукоятки 2, при качании которой перемещается плунжер 3 насоса и жидкость через нагнетательный клапан поступает в пространство между скалкой и дном корпуса. Для опускания скалки рукоятку 2 необходимо отклонить за пределы рабочего положения. При этом открывается выпускной клапан и жидкость под воздействием силы тяжести груза перетекает из-под скалки в запасной резервуар. При изменении отклонения рукоятки изменяется степень открытия отверстия выпускного клапана и таким образом регулируется скорость опускания груза.

Числовое значение скорости подъема груза определяется количеством рабочей жидкости, подаваемой под скалку б в единицу времени. Так как скорость подъема груза при ручном приводе весьма невелика, то при больших высотах подъема и большой грузоподъемности гидравлические домкраты имеют механический привод. Давление рабочей жидкости для домкратов с ручным приводом принимают до 6 МПа, а для механического привода – в зависимости от параметров примененного насоса – до 30 МПа.

К простейшим грузоподъемным механизмам относятся также и лебедки, предназначенные как для подъема, опускания, перемещения грузов по горизонтальному или наклонному пути при производстве различных погрузочно-разгрузочных, ремонтных и строительно-монтажных работ, так и в качестве силового оборудования для комплектации различных подъемных устройств (кранов, подъемников и др.). В зависимости от исполнения лебедки можно подразделить:

- по типу привода* – на лебедки с ручным и машинным приводом;
- по типу тягового элемента* – на канатные и цепные;

по типу установки – на неподвижные (закрепленные на полу, стене, потолке) и передвижные (на тележках, передвигающихся по полу или по подвесным путям);

по числу барабанов – на одно-, двух- и многобарабанные лебедки;

по типу барабана – на нарезные, гладкие и фрикционные.

На рис. 4.21 изображена лебедка с приводом от фланцевого электродвигателя 4, укрепленного на корпусе редуктора 3. Быстроходный вал редуктора соединен с валом двигателя с помощью зубчатой муфты, расположенной внутри корпуса редуктора. На свободном конце вала двигателя установлен шкив 1 колодочного тормоза, приводимого в действие электрогидравлическим толкателем. На выходном валу редуктора установлен барабан 5 с закрепленным на нем концом каната. При включении двигателя приводится во вращение барабан 5 лебедки; при этом канат, к которому прикрепляется груз, наматывается на барабан или сматывается с него, производя подъем или спуск груза. Направление вращения барабана изменяют путем реверсирования электродвигателя. На втором конце быстроходного вала редуктора установлен электроиндукционный (вихревой) тормоз 2, например типа ТМ-4, предназначенный для плавного регулирования скорости опускания груза. Такие лебедки широко используют при монтажных, ремонтных и строительных работах.

При малой грузоподъемности и скорости подъема груза применяют лебедки с ручным приводом, в которых барабан вращается с помощью приводных рукояток с тормозом, автоматически останавливающим барабан при прекращении вращения рукоятки.

Для внутрицехового и межцехового транспортирования грузов применяют компактные подъемные лебедки-тали, выпускаемые заводами Беларуси (рис. 4.22).

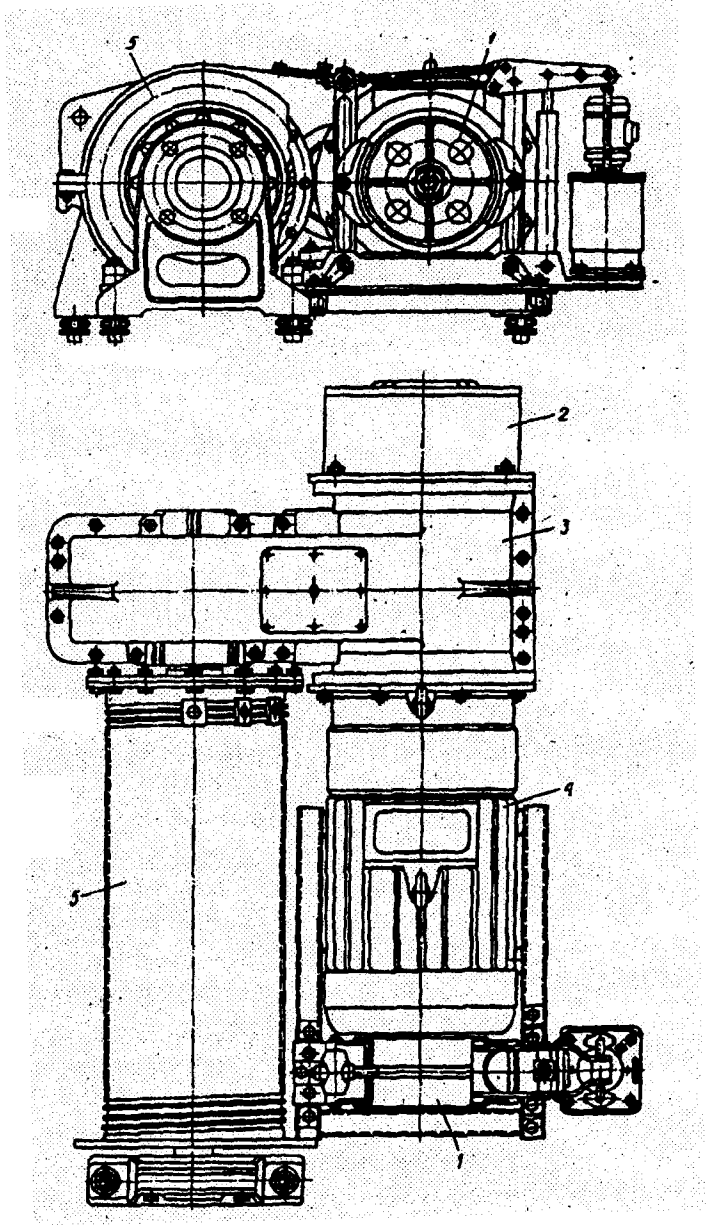


Рис. 4.21. Лебедка барабанная с электроприводом

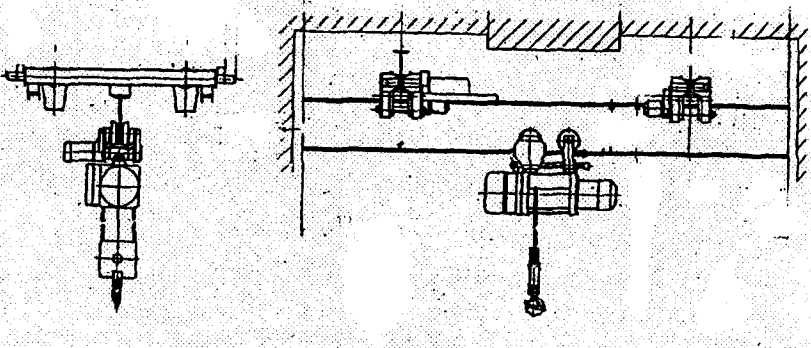
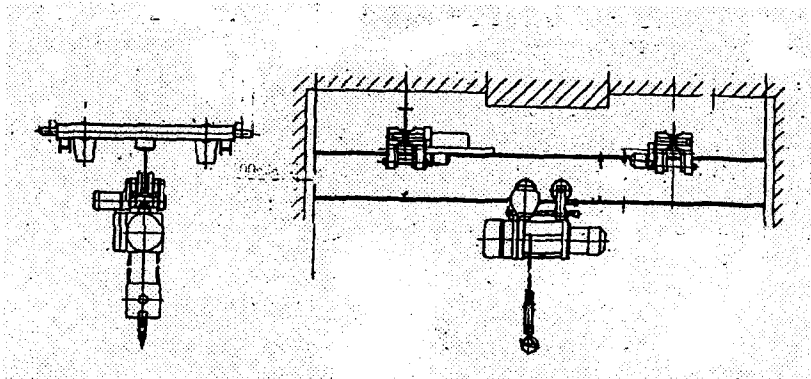


Рис. 4.22. Тали

Подъемники предназначены для вертикального перемещения грузов и людей при выполнении строительно-монтажных, отделочных и ремонтных работ. Грузонесущие органы строительных подъемников (клеть, кабина, платформа, ковш, крюк, бункер, бадня, захваты и т. д.) движутся, как правило, по вертикальным жестким направляющим.

Строительные подъемники классифицируют по назначению, способу установки, конструкции направляющих, типу грузонесущего органа и механизма подъема, способу монтажа и степени мобильности.

По назначению различают грузовые подъемники, предназначенные только для транспортирования грузов, и грузопассажирские – для транспортирования грузов и людей; по способу установки – передвижные (самоходные и несамоходные), способные перемещаться относительно здания в процессе работы, и стационарные, которые могут быть приставными, прикрепляемыми к зданию, и свободностоящими – без крепления к зданию. Передвижные подъемники на рельсовом или пневмоколесном ходу используют сравнительно редко.

По конструкции направляющих грузонесущего органа различают подъемники с подвесными (гибкими) и жесткими направляющими. Подъемники с жесткими направляющими бывают мачтовыми, скиповыми и шахтными.

По типу грузонесущего органа подъемники разделяют на оборудованные кабинами (грузопассажирские) и оборудованные платформами (грузовые) – выдвигаемыми и невыдвигаемыми, поворотными и неповоротными, а также выдвигаемыми рамами, выкатными консолями, монорельсами и направляющими с подвесной клетью, саморазгружающимися ковшами.

По типу механизма подъема различают канатные и бесканатные подъемники. В канатных механизмах подъема используются канатно-блочная система и лебедка, в бесканатных – зубчато-реечные или цепочно-реечные механизмы модульного типа.

По способу монтажа подъемники делят на мобильные, перевозимые с объекта на объект в собранном виде, и немобильные, разбираемые при демонтаже на секции и перевозимые в таком виде к месту монтажа.

Подъемники не имеют единой системы индексации.

Главным параметром подъемников является *грузоподъемность* – максимально допустимая масса груза, поднимаемая подъемником. К основным параметрам относятся: наибольшая высота подъема груза (расстояние по вертикали от уровня земли до нижнего уровня груза, находящегося в крайнем верхнем положении); скорость подъема и опускания груза; величина перемещения груза по горизонтали (максимальное расстояние от оси мачты подъемника до конца платформы, введенной в оконный проем, или до оси крюка, на котором подвешен груз); величина вертикального перемещения груза (максимальное расстояние по вертикали между крайними верхним и нижним положениями груза).

Грузовые подъемники выпускают мачтовыми и шахтными. Шахтные подъемники применяют при возведении кирпичных и железобетонных труб высотой до 120 м.

Мачтовые подъемники наиболее распространены в строительстве; они предназначены для подъема и поэтажной подачи через оконные и дверные проемы зданий различных строительных материалов и деталей при санитарно-технических, отделочных, ремонтных и других работах. Различают грузовые и грузопассажирские мачтовые подъемники. Последние применяют для подъема не только грузов, но и людей при строительстве многоэтажных зданий.

У грузового мачтового подъемника (рис. 4.23) мачта крепится к зданию настенными опорами и состоит из рядовых 6, верхней 5 и нижней 9 секций и смонтирована на опорной раме, на которой установлены лебедка ТЛ-14А с канатоведущим шкивом и шкаф электрооборудования. Лебедка с помощью грузового каната обеспечивает подъем и опускание грузовой каретки с выкатной платформой, с помощью которой груз поднимается на соответствующий этаж и подается в оконный проем или на кровлю. Выкатная платформа состоит из рамы, ограждения, механизма горизонтального перемещения выкатной платформы и грузоподъемного механизма. Механизм перемещения грузовой платформы имеет ручной привод и состоит из рукоятки в сборе с водилом. С помощью подъемного механизма груз можно опускать внутри проема на перекрытие, а также на землю в нижнем положении грузовой каретки. Грузовая каретка подвешена на грузовом канате (см. рис. 4.23, б) и опирается роликами на направляющие элементы мачты.

Грузовой канат 3 огибает головной блок 11 мачты, блок 12 грузовой каретки и крепится на мачте. В случае обрыва или ослабления грузового каната торможение грузовой каретки обеспечивается эксцентриковым ловителем. Перемещение грузовой каретки вверх и вниз ограничивается предохранительным устройством, отключающим также привод лебедки при выдвигении выкатной платформы.

Грузоподъемный механизм (рис. 4.24) смонтирован в нижней части выкатной платформы и предназначен для подъема на крюке грузов штучных, затаренных в ящики и бадью, сыпучих и жидких. Механизм включает барабан 3 с ручным приводом от системы телескопических рычагов 6, запасованный на барабан канат и крюковую подвеску 2.

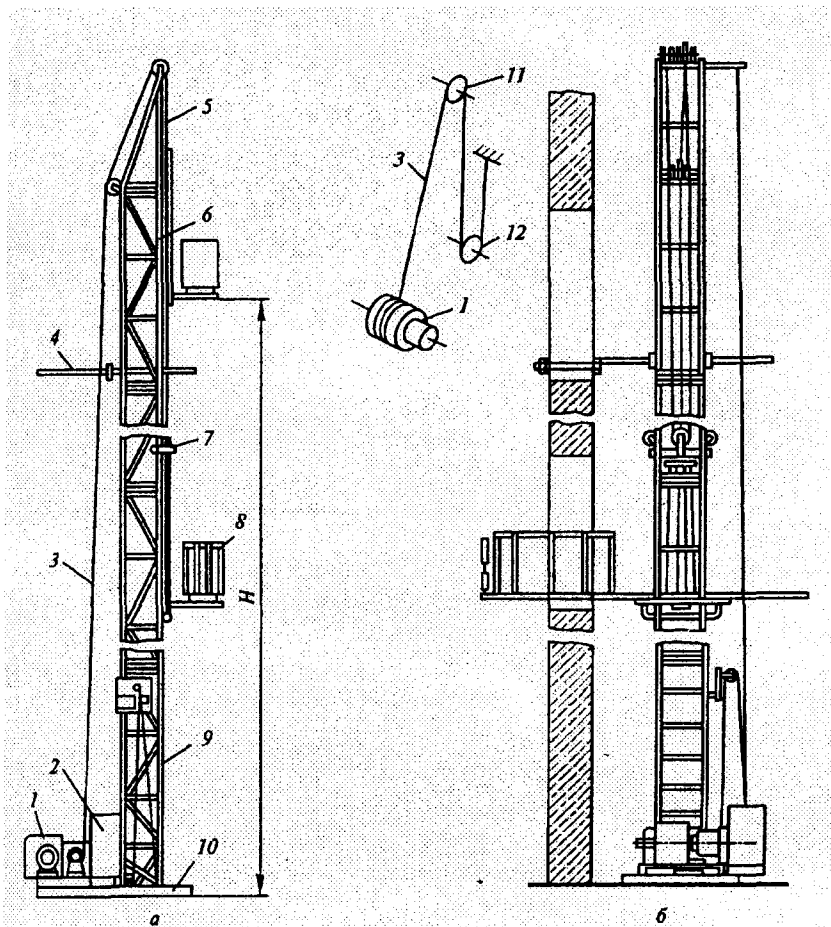


Рис. 4.23. Грузовой мачтовый подъемник:

a – общий вид; *б* – схема запасовки грузового каната;

1 – лебедки; 2, 7 – шкаф и элементы электрооборудования; 3 – грузовой канат;

4 – настенные опоры; 5 – верхняя секция мачты; 6 – рядовые секции мачты;

8 – поднимаемый груз; 9 – металлоконструкция мачты;

10 – опорная рама подъемника; 11, 12 – блоки

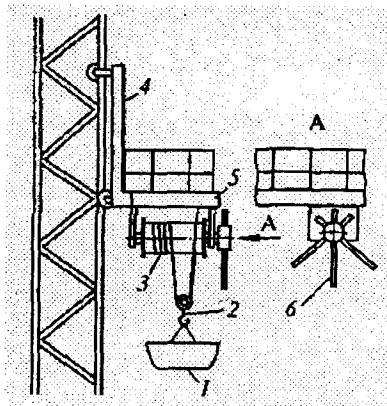


Рис. 4.24. Грузонесущий орган подъемников:
 1 – тара; 2 – крюк; 3 – барабан; 4 – грузовая каретка;
 5 – выкатная платформа; 6 – телескопический рычаг

Наиболее распространенными грузоподъемными машинами являются *грузоподъемные краны* – машины циклического действия, предназначенные для подъема и перемещения в пространстве груза, удерживаемого грузозахватным устройством. По конструктивному признаку их разделяют на стреловые самоходные краны, башенные, краны мостового типа, порталные и др.

Стреловые самоходные краны представляют собой стреловое или башенно-стреловое крановое оборудование, смонтированное на самоходном гусеничном или пневмоколесном шасси. Такие краны являются основными грузоподъемными машинами на строительных площадках и трассах строительства различных коммуникаций. Широкое распространение стреловых самоходных кранов обеспечили: автономность привода, большая грузоподъемность (до 250 т), способность передвигаться вместе с грузом, высокие маневренность и мобильность, широкий диапазон параметров, легкость переоборудования с одного объекта на другой, возможность работы с различными видами сменного рабочего оборудования (универсально) и т. д.

Различают стреловые самоходные краны общего назначения для строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ широкого профиля и специальные для выполнения технологических операций определенного вида (краны-трубоукладчики, железнодорожные и плавучие краны и т. п.).

Стреловые самоходные краны общего назначения классифицируют следующим образом:

по грузоподъемности – легкие (грузоподъемностью до 10 т), средние (грузоподъемностью 10...25 т) и тяжелые (грузоподъемностью 25 т) и сверхтяжелые (грузоподъемностью свыше 25 т);

по типу ходового устройства – автомобильные (на стандартных шасси грузовых автомобилей), тракторные (навесные на серийные тракторы), на шасси автомобильного типа, пневмоколесные и гусеничные, имеющие специальные шасси;

по количеству и расположению силовых установок – с одной силовой установкой на ходовом устройстве (шасси), с одной силовой установкой на поворотной части и с двумя силовыми установками;

по количеству приводных двигателей механизмов – с одно- и многомоторным приводами;

по типу привода – с механическим, электрическим и гидравлическим приводами;

по количеству и расположению кабин управления – с кабинами только на шасси, только на поворотной платформе, на шасси и на поворотной платформе;

по конструкции стрелы – со стрелой неизменяемой длины, с выдвигной и телескопической стрелами;

по способу подвески стрелы – с гибкой (на канатных полиспа-стах) и жесткой (с помощью гидроцилиндров) подвеской.

Основные типоразмеры и параметры современных стреловых самоходных кранов, а также технические требования к ним регламентированы ГОСТ 22827–85 «Краны стреловые самоходные общего назначения. Технические условия». В соответствии с этим стандартом предусмотрен выпуск десяти размерных групп стреловых самоходных кранов грузоподъемностью 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160 и 250 т. Указанные грузоподъемности кранов – это максимально допустимая масса груза, которую может поднять кран данной размерной группы при минимальном вылете основной стрелы.

Всем моделям стреловых самоходных кранов общего назначения присваивается индекс, структурная схема которого показана на рис. 4.25. Первые две буквы индекса КС обозначают кран стреловой самоходный; четыре основные цифры индекса последовательно обозначают: размерную группу (грузоподъемность в тонах) крана, тип ходового устройства, способ подвески стрелового оборудования и порядковый номер данной модели крана.

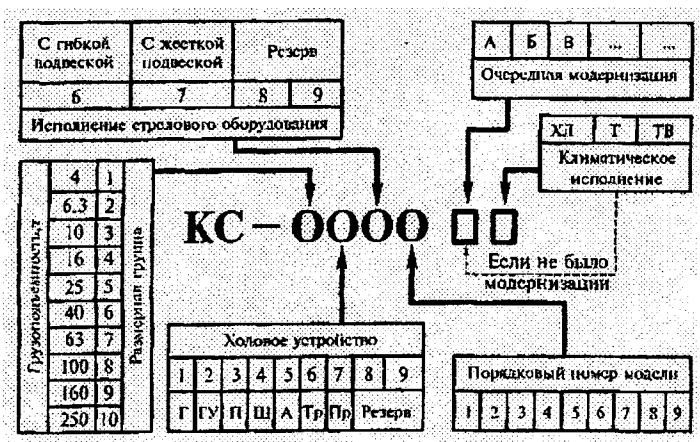


Рис. 4.25. Схема индексации стреловых самоходных кранов

Десять размерных групп кранов обозначаются соответственно цифрами 1...10. Тип ходового устройства указывается цифрами 1...9, причем цифра 1 обозначает гусеничное устройство (Г), 2 – гусеничное уширенное (ГУ), 3 – пневмоколесное (П), 4 – специальное шасси автомобильного типа (Ш), 5 – шасси стандартного грузового автомобиля (А), 6 – шасси серийного трактора (Тр), 7 – прицепное ходовое устройство (Пр), 8, 9 – резерв. Способ подвески стрелового оборудования указывается цифрами 6 или 7, обозначающими соответственно гибкую или жесткую подвеску. Последняя цифра индекса (цифры 1...9) обозначает порядковый номер модели крана. Следующая после цифрового индекса дополнительная буква (А, Б, В и т. д.) обозначает порядковую модернизацию данного крана, последующие буквы (ХЛ, Т или ТВ) – вид специального климатического исполнения машины: ХЛ – северное, Т – тропическое, ТВ – для работы во влажных тропиках. Например, индекс КС-4561АХЛ обозначает: кран стреловой самоходный, четвертой размерной группы (грузоподъемностью 16 т), на стандартном шасси грузового автомобиля, с гибкой подвеской стрелового оборудования, первая модель, прошедшая первую модернизацию, в северном исполнении.

Каждый стреловой самоходный кран (рис. 4.26) состоит из следующих основных частей: ходового устройства 1, поворотной платформы 13 (с размещенными на ней силовой установкой 10,

узлами привода 9, механизмами и кабиной машиниста 17 с пультом управления), опорно-поворотного устройства и сменного рабочего оборудования. Исполнительными механизмами кранов являются механизмы: подъема груза, изменения вылета стрелы (крюка), вращения поворотной платформы и передвижения крана.

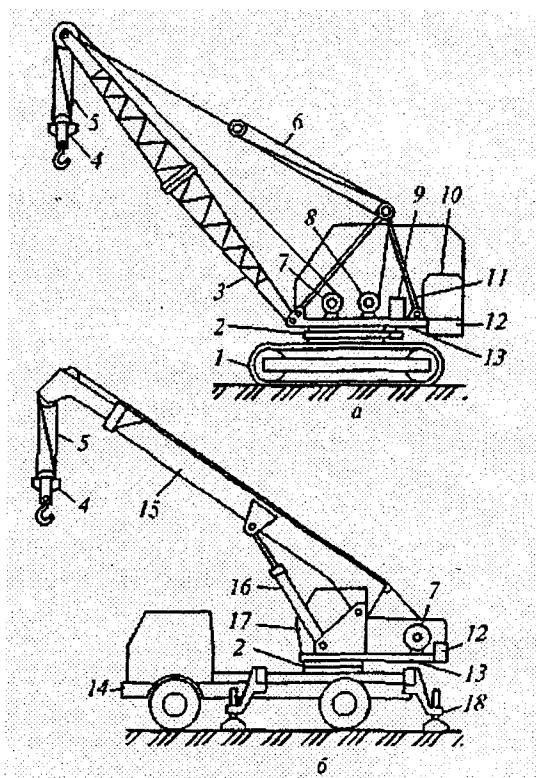


Рис. 4.26. Схемы стреловых самоходных кранов:
а – гусеничного с гибкой подвеской стрелового оборудования;
б – пневмоколесного с жесткой подвеской стрелового оборудования

Стреловые самоходные краны могут осуществлять следующие рабочие операции: подъем и опускание груза; изменение угла наклона стрелы при изменении вылета; поворот стрелы в плане на 360°; выдвижение телескопической стрелы с грузом; передвижение крана с грузом. Отдельные операции могут быть совмещены (например,

подъем груза или стрелы с поворотом стрелы в плане). Шасси 14 кранов с пневмоколесным ходовым устройством (рис. 4.26, б) оборудуются выносными опорами-аутригерами 18 в виде поворотных (откидных) или выдвижных кронштейнов с опорными винтовыми или гидравлическими домкратами на концах. Аутригеры снижают нагрузки на пневмоколеса, увеличивают опорную базу и устойчивость крана. При работе без выносных опор грузоподъемность крана резко снижается и составляет 20...30 % от номинальной.

На кранах устанавливают стреловое и башенно-стреловое оборудование. Основными видами стрелового оборудования являются невыдвижная (жесткая) и выдвижная решетчатые стрелы 3, телескопическая стрела 15 с одной или несколькими выдвижными секциями для изменения их длины. Длину выдвижных стрел можно изменять только в нерабочем состоянии крана, телескопических – при действующей рабочей нагрузке. Основное стреловое оборудование обеспечивает наибольшую грузоподъемность крана при требуемых ГОСТом вылете от ребра опрокидывания и высоте подъема крюка. Наибольшая грузоподъемность соответствует наименьшему вылету стрелы. С увеличением вылета грузоподъемность уменьшается. Зависимость грузоподъемности и высоты подъема груза от вылета стрелы называется грузовой характеристикой крана и изображается графически в виде кривых, которые даются в паспортах кранов. Пользуясь графиками, можно определить грузоподъемность и высоту подъема крюка для любого вылета основной стрелы и сменного рабочего оборудования. К сменному рабочему оборудованию относят удлиненные дополнительными вставками (секциями) жесткие и выдвижные стрелы, с применением которых увеличивается зона, обслуживаемая краном, но соответственно снижается грузоподъемность.

В комплекс стрелового оборудования входят также стреловой полиспаст 6 или гидроцилиндры 16 для изменения угла наклона стрелы и крюковая подвеска 4 с грузовым полиспастом 5 для подъема и опускания груза. Для увеличения вылета и полезного подстрелового пространства основные и удлиненные сменные стрелы оснащают дополнительными устройствами – управляемыми и неуправляемыми гуськами, которые могут иметь второй (вспомогательный) крюк, подвешиваемый на полиспасте малой кратности и предназначенный для подъема с большей скоростью небольших по массе грузов.

У некоторых моделей кранов на основных жестких стрелах взамен крюка может навешиваться двухчелюстной грейферный ковш (грейфер) с канатным управлением для погрузки-разгрузки сыпучих и мелкокусковых материалов. Подъем основного груза или замыкание челюстей грейферного ковша производится главной грузовой лебедкой 7. Подъем-опускание крюковой подвески гуська и грейфера осуществляется вспомогательной грузовой лебедкой 8.

Башенно-стреловое оборудование кранов состоит из башни, управляемого гуська или маневровой стрелы, стрелового полиспаста и грузового полиспаста с крюковой подвеской. Такое оборудование по сравнению со стреловым обеспечивает увеличение обслуживаемой зоны в плане примерно в два раза.

Стреловое и башенно-стреловое оборудование вместе с главной грузовой, вспомогательной и стреловой лебедками, механизмом вращения поворотной части крана, узлами их привода и управления монтируют на поворотной платформе 13. Для уравнивания крана во время работы на поворотной платформе устанавливают противовес 12. У кранов с гибкой подвеской стрелового оборудования (см. рис. 4.26, а) на поворотной платформе смонтирована двуногая опорная стойка 11, несущая стреловой полиспаст б. Краны с жесткой подвеской стрелового оборудования (см. рис. 4.26, б) не имеют двуногой стойки, стрелоподъемные – лебедки и полиспаста; подъем-опускание стрелы у таких машин осуществляется одним или двумя гидроцилиндрами 16. Поворотная платформа соединена с рамой ходового устройства унифицированным опорно-поворотным кругом 2, который обеспечивает возможность вращения платформы с рабочим оборудованием в плане.

Привод исполнительных механизмов кранов с одномоторным (механическим) приводом осуществляется от дизельного или электрического двигателя через механическую трансмиссию. Эти краны имеют сложную кинематическую схему с большим количеством зубчатых передач, муфт и тормозов. Для изменения направления рабочих движений в кинематическую цепь одномоторных кранов включен реверсивный механизм.

Основными недостатками кранов с механическим приводом являются невозможность бесступенчатого и плавного регулирования скоростей исполнительных механизмов, отсутствие низких «посадочных» скоростей опускания груза, необходимых при ведении

монтажных работ. Выпуск кранов с одномоторным приводом постоянно сокращается, они будут заменены машинами с многомоторным приводом.

Многомоторный привод обеспечивает независимую работу исполнительных механизмов, бесступенчатое регулирование их скоростей в широком диапазоне, получение монтажных скоростей перемещения груза, упрощает кинематику кранов, улучшает технико-эксплуатационные показатели машин и т. п. У кранов с многомоторным приводом исполнительные механизмы приводятся в движение индивидуальными электрическими или гидравлическими двигателями. Питание электродвигателей механизмов может осуществляться от внешней силовой сети переменного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц или от генераторной установки машины. Питание индивидуальных гидравлических двигателей механизмов обеспечивается гидронасосами через распределительную систему. Привод генератора и гидронасосов осуществляется обычно от основного двигателя машины – дизеля.

Автомобильные краны – это стреловые полноповоротные краны, смонтированные на стандартных шасси грузовых автомобилей нормальной и повышенной проходимости. Автокраны обладают довольно большой грузоподъемностью (до 40 т), высокими транспортными скоростями передвижения (до 70...80 км/ч), хорошей маневренностью и мобильностью, поэтому их применение наиболее целесообразно при значительных расстояниях между объектами.

Гидравлические стреловые краны на специальных шасси оснащены телескопическими жестко подвешенными стрелами, имеют индивидуальный гидравлический привод каждого механизма и смонтированы на специальных шасси, приспособленных для специфических крановых режимов работы. Выдвижение-втягивание телескопической стрелы может выполняться с грузом на крюке. Сменное рабочее оборудование кранов – удлинители, неуправляемые гуськи, неуправляемые гуськи с удлинителями, управляемые гуськи (башенно-стреловое оборудование). Шасси автомобильного типа изготавливаются многоосным (3...8 осей в зависимости от грузоподъемности) с использованием сборочных единиц серийных грузовых автомобилей. Краны на таких шасси обладают высокой мобильностью и значительными скоростями передвижения (до 50...60 км/ч) и благодаря относительно небольшим нагрузкам на оси и колеса

имеют высокую проходимость. Обычно они обслуживают удаленные друг от друга рассредоточенные строительные объекты с небольшими объемами крановых работ.

Краны на специальных шасси автомобильного типа представляют собой однотипные по конструкции, максимально унифицированные машины. Краны могут работать на выносных опорах и без них и передвигаться по площадке с твердым покрытием с грузом на крюке, при стреле, направленной вдоль оси крана назад.

Специальное шасси автомобильного типа включает ходовую раму, двигатель, трансмиссию, ведущие управляемые и неуправляемые мосты и неведущие управляемые оси, кабину водителя, рулевое управление и тормозную систему. Колесная схема шасси определяется формулой $A \times B$, где A – число полуосей шасси, B – число ведущих полуосей. Составными частями трансмиссии являются муфта сцепления, коробка передач, раздаточная коробка и карданные валы. На ходовой раме крепятся выносные гидроуправляемые опоры, зубчатый венец роликового опорно-поворотного устройства, с помощью которого поворотная часть крана соединяется с неповоротной. На кранах грузоподъемностью 25 и 40 т двигатель шасси служит также для привода крановых механизмов. На кранах большей грузоподъемности крановое оборудование и шасси имеют самостоятельные силовые установки.

На поворотной платформе размещены телескопическая стрела, механизм подъема груза, механизм подъема-опускания стрелы, механизм поворота, кабина машиниста с пультом управления и противовес.

Механизм подъема груза имеет две конструктивно одинаковые грузовые лебедки – главную и вспомогательную. Главная лебедка осуществляет главный подъем, вспомогательная используется для работы с крюковыми подвесками неуправляемых гуськов, а при башенно-стреловом оборудовании приводит в движение управляемый гусек через полиспаут управления. Привод механизмов подъема груза и поворота осуществляется аксиально-поршневыми насосами; механизмы подъема-опускания стрелы и выдвигания-втягивания ее секций приводятся в действие гидроцилиндрами двойного действия. Гидродвигатели кранового оборудования получают питание от аксиально-поршневых насосов с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Насосы развивают давление в гидросистеме до 26 МПа.

Гусеничные монтажные тяжелые краны имеют увеличенную высоту башенно-стрелового оборудования, выпускаются грузоподъемностью 100, 125, 250, 300 т и предназначены для монтажа крупноблочного и тяжеловесного оборудования при строительстве и реконструкции предприятий нефтехимической, химической, металлургической и других отраслей промышленности. Гусеничные монтажные краны изготавливаются в стреловом и башенно-стреловом вариантах. Краны могут работать как от собственного дизель-электрического агрегата (станции), так и от внешней сети трехфазного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц. Дизель-электрический агрегат выполняется в виде отдельного блока и на кранах не устанавливается. Дизель-электрический привод постоянного тока обеспечивает регулирование скоростей механизмов кранов в широком диапазоне и получение низких посадочных скоростей груза. Микропроцессорные ограничители грузоподъемности, установленные на кранах, обеспечивают безопасное производство работ во всем диапазоне грузовых характеристик кранов. Монтажные краны могут передвигаться по строительной площадке своим ходом без груза с различными видами стрелового и башенно-стрелового оборудования, а также с ограниченным грузом на основной стреле. С объекта на объект краны перевозят в частично разобранном виде специализированными автотранспортными средствами, агрегатируемыми с седельными автотягачами. Краны могут эксплуатироваться при температуре $-40... +40$ °С.

Краны-трубоукладчики представляют собой специальные самоходные гусеничные и колесные машины с боковой стрелой и являются основными грузоподъемными средствами при строительстве трубопроводов. Они предназначены для укладки в траншею трубопроводов, сопровождения очистных и изоляционных машин, для поддержания трубопроводов при сварке, погрузки-разгрузки труб и плетей, а также для выполнения различных строительного-монтажных работ.

Основные рабочие движения трубоукладчика: подъем и опускание груза, передвижение крана вместе с грузом, изменение вылета стрелы с грузом.

Кроме основного грузоподъемного оборудования краны-трубоукладчики могут быть оснащены бульдозерным, рыхлительным, бурильно-крановым и сваебойным оборудованием. С помощью трубоукладчика с соответствующим навесным оборудованием

можно срезать, планировать и перемещать грунт, засыпать траншеи, рыхлить мерзлые грунты, бурить шпур и скважины, сооружать свайные основания трубопроводов, зданий и сооружений и т. д. Трубоукладчики используются также в качестве тягачей.

Каждый кран-трубоукладчик состоит из базовой машины, навесного грузоподъемного оборудования, трансмиссии, системы управления и приборов безопасности. Основным силовым оборудованием кранов-трубоукладчиков служит дизельный двигатель базового тягача. Привод исполнительных механизмов кранов-трубоукладчиков может быть одномоторным (механическим) и многомоторным (гидравлическим), ходовое устройство – гусеничным и пневмоколесным, подвеска стрелы – гибкой или жесткой.

Основными параметрами кранов-трубоукладчиков являются момент устойчивости и грузоподъемность.

Индекс трубоукладчиков включает буквенную и цифровую части. Первые две буквы индекса ТГ обозначают трубоукладчик гусеничный, ТК – трубоукладчик колесный. Первые цифры обозначают грузоподъемность трубоукладчика (в т), последняя – порядковый номер данной модели. После цифр в индексе могут стоять буквы, обозначающие очередную модернизацию (А, Б, В, ...) и климатическое исполнение машины (ХЛ – северное, Т – тропическое). Например, индексом ТГ-124А обозначен трубоукладчик грузоподъемностью 12 т, четвертой модели, прошедший первую модернизацию.

Гусеничные краны-трубоукладчики базируются на серийно выпускаемых промышленных гусеничных тракторах трубоукладочных модификаций или на переоборудованных промышленных тракторах. Гусеничные ходовые тележки базовых тягачей имеют, как правило, жесткую подвеску, расширенную колею, удлиненную базу, дополнительные бортовые редукторы для повышения тягового усилия, гидромеханические ходоуменьшители для получения «ползучих» скоростей, передвижения в диапазоне 0,1...0,6 км/ч.

Башенные краны являются ведущими грузоподъемными машинами в строительстве и предназначены для механизации строительно-монтажных работ при возведении жилых, гражданских и промышленных зданий и сооружений, а также для выполнения различных погрузочно-разгрузочных работ на складах, полигонах и перегрузочных площадках. Они обеспечивают вертикальное и горизонтальное транспортирование строительных конструкций, элементов зданий и

строительных материалов непосредственно к рабочему месту в любой точке строящегося объекта. Темп строительства определяется производительностью башенного крана, существенно зависящей от скоростей рабочих движений.

Рабочими движениями башенных кранов являются подъем и опускание груза, изменение вылета стрелы (крюка) с грузом, поворот стрелы в плане на 360° , передвижение самоходного крана.

Отдельные движения, например подъем груза с поворотом стрелы в плане, могут быть совмещены. Все башенные краны снабжены многодвигательным электроприводом с питанием от сети переменного тока напряжением 220/380 В. В общем случае каждый башенный кран – это поворотный кран с подъемной или балочной стрелой, шарнирно закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни.

Башенные краны классифицируют по назначению, конструкции башен, типу стрел, способу установки и типу ходового устройства.

По назначению различают краны для строительно-монтажных работ в жилищном, гражданском и промышленном строительстве, для обслуживания складов и полигонов заводов железобетонных изделий и конструкций, для подачи бетона на гидротехническом строительстве.

По способу установки краны разделяются на стационарные (рис. 4.27, *а*), самоподъемные (рис. 4.27, *б*) и передвижные (рис. 4.27, *в*). Передвижные башенные краны по типу ходового устройства подразделяются на рельсовые, автомобильные, на специальном шасси автомобильного типа, пневмоколесные и гусеничные. Рельсовые краны наиболее распространены. Стационарные краны не имеют ходового устройства и устанавливаются на фундаменте вблизи строящегося здания или сооружения. При возведении зданий большой высоты передвижные и стационарные краны для повышения их прочности и устойчивости прикрепляют к возводимому зданию. Прикрепляемые к зданию стационарные краны называют приставными; прикрепляемые к зданию передвижные краны, работающие как приставные, называют универсальными. Самоподъемные краны применяются в основном на строительстве зданий и сооружений большой высоты, имеющих металлический или мощный железобетонный монолитный каркас, который служит их опорой. Перемещение самоподъемных кранов вверх осуществляется с помощью собственных механизмов по мере возведения здания.

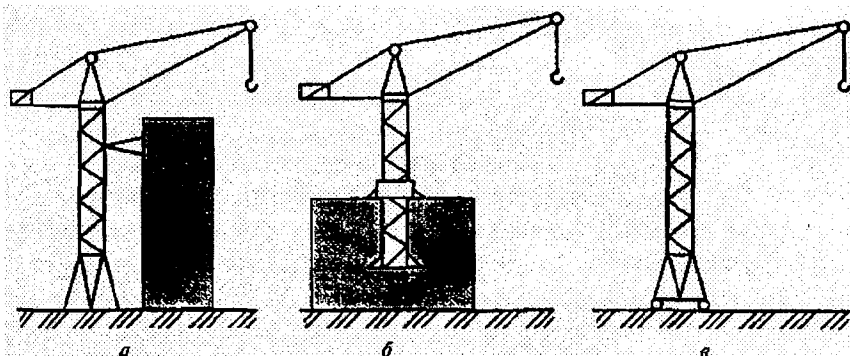


Рис. 4.27. Классификация башенных кранов по способу установки:
 а – стационарные; б – самоподъемные; в – передвижные

Схема индексации строительных башенных кранов представлена на рис. 4.28.

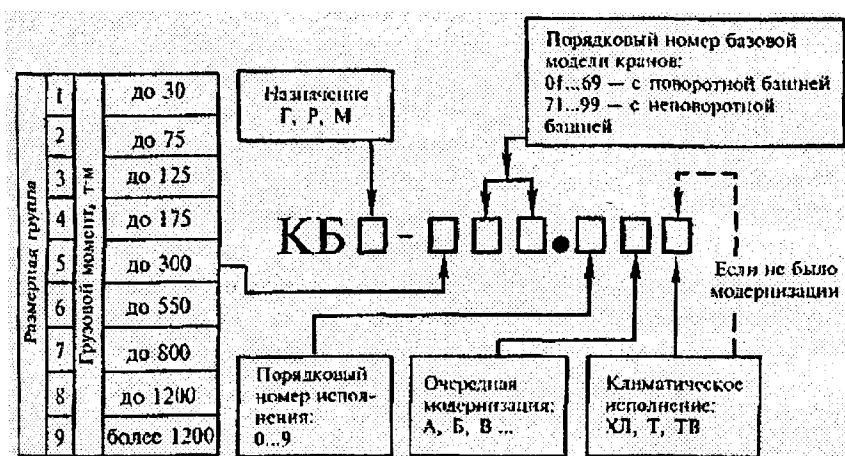


Рис. 4.28. Схема индексации башенных кранов

В индекс крана входят буквенные и цифровые обозначения. Буквы перед цифрами обозначают: КБ – кран башенный, КБМ – кран башенный модульной системы, КБГ – кран башенный для ремонта зданий, КБГ – кран башенный для гидротехнического строительства. Символы цифровой части индекса последовательно обозначают:

первая цифра – номер размерной группы, в том числе соответствующий номинальному грузовому моменту. После точки указывается порядковый номер исполнения крана (0...9), который может отличаться от базовой модели длиной стрелы, высотой подъема, грузоподъемностью. В обозначении базовых моделей номер исполнения «0» обычно не ставится. Буквы (А, Б, В, ...), стоящие в индексе после цифр, обозначают очередную модернизацию (изменение конструкции без изменения основных параметров) и климатическое исполнение крана (ХЛ – для холодного, Т – тропического и ТВ – тропического влажного климата; для умеренного климата соответствующего буквенного обозначения нет).

Например, индекс крана КБ-405.1А расширявается следующим образом: кран башенный, четвертой размерной группы, с поворотной башней, первое исполнение, первая модернизация, для умеренного климата.

Параметры основных моделей башенных кранов регламентированы ГОСТ 13556-91. Этим ГОСТом предусмотрена возможность выпуска наряду с изготовлением базовых моделей кранов различных их исполнений, позволяющих существенно расширить область применения кранов. Исполнения кранов отличаются от базовой модели технической характеристикой (высотой подъема, длиной стрелы, максимальной грузоподъемностью, возможностью использования в различных ветровых районах и т. п.) и могут быть получены на основе базовой модели изменением количества секций башни, секций стрелы, оснащением различными крюковыми подвесками, грузовыми тележками и т. п. Краны серии КБ имеют единую конструктивную схему, комплектуются ограниченным числом унифицированных узлов и деталей, что облегчает их серийное производство, техническую эксплуатацию и ремонт.

Характерными конструктивными особенностями кранов типового ряда являются:

- использование электрического много моторного привода переменного тока с питанием от электросети напряжением 220/80 В;
- максимальное использование унифицированных узлов и механизмов;
- применение устройств для плавной посадки грузов с малой скоростью, плавного пуска и торможения механизмов;
- схема запасовки канатов, обеспечивающая горизонтальное перемещение груза при изменении вылета подъемной стрелы;

- возможность передвижения крана по криволинейным участкам подкрановых путей;
- высокая мобильность.

Все краны серии КБ (кроме приставных) выполнены передвижными, преимущественно на рельсовом ходу. Передвижные краны выпускают с поворотной и неповоротной башней, нижним и верхним расположением противовеса, с подъемной и балочной стрелой. К унифицированным узлам и механизмам кранов относятся грузовые и стреловые лебедки, механизмы поворота и передвижения, опорно-поворотные устройства, кабины, крюковые подвески и электрооборудование. Металлоконструкции башен и стрел кранов серии КБ выполняют сплошными трубчатыми или решетчатыми. Краны со сплошными трубчатыми металлоконструкциями имеют улучшенные аэродинамические характеристики, что позволяет использовать их в районах с сильными ветрами.

В настоящее время в странах СНГ серийно выпускаются башенные строительные краны серии КБ 3...6-й размерных групп с грузовым моментом 100...400 т · м.

Краны 3...5-й размерных групп в подавляющем большинстве имеют поворотную башню, нижнее расположение противовеса и относятся к разряду мобильных потому, что с объекта на объект их перевозят, как правило, в собранном виде автомобильным тягачом на специальных подкатных тележках. Краны шестой размерной группы имеют неповоротную башню и относятся к немобильным, поскольку с объекта на объект их перевозят укрупненными узлами.

Управление кранами осуществляется с помощью командоконтроллеров из кабины машиниста. Управление механизмами при монтаже и демонтаже мобильных кранов осуществляется с выносных кнопочных пультов. Для монтажа и демонтажа кранов используются собственные механизмы и стреловые самоходные краны грузоподъемностью 5...25 т.

На рис. 4.29 изображены башенные краны, состоящие из пульта управления 9, ходовой тележки 1 и поворотной платформы 2, позволяющей повернуть башню 4 вместе со стрелой 6 относительно вертикальной оси. Ходовая часть и поворотная платформа соединены между собой опорно-поворотным устройством. На поворотной платформе размещены механизмы подъема груза и поворота и противовес 3, предназначенный для разгрузки башни крана от изгибающего момента,

создаваемого весом груза и стрелы. Применение противовеса позволяет существенно уменьшить массу крана. В кране КБ-504 применен нижний противовес и разгрузка создается с помощью канатов стрелового расчала. Механизм передвижения крана размещен на ходовой части.

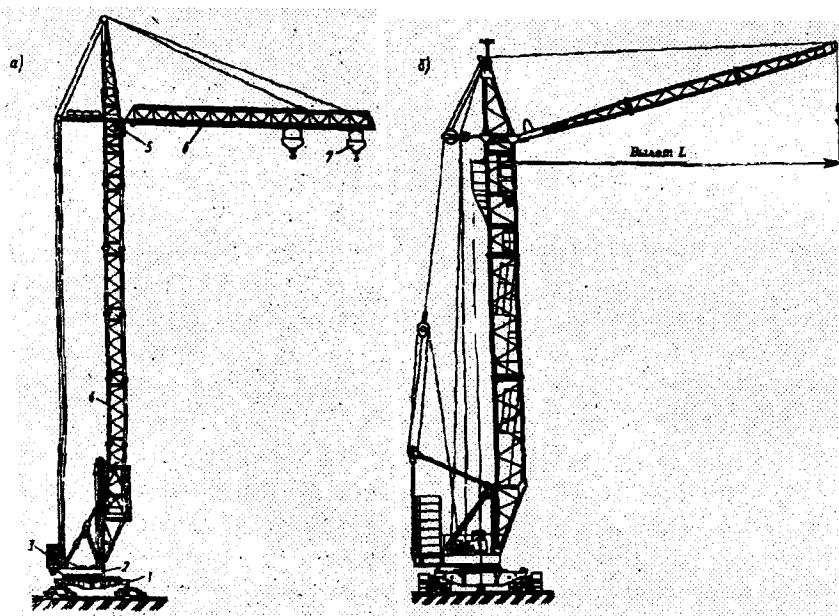


Рис. 4.29. Башенные краны

В ряде конструкций ходовые тележки башенных кранов выполняются поворотными, что дает возможность перевода крана на рельсы, уложенные перпендикулярно первоначальному направлению перемещения крана. Изменение вылета осуществляется путем передвижения тележки 7 по стреле 6.

Производительность (сменная эксплуатационная) башенных кранов

$$П_{см} = 60t_{см} \cdot Q_{max} \cdot K_{Г} \cdot K_{В},$$

где $t_{см}$ – средняя продолжительность смены, ч;

Q_{max} – грузоподъемность крана, т;

$K_{Г}$, $K_{В}$ – коэффициенты использования крана соответственно по грузоподъемности и по времени.

4.6. Ознакомление с транспортными, транспортирующими и погрузочно-разгрузочными машинами

Из всех применяемых видов транспорта (наземного, водного и воздушного) в рамках специальности 1–36 11 01 изучается наземный, а именно: грузовые автомобили, тракторы, пневмоколесные тягачи.

Грузовыми автомобилями, тракторами, пневмоколесными тягачами и созданными на их основе прицепными и полуприцепными транспортными средствами общего и специального назначения осуществляются основные перевозки грузов в строительстве. Кроме того, автомобили, тракторы и тягачи используются как тяговые средства прицепных и полуприцепных строительных и дорожных машин, а также в качестве базы для кранов, экскаваторов, бульдозеров, погрузчиков, бурильных установок, коммунальных и других машин.

Автомобили, тракторы, тягачи изготавливаются серийно, поэтому многие их сборочные единицы широко используются в конструкциях различных строительных и дорожных машин.

Грузовые автомобили. Основными частями грузового автомобиля массового производства являются двигатель 1, кузов 2 и шасси 3 (рис. 4.30).

Шасси включает силовую передачу (трансмиссию), несущую раму, на которой установлены двигатель, кабина, передний и задние мосты с пневмоколесами, упругая подвеска, соединяющая мосты с рамой, механизм управления и электрооборудование. По конструкции кузова различают автомобили общего назначения и специализированные. Автомобили общего назначения имеют кузов в виде опрокидывающейся открытой платформы с откидными бортами для перевозки любых видов грузов, специализированные – для перевозки определенного вида груза. Кроме того, грузовые автомобили классифицируются по типу двигателя, проходимости, грузоподъемности и другим факторам. На грузовых автомобилях применяют поршневые двигатели внутреннего сгорания, работающие на бензине или газе (карбюраторные), на тяжелом топливе (дизельные), газотурбинные. Дизельные двигатели получили преимущественное распространение, газотурбинные применяют на автомобилях очень большой грузоподъемности. В зависимости от грузоподъемности мощность двигателей автомобилей общего назначения 60...220, а автомобилей-тягачей достигает 500 кВт.

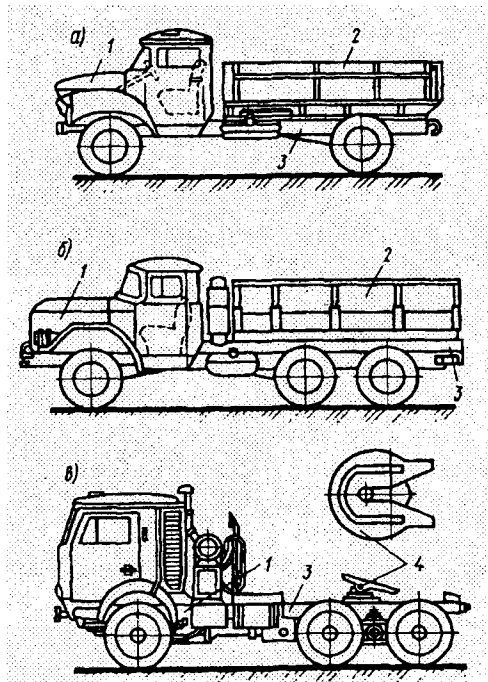


Рис. 4.30. Грузовые автомобили общего назначения:
а – с открытой платформой и бортами; *б* – повышенной проходимости;
в – тягач с седельно-сцепным устройством

По проходимости автомобили делятся на дорожные, рассчитанные для эксплуатации на всех дорогах общей дорожной сети, повышенной и высокой проходимости по всем видам дорог различного состояния и внедорожные (карьерные). Автомобили повышенной и высокой проходимости в зависимости от типа движителя разделяются на колесные, колесно-гусеничные, на воздушной подушке и автомобили-амфибии. Внедорожные автомобили применяются на стройках и разработках полезных ископаемых открытым способом и используются на дорогах со специальным основанием.

Главным параметром, определяющим конструкцию автомобиля, является нагрузка на одиночную ось. Правилами дорожного движения установлены предельные нагрузки на одиночную ось автомобиля – 100 кН для дорог с усовершенствованным покрытием и 60 кН – для общей дорожной сети. Эти требования не распространяются на

внедорожные автомобили. Для обеспечения высокой проходимости и требований по нагрузке на ось бортовые автомобили и седельные тягачи выпускаются с двумя, тремя и более (см. рис. 4.30, б, в) ведущими осями. Такие автомобили получили большое распространение. Прицепы и полуприцепы разделяются на прицепы, буксируемые автомобилем с помощью дышла (одно-, двух- и многоосные), прицепы-ропуски для перевозки длинномерных грузов, полуприцепы, буксируемые седельными тягачами.

Седельные тягачи изготавливают на базе шасси бортового автомобиля, но с укороченной базой (см. рис. 4.30, в). На раме 3 такого тягача укрепляется опорная плита с седельно-сцепным устройством 4, которое воспринимает нагрузку от полуприцепа и передает ему тяговое усилие, развиваемое двигателем автомобиля.

По грузоподъемности грузовые автомобили разделяются на автомобили малой, средней, большой и особо большой (внедорожные автомобили) грузоподъемности. Грузоподъемность наиболее распространенных грузовых автомобилей с бортовой платформой составляет: типа ЗИП-6500 кг, типа КамАЗ-8000...11000 кг, типа МАЗ-12000 кг, типа КрАЗ-14500 кг.

На рис. 4.31 приведены схемы силовых передач с одной и несколькими ведущими осями. Крутящий момент от двигателя 1 (рис. 4.31, а) к ведущим колесам 8 передается через силовую передачу. Она состоит из постоянно замкнутой фрикционной муфты (сцепления) 2, выключение которой позволяет отключать двигатель при переключении передач, ступенчатой коробки перемены передач 3 с переменным передаточным числом для согласования крутящего момента на колесах 8 с моментом сопротивления движению и обеспечения движения автомобиля задним ходом, карданного вала 4, главной передачи 5, состоящей из двух конических зубчатых колес и увеличивающей крутящий момент на ведущих колесах, дифференциала 6, позволяющего колесам вращаться с различной частотой на криволинейных участках пути, и двух полуосей 7, передающих вращение закрепленным на них колесам. Главная передача, дифференциал и полуоси, закрепленные в кожухе, называются ведущим мостом. Дифференциал устроен следующим образом (рис. 4.31, з). На внутренних концах полуосей 7 закреплены полуосевые конические шестерни 15. Концы полуосей с полуосевыми шестернями входят в коробку 14 дифференциала. К коробке дифференциала

прикреплена ведомая шестерня 5, с которой сцеплена ведущая шестерня главной передачи. В коробке установлены шестерни-сателлиты 13, которые сцеплены одновременно с обеими полуосевыми шестернями и могут вращаться в цапфах. При прямолинейном движении автомобиля по ровной дороге полуоси с шестернями будут вращаться с одинаковой скоростью, равной скорости коробки, а шестерни-сателлиты остаются неподвижными относительно своей оси. При движении автомобиля по криволинейному участку дороги сателлиты перекатываются по замедлившей свое вращение полуосевой шестерне, а вторая полуосевая шестерня за счет вращения сателлитов начнет вращаться быстрее. В результате колесо, катящееся по внутренней кривой, будет вращаться медленнее, чем колесо, катящееся по внешней кривой и проходящее за одно и то же время больший путь.

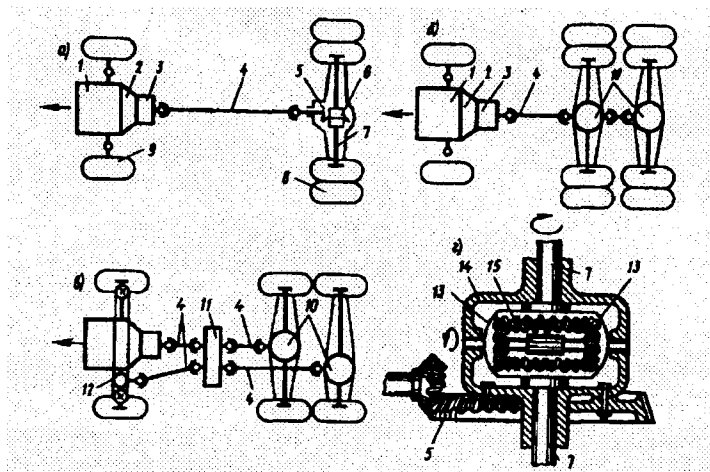


Рис. 4.31. Силовые передачи грузовых автомобилей:
 а – с колесной формулой 4 х 2; б – с колесной формулой 6 х 4;
 в – с колесной формулой 6 х 6; г – схема дифференциала

Автомобиль оборудуется тормозной системой для снижения скорости и остановки машины и рулевой системой для изменения направления движения посредством поворота передних управляемых колес 9. На тяжелых машинах рулевой механизм оснащается гидроусилителем, снижающим усилие на рулевом колесе.

На рис. 4.31, б показана схема силовой передачи трехосного автомобиля с двумя ведущими мостами 10 (колесная формула 6 х 4), а на рис. 6.2, в – с тремя ведущими мостами (колесная формула 6 х 6), передний мост 12 является одновременно управляемым и ведущим. Движение к ведущим мостам передается посредством карданных валов от коробки перемены передач через раздаточную коробку 11, позволяющую включать передний ведущий мост при преодолении трудных участков пути во время движения по проселочным дорогам и бездорожью.

Тракторы гусеничные и колесные (рис. 4.32). Их используют для перемещения тяжелых грузов по грунтовым и временным дорогам. Агрегатируются они с бортовыми и саморазгружающимися прицепами, а также с прицепными и навесными строительными машинами (скреперами, бульдозерами, экскаваторами, кранами-трубоукладчиками и др.). Гусеничные тракторы обладают малой нагрузкой на грунт и большой силой тяги. Поэтому они имеют более высокую проходимость, чем колесные. Максимальная скорость их перемещения составляет 12 км/ч. Колесные тракторы более маневренны, имеют большую транспортную скорость – 40 км/ч. Давление на грунт колесных машин 0,2...0,35 МПа, гусеничных 0,1 МПа. Главным параметром тракторов является максимальное усилие на крюке, по которому их разделяют на классы. Максимальное усилие на крюке измеряют при скорости 2,6...3 км/ч для гусеничных и 3,0...3,5 км/ч – для колесных. Усилие на крюке гусеничных тракторов примерно равно их массе, а колесных – 0,5...0,6 от массы.

Промышленностью выпускаются тракторы сельскохозяйственного типа классов тяги 6, 9, 14, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 150 и 250 кН и промышленного типа классов тяги 100, 150, 200, 250, 350, 500 кН. Тракторы промышленного типа изготавливаются различных модификаций, т. е. с учетом установки на них погрузочного, бульдозерного, рыхлительного, кранового и другого оборудования. Мощность двигателей тракторов достигает 800 кВт, а иногда и более. Трактор состоит из рамы, силовой передачи, гусеничного или колесного двигателя и управления. Кроме того, все тракторы комплектуются гидравлической системой для привода навесного или прицепного рабочего оборудования.

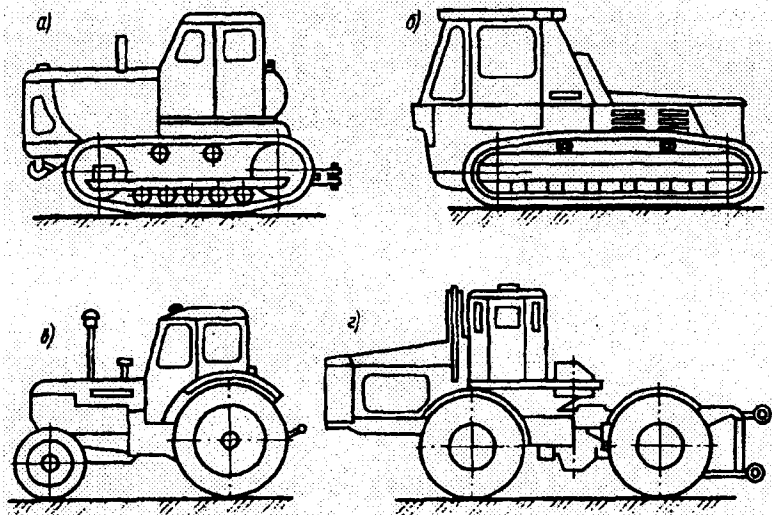


Рис. 4.32. Тракторы:

- а* – гусеничный с передним расположением двигателя;
б – гусеничный с задним расположением двигателя; *в* – пневмоколесный с передними управляемыми колесами; *г* – с шарнирно сочлененной рамой

У пневмоколесных тракторов с шарнирно-сочлененными полурамами (рис. 4.32, *г*) каждая из полурам опирается на ведущий и управляемый мосты. Поворот передней полурамы относительно задней осуществляется с помощью двух гидроцилиндров на угол до 40° в каждую сторону. Такие тракторы обладают большей маневренностью по сравнению с тракторами с передней управляемой осью. Силовая передача трактора существенно отличается от силовой передачи автомобиля. В ней отсутствует дифференциал, а поворот машины осуществляется торможением одной из гусениц. Силовые передачи тракторов выполняются механическими, гидромеханическими и электрическими.

В состав механической силовой передачи гусеничного трактора (рис. 4.33, *а*) входят: двигатель *1*, дисковая фрикционная муфта сцепления *2*, коробка перемены передач *3*, карданный вал *5*, главная передача *6*, бортовые фрикционы *7* с ленточными тормозами *8*, бортовые редукторы *9*, соединенные с ведущими звездочками гусениц *10*. На гусеничной раме *4* установлены ведомые звездочки *11* с натяжным

устройством гусеничной цепи. Бортовые редукторы увеличивают крутящий момент на ведущих звездочках. Бортовые фрикционы представляют собой многодисковые фрикционные муфты, которые в замкнутом (включенном) состоянии обеспечивают прямолинейное движение трактора. Изменение направления движения достигается частичным или полным выключением одного из бортовых фрикционов с одновременным торможением его ведомых дисков с помощью ленточного тормоза. Ленточные тормоза используются также для торможения обеих гусениц при движении на уклонах и как стояночные тормоза. Для плавного бесступенчатого регулирования скорости в широком диапазоне в зависимости от внешней нагрузки силовая передача дополняется гидравлическим ходоуменьшителем, позволяющим работать на пониженных (до 1 км/ч) скоростях.

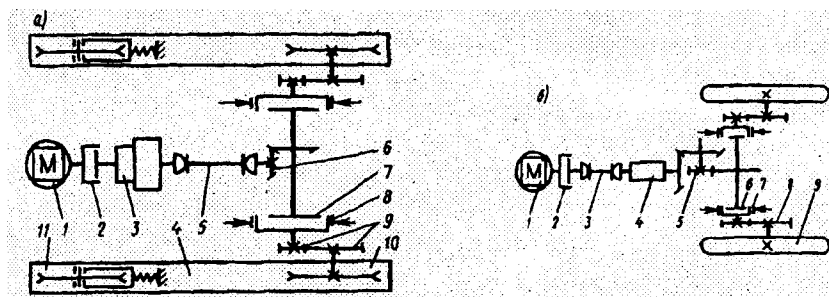


Рис. 4.33. Силовые передачи тракторов:
а – гусеничного; *б* – колесного

В состав механической передачи колесного трактора (рис. 4.33, *б*) с передним расположением двигателя *Г* входят фрикционная муфта сцепления 2, карданный вал 3, коробка перемены передач 4, главная передача 5, бортовые фрикционы 6 с ленточными тормозами 7, бортовые редукторы 8, передающие вращение пневматическим колесам 9.

В силовых передачах гусеничных и колесных тракторов, одно- и двухосных тягачей, специальных шасси одноковшовых погрузчиков, самоходных кранов автомобильного типа широко применяют гидродинамические передачи.

При больших сопротивлениях движению (при трогании с места, движении на подъем или в трудных дорожных условиях) используется способность гидротрансформатора увеличивать крутящий момент

двигателя с высоким коэффициентом трансформации. По мере снижения сопротивления движению постепенно снижается трансформация момента, плавно возрастает скорость ведущих колес, а работа трансформатора переходит в режим с более высоким КПД. При этом переключение передач осуществляется автоматически, т. е. высшие передачи включаются только тогда, когда вторичный вал достигает определенной частоты вращения. При этом двигатель работает в режиме максимальной мощности, а переключение передач происходит без разрыва крутящего момента. Отсутствие жесткой кинематической связи двигателя с ведущими звездочками снижает динамические нагрузки на двигатель, повышает долговечность двигателя и силовой передачи.

В гусеничных тракторах с электрической силовой передачей момент ведущим звездочкам гусениц сообщается тяговым электродвигателем постоянного тока через бортовые фрикционы и редукторы. Тяговый электродвигатель получает питание от генератора, вращаемого дизелем трактора. Система привода дизель–генератор–двигатель значительно упрощает кинематическую схему силовой передачи (отсутствуют коробка перемены передач, карданные валы), а главное – обеспечивает в широких пределах бесступенчатое регулирование скорости движения и момента в зависимости от внешней нагрузки. Гидромеханическая и электрическая силовые передачи наиболее полно отвечают режиму работы тракторов с прицепным и навесным рабочим оборудованием строительных машин.

Пневмоколесные тягачи. Такие одно- и двухосные тягачи предназначены как базовые машины для работы с различного рода прицепным (одноосные) и навесным и прицепным (двухосные) рабочим оборудованием строительных машин (рис. 4.34). Пневмоколесные тягачи обладают высокими тяговой характеристикой, транспортными (до 50 км/ч и более) скоростями, большим диапазоном рабочих скоростей, хорошей маневренностью, что способствует достижению высокой производительности строительных машин, создаваемых на их базе.

Пневмоколесные тягачи собирают из узлов и деталей серийного производства тракторов и тяжелых автомобилей при широкой степени унификации, что делает их конструкцию более долговечной. Мощность дизелей тягачей достигает 900 кВт при нагрузке на ось 750 кН и более, что обеспечивает реализацию одного из главных направлений развития строительной техники – создания машин большой единичной мощности.

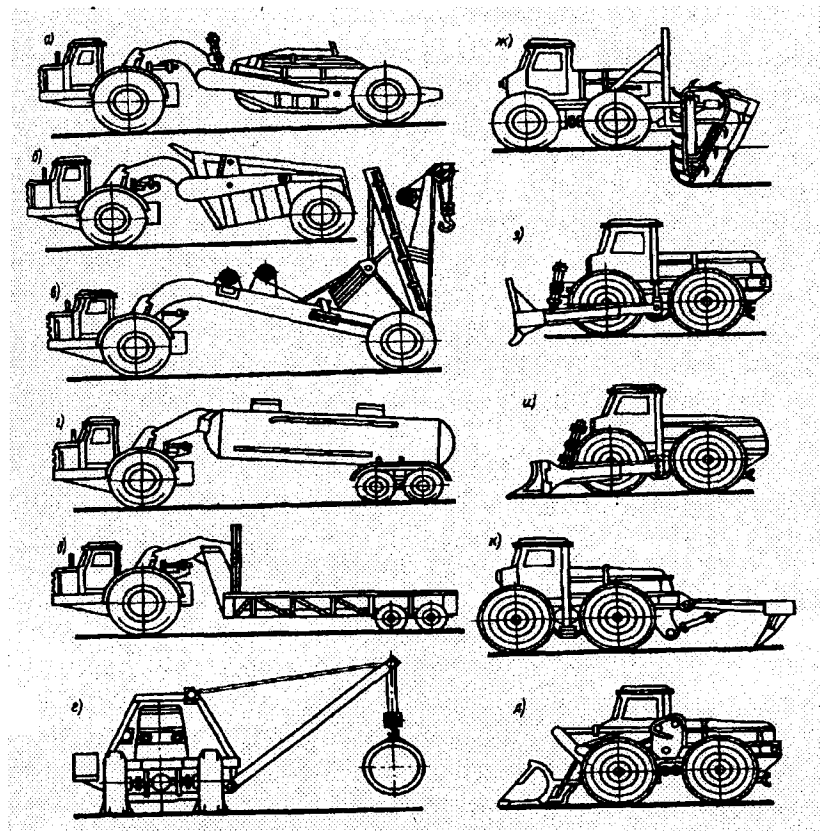


Рис. 4.34. Прицепное и навесное оборудование одно- и двухосных тягачей:
а – скрепер; *б* – землевоз; *в* – кран; *з* – цистерна для цемента и жидкостей;
д – тяжеловоз; *е* – кран трубоукладчик; *ж* – траншейный экскаватор;
з – корчеватель; *и* – бульдозер; *к* – рыхлитель; *л* – погрузчик

В последние годы одно- и двухосные тягачи комплектуются мотор-колесами с шинами до 3 м в диаметре и шириной более 1 м с автоматически изменяющимся в зависимости от дорожных условий давлением воздуха. Мотор-колесо представляет собой самостоятельный агрегат с гидравлическим или электрическим двигателем и планетарным редуктором, встроенным в колесо. Рабочие двигатели питаются от масляных насосов или генератора, приводимых в действие основным двигателем тягача. Система управления двигателями мотор-колес позволяет каждому из них сообщать различные

по величине моменты и частоту вращения, а при разворотах – и направление вращения, что особенно важно при работе в сложных дорожных условиях.

Специализированные транспортные средства применяют в соответствии с их назначением и видом груза: для перевозки грунта, сыпучих грузов, бетонов и растворов, битума, топлива (автомобили-самосвалы, керамзитовозы, автобетоносмесители, авторыстовозы, автобитумовозы, топливовозы), порошкообразных грузов (автоцементовозы, известковозы), строительных конструкций (панелевозы, фермовозы, плитовозы, сантехкабиновозы), длинномерных грузов (трубовозы, плетевозы, металловозы), строительных грузов в контейнерах (контейнеровозы), технологического оборудования и строительных машин (тяжеловозы).

Специализированные транспортные средства представляют собой прицепы и полуприцепы к базовым автомобилям и седельным тягачам средней и большой грузоподъемности с разрешенной нагрузкой на одиночную ось 60 и 100 кН (автомобили и тягачи с колесной формулой 6 х 2 и 6 х 4). Конструкция таких транспортных средств учитывает особенности перевозки и физические свойства грузов, сохранение качества грузов, комплексную механизацию погрузки. Использование специализированного транспорта способствует дальнейшему развитию индустриальных методов строительства, снижению себестоимости перевозок, росту производительности транспортных средств. Ниже приводятся конструктивные схемы и технологические возможности отдельных видов специализированного транспорта.

Автомобили-самосвалы и автопоезда. Различают автомобили-самосвалы общего назначения и специальные карьерные самосвалы. Автомобили-самосвалы общего назначения (рис. 4.35) изготавливают на базе серийных грузовых автомобилей (иногда с укороченной базой). Их используют для перевозки грунта из котлованов, нерудных строительных материалов от карьеров, причалов и железнодорожных станций на предприятия строительной индустрии и на сооружаемые дороги. Кроме того, автомобили-самосвалы используют для перевозки асфальтобетона, строительного мусора и других навальных грузов. Загрузка автомобилей-самосвалов производится обычно экскаватором, погрузчиком или из бункера. Кузов 2 самосвалов прямоугольной, трапециевидной или корытообразной формы де-

ляется опрокидным с углом наклона до 60° . Различают самосвалы с задней разгрузкой, т. е. опрокидыванием только назад, с боковой разгрузкой на одну или обе стороны и с трехсторонней разгрузкой. Опрокидывание кузова осуществляется с помощью гидравлического подъемника, состоящего из одного или двух гидроцилиндров 3 одностороннего действия, питаемых насосной установкой 4, приводимой от двигателя 1 через коробку отбора мощности 6 автомобиля карданными валами 5.

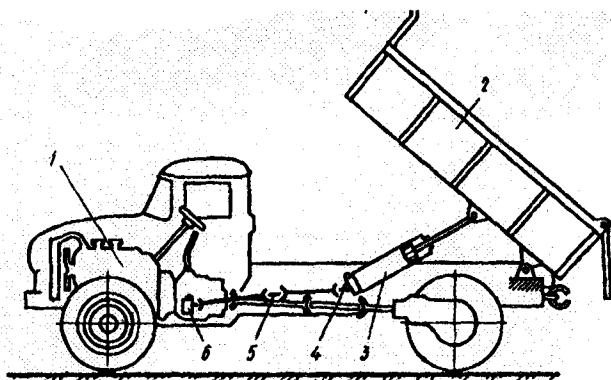


Рис. 4.35. Автомобиль-самосвал общего назначения:
1 – двигатель; 2 – кузов; 3 – гидроцилиндр; 4 – насос;
5 – карданный вал; 6 – коробка отбора мощности

Управление опрокидыванием кузова осуществляется из кабины. При этом положение гидрораспределителя обеспечивает принудительный подъем кузова, фиксирование его на любом уровне и плавное опускание кузова под действием собственной массы, при котором происходит слив масла в бак через клапан с определенным проходным сечением. Грузоподъемность серийно выпускаемых отечественной промышленностью самосвалов составляет 10...12 т при полной массе автомобиля с грузом 19...23 т. Грузоподъемность специальных карьерных самосвалов достигает 300 т, так как они предназначены для работы вне дорог общей дорожной сети и их осевые нагрузки могут превышать действующие весовые ограничения.

При перевозке массовых грузов применяют автопоезда (рис. 4.36). Использование автопоездов вместо одиночных автомобилей-самосвалов позволяет повысить выработку на среднесписочную машину,

снизить расход топлива, уменьшить число водителей. Автопоезда создают на базе автомобилей-самосвалов и унифицированных автомобильных прицепов-самосвалов и полуприцепов-самосвалов к седельным тягачам, имеющим общие конструктивные признаки. Гидроцилиндры прицепов действуют от гидравлической системы базового автомобиля. Автомобили-самосвалы, предназначенные для использования в качестве тягачей, оснащаются стандартными буксирными устройствами, а также гидро-, пневмо- и электровыводами для подключения соответствующих систем прицепов. Разгрузка кузовов самосвала и промежуточных прицепов ведется на две (боковые), а заднего – на три (боковые и заднюю) стороны. Грузоподъемность автопоезда, выполненного, например, на базе автомобиля 6 x 4 типа КамАЗ, составляет 11 т (полная масса 19 т), прицепа полной массой 16 т и полуприцепа полной массой 25 т.

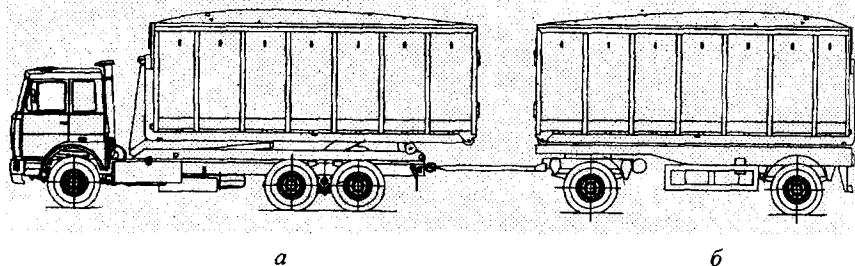


Рис. 4.36. Автопоезд:
а – автомобиль-самосвал; б – прицеп-самосвал

Для перевозки пористых заполнителей бетона плотностью 0,48...0,65 т/м³ применяют полуприцепы к седельным тягачам (рис. 4.37). Характерной особенностью конструкции является значительный объем кузова и наличие устройства для задней и боковой разгрузки. Для этого на раме тягача рядом с седельным устройством находится подрамник для крепления силового гидроцилиндра, который обеспечивает угол наклона кузова назад до 60°. Грузоподъемность полуприцепов-керамзитовозов 18 т.

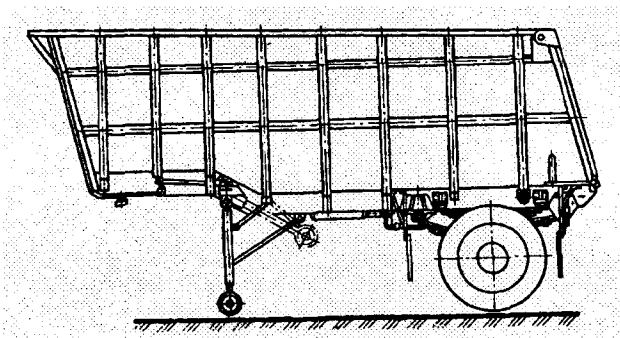


Рис. 4.37. Полуприцеп-керамзитовоз

Полуприцепы-автобитумовозы применяют для транспортирования битумных материалов от нефтеперерабатывающих заводов к местам производства дорожных, кровельных и изоляционных работ. Автобитумовоз (рис. 4.38) представляет собой полуприцепную цистерну эллиптической формы, установленную на полуприцепе безрамной конструкции к седельному тягачу и оборудованную системами подогрева, забора и выдачи битума. Сверху цистерна имеет заливные люки 2, а в задней части – фланец для присоединения сливного трубопровода 5. Система подогрева включает в себя жаровые трубы 3, смонтированные в заднее днище цистерны, стационарные горелки 4, работающие на керосиновоздушной смеси, топливный бак, компрессор и приборы контроля за уровнем и температурой битума. Система наполнения и выдачи битума состоит из трубопроводов и битумного шестеренного насоса, приводимого в действие от двигателя тягача через коробку отбора мощности или от индивидуально-го гидромотора. Обогрев битумного насоса производится теплом выхлопных газов двигателя при его установке на тягаче или теплом горячего битума при его размещении внутри цистерны.

Конструкция автобитумовоза обеспечивает сохранение температуры битума в цистерне при транспортировании без подогрева, подогрев битума в цистерне до рабочей (200 °С) температуры, перекачивание битума, минуя цистерну, забор битума из битумоплавильных котлов и битумохранилищ насосом. Грузоподъемность выпускаемых промышленностью автобитумовозов 6,8...21 т.

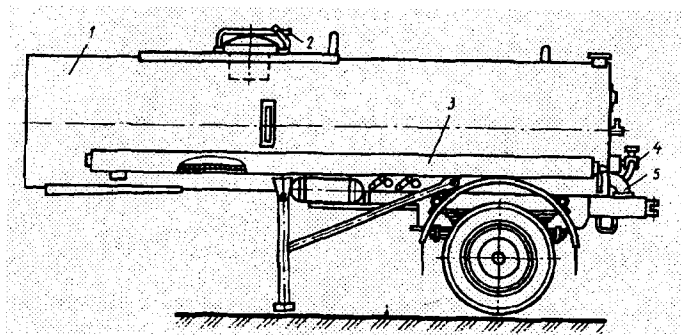


Рис. 4.38. Полуприцеп-автобитумовоз:
 1 – цистерна; 2 – заливной люк; 3 – жаровые трубы;
 4 – горелки; 5 – сливной трубопровод

Перевозка труб по дорогам с твердым покрытием и грунтовыми дорогам, а также вдоль трассы строительства трубопроводов вне дорог осуществляется специальными автопоездами-трубовозами. Трубовоз состоит из тягача и одноосного прицепа-ропуска, соединенных между собой жестким сцепным устройством.

На рис. 4.39 показан трубовоз, состоящий из четырехосного автомобильного тягача 1 повышенной проходимости и двухосного прицепа-ропуска 5. На тягаче установлен коник 4 для укладки труб 3. Такие же коники неподвижно закреплены на раме прицепа-ропуска. На кониках тягача и прицепа имеются переставные стойки-упоры для труб и предохранительный щит 2, ограничивающий передний вылет труб и защищающий кабину водителя при погрузочно-разгрузочных работах и перевозке труб. Положение стоек регулируется в зависимости от размера и количества перевозимых труб. Коники снабжены устройством винтового типа для увязки труб. Прицеп-ропуск оснащен сцепным устройством 6 для соединения его с тягачом.

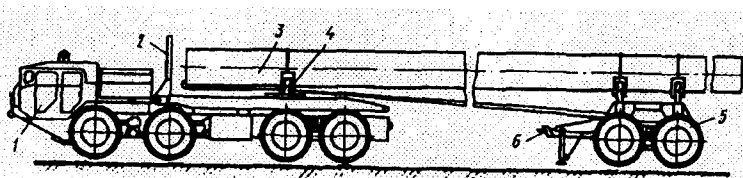


Рис. 4.39. Трубовоз:
 1 – тягач; 2 – предохранительный щит; 3 – труба;
 4 – коник; 5 – прицеп-ропуск

Полуприцепы-панелевозы предназначены для перевозки панелей, плит перекрытий на полуприцепах к седельным автомобильным тягачам (рис. 4.40). Передняя часть панелевоза опирается на седельное сцепное устройство тягача, а задняя – на одно- или двухосную тележку. В некоторых конструкциях панелевозов задняя тележка имеет поворотные оси, что способствует уменьшению габаритной полосы движения, повышению маневренности автопоезда в естественных условиях. Полуприцепы снабжают гидравлическими опорами для устойчивости при погрузочно-разгрузочных операциях, а также их тягачом и автоматической сцепкой, позволяющей одному тягачу работать с несколькими полуприцепами и вести монтаж панелей «с колес», т. е. без складирования на строительной площадке. По конструкции несущего каркаса полуприцепа панелевозы разделяют на хребтовые и рамные кассетного типа.

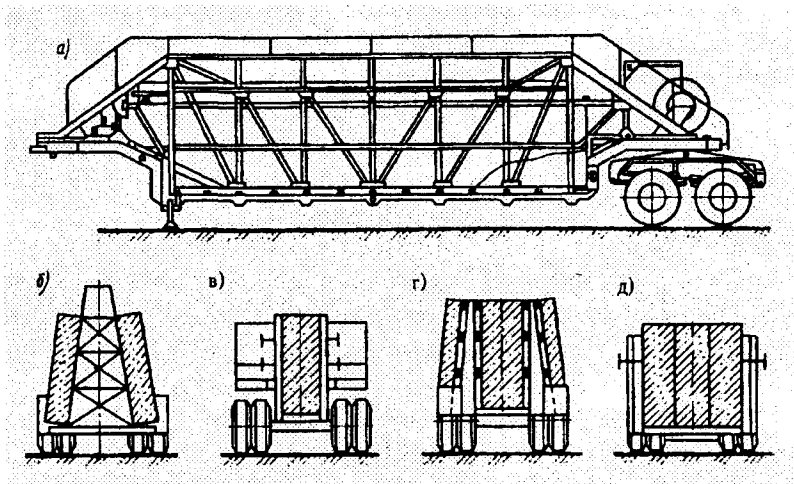


Рис. 4.40. Полуприцеп-панелевоз:

a – общий вид полуприцепа хребтового типа;

b...*d* – расположение панелей на полуприцепах-панелевозах различных типов

Хребтовые панелевозы имеют каркас в виде фермы трапециевидного поперечного сечения, а панели устанавливаются в наклонном положении по обеим сторонам каркаса под углом $8...10^\circ$ к вертикали (см. рис. 4.40, *a*, *b*). Преимущество таких панелевозов – малая погрузочная высота и удобство проведения погрузочно-разгрузочных работ.

Однако эти панелевозы требуют симметричной загрузки их грузовых площадок, что трудновыполнимо при перевозке нечетного числа панелей или панелей различной массы. Кроме того, наклонное положение панелей часто приводит к возникновению трещин, сколов и других повреждений.

Рамные полуприцепы представляют собой кассету, образованную двумя продольными вертикальными плоскими фермами и поперечными связями (см. рис. 4.40, в), или несущую раму с кассетой (см. рис. 4.40, д), в которой размещаются перевозимые изделия. Изделия устанавливаются в вертикальном положении и удерживаются с помощью разделителей, перемещаемых вдоль кассеты, и боковых держателей. Иногда их дооборудуют дополнительными боковыми кассетами (см. рис. 4.40, з). Система крепления дает возможность перевозить панели различных размеров и конфигурации, исключает их взаимное перемещение и повреждение выступающих частей и офактуренного слоя.

Для перевозки панелей и плит перекрытий шириной до 4 м (негабаритных по высоте) используют панелевозы с рамами, имеющими поворотную (на угол 55°) часть грузовой площадки, которая одновременно служит опорной поверхностью панелей. Панелевоз оборудуется механизмом поворота площадки, фиксирующей ее в транспортном положении, и устройствами для крепления панелей.

Для перевозки ферм 12, 18, 24 м на объекты используют полуприцепы-фермовозы с автомобильными тягачами седельного типа. Фермы устанавливают на опоры полуприцепа в рабочем положении с опиранием по концам аналогично их опиранию в сооружении. Они удерживаются в таком положении винтовыми зажимами, расположенными в передней и задней частях рамы полуприцепа. В зависимости от длины фермы передняя опора может перемещаться вдоль рамы с помощью ручной лебедки. В задней части рама опирается на седельное устройство поворотной тележки с управляемой осью. Управление поворотом осуществляется с помощью канатной гидравлической системы с фиксацией тележки относительно рамы при отключении поворота или в случае обрыва каната. Грузоподъемность полуприцепов-фермовозов 12 и 20 т.

Полуприцепы-контейнеровозы. При перевозках на строительные объекты мелкоштучных и тарных грузов широко используются контейнеризация и пакетирование. Для перевозки контейнеров

и пакетов используют одиночные автомобили и автопоезда общего назначения и специализированные транспортные средства – автомобили-самопогрузчики, оборудованные погрузочно-разгрузочными устройствами. К числу таких транспортных средств относятся контейнеровозы. Наиболее рациональной конструкцией контейнеровоза, обеспечивающей лучшую маневренность и оптимальную грузоподъемность, является седельный тягач и полуприцеп.

Для повышения устойчивости и уменьшения погрузочной высоты и центра тяжести груженого автопоезда полуприцепы изготавливают низкорамными, их снабжают быстродействующими выдвижными и откидными опорами, используемыми при выполнении погрузочно-разгрузочных работ для создания устойчивости и разгрузки ходовой части машины. Наличие таких опор способствует быстрому соединению тягача с полуприцепом и внедрению челночной (маятниковой) схемы организации перевозок, при которой один тягач может обслуживать несколько полуприцепов. Грузоподъемные устройства устанавливают на платформе автомобиля, на раме седельного тягача или на платформе полуприцепа.

На рис. 4.41 показан полуприцеп к седельному тягачу, оборудованный стреловым гидравлическим краном с шарнирно сочлененной стрелой. Кран имеет поворотную в плане (на угол до 200°) телескопическую стрелу 1, состоящую из основной и выдвижной секций и удлинителя. На основной секции стрелы и удлинителе установлены грузозахватные устройства 2. Телескопическая стрела шарнирно закреплена на поворотной колонне 3, смонтированной на раме полуприцепа 4. Перемещение секций стрелы, подъем и опускание стрелы, поворот колонны осуществляются гидроцилиндрами двустороннего действия, работающими от гидросистемы, установленной на тягаче.

Гидравлические стреловые краны применяют грузоподъемностью до 2,5 т (на наименьшем вылете).

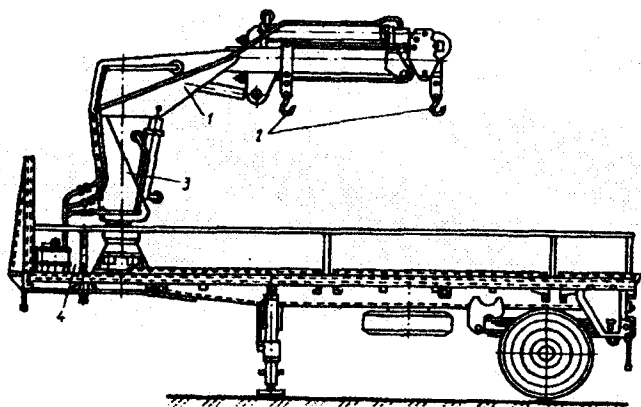


Рис. 4.41. Полуприцеп-контейнеровоз:
 1 – телескопическая стрела; 2 – грузозахватное устройство;
 3 – поворотная колонка; 4 – рама;

Тяжеловозы по назначению делят на универсальные – для перевозки строительных машин и неделимого технологического оборудования, специализированные – для перевозки специального технологического оборудования и большегрузных контейнеров, и узкоспециализированные – для уникального, особо большой массы и габаритов технологического оборудования. В зависимости от назначения тяжеловозы изготовляют грузоподъемностью до 100 т и более.

Конструктивно тяжеловозы (рис. 4.42) представляют собой прицепные и полуприцепные, реже самоходные машины с низко расположенной платформой, опирающейся на двух-, трех- и четырехосные многоколесные тележки со всеми управляемыми осями. Передняя часть рамы полуприцепных тяжеловозов приподнята для размещения на ней поворотной или подкатной тележки. Заднюю часть платформы и рамы делают заниженной, оснащенной откидными трапами для загрузки самоходных машин. Для улучшения условий погрузки и выгрузки оборудования тяжеловозы снабжают лебедками с приводом от силовой установки тягача и гидравлическими опорами. В некоторых конструкциях тяжеловозов грузовая платформа может опускаться и подниматься в пределах погрузочной высоты (500..900 мм) с помощью объемного гидроривода. Как и другие транспортные средства, тяжеловозы оборудуются опорно-сцепными и тормозными устройствами, а также средствами для надежного крепления оборудования и машин.

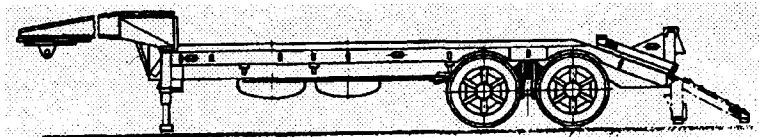


Рис. 4.42. Полуприцеп-тяжеловоз

Конвейеры. Конвейерами перемещают сыпучие кусковые материалы, штучные грузы, а также пластичные смеси бетонов и растворов. По конструкции конвейеры делят на ленточные, ковшовые, винтовые и вибрационные. У ленточных и ковшовых конвейеров транспортируемый материал перемещается бесконечной лентой или цепью; у винтовых и вибрационных – вращением или колебанием жесткого рабочего органа в виде винта или желоба.

Ленточные конвейеры применяют для непрерывного транспортирования различных материалов в горизонтальном или наклонном направлениях. Они обеспечивают высокую производительность (до нескольких тысяч тонн) и значительную дальность транспортирования (до нескольких десятков километров). В строительстве используют передвижные и стационарные ленточные конвейеры, перемещающие грузы на сравнительно небольшие расстояния.

Передвижные ленточные конвейеры изготавливают длиной 5, 10 и 15 м. Они оборудуются колесами для перемещения вручную или в прицепе к тягачу. Стационарные ленточные конвейеры для удобства монтажа составляют из отдельных секций длиной 2...3 м и общей протяженностью 40...80 м. Ленточные конвейеры широко используются как транспортирующие органы в конструкциях траншейных и роторных экскаваторов, бетоноукладчиков и других машин, где их параметры определяются параметрами основной машины.

Основным транспортирующим и тяговым органом ленточного конвейера (рис. 4.43, а) является бесконечная прорезиненная лента 4, огибающая два барабана – приводной 6 и натяжной 2. Поступательное движение ленты с грузом создается силами трения, действующими в зоне контакта ленты с приводным барабаном. Вращение барабан получает от приводного электродвигателя 10 через редуктор 9. Для увеличения тягового усилия рядом с приводным барабаном устанавливают отклоняющий барабан 7, увеличивающий угол обхвата α . Верхняя рабочая и нижняя холостая ветви поддерживаются

верхними 5 и нижними 8 роликоопорами. В целях получения наибольшей производительности конвейеров их верхние роликоопоры делают желобчатой формы, при прохождении по которым лента той же ширины способна нести больше материала по сравнению с плоской (рис. 4.43, б). Для предотвращения провисания ленты между роликоопорами, а также для увеличения тягового усилия лента предварительно натягивается посредством винтового или грузового натяжного устройства 1.

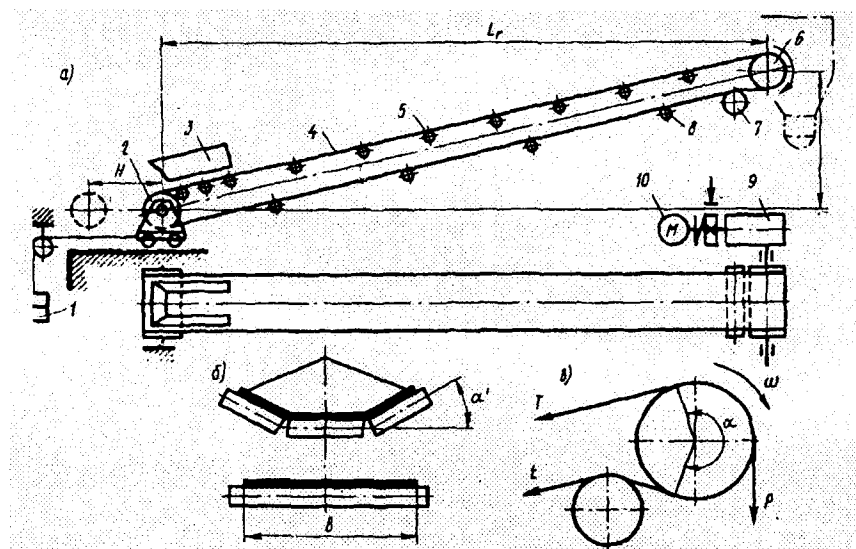


Рис. 4.43. Ленточный конвейер:

- a* – схема конструкции; *б* – роликоопоры;
в – схема усилий на приводном барабане; 1 – натяжное устройство;
 2 – натяжной барабан; 3 – воронка; 4 – лента; 5 – верхняя роликоопора;
 6 – приводной барабан; 7 – отклоняющий барабан; 8 – нижняя роликоопора;
 9 – редуктор; 10 – электродвигатель

Загрузка транспортируемого материала на ленту производится через специальную воронку 3. Съем материала может производиться через приводной барабан или в промежуточных пунктах с помощью специальных сбрасывающих устройств. Для предотвращения самопроизвольного обратного хода ленты после остановки конвейера на валу приводного барабана устанавливается тормоз.

Для транспортирования строительных материалов применяют тканевые прорезиненные ленты, состоящие из нескольких слоев (прокладок) ткани (бельтинга). Ширина и число прокладок ленты стандартизированы. Растягивающую нагрузку воспринимают только тканевые прокладки, которые изготовляют из других, хлопчатобумажных или из более прочных синтетических волокон. У серийно выпускаемых конвейеров ширина ленты составляет 0,4...1,6 м. Скорости конвейеров, используемых для транспортирования наиболее распространенных строительных материалов, находятся в пределах 0,8...2,5 м/с. Конвейеры специального назначения, являющиеся транспортным органом многоковшовых экскаваторов, землеройных комплексов и других машин, имеют ширину ленты до 3,2 м при скорости 8 м/с.

В конвейерах большой длины и производительности прочность прорезиненной ленты с прокладками из синтетических волокон оказывается недостаточной. В этих случаях применяют несколько последовательно расположенных самостоятельных конвейеров, составляющих общую длину трассы, а для тягового и несущего органов в ряде случаев применяют резинотросовые ленты, у которых в качестве прокладок использованы тонкие стальные проволочные канаты при 6...8-кратном запасе прочности.

При транспортировании на дальние расстояния применяют также конвейеры с отдельным тяговым и несущим органами. В качестве тягового органа используют стальные канаты или цепи, а несущего – облегченную прорезиненную ленту специальной формы, опирающуюся на тяговый канат или тяговую цепь.

Производительность ленточных конвейеров

$$P = 3600Fv\rho, \text{ т/ч},$$

где F – площадь поперечного сечения потока материала, м^2 ;

v – скорость движения материала, м/с ;

ρ – плотность материала, т/м^3 .

При транспортировании материалов с острыми кромками, например для подачи крупнокускового камня в дробилки, применяют пластинчатые конвейеры (рис. 4.44, а), у которых тяговым органом являются две бесконечные цепи 3, огибающие приводные 4 и натяжные 2 звездочки. К тяговым цепям прикрепляют металлические

пластины 1, перекрывающие друг друга и исключая просыпание материала между ними. Пластинчатые конвейеры применяют также для перемещения горячих материалов, деталей и изделий на заводах строительных конструкций.

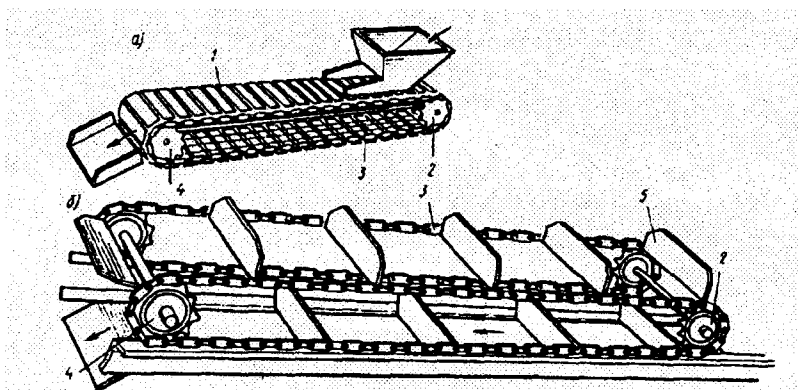


Рис. 4.44. Конвейеры с цепным тяговым органом:
 1 – пластина; 2 – натяжная звездочка; 3 – цепь;
 4 – приводная звездочка; 5 – скребок

Скребокковые конвейеры. Разновидностью конвейеров с цепным тяговым органом являются скребокковые конвейеры (рис. 4.44, б). Они отличаются от пластинчатых тем, что на тяговых цепях 3 закреплены скребки 5, а нижняя рабочая ветвь погружена в открытый неподвижный желоб и при своем движении перемещает материал.

Ковшовые конвейеры перемещают материал в ковшах в вертикальном или наклонном (под большим углом) направлениях на высоту до 50 м. Ковшовый конвейер (рис. 4.45) представляет собой замкнутый тяговый орган 4 в виде ленты или двух цепей, огибающий приводной 6 и натяжной 1 барабаны (при цепном органе – звездочки), на котором с шагом T закреплены ковши 3. Рабочий орган вместе с ковшами размещен в металлическом кожухе 5. Загрузка материала осуществляется через загрузочное 2, а разгрузка – через разгрузочное устройство 7.

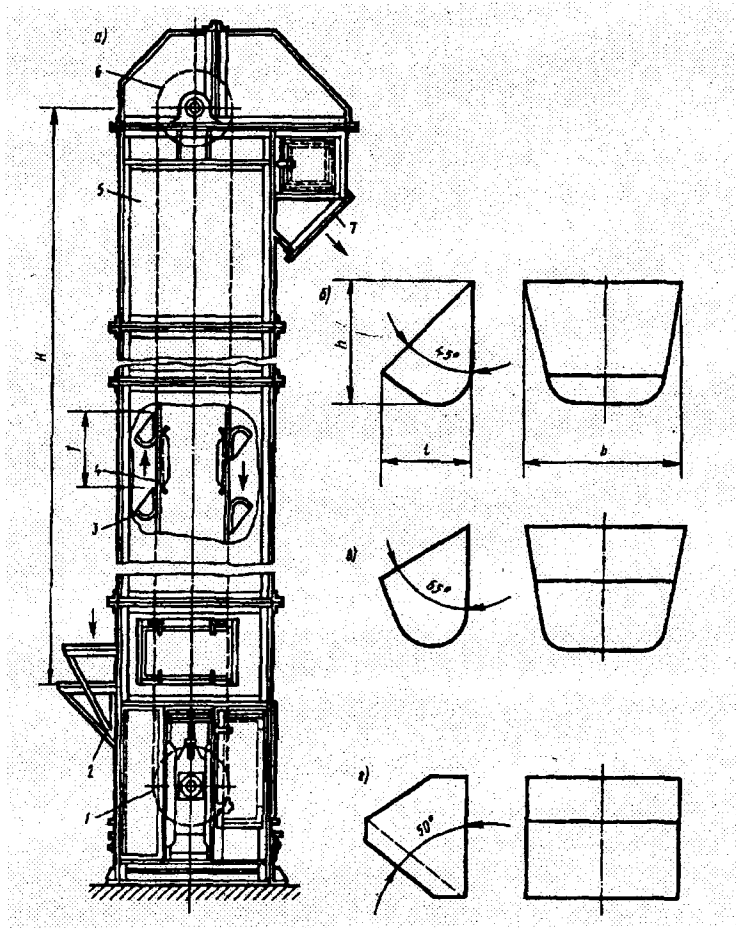


Рис. 4.45. Ковшовый конвейер:

a – схема конструкции; *б* – мелкий полукруглый ковш для сыпучих подвижных материалов; *в* – остроугольный для кусковых материалов; *1* – натяжной барабан; *2* – загрузочное устройство; *3* – ковш; *4* – тяговый орган; *5* – кожух; *6* – приводной барабан; *7* – разгрузочное устройство

Различают быстроходные, имеющие скорость 1,25...2,0 м/с, конвейеры для транспортирования порошкообразных и мелкокусковых материалов и тихоходные (скорость 0,4...1,0 м/с) для транспортирования крупнокусковых материалов. В зависимости от вида транспортируемого

материала применяют мелкие и глубокие полукруглые ковши, монтируемые на тяговом органе с шагом 300...600 мм, и остроугольные ковши, располагаемые вплотную друг к другу. Заполнение ковшей быстроходных конвейеров происходит при прохождении ими загрузочного башмака зачерпыванием, а в тихоходных – путем засыпания материала в ковш.

Разгрузка ковшей быстроходных конвейеров осуществляется при огибании ими приводного барабана под действием центробежных сил, а у тихоходных – под действием силы тяжести (гравитационная разгрузка). При гравитационной разгрузке остроугольных ковшей материал скатывается по передней стенке впереди идущего ковша, в результате чего снижается сила удара его о разгрузочный башмак.

Производительность ковшового конвейера определяется по формуле производительности для машин непрерывного действия с порционной выдачей материала:

$$\Pi = 0,6 q k_n \rho n, \text{ т/ч,}$$

где q – вместимость одного ковша, л;

k_n – коэффициент наполнения ковша, принимаемый для мелких 0,6, для глубоких – 0,8 и для остроугольных ковшей – 0,8;

ρ – плотность материала, т/м³;

$n = 60v/T$ – число разгрузок в минуту;

v – скорость ковшей, м/с;

T – шаг расстановки ковшей, м.

Ковшовые конвейеры имеют малые габариты, но требуют постоянного контроля за равномерностью загрузки их материалом.

Винтовые конвейеры применяются для горизонтального или наклонного (под углом до 20°) транспортирования сыпучих, кусковых и тестообразных материалов на расстояние до 30...40 м и имеют производительность 20...40 м³/ч. Конвейер (рис. 4.46, а) представляет собой желоб 4 полукруглой формы, внутри которого в подшипниках 5 вращается винт 3. Вращение винту сообщается электродвигателем 1 через редуктор 2. Загрузка материала производится через загрузочное отверстие 6, а выгрузка – через выходное отверстие 7 с задвижкой. Конструкция винта, частота его вращения, а также коэффициент заполнения желоба зависят от вида транспортируемого материала.

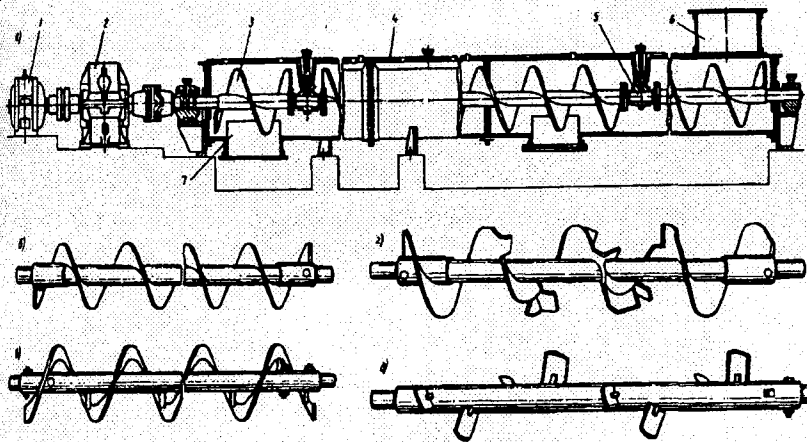


Рис. 4.46. Винтовой конвейер:

1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – винт; 4 – желоб; 5 – подшипник;
6 – загрузочное отверстие; 7 – выходное отверстие

Сплошной винт (рис. 4.46, б) применяют для хорошо сыпучих материалов (цемента, мела, песка, гипса, шлака, извести в порошке) при коэффициенте заполнения желоба $k_n = 0,25 \dots 0,45$ и частоте вращения винта $90 \dots 120 \text{ мин}^{-1}$. Ленточный и лопастный винты (рис. 4.46, а, д) применяют для транспортирования кусковых материалов (крупного гравия, известняка, негранулированного шлака) при $k_n = 0,25 \dots 0,40$ и частоте $60 \dots 100 \text{ мин}^{-1}$. Для транспортирования тестообразных, слежавшихся и влажных материалов (мокрой глины, бетона, цементного раствора) применяют фасонный и лопастный винты (рис. 2.22, з, д) при частоте вращения $30 \dots 60 \text{ мин}^{-1}$ и $k_n = 0,15 \dots 0,30$.

Производительность горизонтального винтового конвейера зависит от средней площади сечения потока материала и скорости его движения вдоль оси:

$$\Pi = 3600 \frac{\pi D^2}{4} k_n v, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где D – диаметр винта, м;

v – скорость движения материала вдоль оси конвейера, м/с.

В случае перемещения материалов при угле наклона конвейера 5° производительность его снижается на 10 %, при угле наклона 10° – на 20 %, при угле наклона 20° – на 35 %. Диаметры винтов стандартизованы и составляют 0,15...0,6 м. Шаг винта $t = D$ для горизонтальных и $t = 0,8 D$ – для наклонных конвейеров. При частоте вращения двигателя n и шаге винта $t = D$ (где D – диаметр винта) скорость движения материала вдоль оси $v = tn/60$, м/с

Для пропуска через конвейер кускового материала необходимо, чтобы шаг винта был больше максимального размера куска в 4...6 раз для рядового материала и в 8...10 раз – для сортированного.

Вибрационные конвейеры основаны на принципе значительного снижения сил внутреннего трения между частицами сыпучих материалов и вязких смесей, а также внешнего трения об ограждающие поверхности при сообщении материалу колебаний с определенной частотой и амплитудой. Источником колебаний служат электромагнитные возбудители или вибраторы с механическим приводом (эксцентрикковые, кривошипно-шатунные). Колебания материалу сообщаются через жесткий орган в виде трубы или желоба. Материалы можно перемещать под уклон, по горизонтали, а также под углом вверх. Общий вид конвейера показан на рис. 4.47. При высоких или среднечастотных колебаниях наклонный желоб при каждом колебании переходит из положения I в положение II и вновь возвращается в положение I. При этом частица материала, расположенная в точке А, перемещается вместе с желобом в точку Б и при резком возвращении желоба в исходное положение окажется в точке В, расположенной выше точки А, совершая за каждое колебание скачкообразное движение по транспортирующему органу. В строительстве вибрационные конвейеры используются для транспортирования материалов равномерным потоком на небольшие расстояния, например при дозировании инертных материалов или при загрузке конвейеров.

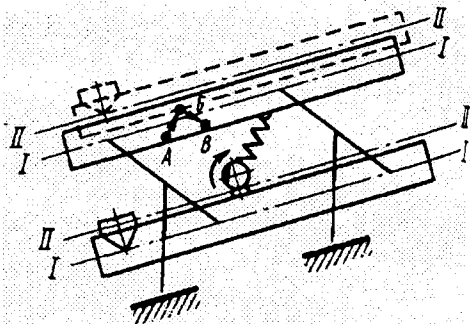


Рис. 4.47. Вибрационный конвейер

Пневмотранспортными установками перемещают сыпучие материалы по трубам с помощью сжатого или разреженного воздуха. Применение пневмотранспортных установок для погрузки, разгрузки и перемещения таких строительных материалов, как цемент, песок, известь, опилки и др., позволяет значительно повысить производительность труда, ликвидировать пыление и загрязнение материалов в пути, полностью механизировать процесс загрузки и выгрузки, создать условия для автоматизации транспортных процессов. Установки пневматического транспортирования выгодно отличаются отсутствием движущихся частей, возможностью применения труб небольшого диаметра, прокладываемых по любой пространственной трассе на значительные расстояния при высокой производительности.

Недостатками пневматического транспорта являются большой удельный расход воздуха и высокая энергоемкость процесса ($1...5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$), а также повышенный износ элементов оборудования при транспортировании абразивных материалов. Однако повышенная энергоемкость пневмотранспортных установок в значительной степени компенсируется перечисленными преимуществами.

По принципу работы пневмотранспортные установки делятся на установки всасывающего и нагнетательного действия (рис. 4.48).

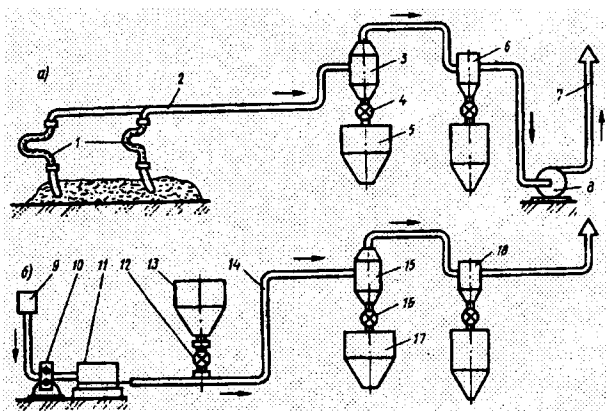


Рис. 4.48. Принципиальные схемы пневмотранспортных установок:

- 1 – сопло; 2 – трубопровод; 3 – осадительная камера;
- 4 – шиловый затвор; 5 – бункер; 6 – фильтр; 7 – труба; 8 – вакуум-насос;
- 9 – воздухоприемник; 10 – компрессор; 11 – воздухозаборник;
- 12 – затвор; 13 – загрузатель; 14 – трубопровод; 15 – осадительная камера;
- 16 – шиловый затвор; 17 – бункер; 18 – фильтр

Установки всасывающего действия (см. рис. 4.48, а). В таких установках загрузка и транспортирование материала производится в результате разрежения воздуха в транспортном трубопроводе 2, создаваемого вакуум-насосом 8. Материал в транспортный трубопровод поступает через сопла 1. При этом возможны загрузка материала из нескольких мест и транспортировка его в одно место. Из транспортного трубопровода материал поступает в осадительную камеру 3, где частицы материала выпадают из потока воздуха в результате резкого снижения скорости воздуха при расширении выходного сечения и через шлюзовой затвор 4 высыпаются в бункер 5. Воздух проходит дальнейшую очистку в фильтрах 6 и в очищенном от материала виде поступает в вакуум-насос 8 и далее в атмосферу через трубу 7. Разрежение воздуха в трубопроводе уменьшается по направлению движения материала. Соответственно изменяется и скорость воздуха. В установках всасывающего типа она минимальна у сопла и максимальна у вакуум-насоса. Перепад давления во всасывающих установках составляет 0,03...0,04 МПа, в результате чего транспортирование возможно на небольшие расстояния.

Установки нагнетательного действия (см. рис. 4.48, б). В таких установках перемещение материала происходит под действием избыточного давления, создаваемого компрессором 10. Материал из бункера подается в загрузатель 13, откуда он через затвор 12 под давлением сжатого воздуха по транспортному трубопроводу 14 поступает в осадительную камеру 15 и через шлюзовой затвор 16 в бункер 17. Воздух, пройдя фильтры 18, выбрасывается в атмосферу. Для сжатия и нагнетания воздуха применяются компрессоры с давлением до 0,8 МПа и производительностью воздуха до 100 м³/мин. Засасываемый компрессором из атмосферы воздух через воздухоприемник 9 очищается от пыли и далее поступает в воздухохранилище 11, который предназначен для определенного запаса сжатого воздуха и равномерного перемещения материала по трубам.

Автоцементовозы. Их применяют для доставки цемента с цементных заводов и элеваторов на стройки и предприятия строительной индустрии. Автоцементовоз (рис. 4.49, а) представляет собой цистерну-полуприцеп 2 к автомобильному седельному тягачу, установленную под углом 6...8° в сторону разгрузки и оснащенную системой загрузки и выгрузки цемента. Во время стоянки без тягача цистерна-полуприцеп опирается на выдвигные опоры 3. Внутри цистерна оборудована аэролотком 15, представляющим собой желобы, на которые натянута пористая ткань.

Загрузка осуществляется через люк 1 и самостоятельно. Принцип самозагрузки основан на действии установки всасывающего типа (рис. 4.49, б). Оборудование для загрузки состоит из заборного сопла 6 с гибким шлангом 7, распределительной трубы 9, вакуум-насоса 4 и фильтров 5. Вакуум-насос приводится в действие от двигателя автомобиля и может работать в режиме насоса при загрузке и в режиме компрессора при разгрузке. Воздух очищается от цемента в фильтрах 11 и 5. В цистерне установлены сигнализатор уровня цемента 10 и манометр 12. Воздушная система снабжена обратными 13 и 14 и предохранительным 16 клапанами. При разгрузке через аэролоток в цистерну от насоса-компрессора подается сжатый воздух. При достижении рабочего давления 0,15...0,20 МПа открывается разгрузочный кран 8, к шаровой головке которого присоединяется шланг. Насыщенный воздухом цемент приобретает подвижность и подается на склады хранения на высоту до 25 м. Грузоподъемность выпускаемых автоцементовозов 3, 5, 8, 13 и 22 т.

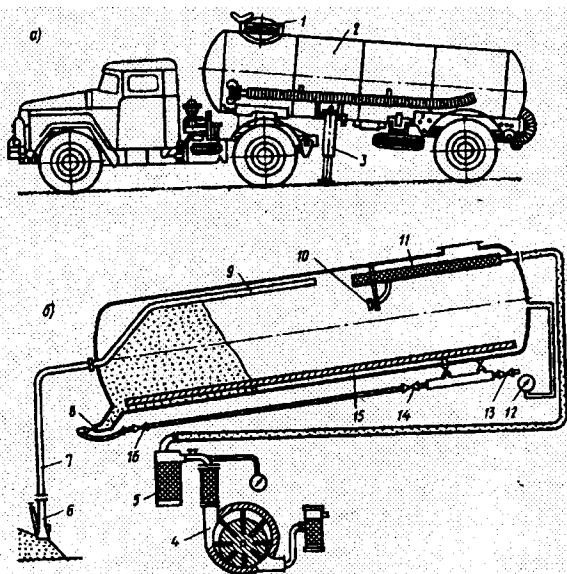


Рис. 4.49. Автоцементовоз:

- 1 – люк; 2 – цистерна; 3 – опоры; 4 – вакуум-насос; 5 – фильтр;
 6 – заборное сопло; 7 – гибкий шланг; 8 – разгрузочный кран; 9 – труба;
 10 – сигнализатор уровня цемента; 11 – фильтр; 12 – манометр;
 13, 14 – обратный клапан; 15 – аэролоток; 16 – предохранительный клапан

Погрузочно-разгрузочные машины в строительстве применяют для погрузки штучных и сыпучих грузов, разгрузки их с транспортных средств, а также для перемещения и складирования в пределах строительной площадки. Они представляют собой преимущественно самоходные колесные или гусеничные подъемно-транспортные машины.

По принципу выполнения рабочих операций погрузочно-разгрузочные машины делят на машины циклического и непрерывного действия. Первые являются универсальными и могут применяться в различных условиях благодаря наличию многих видов рабочего оборудования; вторые применяют на объектах с большим объемом работ по погрузке, перемещению и разгрузке сыпучих строительных материалов, а также там, где рабочий процесс должен быть непрерывным.

В зависимости от назначения погрузочно-разгрузочные машины разделяют на погрузчики для штучных грузов – автопогрузчики и для сыпучих грузов – одно и многоковшовые погрузчики.

Для разгрузки материалов с железнодорожного подвижного состава используют разгрузчики узкоспециального назначения различных конструкций, например, со скребковым, бурофрезерным, всасывающим рабочими органами.

Автопогрузчики. Основным видом рабочего оборудования автопогрузчиков является вилочный захват, который подводят под груз или штабель из отдельных мелких грузов, установленный на подставках. С помощью вилочных погрузчиков перегружают и транспортируют штучные железобетонные изделия, поддоны с кирпичом, оборудование, длинномерные пиломатериалы, профильный металл.

Вилочные автопогрузчики изготовляют на базе автомобильных узлов (мостов, коробок передач, рулевого управления, тормозных устройств и др.) с двигателями внутреннего сгорания или с электродвигателями, работающими от аккумулятора. Все агрегаты (рис. 4.50, а) монтируются на ходовой раме, которая опирается на передний 12 и задний 11 мосты погрузчика. В отличие от обычного автомобиля у вилочных погрузчиков двигатель и управляемые колеса располагаются сзади, а ведущий мост со сдвоенными пневмоколесами – спереди. Это обусловлено тем, что передняя часть погрузчика воспринимает нагрузку от рабочего оборудования и груза. Ходовое оборудование погрузчиков приспособлено для работы на площадках с твердым покрытием. Заднее расположение управляемых колес создает погрузчику хорошую маневренность.

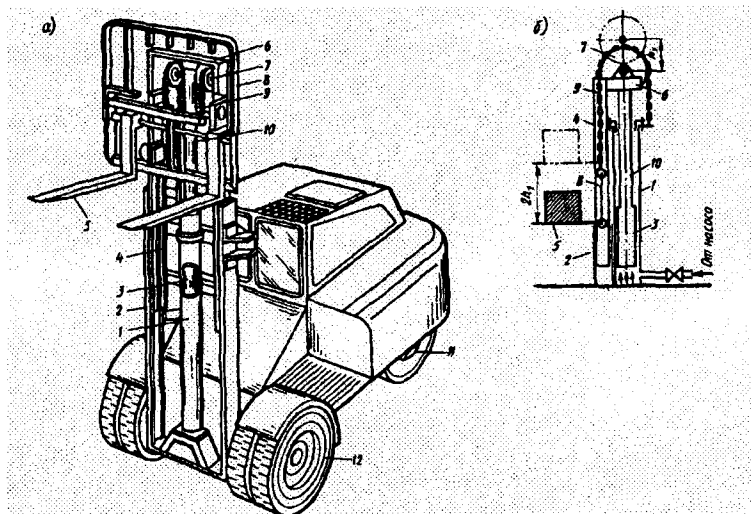


Рис. 4.50. Вилочный автопогрузчик:

- 1 – гидроцилиндр; 2 – вертикальная рама; 3 – поршень; 4 – внутренняя рама;
 5 – вилочный захват; 6 – выдвижная рама; 7 – звездочка; 8 – грузовая каретка;
 9 – цепь; 10 – шток; 11 – задний мост; 12 – передний мост

Подъемная часть погрузчика – грузоподъемник (рис. 4.50, б) состоит из шарнирно укрепленной на раме погрузчика основной вертикальной рамы 2, выдвижной внутренней рамы 4 и грузовой каретки 8 с вилочным захватом 5. Для надежного захвата груза основная рама подъемника может отклоняться вперед от вертикальной плоскости на угол $3...4^\circ$, а для обеспечения устойчивости в транспортном положении – на $12...15^\circ$ назад, что осуществляется с помощью двух гидравлических цилиндров. Выдвижная рама перемещается по направляющим основной рамы гидравлическим цилиндром 1. Корпус гидроцилиндра опирается на нижнюю поперечину основной рамы, а поршень 3 и шток 10 шарнирно связаны с верхней балкой выдвижной рамы 6. Одновременно по направляющим рамы перемещается грузовая каретка с помощью обратного цепного полиспаста. Последний образован двумя пластинчатыми цепями 9, перекинутыми через звездочки 7, установленные на верхней балке подвижной рамы 6. Концы цепей закреплены на основной раме и на грузовой каретке. Благодаря этому грузовая каретка движется с удвоенной скоростью и проходит путь в два раза больший, чем ход выдвижения штока гидроцилиндра.

Поступательное движение штоков гидроцилиндров рабочего оборудования вилочного автопогрузчика создается давлением жидкости насосов, приводимых во вращение двигателем автопогрузчика. Для уменьшения усилий управления в систему управляемых колес подключен специальный гидроусилитель рулевого управления. Для привода гидроусилителя рулевого управления установлен насос. Управление гидроусилителем заблокировано с рулевой колонкой и осуществляется автоматически.

Вилочные погрузчики выпускаются грузоподъемностью 3...5 т с высотой подъема груза до 6 м и скоростью перемещения с грузом до 20 и без груза до 40 км/ч. Автопогрузчики оборудуются различными съемными видами рабочего оборудования – грейфером (схватом) для бревен, ковшом для сыпучих грузов, крановой стрелой и другими приспособлениями, расширяющими область их применения. Так, для работы с длинномерными грузами, с которыми обычный погрузчик не приспособлен работать, применяют автопогрузчики с боковым расположением грузоподъемника. Грузоподъемник поворачивается относительно продольной оси, а длинномерный груз вилочным захватом укладывается на боковые кронштейны вдоль машин и в таком положении транспортируется в узких проходах складов.

Основным рабочим органом одноковшового погрузчика является ковш, используемый для разработки, погрузки и перемещения сыпучих мелкокусковых материалов и грунтов I и II категорий. Главным параметром одноковшовых погрузчиков является грузоподъемность. По грузоподъемности одноковшовые погрузчики разделяют на малогабаритные (до 0,5 т), легкие (0,6...2,0 т), средние (2,0...4,0 т), тяжелые (4,0...10 т) и большегрузные (более 10 т).

В зависимости от ходового оборудования погрузчики могут быть гусеничными и пневмоколесными. Гусеничные погрузчики имеют высокую проходимость и развивают большее напорное усилие, пневмоколесные – большую маневренность и высокие транспортные скорости. В качестве базовых машин для погрузчиков применяют специальные пневмоколесные шасси, гусеничные и колесные промышленные тракторы погрузочных модификаций или тракторы общего назначения. Специальные пневмоколесные шасси состоят из двух шарнирно соединенных между собой полурам. Шарнирное сочленение полурам позволяет осуществить погрузку-разгрузку с минимальным маневрированием за счет взаимного поворота полурам на угол до 40° в плане в обе стороны от продольной оси машины.

Погрузочные модификации тракторов промышленного типа изготавливают с учетом установки на них погрузочного оборудования и работы с ним. Его располагают на базовой машине спереди или сзади относительно двигателя. Силовые передачи гусеничных и колесных тягачей, а также специальных шасси выполняют гидромеханическими с трехскоростной коробкой перемены передач (три скорости вперед и три одинаковые скорости назад). Такая передача приспособлена для частого реверсирования движений при автоматическом переключении передач и наиболее полно отвечает рабочему режиму одноковшовых погрузчиков.

По способу разгрузки рабочего органа различают погрузчики: с передней разгрузкой (фронтальные погрузчики), с боковой разгрузкой (полуповоротные погрузчики), с задней разгрузкой (перекидной тип погрузчика). В строительстве наиболее распространены фронтальные и полуповоротные погрузчики на пневмоколесном и гусеничном ходу.

Фронтальные погрузчики. Они обеспечивают разгрузку ковша со стороны разработки материала. Погрузочное оборудование погрузчика шарнирно крепится к портальной раме *б*, жестко установленной на основной раме базовой машины (рис. 4.51). Оно состоит из рабочего органа, стрелы, рычажного механизма и гидроцилиндров двустороннего действия. Рабочий орган погрузчика – ковш *1* установлен на стреле *4* и управляется рычажным механизмом, состоящим из двух пар коромысел *3* и поворотных тяг *2*, приводимых в движение двумя гидроцилиндрами *5* поворота ковша. Подъем и опускание стрелы осуществляются двумя гидроцилиндрами *7*. Гидравлический привод рабочего оборудования позволяет плавно изменять скорости в широких пределах и надежно предохранять его от перегрузок.

Рабочий процесс фронтального погрузчика, оборудованного ковшом, состоит из следующих операций: перемещение погрузчика к месту набора материала с одновременным опусканием ковша, внедрение ковша в материал напорным усилием машины, подъем ковша со стрелой, транспортировка материала к месту разгрузки и разгрузки ковша опрокидыванием.

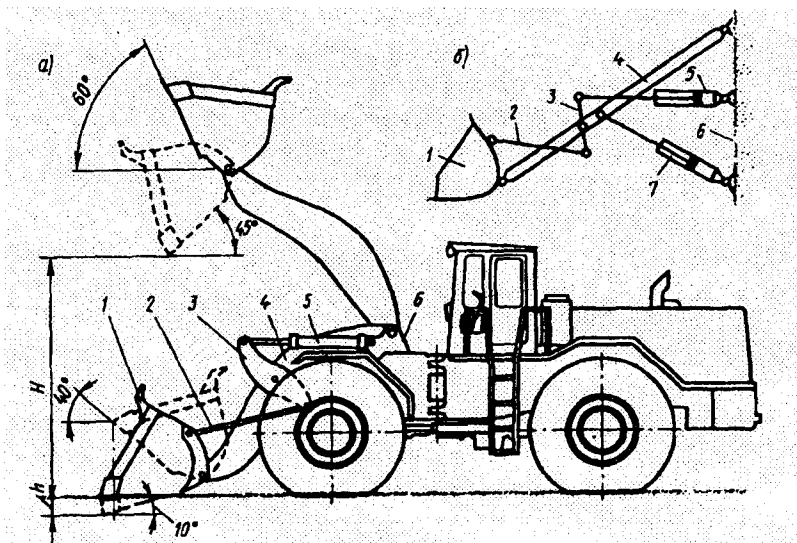


Рис. 4.51. Одноковшовый фронтальный погрузчик:

- a* – схема конструкции; *б* – кинематическая схема погрузочного оборудования;
 1 – ковш; 2 – поворотные тяги; 3 – коромысла; 4 – стрела;
 5 – гидроцилиндр ковша; 6 – порталная рама; 7 – гидроцилиндры стрелы

Техническая производительность одноковшовых погрузчиков определяется с учетом физических свойств разрабатываемого материала и условий работы. При работе с сыпучими материалами

$$\Pi_T = 3600 \frac{q k_n}{t_{\text{ц}} k_p} k_T, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – вместимость ковша, м^3 ;

k_n – коэффициент наполнения ковша;

$t_{\text{ц}}$ – время цикла, с;

k_p – коэффициент разрыхления материала;

$k_T = 0,85 \dots 0,90$ – коэффициент, учитывающий конкретные условия работы.

В общем случае время цикла складывается из времени наполнения ковша, перевода его в транспортное положение, времени груженого хода, времени разгрузки, времени, затрачиваемого на повороты и возвращение к месту работы.

При работе со штучными грузами техническая производительность

$$\Pi_T = 3600 \frac{G}{t_{ц}} k_T, \text{ т/ч,}$$

где G – грузоподъемность погрузчика, т.

Техническая производительность является пределом возможности машины и не может быть превышена без изменения рабочих скоростей, мощности двигателя и т. п. Для достижения максимальной технической производительности необходимо анализировать условия работы и в том числе использовать оптимальную схему организации работ, соответствующие виды сменного рабочего оборудования (например, ковши повышенной или уменьшенной вместимости), способствующие максимальному использованию тягового усилия базового трактора или тягача. Благодаря хорошей транспортирующей способности одноковшовые погрузчики успешно конкурируют с одноковшовыми экскаваторами, работающими транспортными средствами и по некоторым технико-экономическим показателям (производительности труда на одного человека в смену, стоимость единицы продукции, материалоемкости и энергоемкости работ) превосходят их. Мощность силовой установки современных одноковшовых погрузчиков достигает 900 кВт - при вместимости основного ковша 10 м³.

Многоковшовые погрузчики. Они относятся к машинам непрерывного действия. Их применяют для погрузки в транспортные средства сыпучих и мелкокусковых материалов (песка, гравия, щебня, шлака, сколотого льда и снега), а также для засыпки траншей грунтом. Многоковшовые погрузчики монтируют на самоходном гусеничном или пневмоколесном шасси, в конструкции которого используются детали и узлы тракторов и автомобилей.

По конструкции рабочего органа различают погрузчики шнекоковшовые, роторные, дисковые и с подгребающими лапами. Шнекоковшовый рабочий орган имеет шнековый питатель и ковшовый элеватор для подачи материала на ленточный конвейер. Роторные погрузчики разрабатывают материал шаровыми или ковшовыми фрезами. В дисковых погрузчиках материал подается двумя дисками, вращающимися во встречном направлении. Подгребающие

лапы подают материал на конвейер благодаря специальной кинематике движения. Главным параметром многоковшовых погрузчиков является производительность. Их выпускают производительностью 40, 80, 160, 250 м³/ч с высотой погрузки 2,4...4,2 м.

4.7. Ознакомление с машинами для земляных работ

К машинам для земляных работ относят машины для подготовительных работ (кусторезы, корчеватели, рыхлители), землеройно-транспортные машины (бульдозеры, скреперы, грейферы, экскаваторы, машины для уплотнения грунтов и оборудование для гидромеханизации). Кусторезы предназначены для расчистки строительных участков от кустарника и мелколесья. Их используют в автодорожном и железнодорожном строительстве при прокладке трассы дороги, а также при устройстве просек в лесных массивах, освоении новых земель и мелиоративных работах в сельском хозяйстве. Зимой кусторезы могут быть использованы для очистки дорог и строительных участков от снега, а также для снегозадержания.

Кусторез является передним навесным оборудованием гусеничного трактора. Оборудование кустореза состоит из универсальной рамы и работающего органа, напоминающего отвал бульдозера (рис. 4.52). Срезание кустарника и деревьев производится ножами, которые болтами прикреплены к нижним кромок рамы рабочего органа.

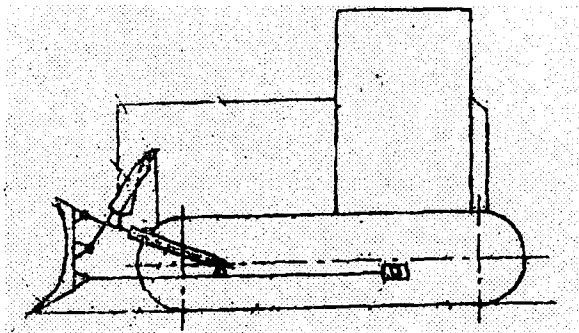


Рис. 4.52. Схема одноотвального кустореза

Универсальная рама используется при навеске на трактор как отвала кустореза, так и другого оборудования (корчевателя, граблей,

бульдозера, снегоочистителя и др.). Для защиты кабины трактора от падающих деревьев и сучьев кусторез оборудуется ограждением, сваренным из труб и над кабиной покрытым стальным листом.

Для заточки ножей в процессе работы кусторезы снабжаются заточным приспособлением, состоящим из заточной головки с наждачным кругом, гибкого вала и механизма привода, работающего от переднего конца коленчатого вала дизеля или редуктора привода гидронасосов трактора.

Корчеватели предназначены для выкорчевывания пней, расчистки строительных участков от корней и камней-валунов, уборки стволов и кустарника, срезанных кусторезом, сгребания валежника и сучьев. Они могут быть использованы также для валки деревьев и рыхления плотных грунтов. Корчеватель представляет собой оборудование, навешиваемое на гусеничный трактор (рис. 4.53).

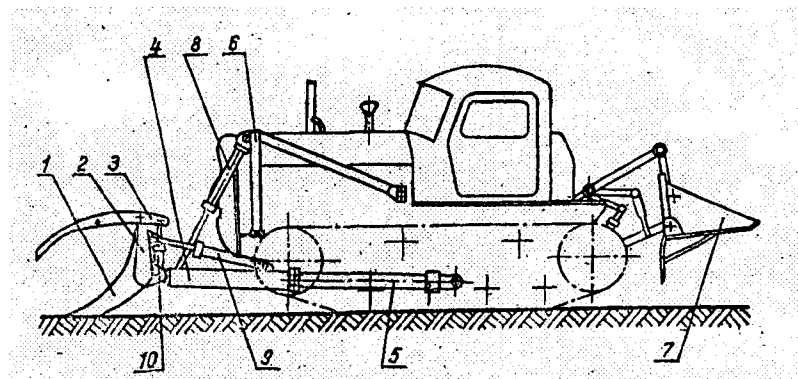


Рис. 4.53. Корчеватель КПТ-75 (конструкция ЦНИИМЭСХ):

1 – корчующие зубья; 2 – поворотная рама;

3 – прижимные копирующие зубья; 4 – толкающая рама;

5 – гидравлические телескопы; 6 – стойка; 7 – якорь; 8, 9, 10 – силовые цилиндры

Рыхлитель (рис. 4.54) предназначен для рыхления прочных и мерзлых грунтов и представляет собой навесное или прицепное оборудование к гусеничным тракторам или базовым тягачам различной мощности и с разным тяговым усилием.

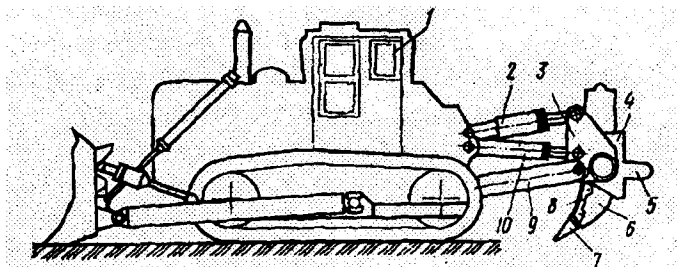


Рис. 4.54. Общий вид рыхлителя:

- 1 – тягач; 2 – амортизатор; 3 – вертикальная стойка; 4 – рама;
 5 – упор; 6 – зуб; 7 – наконечник; 8 – накладка;
 9 – тяга; 10 – гидроцилиндр подъема рабочего оборудования

Рыхлители классифицируют по главному параметру – максимальной силе тяги по сцеплению $T_{сц}$ базового трактора:

$T_{сц}$, кН	30	40	100	150	200	350
Максимальное заглобление, мм	300	350	400	500	700	900

Если тяговое усилие равно 30...100 кН, рыхлители считают легкими, 100...150 кН – средними, 250 кН – тяжелыми и 500 кН – сверхтяжелыми.

Помимо классификации по тяговому усилию рыхлители подразделяют по мощности двигателя базовой машины (кВт): на легкие – меньше 120, средние – 120...250, тяжелые – 300...500 и сверхтяжелые – 550...1000.

Рыхлителями эффективно разрабатываются мерзлые и многие крепкие грунты. Разработка разрыхлителями этих грунтов с транспортированием их на расстояние менее 4 км мощными скреперами с усиленными ковшами в 3...4 раза дешевле, чем рыхление взрывом и погрузка экскаватором с отвозкой в автосамосвалах, в 2...3 раза дешевле, чем при использовании погрузчиков, и в 8...10 раз дешевле, чем с использованием при рыхлении клин-бабы. Производительность труда по сравнению с рыхлением взрывом и экскаваторной погрузкой возрастает с 78...80 до 220...300 м³/чел-смен.

Рыхлитель работает в сочетании с бульдозером, скрепером или экскаватором. При работе в сочетании с бульдозером или скрепером глубина рыхления должна быть больше на 20 %, чем толщина слоя, захватываемая отвалом бульдозера или ножом скрепера. Степень рыхления, т. е. размеры кусков разрыхляемой породы и грунта, оказывает влияние на производительность рыхлителя.

Производительность рыхлителя зависит от тягового усилия трактора $T_{\text{цп}}$, скорости рыхления v_p (оптимальная $v_p = 1,6 \dots 2,5$ км/ч). Тяговое усилие трактора зависит от его типоразмера и обычно при оптимальной скорости рыхления 1,5 км/ч равно 1...1,1 массы трактора с оборудованием бульдозера или рыхлителя. При равных $T_{\text{цп}}$ и v_p производительность зависит от количества одновременно работающих зубьев, расстояния между ними и глубины рыхления h_p .

Согласно опытным данным, форма площади рыхления в крепких и мягких грунтах при работе одним зубом различна. Для трактора мощностью 300 кВт при силе тяжести бульдозера с рыхлителем 500...520 кН в среднем глубина рыхления $h_p = 50 \dots 60$ см в очень крепком и $h_p = 90 \dots 100$ см в мягком грунте. При уменьшении или увеличении мощности или силы тяжести глубина меняется примерно пропорционально корню кубическому их изменения.

Техническая производительность $\Pi_{p,т}$, м³/ч, зависит от полезной ширины захвата рыхлителем B_p , м, полезной толщины разрыхленного слоя h_p , м, скорости рыхлителя v_p , м/ч, коэффициента перекрытия $k_{\text{пер}}$, коэффициента характера проходов (параллельные или перекрестные) $k_{\text{п}}$, числа повторных проходов n :

$$\Pi_{p,т} = B_p h_p v_p k_{\text{пер}}/n .$$

Величина $k_{\text{пер}}$ зависит от физико-механических свойств грунта; обычно $k_{\text{пер}} = 0,75$. При параллельных проходах $k_{\text{п}} = 1$, при перекрестных $k_{\text{п}} = 2$.

Эксплуатационная производительность $\Pi_{pэ}$ зависит от использования машины по времени ($K_v \approx 0,75$) с учетом времени подготовки машины к работе, ее осмотра и техобслуживания. Рабочая средняя скорость в этом случае уменьшается на 20 % для учета случайных задержек. При этом

$$\Pi_{pэ} = \Pi_{p,т} K_v .$$

Если скорость рыхления меньше указанной, необходимо увеличить типоразмер трактора или снизить глубину рыхления. Увеличить силу тяги, если она должна быть больше 80 %, можно применением толкача или жесткой тандемной сцепки тракторов с навеской рыхлителя на заднем тракторе. Для увеличения силы тяги до 50...80 % лучше применить гусеничный толкач, если меньше 50 % - колесный толкач.

Бульдозером называется машина, состоящая из гусеничного или колесного трактора, оборудованного отвалом. Отвал может устанавливаться перпендикулярно к продольной оси трактора или под углом между продольной осью трактора и режущим лезвием отвала, что дает возможность перемещать грунт в сторону. В последнем случае машина называется бульдозером с поворотным отвалом. Кроме того, отвал иногда может поворачиваться в поперечной вертикальной плоскости и наклоняться, изменяя угол резания.

При установке отвала перпендикулярно продольной оси трактора бульдозер с поворотным отвалом работает как бульдозер с неповоротным отвалом. В зависимости от выполняемой работы на раму бульдозера как с поворотным, так и с неповоротным отвалом навешивают рыхлители, кусторезы, канавокопатели, корчеватели и другое сменное рабочее оборудование.

Различают бульдозеры с размещением рабочего органа на передней и задней части машины.

По роду привода механизма подъема бульдозеры разделяются на гидравлические и канатные.

Бульдозерами можно выполнять следующие работы:

1) разрабатывать выемки и полувыемки на косогорах, а также выемки с перемещением грунта в насыпь у нулевых отметок в горной местности;

2) выравнивать рельеф в горной местности для прокладки дорог;

3) разравнивать грунт и строительные материалы;

4) засыпать рвы и канавы;

5) планировать строительные и аэродромные площадки;

6) расчищать площадки и трассы от снега, кустарника, леса и т.д.;

7) устраивать террасы на склонах гор;

8) работать толкачом со скреперами;

9) некоторые конструкции бульдозеров могут выполнять работы в воде при глубине до 1 м.

По мощности двигателя базовых тракторов различают сверхтяжелые бульдозеры – мощностью более 220 кВт (300 л. с.), тяжелые 110...220 кВт (150...300 л.с.), средние – 60...108 кВт (81...147 л.с.), легкие – 15,5...60 кВт (21...80 л.с.) и малогабаритные – до 15,0 кВт (20 л.с.).

В процессе работы бульдозер копает, перемещает и распределяет материал. Чтобы отделить грунт от массива, режущая часть отвала заглубляется в грунт и одновременно бульдозер перемещается вперед. Отделяемый от массива грунт накапливается впереди ножа, образуя призму волочения.

Резание осуществляется до тех пор, пока призма волочения не достигнет верхней кромки отвала. Затем отвал на ходу выглубляется и бульдозер перемещается, передвигая призму волочения к месту разгрузки.

Подъем и опускание отвала производится гидравлическими или канатными механизмами. В бульдозерах с канатным управлением отвал внедряется в грунт под действием собственной силы тяжести отвала и рамы. При этом отвал может принудительно подниматься, опускаться под действием силы тяжести и иметь плавающее положение.

В бульдозерах с гидравлическим приводом отвал внедряется в грунт принудительно в результате усилий, развиваемых гидросистемой. Эти усилия могут достигать 40 % и более от общей силы тяжести трактора.

Изменение положения отвала в горизонтальной и вертикальной плоскостях бульдозеров с поворотным отвалом осуществляется перестановкой вручную подкосов и поворотом отвала, а на некоторых машинах – с помощью гидроцилиндров. Угол резания в мощных бульдозерах иногда изменяется гидравлическим цилиндром.

Скрепером (рис. 4.55) называют землеройно-транспортную машину с рабочим органом в виде ковша, которая может производить послойное копание с набором грунта в ковш и грубым планированием разрабатываемой поверхности, транспортирование набранного грунта, его выгрузку с разравниванием и частичным уплотнением ходовыми колесами и возврат в забой в исходное положение.

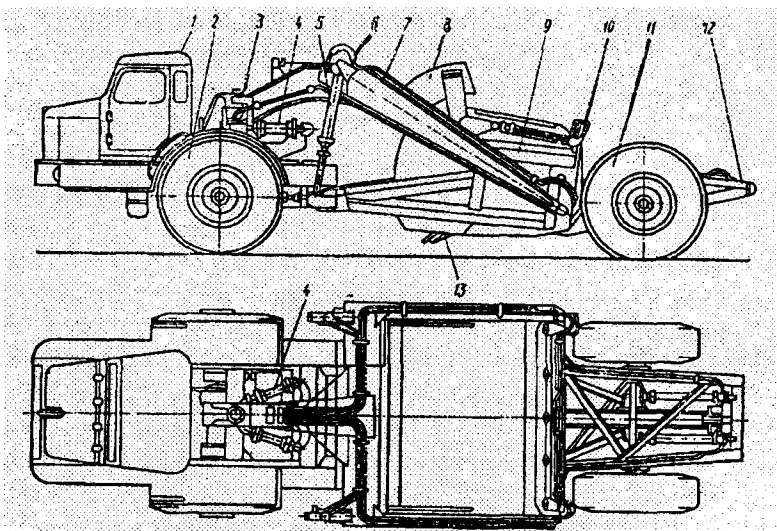


Рис. 4.55. Общий вид скрепера:

- 1 – кабина; 2 – колесо; 3 – седельно-сцепное устройство;
 4 – гидроцилиндры поворота; 5 – гидроцилиндры подъемного ковша;
 6 – поперечная балка; 7 – упряжные тяги; 8 – заслонка; 9 – ковш;
 10 – задняя стенка; 11 – заднее колесо; 12 – задняя рама; 13 – нож

Скреперы используют на земляных работах различных видов строительства для разработки грунтов I...IV категории (III...IV категории чаще всего в разрыхленном состоянии). Часто, особенно при работе на прочных грунтах, загрузка скреперов производится погрузчиком или экскаватором.

Скреперы выполняют в виде прицепных и полуприцепных конструкций к гусеничным и колесным тракторам или в виде самоходных машин. Прицепные скреперы могут иметь двух- или одноосную конструкцию. У них масса скрепера и грунта передается на опорную поверхность почти целиком через колеса скрепера. У полуприцепных скреперов масса воспринимается колесами как скрепера, так и тягача. Экономически целесообразная дальность транспортирования грунта зависит от подъездных путей и скоростных характеристик базовых тракторов. Обычно она не превышает 500...700 м для прицепных скреперов, 1000...1500 м для полуприцепных и 2000 м для самоходных.

Самоходные скреперы выполняют на базе одно- или двухосных колесных тягачей или в виде специализированных конструкций, например, с дизель-электрическим приводом и мотор-колесами. Известны конструкции гусеничных самоходных скреперов, у которых ковш встроен между гусеницами, а передняя заслонка может использоваться как бульдозерный отвал. Такие скреперы применяют в тяжелых условиях на грунтах с низкой несущей способностью. На базе одно- и двухосных тягачей создают также двухмоторные скреперы, у которых на задней скреперной оси установлены второй двигатель и трансмиссия (для привода задних колес), управление осуществляется из кабины тягача. Такие скреперы применяют для работы в тяжелых грунтовых и эксплуатационных условиях, например, при длительных подъемах в груженом состоянии, больших уклонах, слабой несущей способности грунта и т. д. Скреперы с ковшом большого объема снабжают спереди гидроуправляемыми сцепными устройствами и толкающей плитой, обеспечивающими быстрое соединение двух скреперов для их поочередной загрузки и разъединение для раздельной доставки грунта к месту выгрузки. Известны, кроме того, большегрузные скреперные поезда с двумя-тремя ковшами и всеми ведущими колесами, которые обычно создают на базе двухмоторных скреперов.

При обычной системе загрузки грунтом скреперы всех видов (прицепные, полуприцепные, двухмоторные самоходные и с дизель-электрическим приводом и всеми ведущими колесами), кроме скреперов со сцепкой для спаренной работы и скреперных поездов, обеспечивают самозагрузку только в легких грунтовых условиях. В остальных случаях для эффективной работы при загрузке надо применять толкач в виде бульдозера с усиленным отвалом, специальный бульдозер-толкач с отвалом укороченной длины, снабженным амортизаторами, или трактор-толкач с толкающими плитами, оборудованными амортизаторами. Одномоторные скреперы с обычной загрузкой используют только с толкачами, которые обычно работают в комплекте из четырех-пяти скреперов. Скреперы с принудительной загрузкой, обычно элеваторной, обеспечивают самозагрузку, но не могут работать при наличии в грунте больших камней и каменных включений.

Для прицепных и полуприцепных скреперов к гусеничным тракторам максимальные транспортные скорости обычно не превышают 10...15 км/ч, полуприцепных – 30...40 км/ч, самоходных – 50...60 км/ч.

Практически достигаемые транспортные скорости движения скреперов часто не превышают 20...25 км/ч даже для самоходных скреперов с рессорной подвеской колес. Только при тщательной подготовке транспортных путей и наличии подвески колес получают скорости, повышающие указанные.

Скреперы классифицируют по объему ковша, способам загрузки и разгрузки, типу управления и другим конструктивным признакам. Прицепные скреперы имеют ковш с геометрическим объемом 3...25 м³, полуприцепные – 4,5...25 м³, самоходные – 8...40 м³.

По способу загрузки разделяют скреперы с принудительной (транспортером – элеватором) и свободной (тяговым усилием) загрузкой.

По способу разгрузки разделяют скреперы со свободной разгрузкой вперед или назад, принудительной разгрузкой (обычно вперед) и полупринудительной вперед, назад или в середине, через щель. На скреперах с элеваторной загрузкой применяют принудительную разгрузку через сдвигаемое днище ковша путем выдвижения задней заслонки. Наиболее распространена принудительная разгрузка, обеспечивающая возможность работы на влажных и липких грунтах.

Передние заслонки в скреперах могут быть свободно плавающими или управляемыми, с помощью которых можно регулировать зазор между заслонкой и ножами. Для скреперов применяют гидравлическое управление.

Ножи на скреперах устанавливают по одной линии для проведения планировочных операций и с выступающей средней частью для земляных работ, где такая установка обеспечивает лучшее заполнение, особенно в конце набора ковша.

Производительность скрепера как машины периодического (циклического) действия равна отношению среднего объема грунта, разрабатываемого за один рабочий цикл, к средней длительности цикла.

Продолжительность рабочего цикла $t_{ц}$ складывается из времени копания $t_{коп}$, движения с грунтом $t_{д.г.}$, разгрузки $t_{п.}$, движения с порожним ковшом $t_{д.п.}$, переключения передач $n_{пер}t_{пер}$ ($n_{пер}$ – число переключений передач), поворотов $n_{пов}t_{пов}$ ($n_{пов}$ – число поворотов) и времени подхода толкача $t_{тол.}$

Грейдеры. Грейдеры предназначены для выполнения профилировочных работ и отделки земляного дорожного полотна. Кроме того, их применяют для возведения невысоких насыпей из боковых резервов, устройства террас на косогорах, устройства корыта в

дорожном полотне, срезки и планировки откосов, выемок и насыпей, общей планировки участка, перемешивания гравия и щебня с вяжущими материалами при строительстве горной дороги. В зимнее время грейдеры используются для расчистки дорог, для сгребания снега в отвалы перед погрузкой его в транспорт, для снегозадержания на полях.

Так как грейдеры оснащают различным сменным дополнительным оборудованием (плужные снегоочистители, бульдозерный отвал, рыхлитель и т.д.), область их применения расширяется.

Грейдеры бывают прицепными (работающими в сцепе с гусеничными тракторами) и самоходными. Последние называются автогрейдером.

Грейдеры классифицируют по массе и мощности, типу колесной схемы и трансмиссии, управлению рабочим органом.

Конструктивную компоновку автогрейдеров классифицируют по типу мостов с управляемыми и ведущими колесами и общему числу мостов. Наиболее распространенной является колесная схема (формула) – $1 \times 2 \times 3$, т.е. автогрейдер имеет одну управляемую ось и две ведущие с общим числом осей три.

Общее устройство автогрейдера показано на рис. 4.56. Двигатель, тяговая рама, поворотный круг с отвалом и кирковщиком, дополнительное рабочее оборудование, механизмы управления рабочими органами и рулевого управления, а также кабина расположены на основной раме. Основная рама опирается в одной точке на передний мост, а в двух точках – на задний мост. Силовая передача от двигателя на ходовую часть автогрейдера осуществляется через соединительную муфту, коробку передач, задний мост и редуктор балансиров. Ходовая часть автогрейдера состоит из четырех приводных задних пневмоколес и двух приводных или неприводных управляемых передних колес. Задние колеса с каждой стороны машины попарно объединены балансирными балками. Такое соединение позволяет колесам не отрываться от опорной поверхности при наезде одного из них на препятствия, т.е. машина опирается постоянно на все шесть колес независимо от рельефа местности. Для изменения направления движения передние колеса могут поворачиваться в плане с помощью рулевой трапеции. Для повышения устойчивости движения при работе с косоустановленным отвалом эти колеса могут отклоняться в боковом направлении.

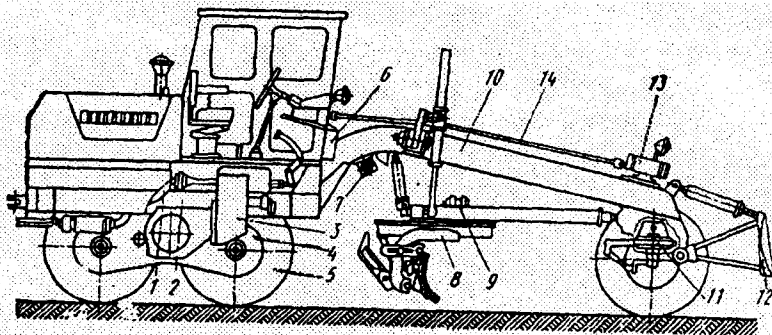


Рис. 4.56. Общий вид автогрейдера:

- 1 – двигатель; 2 – соединительный вал; 3 – коробка передач с задним мостом;
 4 – баланси́р; 5 – колесо; 6 – распределительное устройство; 7 – гидрораспределитель;
 8 – рабочие органы; 9 – гидромотор привода поворотного круга;
 10 – основная рама; 11 – передний мост; 12 – бульдозерное оборудование;
 13 – рулевой механизм; 14 – карданный вал

Рабочий орган – отвал – через кронштейны и поворотный круг закрепляют на тяговой раме. Последнюю располагают под хребтовой балкой и соединяют с ней в передней части универсальным шарниром, а в задней – с помощью гидравлических цилиндров, подвешенных к хребтовой балке. Два гидравлических цилиндра, работающих независимо один от другого, обеспечивают подъем передней части тяговой рамы и ее переко́с, а гидроцилиндр выноса – ее вынос в сторону от продольной оси автогрейдера. Вращением поворотного круга автогрейдера с жестко закрепленными кронштейнами обеспечивается установка отвала в плане. Благодаря такой подвеске отвал может быть установлен горизонтально или наклонно к вертикальной плоскости, под любым углом наклона в плане, располагаться в полосе колеи машины или быть вынесенным за ее пределы, быть опущенным ниже уровня поверхности, по которой перемещается машина, или поднятым над ней.

Автогрейдеры используются в дорожном строительстве для выполнения планировочных работ, нарезания кюветов, приготовления путем смешивания на полотне дороги асфальтобетонных смесей, вырезания и перемещения грунта.

Эксплуатационная производительность автогрейдера при вырезании и перемещении грунта, смешивании материала на полотне дороги определяется по формуле

$$P_3 = \frac{b \cdot h \cdot v \cdot k_B}{n} \cdot 1000, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где h – средняя толщина вырезаемой стружки;

b – ширина вырезаемой стружки, м;

v – рабочая скорость движения машины, км/ч;

n – число проходов по одному следу;

k_B – коэффициент использования машины по времени.

Экскаваторы. Экскаватор (рис. 4.57) (от лат. *excavo* – долблю, выдалбливаю) – основной тип выемочно-погрузочных машин, применяемых для производства земляных работ и добычи полезных ископаемых при открытой разработке месторождений.

Все экскаваторы делятся на две группы: одноковшовые периодического или циклического действия и многоковшовые – непрерывного действия. Обе эти группы экскаваторов широко применяются и в мелиорации.

Одноковшовый экскаватор (см. рис. 4.57) состоит из трех основных частей: ходового устройства, поворотной платформы и рабочего оборудования.

Ходовое устройство предназначено для передвижения экскаватора и бывает гусеничным, пневмоколесным, шагающим. В мелиорации наибольшее распространение получили экскаваторы на гусеничном ходу, при котором обеспечиваются большая проходимость и устойчивость машины.

Экскаваторы на пневмоколесном ходу более подвижны, чем гусеничные, и используются для обслуживания небольших строительных объектов, при частой смене места работы.

Для рытья больших каналов, а также на вскрышных работах при добыче полезных ископаемых используются экскаваторы с шагающим ходовым устройством.

Поворотная платформа представляет собой раму большой жесткости и может свободно вращаться вокруг вертикальной оси. На ней крепятся основные механизмы экскаватора, силовая установка (двигатель) и рабочее оборудование. Если вращение поворотной платформы не ограничено в обе стороны на любой произвольный угол, экскаватор называется полноповоротным. Если же угол поворота ограничен (меньше полного поворота), экскаватор называется неполноповоротным. У таких экскаваторов поворачивается только рабочее оборудование, поворотной платформы у них нет.

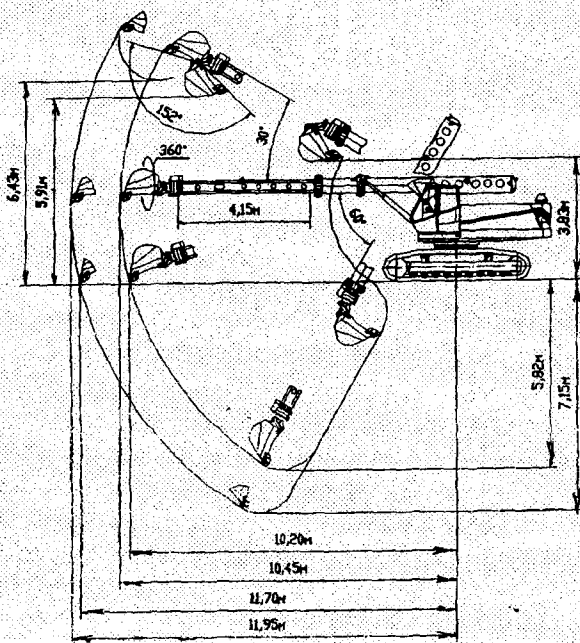
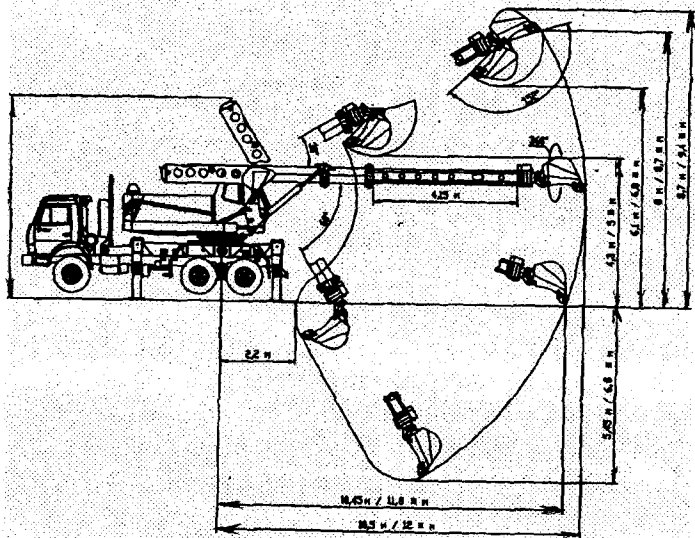


Рис. 4.57. Экскаваторы предприятия «Святovit»

Рабочим оборудованием называется часть экскаватора, предназначенная для выполнения определенной работы: копания грунта, подъема и переноски грузов или сыпучих материалов, забивки свай, планировки и т. д.

Действующая система индексации (рис. 4.58) одноковшовых универсальных экскаваторов (ЭО) посредством четырех цифр индекса классифицирует экскаваторы по размерным группам (первая цифра), типам ходового устройства (вторая цифра) и исполнению рабочего оборудования (третья цифра). Четвертая цифра – порядковый номер модели. Буквы (А, Б, В, ..., Е) обозначают очередную модернизацию, а специальное климатическое исполнение машины обозначается: ХЛ – северное исполнение, Т – тропическое, ТВ – для влажных тропиков. Например, ЭО-3311Г – экскаватор одноковшовый 3-й размерной группы, вместимость ковша 0,4...1,0 м³ (в зависимости от грунта и вида рабочего оборудования), на пневмоколесном ходу с канатной подвеской рабочего оборудования, первой модели, четвертой модернизации.

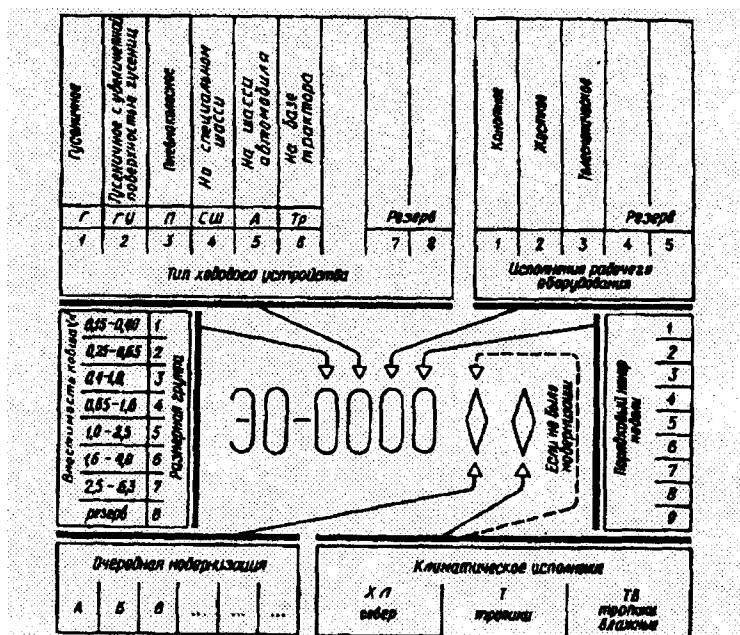


Рис. 4.58. Структура индекса экскаватора

$$П_э = \frac{3600 \cdot g \cdot K_n}{T_{ц} \cdot K_p} k_B, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где g – вместимость ковша, м^3 ;

K_n – коэффициент наполнения ковша;

K_p – коэффициент разрыхления грунта;

$T_{ц}$ – продолжительность одного рабочего цикла, с.

Экскаваторы, непрерывно работающие и одновременно транспортирующие грунт в отвал или транспортные средства, называют *экскаваторами непрерывного действия*.

Для обеспечения непрерывной работы машины рабочий орган должен непрерывно перемещаться. Характер этого перемещения в сочетании с типом рабочего органа является основным признаком, по которому классифицируют экскаваторы непрерывного действия. У экскаваторов продольного копания плоскости перемещения рабочего органа и движения ковшей или скребков совпадают; поперечного копания – плоскость движения ковшей перпендикулярна плоскости движения рабочего органа; радиального копания – ковши движутся в вертикальной плоскости, а сам рабочий орган совершает поворотное движение относительно вертикальной оси.

Экскаваторы непрерывного действия классифицируют также по следующим основным признакам:

типу привода – с механическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводам;

типу ходового устройства – на гусеничном и пневмоколесном ходах;

способу соединения рабочего оборудования с тягачом – навесные (рабочий орган задней дополнительной опоры не имеет), полуприцепные (рабочий орган спереди опирается на тягач, а сзади на дополнительную пневмоколесную тележку) и прицепные;

типу рабочего органа – цепной и роторный.

Экскаваторам продольного копания присваивается индекс ЭТР (экскаватор траншейный роторный) или ЭТЦ (экскаватор траншейный цепной); экскаваторы поперечного копания имеют индекс ЭМ, роторные стреловые экскаваторы – ЭР. После буквенного индекса следует цифровое обозначение, которое содержит следующую информацию:

для экскаваторов продольного копания (ЭТР и ЭТЦ) первые две цифры – глубина копания (в дм), третья – порядковый номер модели;

для экскаваторов роторных стреловых первые три цифры – вместимость ковша (в л), а четвертая – порядковый номер модели;

для экскаваторов поперечного копания первые две цифры – вместимость ковша (в л), третья – порядковый номер модели. При модернизации после цифрового обозначения добавляют буквы по порядку русского алфавита. Например, индекс ЭТР-206А обозначает: экскаватор траншейный роторный, глубина копания в дециметрах – 20, шестая модель – 6, первая модификация – А.

Цепные траншейные экскаваторы выпускаются на базе колесных тракторов с конструктивной доработкой их трансмиссии и на базе шасси гусеничных тракторов.

Экскаваторы на базе колесных тракторов (МТЗ-82) используют на минеральных грунтах I...III категории для рытья траншей под укладку кабелей различного назначения и трубопроводов небольшого диаметра. Они оборудованы (рис. 4.59) скребковым рабочим органом для рытья траншей и бульдозерным отвалом для планировочных работ небольшого объема и засыпки траншей.

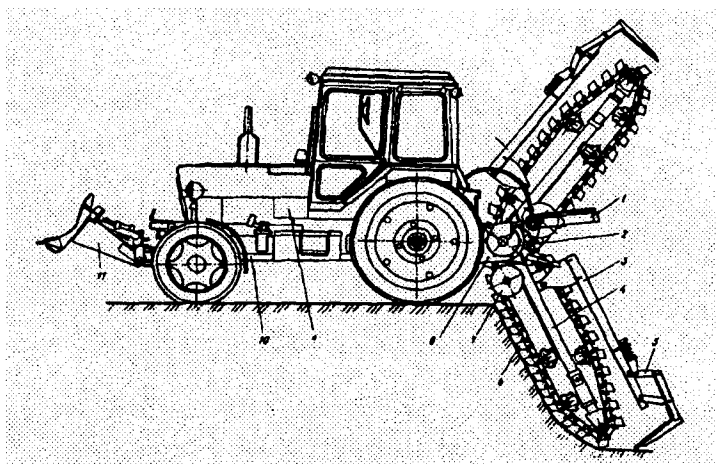


Рис. 4.59. Общий вид многоковшового экскаватора на базе колесного трактора:

1 – механизм подъема и опускания рабочего органа; 2 – приводной вал;

3 – дополнительная рама рабочих органов; 4 – рабочий орган;

5 – зачистной башмак; 6 – рабочая цепь; 7 – шнек; 8 – редуктор привода рабочего органа; 9 – ходоуменьшитель; 10 – трактор; 11 – бульдозерный отвал

Эти экскаваторы мобильны и маневренны, что дает возможность использовать их в городских условиях, а также на небольших строительных объектах, где требуются частые переброски машины.

Рабочий орган включает раму, на противоположных концах которой установлены две звездочки, верхняя из которых выполняется приводной. Звездочки огибаются рабочей цепью, поддерживаемой опорными роликами. На цепи установлены режущие зубья или скрепки, разрабатывающие и перемещающие грунт вверх, где он подхватывается шнеком и перемещается в поперечном движению машины направлении. Привод рабочего органа – механический или гидравлический. Зачистку для траншеи и придание ей определенного профиля осуществляет зачистной башмак. Подъем рабочего оборудования в транспортное положение обеспечивается при помощи гидроцилиндров.

Экскаваторы на гусеничном ходу устанавливают на базе промышленного трактора Т-170. Эти экскаваторы предназначены для рытья траншей под укладку водопроводных и канализационных труб, кабеля и других коммуникаций, а также могут работать на грунтах I...III категории с каменистыми включениями размером до 200 мм.

Рабочий орган таких экскаваторов представляет собой раму со звездочками и поддерживающими роликами и цепью, на которой установлены ковши, вырезающие грунт и транспортирующие его вверх, где он при опрокидывании ковша разгружается и попадает на транспортер, который ссыпает его вдоль траншеи. Подъем рабочего органа осуществляется при помощи гидроцилиндров. В передней части экскаватора для улучшения устойчивости может устанавливаться противовес.

Роторные траншейные экскаваторы предназначены для рытья траншей (под газопроводы, нефтепроводы, водопроводы, кабели связи, трубопроводы канализации, теплофикации, дренажа и других коммуникаций) большой протяженности с большим объемом земляных выемок, преимущественно вне населенных пунктов, когда не требуется частой переброски машин с одного участка на другой.

Роторный траншейный экскаватор состоит из тягача, в качестве которого обычно используют гусеничный переоборудованный трактор и рабочий орган.

Рабочий орган представляет собой жесткий ротор, вращающийся относительно внутренней рамы от механического или гидравличе-

ского привода. По наружному периметру ротора закреплены ковши, обеспечивающие вырезание и перемещение грунта, который, высыпаясь в верхней части ротора, попадает на направляющие желоба и далее на конвейер, который укладывает его вдоль траншеи. Подъем и опускание рабочего органа осуществляется при помощи гидроцилиндров и системы рычагов.

В зависимости от характера нагрузений меняются максимальное значение достигаемого напряжения, скорость его изменения и время действия нагрузки, т. е. основные факторы, определяющие эффективность уплотнения.

Характер изменения напряженного состояния под рабочим органом определяет проявление тех или иных свойств грунта. Поэтому в зависимости от вида нагружения различают статические и динамические воздействия на грунт. Статическое воздействие характеризуется сравнительно небольшими скоростями изменения напряженного состояния грунта, и оно происходит под действием постоянной или плавно изменяющейся нагрузки. Такое воздействие реализуется обычно давлением массивного колеса или барабана, перекатываемого по поверхности уплотняемого грунта.

При динамическом воздействии на грунт резко изменяется его напряженное состояние под ударами массивного элемента рабочего органа вследствие прохождения через грунт ударных волн, вибрационного воздействия и т. п.

В соответствии с различными воздействиями на уплотняемый грунт выпускают машины статического (прессование, укатка) и динамического действия (удар, вибрация, удар совместно с вибрацией). Границы между указанными типами машин часто оказываются довольно расплывчатыми. Так, при работе машин статического действия наблюдаются динамические эффекты, которые в зависимости от конструктивного исполнения машины и режима ее работы могут быть выражены в большей или меньшей степени. Трудно установить также четкую границу между ударно-вибрационными и вибрационными машинами. Еще сложнее разграничить ударно-вибрационные и ударные машины.

Вместе с тем, несмотря на некоторую неопределенность в границах, подобная классификация машин дает возможность достаточно точно оценивать основные факторы воздействия на грунт.

К машинам для уплотнения грунтов относят прежде всего прицепные, полуприцепные и самоходные катки статического действия. Рабочими органами катков являются металлические вальцы (гладкие, кулачковые, решетчатые) или колеса с пневматическими шинами. Вследствие простых и экономичных средств уплотнения грунтов этими машинами последние получили наибольшее распространение.

Катки с гладкими вальцами применяют давно, начиная со средних веков, главным образом для уплотнения несвязных грунтов. Однако в настоящее время вследствие малой глубины уплотнения (до 20 см) эти катки применяют в основном в качестве рабочих органов вибрационных машин.

Рабочий процесс катков с гладкими вальцами состоит из многократного перекатывания вальцов по поверхности уплотняемого грунта, т. е. циклического воздействия на него. Деформации и связанное с ними уплотнение происходят в результате давления, создаваемого силой тяжести вальцев.

Эффективным средством уплотнения связных грунтов являются кулачковые катки. В отличие от катков с гладкими вальцами на их поверхности имеются бандажи с укрепленными на них кулачками. Каждый бандаж состоит из 2–3 частей, соединяемых болтами. Кулачки размещают на поверхности катка в шахматном порядке.

В начале работы кулачки полностью погружаются в грунт, в связи с чем в контакт с его поверхностью может входить и валец катка. При погружении кулачков под каждым из них образуется уплотненное ядро, опирающееся в плотное основание.

При последующих проходах катка грунт уплотняется в промежутках между ядрами. При каждом проходе кулачки погружаются в грунт на меньшую глубину и между поверхностью грунтового слоя и вальцем катка образуется увеличивающийся просвет, указывающий на уплотнение укатываемого слоя. Характерные углубления, создаваемые кулачками по поверхности грунта, способствуют сдавливанию укатываемых слоев в единый массив и повышают качество его уплотнения.

Прицепные кулачковые катки используют как одиночные, так и в сцепе из нескольких. При сцепе из двух катков иногда первым устанавливают кулачковый, а вторым – гладкий. Для достижения необходимого уплотнения грунта кулачковые катки перемещаются по одному месту обычно до шести-восьми раз.

Кулачковыми катками уплотняют только связные грунты. Для уплотнения как связных, так и несвязных грунтов используют катки на пневматических шинах, имеющие несколько колес, установленных в один ряд.

Используют жесткие и независимые подвески колес. У катков с жесткой подвеской ось колес укрепляют на продольных балках рамы, которую обычно размещают над колесами. На раме устанавливают кузов для балласта. Основным недостаток катков такой конструкции – перегрузка отдельных колес при движении катков по неровной поверхности. В результате укатываемая полоса неравномерно уплотняется по ширине, а отдельные элементы катка перегружаются. Этим недостаткам не имеют катки с независимой подвеской колес, при которой каждое колесо может перемещаться в вертикальной плоскости независимо от остальных. Каждая секция таких катков жестко связана с балластным ящиком или платформой. Балластом могут служить грунт или бетонные блоки.

Контактные давления на поверхности грунта, а следовательно, и характер напряженного состояния под колесами определяются размерами шин, давлением воздуха в них и нагрузкой на колесо. Эти параметры и являются главными.

Пневматические шины имеют сравнительно небольшую ширину, поэтому при уплотнении грунт под ними отжимается в сторону. Воспрепятствовать отжатию может боковая пригрузка, которую создают соседние колеса, причем тем эффективнее, чем меньше зазор между ними. Поэтому колеса нужно ставить ближе друг к другу. Однако при слишком частом расположении колес увеличивается их число при постоянной ширине полосы уплотнения. Это, в свою очередь, снижает нагрузку на каждое колесо.

Основным недостатком катков статического действия является их большая масса, потребная для нормальной работы. Эту массу можно значительно снизить при том же уплотняющем эффекте, если рабочие органы машин выполнить вибрирующими.

Вибрационные катки выполняют прицепными и самоходными. Чаще всего в виброкатках применяют центробежные вибровозбудители с круговой вынуждающей силой. Их приводят в действие от двигателя внутреннего сгорания самоходного катка или специально установленного на раме прицепного катка двигателя привода возбудителя.

У самоходных виброкатков вибрирующими выполняют обычно ведущие вальцы. Металлоемкость виброкатков в 3-4 раза меньше, чем катков статического действия. При этом нужное уплотнение слоя грунта достигается меньшим числом проходов, так как виброкатки наряду со статическим оказывают на грунт и вибрационное воздействие.

Сущность его заключается в том, что периодические возмущения, передаваемые от вибратора в грунт рабочим органом, интенсифицируют перестройку сложившейся структуры грунта, в результате чего получается более плотная упаковка грунтовых частиц.

Для уплотнения несвязных грунтов и гравийно-песчаных материалов в стесненных или недоступных для других машин местах применяют вибрационные плиты. Кроме плит в комплект оборудования входят вибратор, двигатель, система подвески и механизм управления. Для привода вибраторов на вибрационных плитах чаще всего используют двигатели внутреннего сгорания – дизельные или карбюраторные. По принципиальной схеме эти устройства могут быть одно- и двухмассными. В первом случае вибратор и двигатель установлены непосредственно на плите. Во втором случае на плите монтируют лишь вибратор, а двигатель устанавливают на специальную раму, соединенную с плитой упругими элементами. В этом случае в колебательное движение приводится лишь нижняя часть, тогда как верхняя, подрессоренная, не колеблется, но воздействует на грунт общей массой статического давления.

Как уже отмечалось выше, к машинам для земляных работ относят оборудование для гидромеханизации. **Гидромеханизация** – способ производства земляных работ, при котором разработка, транспортирование и укладка грунта осуществляются при помощи воды. Гидромеханизация основана на свойстве быстро движущейся воды размывать грунт и переносить его во взвешенном состоянии к месту укладки, где вследствие уменьшения скорости вода теряет несущую способность и частицы грунта оседают.

Разработка грунта осуществляется его размывом высокенапорной струей воды, направляемой в забой гидромонитором или при помощи землесосного снаряда. Для интенсификации размыва грунт обычно предварительно разрыхляют.

Образующаяся в забое водно-грунтовая смесь – пульпа – транспортируется по трубам при помощи специальных грунтовых насосов, а при благоприятном рельефе местности – самотеком в открытых каналах.

Грунт закладывается в отвал или намываемое сооружение сбросом пульпы на предварительно обвалованные участки – карты. Вследствие падения скорости движения пульпы взвешенные частицы грунта оседают, а осветленная вода отводится для сброса или повторного использования (при гидромониторной разработке).

Укладка грунта может сопровождаться сортировкой его по крупности частиц, что имеет большое значение при намыве плотин и обогащении нерудных полезных ископаемых (песка, гравия и т. п.).

Гидромеханизация отличается высокими эффективностью и производительностью труда (до 300 тыс. м³ грунта в сутки) при относительно простом оборудовании и ограниченном фронте работ. Особенно широко этот способ производства работ применяется в гидротехническом строительстве. На крупных гидротехнических стройках им выполняется до 70...80 % общего объема земляных работ. Кроме того, гидромеханизация применяется в специальных областях строительства и горных работ (для добычи и обогащения песка и гравия, при кессонных работах, вскрытии месторождений полезных ископаемых, намыве площадок под строительство гражданских и промышленных объектов, добыче угля, торфа).

Гидромониторы. К оборудованию для гидромеханизации относят гидромониторы, грунтовые насосы, землесосные установки и снаряды. *Гидромонитор* – устройство для образования и направления высоконапорной струи воды при производстве земляных работ способом гидромеханизации.

Общие требования к гидромониторам заключаются в создании компактной струи воды, не расчленивающейся до достижения грунтового массива; в надежности конструкции, простоте разработки и замены узлов и деталей; минимальных потерях напоров; в легкой управляемости и безопасности.

Гидромониторы различают по способу управления (ручные и дистанционные), по подвижности (переставные и самоходные), по дальности действия (дальнего и ближнего действия); по напору воды (низконапорные с давлением до 1,2 МПа и высоконапорные с давлением более 1,2 МПа).

Основной тенденцией развития гидромониторной разработки грунта является создание и все более широкое применение новых эффективных конструкций самоходных и дистанционно управляемых гидромониторов. Вместе с тем большое распространение имеют

переставные гидромониторы с ручным управлением. Так как по требованиям техники безопасности гидромониторы с ручным управлением нельзя устанавливать вблизи забоя, обычно применяются гидромониторы дальнего действия.

Чтобы подавать водяную струю в разные точки забоя, в современных конструкциях гидромониторов предусмотрена возможность кругового поворота ствола в горизонтальной плоскости, а в вертикальной – на угол $45...75^\circ$. Для обеспечения такой подвижности ствола в конструкции гидромонитора предусмотрена достаточная подвижность соединений.

Для поворота гидромонитора в горизонтальной плоскости служит шарнир горизонтального поворота, а для поворота в вертикальной плоскости – шарнир вертикального поворота. Вода поступает по напорному трубопроводу, присоединяемому к фланцу нижнего колена.

Насадка гидромонитора навинчивается на резьбу ствола. Каждый гидромонитор снабжается несколькими сменными насадками, что позволяет изменять диаметр струи и расход воды. Для направления потока воды после прохождения колен и шарниров в стволе установлены струенаправляющие ребра.

Ручное управление гидромонитором осуществляется водилом. В больших гидромониторах для облегчения управления применяются электрические, гидравлические и штурвальные механические системы управления.

Эффективность разработки грунтов повышается при дистанционном управлении гидромонитором, которое позволяет приблизить это устройство к забою и увеличить давление струи на грунт. Кроме того, дистанционное управление повышает безопасность производства работ.

Грунтовой насос является основным агрегатом для перекачки пульпы, который представляет собой одноступенчатый центробежный насос одностороннего всасывания. Его конструктивное отличие от центробежных насосов для чистой воды состоит в приспособлении всех пульпопроводящих каналов к пропуску включений в грунт. Кроме того, в грунтовых насосах предусмотрен ряд конструктивных особенностей, направленных на снижение износа деталей, которые не всегда согласуются с требованиями оптимальных гидравлических условий. Поэтому КПД грунтовых насосов обычно несколько ниже, чем насосов, предназначенных для перекачки чистой воды.

Для перекачки пульпы из зумпфов к месту укладки служат передвижные забойные землесосные установки, которые обычно монтируются на саях. Основные части установки – грунтовой насос, электродвигатель, всасывающий патрубок и электролебедка с укосиной для подъема, опускания и удержания всасывающего патрубка. Для гидротранспорта грунта из экскаваторного забоя используются также землесосные установки с гусеничным, шагающим и железнодорожным ходовым оборудованием.

Плавающая землесосная установка, оборудованная рядом специальных устройств, называется земснарядом.

Благодаря подвижности и высокой производительности земснаряды успешно применяют в естественных водоемах, при искусственном затоплении разрабатываемого участка и отрыве каналов. Являясь плавучими агрегатами, земснаряды не ограничены массой, размерами, давлением на грунт, что позволяет использовать на них оборудование самой большой мощности. Благодаря этому земснаряды относятся к самым производительным агрегатам гидромеханизации земляных работ, однако по сравнению с гидромониторами они транспортируют пульпу с большим содержанием воды.

По силовому оборудованию земснаряды классифицируются на электрические и дизельные; по производительности – на земснаряды малой мощности (до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$), средней ($100 \dots 500 \text{ м}^3/\text{ч}$) и большой (более $500 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Земснаряд представляет собой судно с надстройкой. Для удержания земснаряда на рабочем месте и для его рабочих перемещений служат свайный аппарат и папильонажные лебедки, позволяющие производить веерообразные перемещения всасывающего устройства и поступательное движение земснаряда. Для этого земснаряд закрепляется на одной из двух свай свайного аппарата. Постепенным разматыванием и наматыванием соответствующих закоренных канатов земснаряд поворачивается вокруг опорной сваи, выемка грунта при этом производится по дуге окружности, очерчиваемой в плане концом всасывающего патрубка. После перемещения всасывающего патрубка по всей ширине забоя первая свая поднимается, а на дно водоема опускается вторая свая. В результате конец всасывающего патрубка может описывать дугу окружности вокруг нового центра, смещенного относительно первого в направлении рабочего перемещения земснаряда. Перемещая так опору с одной сваи на другую, осуществляют рабочее передвижение земснаряда.

Для подъема и опускания свай применяют несколько способов захвата. На небольших земснарядах сваи захватывают за верхний конец, а на крупных применяют фрикционный захват свай, при котором не требуется устройство высоких металлоконструкций свайного аппарата.

Папильонажная лебедка служит также для поддержания непрерывного контакта грунтозаборного устройства с грунтовым массивом и создания необходимого напора для механического разрушения грунта рыхлителем.

В гидромеханизации земляных работ используются и другие специальные вспомогательные устройства и оборудование, с конструкциями которых можно ознакомиться в специальных изданиях.

4.8. Ознакомление с машинами и оборудованием для бурения и свайных работ

Основными рабочими органами бурового оборудования, с помощью которого проводят инженерные изыскания, решают вопросы водоснабжения и т.д., является винтовой бур, ударно-поворотное и шарошечное долото. Винтовой бур (рис. 4.60, *а*) представляет собой штангу 1 с наваренной на ней винтовой спиралью 2, нижняя кромка которой оснащена резами 3 из твердых сплавов. Ударно-поворотное долото (рис. 4.60, *б*) – это массивный цилиндрический стержень 4, на торце которого имеется заостренная рабочая часть 5. Внутри долота просверлен канал 6 для прохождения воздуха или воды. При подаче воды через этот канал происходит ее смешивание с разработанной породой (образуется шлам), чем облегчается удаление породы из скважины.

Шарошечное долото (рис. 4.60, *в*) состоит из корпуса 7 с тремя лапами 8. Конические шарошки 9 насажены на цапфах и удерживаются против смещения штифтами. Внутри корпуса имеется центральный канал для продувки шарошек сжатым воздухом.

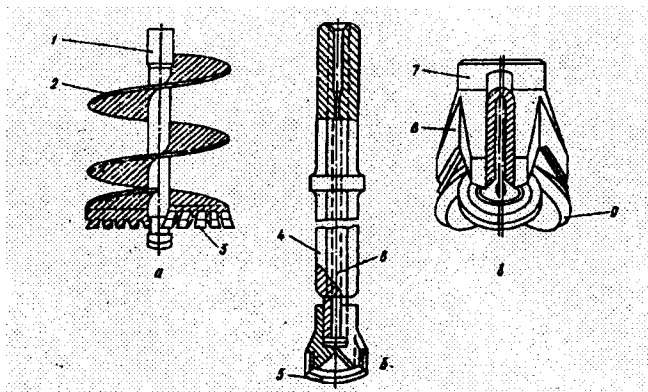


Рис. 4.60. Основные виды бурового инструмента:

- a* – винтовой бур; *б* – ударно-поворотное долото; *в* – шарошечное долото;
 1 – штанга; 2 – винтовая спираль; 3 – резец; 4 – стержень; 5 – режущая кромка;
 6 – канал; 7 – корпус; 8 – лапа; 9 – шарошка

Рабочие органы бурового оборудования приводятся в движение специальными механизмами, монтируемыми на базе колесных и гусеничных тракторов, на шасси автомобиля либо являются сменным навесным оборудованием экскаватора или крана. Буровое оборудование в комплексе с базовым агрегатом (трактором, автомобилем, экскаватором или краном) образует буровую машину или буровую установку. Применение той или иной буровой машины определяется физическими свойствами грунта, в котором производится бурение, диаметром и глубиной требуемых скважин и шпуров.

При возведении различных зданий и сооружений на грунтах, не обладающих необходимой несущей способностью, нагрузка воспринимается сваями, погруженными в грунт. Применяются деревянные, металлические, бетонные, железобетонные и комбинированные сваи, имеющие различные размеры по длине и форму поперечного сечения.

В грунт сваи погружаются забивкой, вибрацией и ввинчиванием. Выбор способа погружения свай зависит от грунтовых условий, размеров и материалов свай, глубины их погружения в грунт и объема свайных работ.

Сваи погружаются в результате преодоления сил трения сваи о грунт. Чем больше сила давления на сваю, тем быстрее преодолеваются силы трения сваи о грунт и тем интенсивнее процесс погружения.

При этом вначале силы трения больше сил трения в процессе движения. Поэтому при выборе свайных погружателей предпочтение следует отдавать молотам с большим числом ударов в единицу времени.

Для забивки свай и шпунтов применяются молоты (механические, паровоздушные, дизельные), машины вибрационного действия (вибропогружатели и вибромолоты), копровое оборудование.

Основным элементом простейшего молота является рабочий орган, падающий с определенной высоты и наносящий удары по наголовнику, закрепленному на головке сваи.

Так устроен механический молот массой 1000...5000 кг с высотой падения рабочего органа 1,5...3 м с частотой 4...12 ударов в минуту. Из-за низкой производительности такие молоты имеют ограниченное применение и используются для погружения свай небольшой длины (3...5 м) при незначительном объеме свайных работ.

Паровоздушные молоты бывают простого и двойного действия. В молотах простого действия энергию привода (пар или сжатый воздух) используют только для подъема ударной части (холостой ход), а падение ударной части (рабочий ход) происходит под действием собственного веса.

В молотах двойного действия энергию привода используют как для подъема ударной части, так и при движении ее вниз для увеличения скорости падения и соответственно силы удара.

Потребность в специальных установках для подачи пара или воздуха является недостатком паровоздушных молотов и значительно снижает возможность применения этих погружателей.

Дизельные молоты (штанговые, трубчатые) – это свайные погружатели, использующие в процессе работы энергию сгорающих газов. Они работают по принципу двухтактных двигателей внутреннего сгорания, у которых давление газов, образующееся при сгорании жидкого топлива, передается непосредственно рабочему органу – ударной части.

В штанговом дизель-молоте (рис. 4.61, а) ударной частью является массивный цилиндр 2, который, двигаясь по направляющим штангам 3, падает на поршень 1. Усилие от поршня к наголовнику сваи 11 передается через сферическую плиту 12, соединенную с поршнем и наголовником серьгой 10. Образованная шарнирная опора обеспечивает центральный удар по свае при некотором смещении осей молота и сваи.

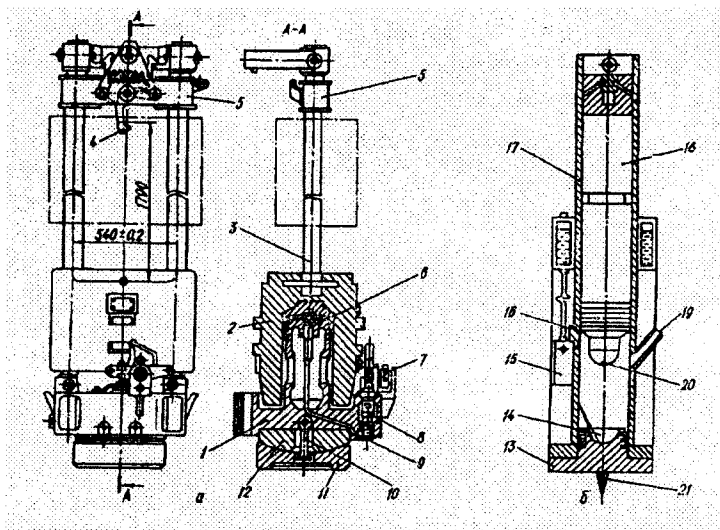


Рис. 4.61. Дизельные молоты:

- а* – штанговый; *б* – трубчатый; 1 – поршень; 2 – цилиндр; 3 – штанга; 4 – крюк;
 5 – кошка; 6 – форсунка; 7 – толкатель; 8, 15 – топливные насосы;
 9 – трубопровод; 10 – серьга; 11 – наголовник; 12 – сферическая плита;
 13 – пята; 14 – углубление; 16 – рычажок; 17 – цилиндр; 18 – поршень;
 19 – выхлопные окна; 20 – шаровая головка; 21 – штырь

Для пуска дизель-молота цилиндр крюком 4 кошки 5 поднимается в верхнее положение (на рисунке показано штрихпунктирной линией). При повороте цилиндр под действием собственного веса падает вниз. Воздух, заполнивший полость цилиндра, сжимается, нагреваясь до температуры воспламенения топлива. Падающий цилиндр наносит удары по свае и одновременно нажимает на толкатель 7 топливного насоса 8, установленного на основании поршня. Горючее, поступаая по трубопроводу 9, впрыскивается форсункой 6 в цилиндр. Нагретый воздух воспламеняется, и силой взрыва цилиндр отбрасывается вверх. При этом отработанные газы свободно выходят в атмосферу. Достигнув крайнего верхнего положения, цилиндр теряет скорость и двигается вниз, вновь сжимая свежий воздух. Цикл работы повторяется и молот работает автоматически до тех пор, пока насос не выключится. Число ударов молота 50...110 в минуту применяется при относительно небольших массах погружаемых свай (350...2000 кг).

В трубчатом дизель-молоте (см.рис. 4.61, б) ударной частью является подпоршень с шаровой головкой 20. Цилиндр молота 17 неподвижен и представляет собой длинную трубу, открытую сверху. В нижней части отверстие трубы закрыто пятой 13, имеющей сферическое углубление 14, соответствующее шаровой головке поршня. На нижней поверхности пяты установлен штырь 21, входящий в наголовник сваи.

Дизель-молот подвешивают к стреле копра, устанавливая на головку сваи и закрепляют в стреле. Затем поршень лебедкой копра с помощью захвата кошки поднимают в верхнее положение.

После раскрытия кошки поршень под действием собственного веса начинает двигаться вниз. При падении поршень отжимает рычажок 16 топливного насоса 15, приводит его в действие, тем самым обеспечивая подачу топлива в сферическое углубление. Опускаясь вниз, поршень перекрывает выхлопные окна 19, сжимая воздух до объема кольцевой камеры сгорания, образованной поверхностями рабочего цилиндра, поршня и углублением пяты. В момент удара поршня о пяту энергия затрачивается на погружение сваи и на сжатие смеси. Топливо воспламеняется, силой давления расширяющихся газов поршень подбрасывается вверх, и цикл работы молота повторяется. Число ударов молота – 50...60 в минуту.

Основные преимущества дизель-молотов – независимость от сторонних источников энергии, простота устройства и эксплуатации, высокая производительность. Эти преимущества обеспечили дизель-молотам широкое распространение.

Для значительной группы свайных погружателей используется эффект вибрации. Сущность этого способа состоит в сообщении свае вертикальных колебаний. В результате этого в зоне контакта сваи с грунтом уменьшаются силы сцепления и свая начинает проскальзывать относительно грунта, то есть погружается. Колебания свае сообщаются рабочим органом свайного погружателя – вибровозбудителем.

К машинам для забивки сваи, использующим эффект вибрации, относятся вибропогружатели и вибромолоты.

Вибропогружатель (рис. 4.62, а) состоит из вибровозбудителя направленного действия 2 с дебалансами 3, электродвигателя 4, служащего приводом, и наголовника, крепящегося к свае своими щеками. Вращение от электродвигателя валов дебалансов передается клиноремной передачей. При вращении валов возникает центробежная (вынуждающая) сила P_0 , приводящая в колебание погружатель и сваю.

Необходимая для успешного погружения сваи сила подбирается в зависимости от водонасыщенности грунта, вида, размеров и веса сваи. Рассмотренный вибропогружатель применяется в основном для погружения свай в водонасыщенные несвязные грунты. Недостатком таких погружателей является быстрый износ электродвигателя, так как он подвергается вибрации.

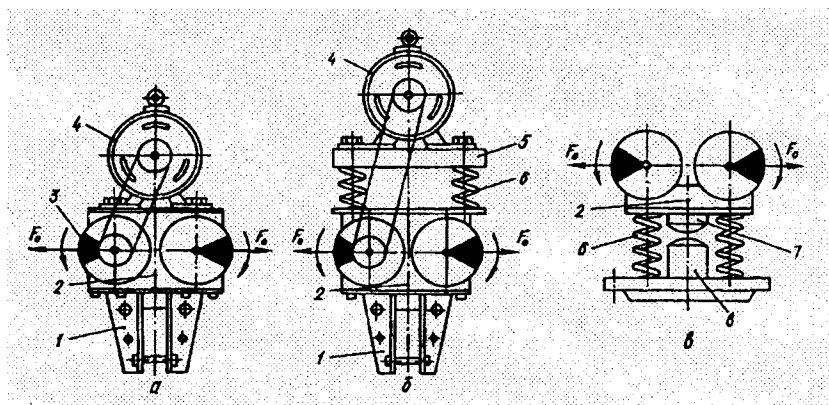


Рис. 4.62. Схемы вибрационных погружателей свай:

- а, б – вибропогружатели; в – вибромолот; 1 – наголовник; 2 – вибровозбудитель;
 3 – дебаланс; 4 – электродвигатель; 5 – плита; 6 – пружина;
 7 – ударник; 8 – наковальня

Вибропогружатель (рис. 4.62, б) представляет собой более совершенную конструкцию, поскольку значительно снижается передача вибрации на электродвигатель. Это достигается установкой между вибровозбудителем и электродвигателем пружин б, служащих виброизоляторами. Электродвигатель крепится на плите 5, создающей дополнительное давление на погружаемую сваю.

Вибромолот, изображенный на рис. 4.62, в, отличается от вибропогружателей введением в конструкцию ударника 7 и наковальни 8, служащих ограничителями колебаний. Зазор между ними меньше амплитуды колебаний; поэтому наряду с вибрацией возникает удар ударника по наковальне. Таким образом, вибромолоты сочетают преимущества вибропогружателей и свайных молотов ударного действия. Вибромолотами сваи погружаются в 3–4 раза быстрее, чем погружателями той же мощности, и область их применения в

связи с этим значительно шире. Они используются для погружения (или извлечения) металлических и железобетонных свай в грунты различной плотности и породы.

Наряду с основным оборудованием при погружении свай используется и вспомогательное оборудование. К нему относятся машины и оборудование для срезки голов свай, монтажная оснастка, средства подмащивания, транспортное оборудование.

Технологический процесс и операции свайных работ – перемещение, установка на место погружения, наведение и погружение свай выполняются специальными машинами – копрами и копровым оборудованием, оснащенным молотами и другими погружателями свай. При этом копры и копровое оборудование участвуют в работе при выполнении всех технологических процессов и операций, а молоты или погружатели заняты только в процессе непосредственного погружения свай.

4.9. Ознакомление с машинами для измельчения, сортировки каменных материалов и производства бетонных работ

При приготовлении бетонных смесей в качестве крупного заполнителя используют щебень, получаемый из естественного камня путем его измельчения на дробилках.

Щековые дробилки используются в основном для крупного и среднего дробления пород с пределом прочности на сжатие до 300 МПа. Основными рабочими элементами дробилки являются две щеки, одна из которых, как правило, является неподвижной.

Щековые дробилки бывают разнообразных конструкций, однако в основном применяются дробилки с простым и сложным движением подвижной щеки.

Щековая дробилка с простым движением подвижной щеки (см. рис. 4.63, а) имеет станину 5, в верхней части которой на оси 4 закреплена подвижная щека 3; передняя внутренняя торцевая стенка станины, к которой крепится дробящая плита 1, образуют неподвижную щеку 2. В выемках боковых стенок станины на подшипниках 6 установлен вал 7, на эксцентриковой части которого подвешен литой шатун 8. В нижней части шатуна и подвижной щеки имеются пазы для установки сухарей, в гнезда которых входят торцы передней и задней распорных плит 15. Для изменения выходной щели подвижной щеки

установлено клиновое регулировочное устройство 14. Постоянная связь между подвижной щекой, распорными плитами, шатуном и клиновым устройством осуществляется тягами 13 и пружинами 12. На концах эксцентрикового вала закреплены два маховика 9, один из которых является шкивом клиноременной передачи 10 привода 11.

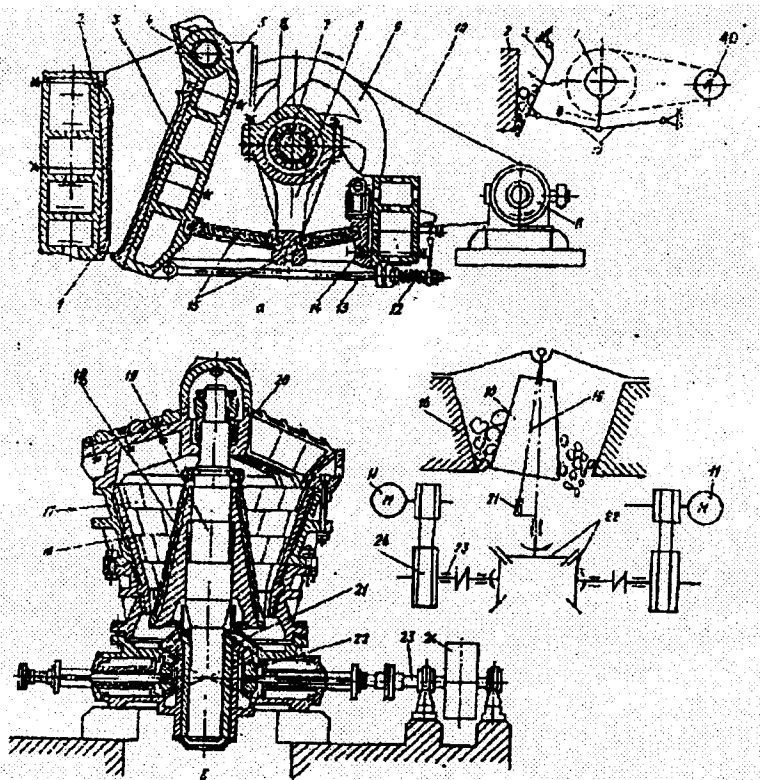
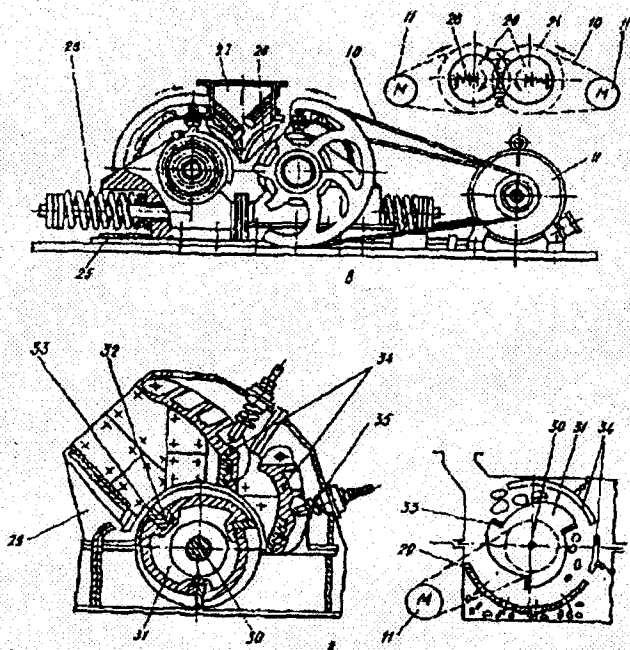


Рис. 4.63. Конструкции и принципиальные схемы дробилок:

- а – щековая дробилка с простым движением щеки; б – конусная дробилка;
 в – валковая дробилка; г – роторная дробилка; 1 – дробящая плита;
 2 – неподвижная щека; 3 – подвижная щека; 4 – ось; 5 – станина; 6 – подшипники;
 7 – эксцентриковый вал; 8 – шатун; 9 – маховик; 10 – ремень; 11 – электродвигатель;
 12 – пружина; 13 – тяга; 14 – регулировочное устройство; 15 – распорные плиты;
 16 – неподвижный корпус; 17 – сменные плиты; 18 – подвижный корпус;
 19 – вал подвижного корпуса; 20 – узел подвески; 21 – эксцентриковая втулка;
 22 – коническая пара; 23 – приводной вал; 24 – шкив; 25 – рама; 26 – валок;
 27 – приемная воронка; 28 – пружины; 29 – корпус; 30 – вал; 31 – ротор; 32 – клинья



Окончание рис. 4.63

При вращении эксцентрикового вала шатун, совершая возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости, попеременно поднимает и опускает примыкающие к нему торцы распорных плит. При этом подвижная щека приближается к неподвижной, обеспечивая процесс измельчения (рабочий ход) или удаляется (холостой ход). Инерционная масса вращающихся маховиков снижает неравномерность хода неподвижной щеки, способствует накоплению энергии при холостом ходе, отдавая ее при рабочем ходе, что ведет к уменьшению энергоемкости процесса дробления.

Траектория движения точек подвижной щеки представляет собой дугу. Если принять, что ход щеки в точке равен 5, то горизонтальная составляющая хода в верхней точке будет значительно меньше – 0,55. При этом вертикальные составляющие хода в нижней и верхней точках соответственно равны 0,35 и 0,155. Небольшой ход в верхней зоне является одним из недостатков дробилок с простым движением щеки.

Этот недостаток не характерен для дробилок со сложным движением щеки. Отличительная особенность такой дробилки – отсутствие шатуна. Его заменяет подвижная щека, подвешенная непосредственно на эксцентриковой части приводного вала. В этом случае траектории движения точек подвижной щеки представляют собой замкнутые кривые, чаще всего эллипсы.

Дробилки со сложным движением щеки проще по конструкции, компактнее и менее металлоемки, чем дробилки других типов. Поэтому они часто применяются в передвижных установках.

Конусные дробилки (рис. 4.63, б) применяются для крупного (ККД), среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления горных пород средней и большой твердости. Дробилки ККД характеризуются шириной приемного отверстия, а дробилки КСД и КМД – диаметром основания подвижного конуса. В зависимости от их назначения и конструктивных особенностей различают два типа конусных дробилок: с крутым дробящим конусом (для крупного дробления) и с пологим (грибовидным) дробящим конусом (для среднего и мелкого дробления). Основными элементами дробилки являются неподвижный 16 и подвижный 18 усеченные конусы. Неподвижный конус представляет собой сборный корпус, укрепленный на массивной станине. Внутренняя часть корпуса футерована сменными плитами 17, образующими дробящую поверхность неподвижного конуса. Подвижный конус закреплен на валу 19, верхний конец которого шарнирно крепится в узле подвески 20, а нижний – в эксцентриковой втулке 21. При вращении эксцентриковой втулки, обеспечиваемом конической парой 22 от приводного вала 23 и шкива 24, ось подвижного конуса описывает коническую поверхность с вершиной в точке подвеса. Таким образом обеспечивается сближение поверхностей подвижного и неподвижного конусов. На участке сближения происходит процесс дробления, а на стороне, противоположной дроблению, поверхности расходятся и камень под собственным весом опускается вниз через разгрузочную щель дробилки. Ширина этой щели меняется: от наименьшего 1 до наибольшего $1+2r$; где r – эксцентриситет внутреннего отверстия эксцентриковой втулки.

В отличие от щековых дробилок процесс измельчения в конусных происходит не периодически, а непрерывно. В этом их преимущество.

Валковые дробилки (рис. 4.63, в) используются для среднего и мелкого дробления пород средней ($\sigma_{сж} = 150$ МПа) и малой ($\sigma_{сж} = 80$ МПа) прочности. Такая дробилка состоит из рамы 25, на которой смонтированы два валка 26. Валок закреплен на валу, установленном в корпусах на подшипниках скольжения, и имеет свой привод, состоящий из шкивов 24, клиноременной передачи 10 и двигателя 11. Необходимый для измельчения материал поступает в приемную воронку 27. При вращении валков материал затягивается в пространство между валками и дробится. Для предотвращения поломки валков при попадании недробимого материала один валок может отойти от другого. С этой целью опоры валков опираются на пружины 28 и могут перемещаться.

Дробилки ударного действия (роторные и молотковые) применяются для крупного и мелкого дробления пород малой абразивности прочностью до 200 МПа.

В коробчатом корпусе 29 роторной дробилки (рис. 4.63, з) на вал 30 насажен массивный ротор 31. В корпусе ротора имеются симметрично расположенные пазы, в которых вмонтированы с помощью специальных клиньев 32 била 33. Била вращающегося от привода 11 ротора наносят поступающим в дробилку кускам породы удары, под действием которых куски разбиваются и отбрасываются на отражательные плиты 34. Ударяясь о плиты, они дополнительно измельчаются и проходят через колосниковую решетку. С помощью буферов и тяг 35 регулируются зазоры между рабочей кромкой бил и плитами в зависимости от требуемой крупности дробленого материала.

Дробилки ударного действия широко распространены благодаря их высокой производительности, большой степени измельчения ($i = 30$), малой металлоемкости и небольшим габаритным размерам.

Для разделения измельченного материала на фракции применяют грохоты. Наибольшее применение в строительстве нашли вибрационные грохоты с направленными колебаниями. Такие грохоты (рис. 4.64, а) состоят из горизонтальной неподвижной рамы 1 и короба 2, опирающегося на плоские 4 и спиральные 5 пружины. В коробе установлены в два яруса сита 6. Плоские пружины позволяют коробу совершать колебания в направлении, перпендикулярном их плоскости, спиральные – уравнивают вес вибрирующего короба.

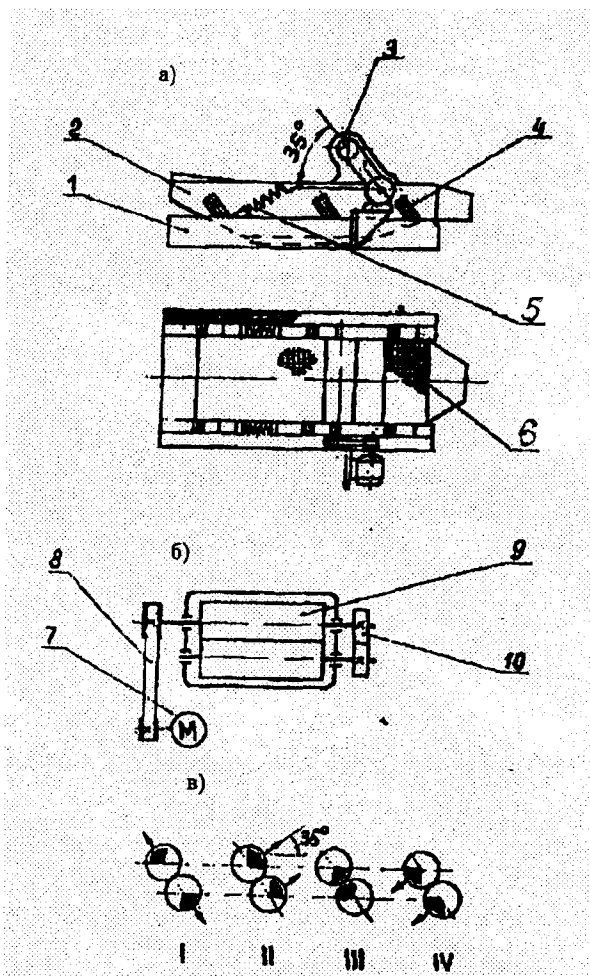


Рис. 4.64. Схема вибродрога

К стенкам корба прикреплен двухвалковый вибратор направленных колебаний 3. Валы вибратора установлены на роликоподшипниках в плоскости, расположенной под углом 55° к горизонту, в результате чего корб получает направленные колебания под углом 35° к плоскости сита. Первый дебалансный вал 9 (рис. 4.64, б) получает вращение от электродвигателя 7 через клиноременную передачу 8.

Второй дебалансный вал приводится во вращение от первого через зубчатую передачу 10, чем обеспечивается полная синхронизация работы дебалансных валов (число зубьев обеих шестерен одинаково).

При синхронном разностороннем вращении дебалансных валов центробежные силы инерции в положениях I и III (рис. 4.64, в) взаимно уравновешиваются и не передаются на короб, при положении II они складываются и действуют на короб вправо под углом 35° к горизонту, при положении IV также складываются, но направлены в противоположную сторону (влево).

При направленных колебаниях корпуса грохота материал на ситах подбрасывается и толчками подвигается вперед, просеиваясь при движении.

Для мелкого измельчения материалов в порошок применяют мельницы. Помол осуществляется раздавливанием этого материала между частями мельниц. Часто это раздавливание сопровождается ударом. Наибольшее распространение получили шаровые мельницы.

При размоле некоторых материалов, особенно при мокром помоле, весьма эффективны вибрационные мельницы. В этом случае корпус шаровой мельницы опирается на пружинную опору, и при помощи возбудителя эксцентрикового типа ему сообщаются колебательные движения.

Бетонные и растворные смеси готовят путем механического перемешивания их компонентов (щебня, песка, цемента, воды) в смесительных машинах – бетоно- и растворосмесителях. Качество смеси определяется точностью дозировки компонентов и равномерностью их распределения между собой по всему объему смеси. Для равномерного распределения компонентов смеси между собой в общем объеме замеса частицам материала сообщается траектории движения с наибольшей возможностью их пересечения. Смешивание компонентов в однородную смесь является достаточно сложным технологическим процессом, который зависит от состава смеси, ее физико-механических свойств, времени смешивания и конструкции смешивающего устройства.

Технологический процесс приготовления смесей включает последовательно выполняемые операции: загрузку отдозированных компонентов (вяжущих, заполнителей и воды) в смесительную машину, перемешивание компонентов и выгрузку готовой смеси.

Смесители классифицируют по трем основным признакам: характеру работы, принципу смешивания, способу установки.

По *характеру работы* различают смесительные машины периодического (циклического) и непрерывного действия. В смесителях циклического действия (рис. 4.65) перемешивание компонентов и выдача готовой смеси осуществляется отдельными порциями. Каждая новая порция компонентов бетона или раствора может быть загружена в смеситель лишь после того, как из него будет выгружен готовый замес. Смесители циклического действия обычно применяют при частой смене марок бетонных смесей или растворов. В них можно регулировать продолжительность смешивания.

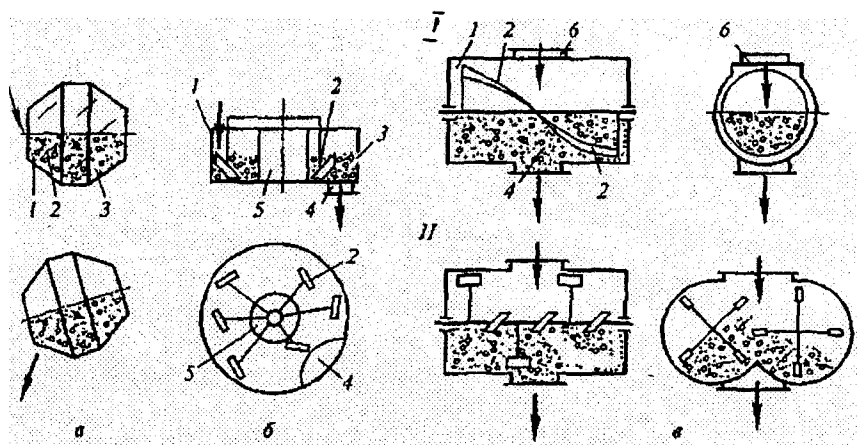


Рис. 4.65. Принципиальные схемы смесителей циклического действия (стрелками указано направление движения материалов):

- а – гравитационных (баранных); б – принудительного действия с вертикально расположенными смесительными валами (тарельчатых);
- в – принудительного действия с горизонтально расположенными смесительными валами (лотковых): сверху – одноовальные, внизу – двухвальные;

I – положение смешивания; II – положение разгрузки;

1 – барабан (корпус); 2 – лопасти; 3 – смесь;

4, б – разгрузочное и загрузочное отверстия; 5 – центральный стакан

В смесителях непрерывного действия (рис. 4.66) загрузка компонентов, их перемешивание и выдача готовой смеси осуществляются одновременно и непрерывно. Отдозированные компоненты непрерывным потоком поступают в смеситель и смешиваются

лопастями при продвижении от загрузочного отверстия к разгрузочному. Готовая смесь непрерывно поступает в транспортные средства. Смесители непрерывного действия наиболее целесообразно применять для приготовления больших объемов бетонной или растворной смеси одной марки.

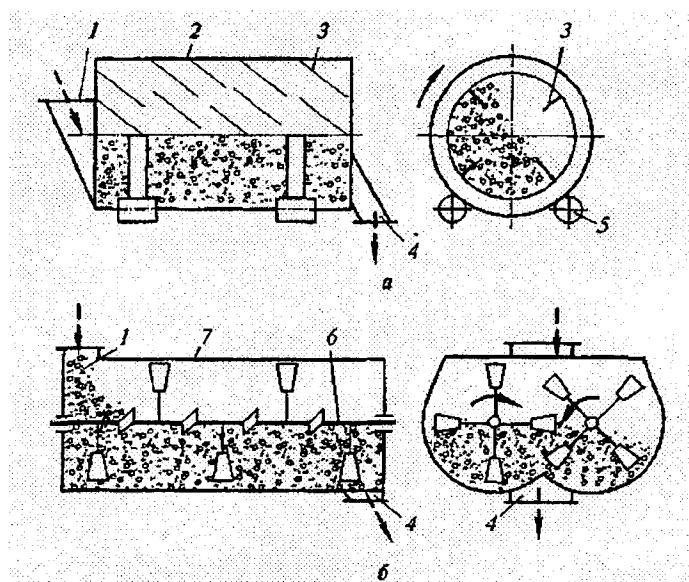


Рис. 4.66. Принципиальные схемы смесителей непрерывного действия:
a – гравитационные; *б* – принудительного действия;
 1 – загрузочное отверстие; 2 – барабан; 3 – лопасти; 4 – разгрузочное отверстие;
 5 – опорные ролики; 6 – лопастный вал; 7 – корпус

Главным параметром смесительных машин циклического действия является объем (л) готового замеса, выданный за один цикл работы, смесителей непрерывного действия – объем готовой продукции (m^3), выдаваемой машиной за 1 ч работы.

По принципу смешивания компонентов различают машины со смешиванием при свободном падении материалов (гравитационные) и с принудительным смешиванием (принудительного действия). В смесителях принудительного действия орбиты составляющих имеют вынужденный характер, в гравитационных – свободный. Гравитационный смеситель вращается относительно

горизонтальной или наклонной (под углом до 15°) оси барабана с лопастями на внутренней поверхности (см. рис. 4.65, а; 4.66, а). Лопасти непрерывно подхватывают и поднимают компоненты смеси на определенную высоту, при достижении которой они свободно падают потоком с лопастей под действием силы тяжести; смешивание происходит в результате столкновения падающих потоков компонентов. Чтобы не возникали центробежные силы, препятствующие свободной циркуляции смеси внутри барабана, частота его вращения не должна превышать $0,3 \dots 0,4 \text{ с}^{-1}$. В смесителях с принудительным смешиванием компоненты смеси принудительно перешиваются в неподвижном барабане или чаше горизонтальными, наклонными или вертикальными лопастными валами или лопастным ротором, вращающимся внутри смесительной емкости. Смесители с горизонтальными смесительными валами называют лотковыми (см. рис. 4.65, в), с вертикальными валами – тарельчатыми (см. рис. 4.65, б).

По способу установки смесители подразделяются на передвижные и стационарные. Передвижные смесители используются при небольших объемах строительных и ремонтно-строительных работ на рассредоточенных объектах, а стационарные входят в состав технологических линий бетонорастворосмесительных установок средней и большой производительности бетонных и растворных заводов.

Техническая производительность смесительных машин циклического действия

$$P_r = V_3 n / 1000, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где V_3 – объем готовой смеси в одном замесе, л; $V_3 = V_6 k$;

V_6 – вместимость смесительного барабана по загрузке составляющих (полезный объем барабана), л;

k – коэффициент выхода готовой смеси.

Гравитационный бетоносмеситель представляет собой вращающийся барабан, к внутренним стенкам которого под определенными углами прикреплены лопасти. При вращении барабана материал силами трения, а также лопастями поднимается на некоторую высоту и затем свободно падает вниз. При этом образуются определенные радиальные и осевые потоки движения смеси, в которых различные частицы материала сталкиваются между собой и равномерно перераспределяются по объему замеса.

Бетоносмесители с грушевидным барабаном выпускают передвижными для приготовления бетонной смеси на строительных площадках при малых объемах работы и стационарными, используемыми преимущественно в условиях заводского приготовления бетонной смеси. В этих бетоносмесителях загрузка и выгрузка материалов производятся с одной стороны. Конструкция бетоносмесителя обеспечивает возможность вращения барабана вокруг его оси при смешивании материалов и опрокидывания при выгрузке готовой смеси.

Современные опрокидывные гравитационные бетоносмесители с грушевидным барабаном выпускают с объемом готового замеса 65, 165, 330, 500, 1000 и 2000 л.

Бетоносмесители с грушевидным барабаном при объеме готового замеса 65 л (рис. 4.67) выполняют на колесном ходу. Они состоят из смесительного барабана 1 с тремя лопастями 2, редуктора 3, поворотного штурвала с тормозом 4, фиксирующим барабан в положениях загрузки и перемешивания, рамы 5 с ходовыми колесами 7. Вращение смесительного барабана обеспечивается от двигателя внутреннего сгорания или электродвигателя 6 через клиноременную передачу.

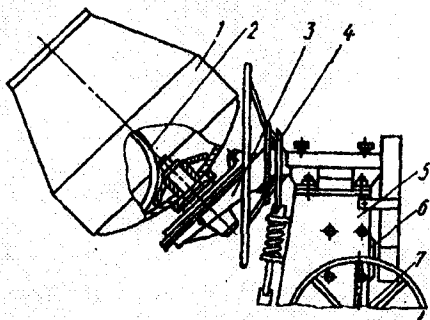


Рис. 4.67. Бетоносмеситель с грушевидным барабаном с объемом готового замеса 65 л

Бетоносмесители с объемом готового замеса 165 и 330 л монтируют на рамах, нижняя часть которых представляет собой полость. Загрузка смесительных барабанов этих бетоносмесителей осуществляется загрузочными ковшами, а опрокидывание на разгрузку – вручную поворотным штурвалом или гидроцилиндрами, расположенными в одной

из стоек рамы. Эти бетоносмесители могут быть использованы не только как передвижные на строительных площадках, но и в качестве оборудования заводов сборного и товарного бетона.

Стационарные бетоносмесители с грушевидными барабанами не имеют загрузочного ковша. Их используют для приготовления бетонных смесей на заводах товарного бетона и на заводах ЖБИ большой мощности. Эти бетоносмесители загружаются через лотки из дозаторов.

Вращение смесительного барабана бетоносмесителей с объемом готового замеса 500 и 1000 л осуществляется через консольный выходной вал редуктора, расположенного в траверсе (рис. 4.68), а бетоносмесителя с объемом готового замеса 2000 л – через зубчатый венец, закрепленный на смесительном барабане.

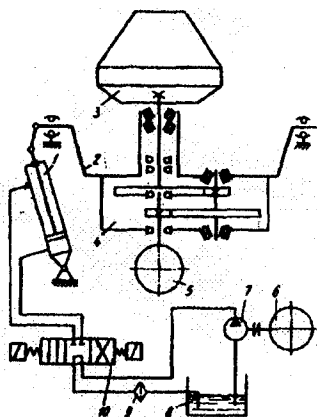


Рис. 4.68. Кинематическая схема бетоносмесителя:

- 1 – гидроцилиндр; 2 – траверса; 3 – смесительный барабан; 4 – редуктор;
5, 6 – двигатель; 7 – насос; 8 – бак; 9 – фильтр; 10 – распределитель

Для предупреждения износа корпусов внутреннюю поверхность смесительных барабанов облицовывают броневыми листами. Внутри барабанов устанавливают по три донные и три горловинные смесительные лопасти.

Автобетоносмесители применяют для приготовления бетонной смеси в пути следования от питающих отдозированными сухими компонентами специализированных установок к месту укладки,

для приготовления бетонной смеси непосредственно на строительном объекте, а также для транспортирования готовой качественной смеси с побуждением ее при перевозке. Они представляют собой гравитационные реверсивные бетоносмесители с грушевидным смесительным барабаном, установленные на шасси грузовых автомобилей, специальных шасси автомобильного типа или на полуприцепах, агрегируемых с трехосными тягачами.

Смесительные барабаны имеют постоянный угол наклона оси (10...15°) к горизонту. Внутри смесительных барабанов установлены двухзаходные винтовые лопасти, обеспечивающие загрузку и перемешивание бетонной смеси при вращении барабана в одну сторону и выгрузку готовой смеси при вращении барабана в обратном направлении (реверсе).

Привод вращения смесительного барабана может быть механическим с отбором мощности от автономного двигателя через систему механических передач, включающих реверсивный редуктор и цепную передачу с зубчатым венцом, закрепленным на барабане, и гидромеханическим с отбором мощности через гидромеханическую передачу от автономного двигателя, двигателя базового шасси или от коробки отбора мощности трансмиссии шасси.

Гидромеханическая передача включает гидронасос с регулируемой подачей, реверсивный гидромотор и планетарный редуктор. Гидронасос нагнетает рабочую жидкость в гидромотор, который через планетарный редуктор приводит во вращение смесительный барабан. Гидромеханический привод позволяет бесступенчато плавно регулировать частоту вращения барабана. Рабочее давление в гидросистеме составляет 18...22 МПа.

Для загрузки смесительного барабана компонентами смеси или бетонной смесью, а также выгрузки смеси из смесительного барабана на место укладки автобетоносмесители оборудуются лотковыми загрузочно-погрузочными устройствами. Для обеспечения технологического процесса приготовления бетонной смеси из сухих компонентов, предварительно загруженных в смесительный барабан, а также промывки барабана и узлов автобетоносмесителя от остатков бетонной смеси автобетоносмеситель снабжен системой водопитания с баками для воды, аппаратурой для подачи воды под давлением и ее дозирования.

Автобетоносмеситель (рис. 4.69) смонтирован на шасси 1 грузового автомобиля. Рабочее оборудование автобетоносмесителя включает раму 9, смесительный барабан 4 с загрузочно-разгрузочным устройством, механизм 3 вращения барабана, дозировочно-промывочный бак 2, водяной центробежный насос, систему управления оборудованием с рычагами 10, 12 и контрольно-измерительные приборы 11. Смесительный барабан имеет три опорные точки и наклонен к горизонту под углом 15° . Загрузочно-разгрузочное устройство состоит из загрузочной 5 и разгрузочной 6 воронок, складного лотка 7 переменной длины и поворотного устройства 8. Лоток может поворачиваться при разгрузке в горизонтальной плоскости на угол до 180° и в вертикальной плоскости на угол до 60° .

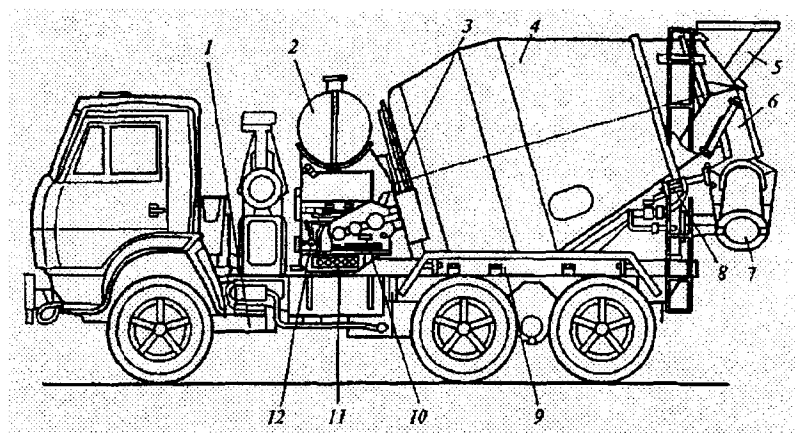


Рис. 4.69. Автобетоносмеситель

Кинематическая схема автобетоносмесителя показана на рис. 4.70. На внутренней поверхности барабана укреплены две спиральные лопасти 11, угол наклона которых подобран таким образом, что при вращении в одном направлении компоненты смеси попадают в нижнюю часть барабана, где происходит их гравитационное перемешивание, а при вращении в обратную сторону лопасти подают готовую смесь к приемному лотку, соединенному с поворотным разгрузочным желобом. Вращение барабану 9 сообщается от индивидуального дизельного двигателя 3 через реверсивный зубчатый

редуктор 5 и цепную передачу 6, ведомая звездочка 8 которой жестко прикреплена к сферическому днищу барабана, опирающегося спереди на раму шасси центральной цапфой 7, а сзади – гладким бандажом 10 на опорные ролики 12, установленные на шарикоподшипниках. Привод обеспечивает две частоты вращения барабана в обе стороны при загрузке, перемешивании и разгрузке. Частоту вращения при загрузке выбирают в зависимости от производительности питающей установки. Приготовление смеси в пути следования производят при дальности транспортировки не более 10...15 км, при этом отдозированные компоненты в смесительный барабан загружают одновременно. При перевозках на большие расстояния в барабан загружают сначала сухие компоненты (цемент и заполнители), а подачу воды и приготовление смеси производят непосредственно на объекте. Заданная порция воды подается в смесительный барабан из дозировочно-промывочного бака центробежным насосом 1 через сопло в загрузочной воронке. Через то же сопло производится промывка барабана водой после разгрузки. Привод насоса осуществляется от двигателя 3 через карданный вал 4 и клиноременную передачу 2. При транспортировке готовой бетонной смеси во избежание ее расслаивания барабан вращается с пониженной частотой, непрерывно перемешивая смесь.

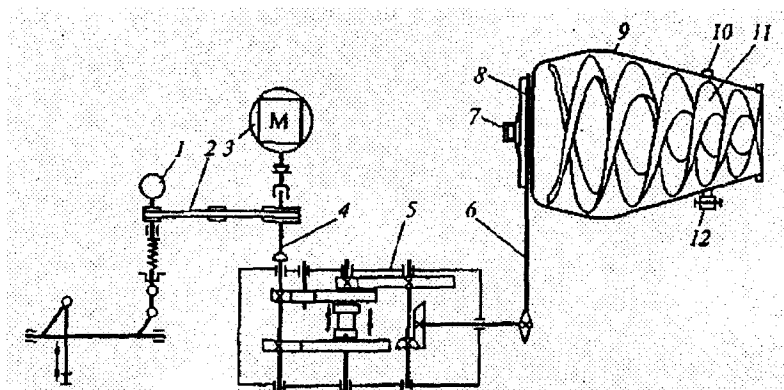


Рис. 4.70. Кинематическая схема автобетоносмесителя

Бетоносмесители принудительного смешивания подразделяют на чашеобразные и корытообразные. В чашеобразных бетоносмесителях

корпус выполнен в виде чаши цилиндрической формы с одним или несколькими перемешивающими валами. В корытообразных бетоносмесителях корпус оснащен одним или двумя перемешивающими лопастными валами.

При сопоставлении бетоносмесителей принудительного и гравитационного смешивания установлено, что удельная энергоемкость бетоносмесителей принудительного смешивания выше, а удельная металлоемкость примерно одинакова, но с некоторым увеличением в бетоносмесителях принудительного смешивания. Таким образом, конструктивные технико-экономические показатели бетоносмесителей принудительного смешивания несколько хуже гравитационных. Однако бетоносмесители принудительного смешивания более производительны, они обеспечивают приготовление смесей высокой жесткости, чего нельзя достичь в гравитационных бетоносмесителях.

К числу недостатков бетоносмесителей принудительного смешивания следует отнести трудность обслуживания и эксплуатации, связанную со сложностью их конструкции, а также быстрый износ смешивающих рабочих органов.

В принудительных чашеобразных бетоносмесителях смесь совершает вращательное движение под воздействием лопастей или корпуса или одновременно того и другого. При этом преобладающее значение приобретают горизонтальные перемещения ее частиц, а влияние сил тяжести ограничено.

По конструкции принудительные бетоносмесители с вертикальными валами подразделяют на смесители с эксцентрично и концентрично расположенными валами относительно центральной оси чаши смесителя. Эти смесители относятся к смесителям циклического действия.

Бетоносмесители с эксцентрично расположенными валами подразделяют на прямоточные и противоточные с вращающейся или неподвижной чашей. Прямоточные имеют направление вращения лопастного вала, совпадающее с направлением движения смешиваемых материалов, обеспечиваемого вращающейся чашей или лопастями, закрепленными на траверсе.

В противоточных бетоносмесителях вращающаяся чаша или траверса со скребками направляет смешиваемые материалы к лопастным валам, вращение которых противоположно вращению чаши или траверсы.

Общий вид чашеобразного планетарно-роторного бетоносмесителя с неподвижной чашей показан на рис. 4.71. Чаша состоит из внешнего 17 и внутреннего 14 цилиндров и днища 16. Внутренний цилиндр предупреждает образование застойной зоны перемешиваемых материалов в центре чаши. Днище и боковые поверхности цилиндров защищены от износа сменными броневыми листами. В днище имеется затвор 13 для выгрузки смеси. Затвор управляется пневмоцилиндром 18. Смесительная чаша сверху закрыта патрубком 1 и крышками люков 10. Над чашей бетоносмесителя крепится привод ротора и смесительных лопастных валов, представляющий собой мотор-редуктор 4 вертикального типа. Вращение от привода передается через эластичную муфту 5 траверсе 3 и далее через шестерни 6, 7, 8 и 9 к лопастным валам 11, на дисках 12 которых закреплены смесительные лопасти 2. Таким образом, смесительные лопасти вращаются одновременно вокруг центральной 15 и собственных 11 осей и совершают сложное планетарное движение в кольцевом пространстве, образованном внешним и внутренним цилиндрами чаши. На траверсе при помощи рычагов и кронштейнов прикреплены подгребающая лопасть 21 и скребки 19 и 20 для очистки внешнего и внутреннего цилиндров чаши.

Автобетононасосы предназначены для подачи свежеприготовленной бетонной смеси с осадкой конуса 6...12 см в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки при возведении сооружений из монолитного бетона и железобетона. Они представляют собой самоходные мобильные бетонотранспортные машины, состоящие из базового автошасси, бетононасоса с гидравлическим приводом и шарнирно сочлененной стрелы с бетоноводом для распределения бетонной смеси в зоне действия стрелы во всех ее пространственных положениях. Отечественные автобетононасосы конструктивно подобны и оборудуются двухцилиндровыми гидравлическими поршневыми бетононасосами.

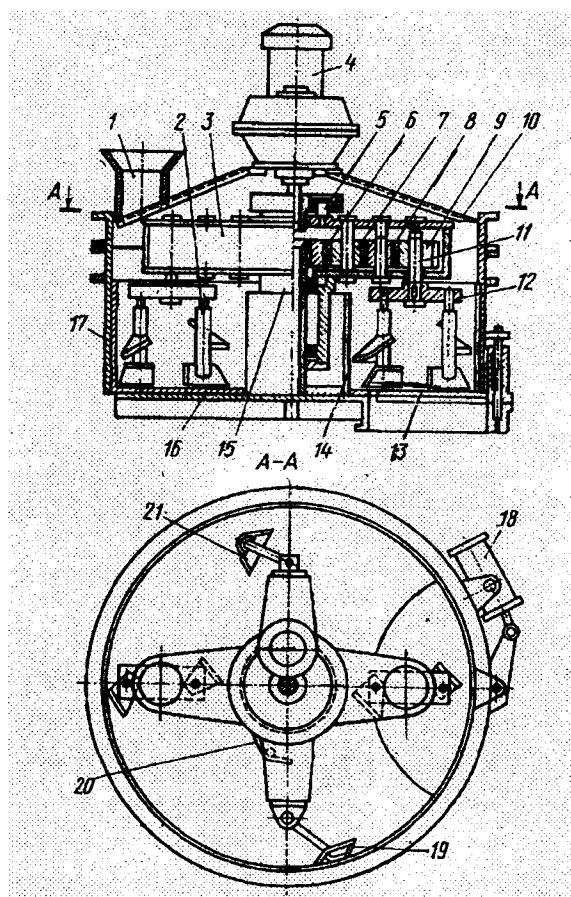


Рис. 4.71. Планетарно-роторный бетоносмеситель с неподвижной чашей

Бетононасос (рис. 4.72) состоит из двух бетонотранспортных цилиндров 6, поршни которых получают синхронное движение во взаимно противоположных направлениях от индивидуальных рабочих гидроцилиндров 10, осуществляя попеременно такт всасывания смеси из приемной воронки 3 и такт нагнетания ее в бетоновод 1. Движение поршней согласовано с работой поворотного бетонораспределительного устройства 2, поворот которого на определенный угол осуществляется с помощью двух гидроцилиндров 12. Когда

в одном из бетонотранспортных цилиндров бетонная смесь всасывается из воронки, во втором через поворотную трубу распределительного устройства смесь нагнетается в бетоновод 1.

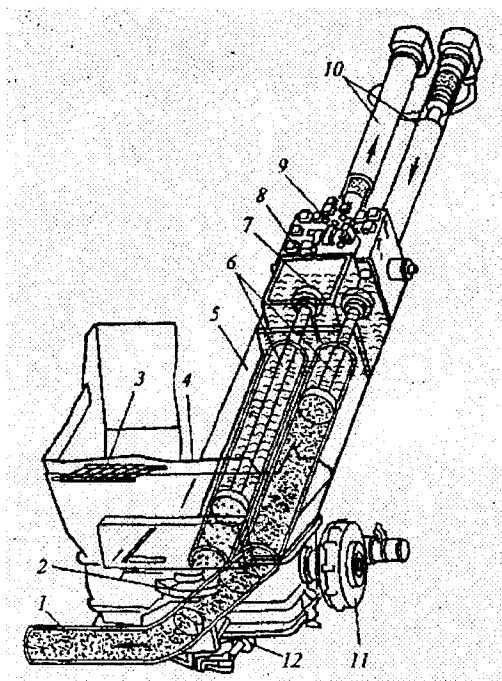


Рис. 4.72. Бетононасос

В конце хода нагнетания распределительное устройство изменяет с помощью следящей системы свое положение одновременно с переключением хода приводных гидроцилиндров.

Приемная воронка оборудована в верхней части решеткой 4, в нижней – лопастным побудителем с приводом 11.

Бетонотранспортные цилиндры помещены в корпус 5, имеющий резервуар 8 для промывочной воды и сообщающийся со штоковыми полостями бетонотранспортных цилиндров. При замене промывочную воду сливают через спускное отверстие, перекрываемое крышкой с рукояткой 7. Бетононасос снабжен электрогидравлическим блоком управления 9.

Гидравлический привод обеспечивает более равномерное движение смеси в бетоноводе, предохраняет узлы насоса от перегрузок и в широком диапазоне позволяет регулировать рабочее давление и производительность машины. Двухпоршневые бетононасосы с гидравлическим приводом обеспечивают диапазон регулирования объемной подачи 5...65 м³/ч при максимальной дальности подачи до 400 м по горизонтали и до 80 м по вертикали.

Техническая производительность поршневых бетононасосов

$$P_T = 3600A \ln k_n, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где A – площадь поперечного сечения поршня, м²;

l – длина хода поршня;

n – число двойных ходов поршня, с⁻¹;

k_n – коэффициент наполнения смесью бетонотранспортного цилиндра (0,8...0,9).

Главным параметром автобетононасосов является объемная подача (производительность), м³/ч.

Автобетононасос (рис. 4.73) подает товарный бетон в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки с помощью распределительной стрелы 4 с бетоноводом 9 или инвентарного бетоновода. Распределительная стрела состоит из трех шарнирно сочлененных секций, движение которым в вертикальной плоскости сообщается гидроцилиндрами двустороннего действия 5, 7 и 11. Стрела монтируется на поворотной колонне 3, опирающейся на раму 15. Шасси 1 через опорно-поворотное устройство 2 поворачивается в плане на 360° гидравлическим поворотным механизмом и имеет радиус действия до 19 м. На шасси также монтируются гидробак 6 и бак для воды 10. Прикрепленный к стреле шарнирно сочлененный секционный бетоновод 9 заканчивается гибким шлангом 13. Бетонная смесь подается в приемную воронку 14 бетононасоса 8 из автобетоносмесителя или автобетоновоза. При работе автобетононасос опирается на выносные гидравлические опоры 16. Автобетононасосы имеют переносный пульт дистанционного управления движениями стрелы, расходом бетонной смеси и включением-выключением бетононасоса, что позволяет машинисту находиться вблизи места укладки смеси.

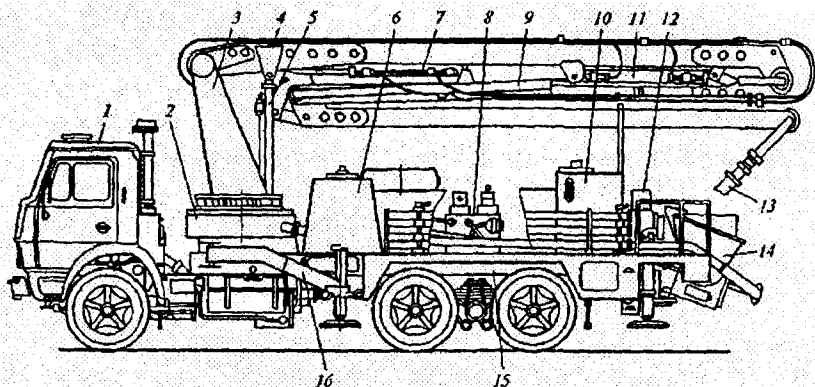


Рис. 4.73. Автобетононасос

4.10. Ознакомление с машинами для строительства дорог

Строительство дорог включает в себя выполнение подготовительных работ, работ по возведению земляного полотна, основания и устройству покрытия. Ранее рассмотрены все дорожно-строительные машины, кроме машин для устройства покрытий дорог. На автомобильных дорогах создают асфальтобетонные и цементобетонные покрытия.

Для устройства асфальтобетонных покрытий задействуют автогудронаторы и асфальтоукладчики (асфальт готовят на асфальтобетонных заводах).

Автогудронаторы применяют для перевозки и распределения при строительстве дороги битумных материалов (только для перевозки битумных материалов применяют автобитумовозы).

По способу передвижения гудронаторы классифицируют на самоходные (автогудронаторы), прицепные и полуприцепные. Самоходные монтируют на шасси автомобиля. Для прицепных и полуприцепных гудронаторов используют автомобильные прицепы, полуприцепы или специальные одноосные тележки.

По способу привода битумного насоса различают автогудронаторы с приводом от двигателя автомобиля, на шасси которого смонтирован гудронатор, и с приводом от отдельного двигателя.

Применение двух двигателей (одного – для трансмиссии ходовой части автомобиля и другого – для привода насоса) позволяет изменять норму розлива битума в более широком диапазоне.

Автогудронаторы состоят из цистерны, автомобильного шасси или тягача, системы подогрева, системы перекачки и распределения битума.

Наибольшее распространение получили автогудронаторы с полезной вместимостью цистерны 3500 и 7000 л.

Автогудронатор однодвигательного типа с полезной вместимостью цистерны 3500 л (рис. 4.74) монтируют на шасси автомобиля. Цистерна выполнена сварной из листовой стали. В поперечном сечении цистерна имеет форму эллипса и снабжена термоизоляционным слоем из стеклянной ваты, закрытой снаружи металлическим кожухом. Полость цистерны разделена волногасительной перегородкой на два сообщающихся отсека. В переднем отсеке установлена труба, которая верхней частью сообщается с атмосферой и служит для слива излишка битумных материалов при случайном переполнении цистерны, а также для уравнивания давления в цистерне с атмосферным воздухом. В верхней части цистерны имеется горловина с фильтром, через которую можно наполнять цистерну битумом.

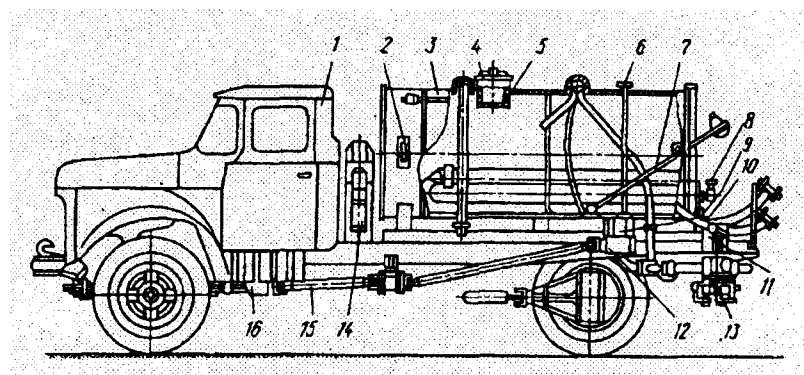


Рис. 4.74. Автогудронатор с цистерной вместимостью 3500 л:
1 – шасси ЗИЛ-130; 2 – термометр; 3 – цистерна; 4 – люк; 5 – фильтр;
6 – клапан; 7 – указатель уровня битума; 8 – стационарная горелка;
9 – рычаг большого крана; 10 – большой кран; 11 – механизм подъема;
12 – битумный насос; 13 – распределитель; 14 – огнетушитель;
15 – трансмиссия; 16 – коробка отбора мощности

Коммуникация цистерны состоит из большого крана, шестеренного насоса, малых кранов и трубопроводов. Устанавливая краны в различные положения, можно осуществлять наполнение цистерны, внутреннюю циркуляцию материалов, необходимую для более быстрого и равномерного подогрева, а также розлив битума через распределитель по обрабатываемой поверхности.

Распределитель автогудронатора имеет квадратное сечение и состоит из центральной, левой и правой частей. Указанные части соединены между собой шарнирно, что обеспечивает вращение левого и правого распределителей относительно вертикальной оси. Это позволяет быстро переводить его в транспортное положение и изменять ширину розлива благодаря вводу и выводу левой и правой частей из процесса распределения.

В нижней части распределителя установлены сопла на расстоянии 190 мм одно относительно другого. Эти сопла одновременно открываются или закрываются при помощи пневмокамер и рейки.

Автогудронатор снабжен также и ручным распределителем, который применяют при небольших ремонтных работах или устранении пропусков розлива битума.

Топливная система автогудронатора аналогична системе автобитумовоза и состоит из топливного бака, топливопровода, воздухопровода, двух стационарных и одной переносной горелок.

Топливо подается к горелкам под давлением 0,25...0,3 МПа. Стационарные горелки установлены на фланцах жаровых труб и могут работать независимо друг от друга. Они предназначены для разогрева битумных материалов в цистерне. Переносная горелка подсоединена к топливной системе рукавом. Она имеет отдельный вентиль и предназначена для обогрева трубопроводов и насоса.

На автогудронаторе установлены следующие приборы: указатель уровня вязущего материала в цистерне, термометр с пределами измерения температуры 0...200 °С и тахометр, показывающий частоту вращения вала насоса.

Промышленностью также выпускается автогудронатор с полезной вместимостью цистерны 7000 л с отдельным двигателем для привода битумного насоса. В конструктивном отношении этот гудронатор мало отличается от описанного выше.

Прицепные гудронаторы имеют только распределительную систему и насосную установку и, как правило, не имеют собственной

цистерны для материала. Их присоединяют к битумовозам и производят распределение вяжущих. Благодаря этому прицепные гудронаторы имеют небольшие габаритные размеры и малую массу.

Распределительная система позволяет осуществлять все операции по внутренней циркуляции и распределению вяжущих материалов. В трансмиссии от двигателя к насосу предусмотрены редуктор с двумя передачами прямого вращения и одной – обратной, а также предохранительное устройство, отключающее насос при перегрузке. Ширина розлива находится в пределах 1...7 м. Норма розлива 0,55...7,0 л/м² при ширине розлива 7 и 7... 10 л/м² при ширине розлива 4 м.

Для совместной работы необходимо соединить битумную коммуникацию автобитумовоза с коммуникацией прицепного гудронатора.

Производительность гудронаторов и битумовозов

$$\Pi_r = 3600V_{ц}k_b/T, \text{ л/ч,}$$

где $V_{ц}$ – полезный объем цистерны, л;

k_b – коэффициент использования машины по времени;

T – продолжительность одного рейса, с.

Продолжительность рейса

$$T = t_n + \frac{L}{v_r} + \frac{L}{v_n} + t_p + t_m + t_{п},$$

где t_n – время заполнения цистерны битумом, $t_n = 600...900$ с;

L – расстояние транспортирования битума, м;

v_r и v_n – скорости движения груженого и порожнего гудронатора, м/с;

$t_p = V_{ц}/(v_p q l) = V_{ц}/\Pi_n$ – время розлива битума по обрабатываемой поверхности, с (здесь v_p – скорость движения гудронатора при розливе, м/с; q – норма розлива, л/м²;

l – ширина розлива, м;

Π_n – производительность битумного насоса, л/с);

t_m – время маневрирования гудронатора на битумной базе и объекте строительства, $t_m = 240...360$ с;

$t_{п}$ – время на подготовку гудронатора и розлив битума, $t_{п} = 300...360$ с.

Для обеспечения бесперебойной работы автогудронаторов принимают число битумонагревателей

$$z = T_6/T,$$

где T_6 – время нагрева потребного объема битума для автогудронатора до рабочей температуры, с.

Горячие асфальтобетонные смеси готовят в стационарных, полустационарных и передвижных установках периодического или непрерывного действия. Производительность асфальтобетонных установок колеблется в пределах от 6 до 400 т/ч и более.

Современные **асфальтосмесительные установки** представляют собой сложившийся технологический комплекс оборудования и агрегатов, работающих в единой технологической цепи.

На рис. 4.75 показана принципиальная технологическая схема современной асфальтосмесительной установки. Со склада минеральные материалы подаются в агрегат питания *1*, каждый расходный бункер которого имеет дозатор для предварительного весового объемного дозирования фракционного щебня и песка.

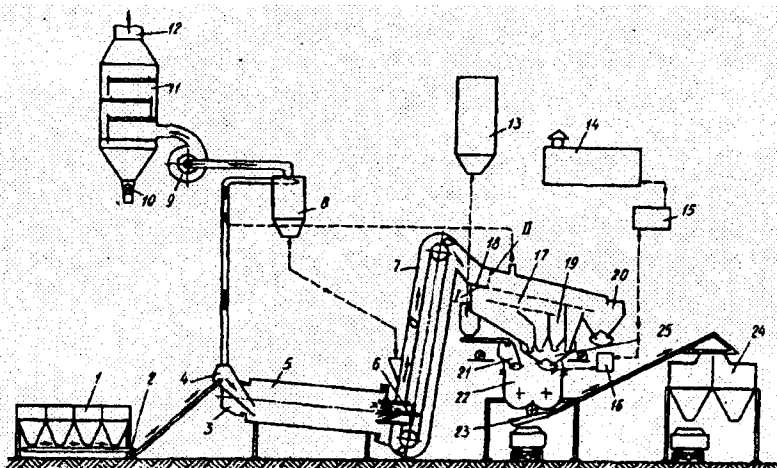


Рис. 4.75. Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси

Непрерывно дозируемые материалы поступают по ленточному транспортеру 2 в загрузочное устройство 4 сушильного агрегата 5, где материалы высушиваются и нагреваются до рабочей температуры. Барабан имеет топку с форсункой 6. Температуру нагревания устанавливают с учетом последующих потерь и постоянно контролируют. Горячим элеватором 7 компоненты смеси по отсекам 19 горячих бункеров подаются в сортировочный агрегат 17 для более тщательного фракционирования и последующего весового дозирования в дозаторе, а негабарит сбрасывается в бункер 20.

При установке перекидного лотка 18 в положение II горячие материалы поступают в бункер песка и далее на дозирование в дозатор, минуя грохот.

В установках периодического действия дозирование ведется порционно на каждый последующий замес. Отдозированный материал одного замеса из весового бункера дозатора 25 для песка и щебня подается в смеситель 22. Порция минерального порошка из агрегата хранения и выдачи 13 подается в бункер, а затем дозатором 21 в смеситель. Битум из битумохранилища 14 подогревается нагревателем 15 и насосно-дозирующим устройством 16 вводится в смеситель. Возможно применение аналогичного устройства для дозирования и подачи поверхностно-активных добавок.

Готовая порция смеси выгружается из смесителя либо в ковш скипового подъемника 23 накопительного бункера 24, либо в кузов автосамосвала. Наличие накопительного бункера позволяет исключить простой смесительного агрегата при задержке транспорта по прибытии последнего и до минимума сократить продолжительность простоя транспорта под загрузкой.

За автоматической работой агрегатов ведется контроль с пульта управления оператора, где также имеется дублирующая система дистанционного управления.

Дозатор минерального порошка пневмотранспортом загружается из расходной емкости. Последняя по мере опоражнивания заполняется из цистерны цементовоза. Установка может иметь дополнительный агрегат для беспламенной сушки и нагрева минерального порошка.

Битумная система питается от обогреваемой цистерны, которая имеет насосное устройство. Вместо цистерны можно применять битумонагревательные котлы, оборудованные битумными насосами.

Дымовые газы из сушильного барабана через дымовую коробку 3 поступают на первую ступень очистки 8. Уловленная пыль должна быть направлена в горячий элеватор. Подача уловленной пыли в бункер минерального порошка, или в дозатор минерального порошка 21, или специальный дозатор пыли нежелательна по двум причинам: во-первых, пыль, уносимая из сушильного барабана, является неотъемлемым компонентом песка и при частичной ее подаче в процессе дозирования могут нарушиться проектная пористость и плотность асфальтобетона; во-вторых, силикатная пыль уноса является кислой породой и не может служить заменой минерального порошка, приготовляемого из основных материалов – известняка или доломита.

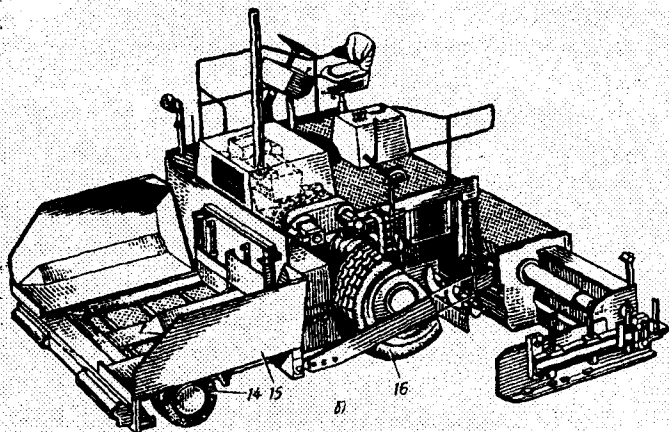
Очищенные на первой ступени дымовые газы дымососом 9 могут подаваться на вторую ступень пылеочистки II, на которой применяют мокрую очистку, рукавные фильтры, электрофильтры и др. Затем дымовые газы выбрасываются в трубу 12, а уловленная пыль или шлам удаляются через дозатор 10.

Для распределения, укладки и частичного или полного уплотнения асфальтобетонных смесей применяют асфальтоукладчики.

Асфальтоукладчики выполняют следующие операции: прием асфальтобетонной смеси в бункер из автосамосвалов на ходу без остановки машины, транспортирование смеси к уплотняющим органам, дозирование, распределение смеси по ширине укладываемого покрытия и предварительное или окончательное уплотнение смеси.

В современных асфальтоукладчиках в качестве силовых установок применяются дизельные двигатели. Ходовое устройство (рис. 4.76) включает в себя задний мост с одной парой ведущих пневматических колес и передний мост на управляемых колесах. Колеса имеют постоянный контакт с грунтом благодаря качающейся оси впереди и равномерному распределению нагрузки на ось. Хорошему сцеплению с основанием способствует заполнение ведущих колес водой. При плохом состоянии основания и малом сцеплении включается блокировка дифференциала. Траки укладчиков с гусеничным ходовым устройством покрыты резиновыми плитами, обеспечивающими хорошее сцепление с грунтом. Машина может двигаться по свежееуложенному дорожному покрытию.

а)



б)

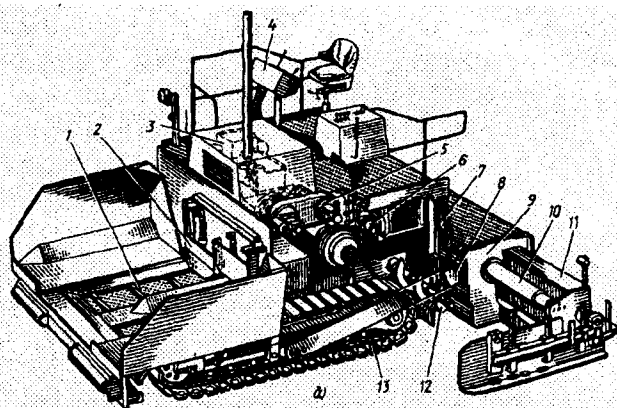


Рис. 4.76. Основные схемы асфальтоукладчиков с различными ходовыми устройствами:

а – гусеничным; *б* – колесным; 1 – два скребковых транспортера с гидроприводом и независимым управлением; 2 – шибберные заслонки с гидравлическим независимым управлением; 3 – двигатель с шумопоглощающим капотом; 4 – пульт управления; 5 – коробка передач с дифференциалом и тормозом; 6 – устройство для централизованного смазывания подшипников; 7 – гидроцилиндры подъема и опускания бруса; 8 – тяговый брус; 9 – основной вибротрамбующий брус с резонансными вибраторами и электронагревом выглаживающей плиты; 10 – телескопический гидроцилиндр выдвижения бруса; 11 – выдвижной брус; 12 – два шнековых распределителя с независимым гидроприводом; 13 – гусеничное ходовое устройство с резиновыми грунтозацепами и долговечной смазкой; 14 – передние управляемые колеса с плавающей осью; 15 – управляемые стенки бункера; 16 – ведущие колеса с пневматическими шинами, заполняемыми водой

Гидравлическая система служит для привода вибраторов уплотняющих рабочих органов, управления гидромуфтами и включения гидроцилиндров подъема боковых стенок бункера и рабочих органов, а также для управления гидроцилиндрами автоматики. Рабочие органы состоят из обогреваемой виброплиты и трамбуемого бруса с отражательным щитом. Они имеют плавающую подвеску и с помощью тяговых брусьев шарнирно прикреплены к раме асфальтоукладчика. Контроль за количеством смеси в шнековой камере производится двумя датчиками, установленными у концов распределительных шнеков. По сигналам датчиков с помощью гидроцилиндров, работающих в автоматическом режиме, осуществляется подъем-опускание шиберных заслонок, соответственно увеличивающих или уменьшающих подачу шпателей. Такое регулирование позволяет исключить переполнение шнековой камеры смесью и уменьшить налипание материала на элементы конструкции.

Автоматическая следящая система «Стабилослой» для обеспечения ровности покрытия работает по сигналам датчиков продольного и поперечного профиля. Асфальтоукладчиками управляет оператор с одного из двух постов, расположенных с левой и правой стороны машины. Они имеют дублированное ручное управление с гидромеханическими передачами и поворотный пульт с кнопками включения исполнительных органов асфальтоукладчиков. Укладчики имеют высокую эксплуатационную готовность благодаря быстрому и простому уходу. Они имеют встроенное оборудование для централизованного автоматического смазывания всех подшипников, входящих в контакт с горячим материалом. Гусеничное ходовое устройство имеет элементы соединения с бессменным смазочным материалом. Уровень масла в коробке передач контролируется с рабочего места оператора. Все быстро изнашивающиеся детали – выглаживающие листы, листы конвейера и лопасти – закреплены винтами, что обеспечивает их быструю замену. В конструкциях укладчиков применено большое количество унифицированных, стандартизированных узлов и деталей.

Асфальтобетонная масса, доставляемая автосамосвалами, выгружается в приемный бункер укладчика, затем питателями подается к шнеку, распределяющему массу равномерно по всей ширине. После этого смесь частично или полностью уплотняется трамбуемым брусом и выравнивается выглаживающей плитой. При необходимости

окончательное уплотнение осуществляется моторными катками. В качестве рабочего органа на самоходных асфальтоукладчиках применяют системы «брус – плита» двух типов: для предварительного и высокого уплотнения. В первом случае система состоит из трамбуемого бруса и выглаживающей плиты, во втором включает в себя несколько уплотняющих элементов различного типа. По характеру колебаний различают системы с качающимся брусом, который колеблется в горизонтальной плоскости в направлении, перпендикулярном направлению движения асфальтоукладчика, и с трамбуемым брусом, который колеблется в вертикальной плоскости. Последний получил наибольшее распространение. Эксцентриковый вал трамбуемого бруса имеет гидропривод, обеспечивающий бесступенчатое регулирование частоты колебаний. Это позволяет подобрать наилучший режим при изменении условий работы (вида укладываемого материала, толщины слоя или скорости движения асфальтоукладчика). Асфальтоукладчики могут иметь распределительную и уплотняющую системы переменной ширины. Механизм изменения ширины гидравлический.

Машина для устройства асфальтобетонного покрытия, входящая в состав автоматизированного комплекта для скоростного строительства дорог, предназначена для приема из автосамосвалов асфальтобетонных смесей, распределения по ширине и уплотнения с одновременной отделкой поверхности покрытия. Рабочее оборудование выполнено в виде навесного оборудования к профилировщику на типовом четырехопорном гусеничном шасси.

Машины для строительства цементобетонных покрытий в основном выпускают двух типов: машины с колесно-рельсовым ходовым устройством (для их работы необходимо наличие рельс-форм) и машины со скользящими формами с гусеничным ходовым устройством. Последние получили наибольшее распространение, и их выпускают двух размеров: большой производительности для строительства магистральных дорог и взлетно-посадочных полос и малой производительности – для дорог местного значения.

Наиболее эффективно скоростное строительство цементобетонных покрытий осуществляется автоматизированными комплектами машин со скользящими формами. Комплект машин составляют группа основных машин и дополнительное технологическое оборудование. Основной группой машин комплекта являются профилировщик

основания, распределитель бетона, бетоноукладчик со скользящими формами, бетоноотделочная машина и распределитель пленкообразующих материалов. В дополнительное оборудование входят: конвейер-перегрузатель, тележка для арматурной сетки, вибропогружатель арматурной сетки, нарезчики продольных и поперечных швов, заливщик швов, трейлеры для транспортирования машин комплекта.

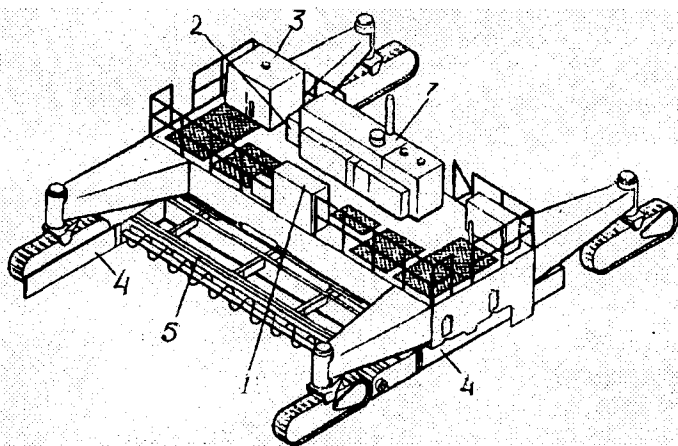


Рис. 4.77. Бетоноукладчик:

- 1 – пульт управления; 2 – генератор привода глубинных вибраторов;
 3 – бак для воды; 4 – скользящие формы (боковая опалубка);
 5 – рама рабочих органов

Профилировщики дорожных оснований предназначены для разработки корыта в целинном грунте и профилирования его дна, а также для окончательного профилирования и уплотнения песчаного основания или основания из грунта, укрепленного вяжущим материалом. Они оснащены профилирующим и уплотняющим рабочими органами.

По типу рабочего органа профилировщики бывают ножевыми и фрезерными. Ножевые профилировщики снабжены уплотняющим вибробрусом. Рабочий орган – отвал с профилирующим ножом. Он окончательно профилирует основание, срезая излишки грунта и частично его перераспределяя. Механизмом подъема и опускания регулируют высоту заглабления. Фрезерный рабочий орган представляет собой отвал с закрепленной на нем фрезой для профилирования

укрепленных грунтов или шнеком для профилирования песчаных оснований. Сменные резцы фрезы с пластинками из твердого сплава расположены по винтовой линии. Транспортёр удаляет срезанный материал за пределы основания.

Фрезу и отвал можно настраивать на плоское и на двускатное поперечные основания. Уплотнение подстилающего песчаного основания осуществляется вибробрусом.

Бетонораспределители принимают смесь из автосамосвалов или автобетоносмесителей и распределяют ее по дорожному основанию слоем заданной толщины. Распределители являются машинами непрерывного и периодического действия. Бетонораспределители непрерывного действия распределяют смесь, поступающую на основание строящейся дороги. Они имеют высокую производительность и требуют четкой организации работ по доставке смеси к месту ее укладки. Распределители периодического действия работают циклично. Новая порция бетона распределяется по основанию после распределения предыдущей порции и на новую позицию.

По конструкции рабочих органов распределители бывают бункерными, шнековыми, лопастными, ковшовыми. Бункерные распределители относятся к машинам периодического действия, остальные – к машинам непрерывного действия.

Смесь, выгруженную распределителем на дорожное основание, равномерно распределяют в поперечном направлении шнеком, лопастью или ковшом и предварительно разравнивают отвалом. Окончательное профилирование покрытия осуществляется профилирующими заслонками, которые можно устанавливать на односкатный или двускатный поперечный профиль покрытия.

Бетоноотделочные машины осуществляют разравнивание, профилирование, уплотнение и окончательную отделку (выглаживание и затирку) поверхности покрытия. Машины данного типа следуют за бетонораспределителем. Бетоноотделочная машина имеет разравнивающий, уплотняющий и выглаживающий органы. Разравнивающий орган – это лопастный вал, шнек или вибробрус. Для уплотнения бетонной смеси применяют вибрационный или трамбуемый брус. Выравнивание и выглаживание поверхности бетонного слоя производится выглаживающей лентой или брусом, совершающим качательные движения в горизонтальной плоскости, а также выглаживающими плитами с вертикальными колебаниями. Бетоноотделочные

машины имеют один рабочий орган – вибрационный или трамбуемый брус, два рабочих органа – уплотняющий и выглаживающий брус, три рабочих органа – разравнивающий, уплотняющий и выглаживающий брус, четыре рабочих органа – вибрационный, трамбуемый и разравнивающий брус, а также выглаживающую ленту. Технологическая операция выполняется сразу несколькими рабочими органами: уплотнение – вибрационным и трамбуемым брусом, а отделка поверхности – разравнивающим брусом и выглаживающей лентой. Идет переход к универсальным рабочим органам, выполняющим несколько операций.

Профилировщик основания, входящий в комплект, имеет унифицированное самоходное четырехгусеничное базовое шасси с автоматической следящей системой управления рабочими органами по заданному курсу и профилю. Основная рама представляет собой сварную конструкцию коробчатого сечения. Установленные соосно две фрезы предназначены для первоначального фрезерования, рыхления и распределения грунта основания по ширине обрабатываемой полосы. Шнеки удаляют излишки грунта на обочину дороги или ленту конвейера-перегрузателя, а также распределяют материал по ширине основания. Каждая фреза и шнек имеют свой независимый и взаимозаменяемый привод.

Распределитель комплекта предназначен для приема бетонной смеси с обочины из самосвалов и распределения ее по ширине основания. Снизу к основной раме прикреплены фреза-шнек и отвал. Конструкция рабочих органов позволяет регулировать положение их краев и середины с помощью трех гидроцилиндров для получения одно- и двухскатного профилей покрытия. Машина оснащена выдвижным транспортером.

Конструктивной особенностью комплекта являются применение базового самоходного унифицированного четырехопорного гусеничного шасси и максимальная унификация узлов привода рабочих органов, гидро- и электрооборудования, аппаратуры автоматики и силовых установок.

Бетоноукладчик комплекта служит для разравнивания, профилирования, уплотнения и отделки бетонной смеси. На основной раме машины закреплены шнек, отвал шнека, глубинные вибраторы, вибробрус-дозатор, первый и второй качающиеся отделочные брус, плавающая выглаживающая плита и боковые скользящие формы.

Шнек предназначен для распределения смеси и состоит из двух частей, имеющих боковой гидравлический привод. Отвал шнека имеет плоскую форму и служит для создания подпора смеси в шнеке. Глубинные вибраторы обеспечивают равномерную плотность смеси по всей толщине слоя. Вибраторы со встроенными асинхронными электродвигателями крепятся на У-образных пружинных рычагах к состоящей из двух частей трубе, которая поворачивается вокруг оси горизонтальным гидроцилиндром. Частота вибрации глубинных вибраторов 180 Гц.

Вибробрус-дозатор вторично распределяет и выравнивает смесь после ее проработки глубинными вибраторами.

Два качающихся бруса предназначены для придания покрытию требуемого профиля и отделки по поверхности. Брусья состоят из двух частей коробчатого сечения. Возвратно-поступательное движение брусьев в поперечном направлении относительно укладываемого покрытия осуществляется четырьмя гидромоторами. Окончательная отделка поверхности производится плавающей плитой, состоящей из двух частей. Боковые скользящие формы формируют боковые поверхности бетонного покрытия.

Бетоноотделочная машина предназначена для окончательной отделки поверхности покрытия и придания ей требуемой текстуры бетона. Машина многопроходная и смонтирована на четырехколесном базовом шасси. Снизу к раме на вертикальной поворотной и подъемной цапфе подвешены две дюралевые трубы. Над ними для смачивания труб установлены два трубопровода с запираемыми соплами.

Сзади к раме кронштейнами прикреплена тканевая драга, которая орошается водой и передвигается по поверхности цементобетонного слоя.

Распределитель пленкообразующих материалов служит для нанесения материалов и создания на покрытии шероховатой поверхности. Машина выполнена однопроходной на самоходном четырехопорном колесном базовом шасси. К основной раме прикреплены две поперечные траверсы, по которым относительно покрытия перемещается щетка, создающая шероховатость поверхности покрытия. К передней части рамы подвешен барабан для пленки. Сзади к раме подвешены распределительная труба для распределения жидких пленкообразующих материалов и два выносных сопла для обработки боковых поверхностей покрытия.

4.11. Ознакомление с машинами для содержания дорог

Такие машины осуществляют весенне-летнее и зимнее содержание дорог. При весенне-летнем содержании дорог выполняются работы по сдвигу, образованию валиков наносов на расстоянии 1,5 м от бордюра и их погрузке и вывозу. Основную роль в этом процессе предполагается выполнить машинам МУН-1 и МУН-2 (производство ОАО «Амкодор»). Машина МУН-1 поможет быстро очистить и аккуратно уложить в валики прибордюрный мусор, который затем может быть легко убран бульдозером – погрузчиком ДЗ-133 или многоковшовым погрузчиком ТМ-3. Машина МУН-2 решает проблему качественной уборки дорог от наносов, пыли, грязи, снега и погрузки их в транспортные средства. Белорусскими предприятиями выпускается весь комплекс машин, обеспечивающих летнее содержание дорог (табл. 5.1) с прилегающими инженерными сооружениями.

Машина МУН-1 монтируется на базе трактора МТЗ-80/82 и обеспечивает работу со скоростью до 4,26 км/ч и убирает наносы плотностью до 2,14 т/м³. Машина МУН-2 выполняется прицепного типа.

Подметально-уборочные машины для летнего содержания предназначены для подметания асфальто- и цементобетонных дорожных покрытий и сбора смета в бункер машины. В зависимости от способа воздействия на дорожное покрытие при подметании машины разделены на:

- машины щеточного типа с исполнительным органом в виде щеточного устройства;
- машины вакуумно-пневматического типа, подметающие дорожное покрытие струей воздуха;
- машины комбинированного щеточно-вакуумно-пневматического типа.

В настоящее время наиболее распространены машины щеточного и комбинированного типов. Что же касается машин вакуумно-пневматического, т. е. бесщеточного типа, то известно сравнительно небольшое число конструкций таких машин, применяемых только при обслуживании аэродромов.

Машины щеточного и комбинированного типов, в свою очередь, различают по способу обеспыливания процессов подметания и подачи смета в бункер машины. Причем обеспыливают при подметании

двумя способами: увлажнением дорожного покрытия (мокрое обеспыливание) и отсасыванием пыли из зоны действия щеток (сухое обеспыливание).

По способу подачи смета в бункер машины разделены на машины с механическим конвейером и машины с пневматическим транспортером.

Современные подметально-уборочные машины смонтированы на специальных и автомобильных шасси, а также на прицепах.

Подметально-уборочные машины обеспечивают полный цикл уборки, в том числе отделение загрязнений и перемещение их с дорожных покрытий в бункер машины. Цикл уборки современной машины включает подметание покрытий, заполнение бункера сметом, транспортирование его на места складирования, разгрузку бункера и заполнение бака водой, необходимой для обеспыливания при подметании.

Для уборки загрязнений машина снабжена щеточными и транспортирующими устройствами, бункером для смета, механизмом его опорожнения, системой обеспыливания зоны подметания. Щеточное устройство обычно представляет собой комбинацию двух или трех щеток, различающихся формой (рис. 4.78). При этом торцовые щетки, предназначенные для уборки полосы дороги у камня, обеспечивают подметание и перемещение загрязнений к оси машины. Цилиндрические щетки не только подметают полосы дороги перед машиной, но и направляют смет непосредственно в бункер (рис. 4.78, *а*) или к транспортирующему устройству (рис. 4.78, *б*). Получают распространение цилиндрические щетки, которые, подметая, поднимают смет и направляют его через разгрузочное окно кожуха непосредственно в бункер машины (рис. 4.78, *в*). Значительно распространены машины, у которых перемещение смета в бункер обеспечивается воздушным потоком. В этом случае цилиндрическая щетка, подметая весь смет, подает его непосредственно или с помощью вспомогательного устройства к всасывающему патрубку пневматического транспортера (рис. 4.78, *г*).

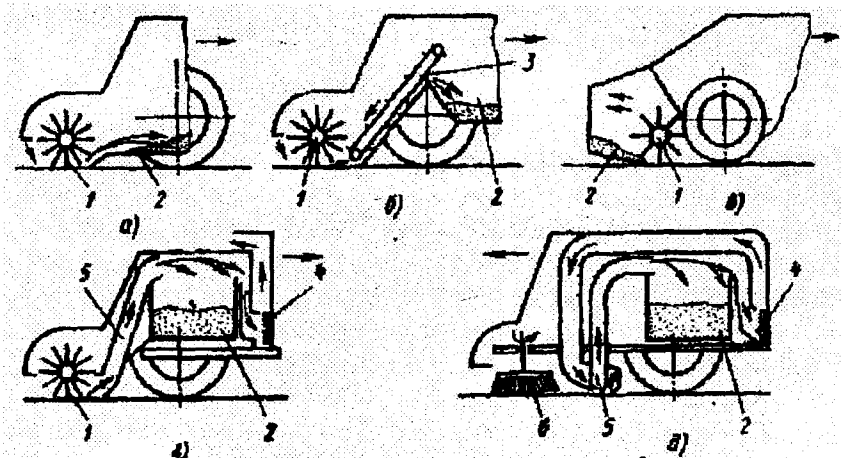


Рис. 4.78. Способы транспортирования смета в бункер:

а, в – перемещение смета в бункер щеткой;

б – перемещение смета механическим транспортером; *г* – перемещение смета пневматическим транспортером; *д* – подметание и перемещение смета сдуваемой и всасывающей воздушной струей; *1* – цилиндрическая щетка; *2* – бункер; *3* – механический транспортер; *4* – вентилятор; *5* – пневматический транспортер; *6* – лотковая щетка

Находят распространение машины, у которых воздушный поток использован для отделения загрязнений небольшой части убираемой полосы, захвата всего смета и перемещения его в бункер по трубе пневмотранспортера (рис. 4.78, д). Такие машины снабжены только лотковыми щетками, а функции цилиндрической щетки выполняет специальное сопло – подборщик пневмосистемы. Бункер разгружают преимущественно самосвальным устройством. Получили распространение устройства, перемещающие бункер в положение, которое обеспечивает выгрузку смета в кузов грузового автомобиля. В качестве средства обеспыливания зоны подметания применяют увлажнение и только в редких случаях используют пневматические системы обеспыливания.

На широко распространенных машинах ПУ-53 и ПУ-53А загрязнения, отделенные щеткой, поступают в бункер с помощью механического скребкового транспортера.

ПРУП «Завод Минскагропромаш» выпускает машину подметальную МП-2,5 (рис. 4.79), которая состоит из рамы 1 с колесным ходом 2, имеющим пневматические тормоза, и прицепного устройства 3. На раме на шарнирах установлен бункер-мусоросборник 4, элеватор скребковый 5, рабочие органы: щетки лотковые 6 и цилиндрическая 7, бак водяной 8, бак гидравлический 9, гидрооборудование 10, цилиндры опорных башмаков 11, система увлажнения 12, защитные ограждения 13. Насосная установка 14 смонтирована на прицепном устройстве и соединяется с валом отбора мощности трактора карданным валом 15. Между лотковыми щетками на раме установлен отбойный щиток 16.

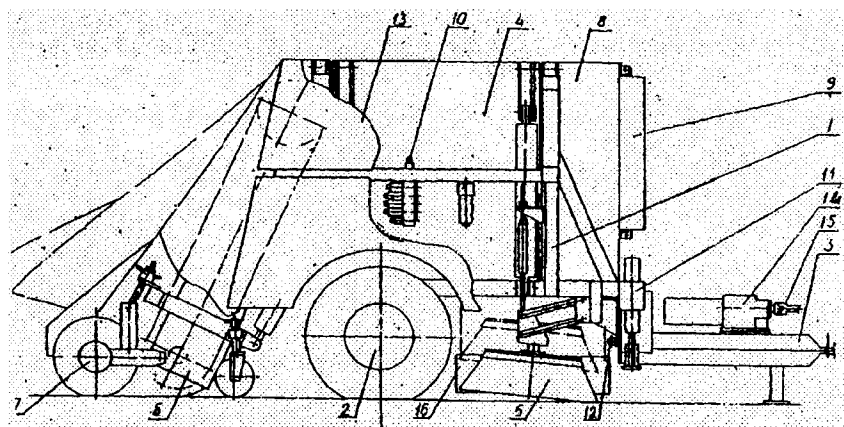


Рис. 4.79. Машина МП-2,5

Работа машины по уборке дорог, площадей и улиц производится с помощью гидропривода от ВОМ трактора следующим образом:

а) две лотковых щетки, вращаясь навстречу друг другу, сметают мусор вовнутрь к щитку отбойному, установленному между этими щетками вдоль оси машины перед элеватором;

б) задняя цилиндрическая щётка забрасывает мусор на элеватор (транспортёр), который в свою очередь скребками подаёт мусор вверх и загружает бункер-мусоросборник. Для уменьшения пылеобразования используется система увлажнения, установленная перед лотковыми щётками;

в) после заполнения бункера машина останавливается и выгружает мусор, поднимая бункер-мусоросборник двумя гидроцилиндрами, в кузов автомобиля или прицеп трактора в месте выгрузки. Далее процесс уборки продолжается.

Машина типа КО-309 (рис. 4.80) на базе автомобиля ГАЗ-53 состоит из следующих основных узлов: щеточного устройства, пневматического транспортера, вентилятора, бункера для смета, системы увлажнения с водяным баком, устройства для сбора куч загрязнений, гидрооборудования и механизмов привода.

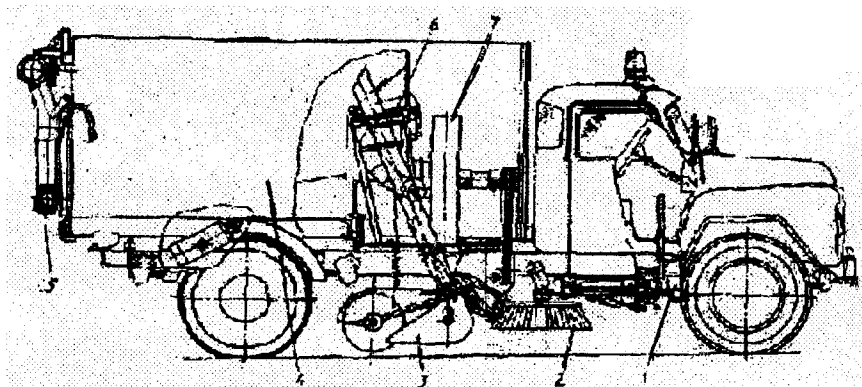


Рис. 4.80. Подметально-уборочная машина КО-309:

- 1 – коробка отбора мощности; 2 – лотковая щетка; 3 – щеточный подборщик; 4 – бункер; 5 – всасывающий шланг; 6 – транспортер; 7 – вентилятор

Щеточное устройство, размещенное в базовом пространстве шасси, представляет собой центральную цилиндрическую щетку-подборщик и две лотковые щетки. Подборщик расположен перед задними колесами, а лотковые щетки – за кабиной водителя.

Для обеспечения работы пневматического транспортера подборщик снабжен вспомогательным оборудованием, состоящим из кожуха, лотка и винтового конвейера. Винтовой конвейер перемещает смет вправо от оси машины. В правом своем конце конвейер переходит в метатель, диаметр двух его лопастей равен диаметру лопастей конвейера. В верхней части конвейера над лопастями расположено приемное сопло пневматического транспортера смета.

Щетку-подборщик можно легко демонтировать, переставлять с одной стороны на другую для равномерного изнашивания ворса на всей длине щетки. Для изменения степени обжатия ворса щетку подвешивают на пружинах, натяжение которых регулируется.

Для надлежащего направления смета на лоток и винтовой конвейер подборщик установлен под углом около 5° по отношению к поперечной оси машины. Винтовой конвейер размещен в подшипниковых опорах специальной конструкции, позволяющих валу конвейера перемещаться в вертикальном направлении. При попадании между кожухом и лопастью крупных фракций загрязнений вал может перемещаться в вертикальной плоскости, что предотвращает возможные заклинивания конвейера. Подборщик вместе с конвейером, лотком и кожухом перемещается в транспортное положение с помощью двух гидроцилиндров.

Лотковые щетки установлены на специальных шарнирных подвесках, прикрепленных к лонжеронам базового шасси. Тяги шарнирной подвески позволяют устанавливать щетку в надлежащее (рабочее или транспортное) положение. В рабочем положении лотковая щетка перемещается с помощью гидроцилиндра за габариты ведущих колес базового шасси. В транспортное положение щетка поднимается также гидроцилиндром, воздействующим на рычажную систему ее подвески.

Пневматический транспортер представляет собой металлическую трубу. Нижний ее конец соединен со всасывающим соплом, расположенным над лопастями шнека, верхний конец – с бункером для смета.

Вентилятор, установленный на раме автомобиля за кабиной водителя, соединен всасывающим патрубком с бункером, в результате чего в бункере и трубе транспортера при работе вентилятора создается разрежение. Поток воздуха, несущий смет, при попадании в бункер из-за резкого расширения теряет скорость и меняет направление движения. Благодаря этому частицы загрязнений осаждаются в бункере, а очищенный воздух поступает в вентилятор и выбрасывается через его напорный патрубок.

Контроль за наполнением бункера сметом осуществляется визуально через специальный лючок на правой стенке бункера. Разгрузка бункера производится путем его перемещения в наклонное положение при открывании задней крышки, фиксируемой специальным механизмом и гидроцилиндром.

Система увлажнения состоит из бака для воды, насоса, системы трубопроводов с форсунками, расход воды через которые можно регулировать. Форсунки установлены на переднем бампере базового шасси, перед лотковыми щетками, а также на входе в пневматический транспортер. На задней крышке бункера для смета размещен всасывающий шланг, на конце которого имеется жесткий наконечник.

Перед использованием всасывающего шланга вход в пневматический транспортер у винтового конвейера перекрывается специальной крышкой. Гидрооборудование машины функционирует от гидронасоса, приводимого в действие двигателем базового шасси. Привод подборщика осуществляется с помощью гидромотора и цепной передачи. Лотковые щетки приводятся во вращение гидромоторами, соединенными непосредственно с валами щеток.

Гидросистема машины служит также для обеспечения работы гидроцилиндров, выполняющих различные вспомогательные функции.

Гидромоторами и гидроцилиндрами управляют с помощью распределителей и дросселей.

Привод всех механизмов обеспечивается двигателем шасси с помощью коробки отбора мощности, от верхнего вала которой клиноременной передачей приводятся в действие вентилятор и насос системы увлажнения. Конструкция привода обеспечивает совместную работу вентилятора и водяного насоса. От нижнего вала коробки приводится в работу насос гидросистемы машины.

Машина работает следующим образом. Система увлажнения смачивает подметаемую полосу. Лотковые щетки, вращаясь, отделяют загрязнения на полосе своего захвата и направляют смет к середине машины в зону действия щетки-подборщика. Подметая соответствующую полосу, подборщик захватывает весь смет, отделенный им и лотковыми щетками, и отбрасывает его на лоток и винтовой конвейер. С помощью конвейера смет перемещается вправо к лопастям метателя, подающим смет к всасывающему соплу трубы пневматического транспортера, который перемещает смет в бункер, где он отделяется от струи воздуха. Для лучшего транспортирования (в бункер машины) и отделения (от воздушной струи) смет при входе в пневмотранспортер увлажняется с помощью форсунок. После заполнения бункера машина направляется к месту складирования смета. Бункер опорожняется при открытой крышке

путем его перемещения в наклонное положение. Машина может работать с одной и двумя лотковыми щетками в зависимости от характера засоренности дорожного покрытия.

При необходимости уборки куч смета или опавших листьев, урн и труднодоступных мест используют всасывающий шланг, который для облегчения пользования закреплен на специальной подвеске.

Поливочно-моечные машины предназначены для мойки асфальто- и цементобетонных дорожных покрытий с помощью веерообразных плоских струй, направленных в сторону от машины по направлению к прилотковой полосе.

После смывания на прилотковой полосе задерживается около 50 % отделенных загрязнений, а вода с наиболее мелкими фракциями загрязнений поступает в колодцы водосточной сети. Таким образом, машина не убирает загрязнения, а только отделяет частицы от поверхности дорожного покрытия и перемещает их на прилотковую полосу. Кроме того, машину применяют при наличии продольных уклонов и правильной профилировке поперечного сечения дороги для смывания в колодцы водосточной сети загрязнений, расположенных в прилотковой полосе. Как правило, конструкция машины позволяет поливать дорожные покрытия, чем обеспечивается снижение запыленности придорожных слоев воздуха, и изменять показатели микроклимата придорожной зоны. Эти машины также можно использовать для полива зеленых насаждений и тушения пожаров.

Поливочно-моечные машины производства стран СНГ имеют общую принципиальную схему устройства. Вода из цистерны, размещенной на базовом шасси машины, поступает в насосную установку, которая подает жидкость в напорный трубопровод, заканчивающийся рабочими органами машины – моечными насадками. Насадок образует плоскую веерообразную струю, направленную под небольшим углом к дорожному покрытию. При встрече струи с дорожным покрытием происходит отделение загрязнений, смывание их и перемещение по направлению к прилотковой полосе.

Основным широко распространенным типом поливочно-моечной машины является машина ПМ-130Б (рис. 4.81).

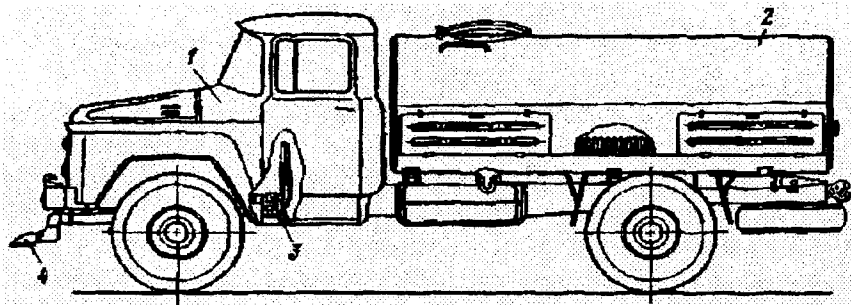


Рис. 4.81. Поливочно-моечная машина ПМ-130Б
(без подметально-уборочного оборудования):

1 – базовое шасси; 2 – цистерна; 3 – раздаточная коробка; 4 – насадок

Фанипольский ОМЗ (Минская обл.) выпускает поливочную машину АПМ-7 с вместимостью цистерны 7800 дм³.

Для ухода за зелеными насаждениями созданы машины для скашивания травы и обрезки кустарников, гидропосева травы, опрыскивания деревьев и кустарников ядохимикатами и поливки зеленых насаждений.

Роторная косилка ДЭ-6 предназначена для скашивания и удаления травы с откосов кюветов автомобильных дорог, с горизонтальных участков обочин и полосы отвала и стрижки живой изгороди. Наружный и внутренний откосы кюветов можно обрабатывать со стороны дороги, что важно при работе косилки на участках дорог, к которым прилегают кустарники и лес.

Оборудование, состоящее из рабочего органа, основной рамы, рамы рабочего органа и гидросистемы, навешено на промышленный трактор Т-50АП Липецкого тракторного завода. На шасси может быть установлен как ротационный, так и кольцевой рабочий органы. Рабочий орган роторного типа имеет опорную лыжу и вращается от гидромотора. По периферии режущего диска закреплены стандартные ножевые сегменты сельскохозяйственной косилки.

При окашивании рабочий орган опирается на откос канавы и может свободно поворачиваться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. При работе на внутреннем откосе режущий диск вращается по часовой стрелке, на наружном – против часовой стрелки. При соприкосновении ножевого сегмента с препятствием он пря-

чется за наружный контур диска. При удалении с рабочего органа опорной лыжи с самоустанавливающимся подшипником его используют для стрижки кустов. Гидросистема машины состоит из двух автономных систем. Одна из них предназначена для привода рабочего органа, а другая – для управления рабочим органом. Машину обслуживает один человек.

Косилка ЦКБ-Т-216 (рис.4.82) является навесным оборудованием на тракторы «Беларусь» или Т-40. Она предназначена для скашивания травы в канавах, на насыпях и откосах автомобильных дорог, обочинах, полосе отвода и на разделительной полосе. В комплект косилки входит ротационный режущий аппарат диаметром 800 мм для подрезки кустарников. Косилка состоит из рычажной рамы, подрамника, режущего аппарата и гидросистемы управления. Косилка оборудована пятью сменными режущими органами: ротационным режущим аппаратом с шириной захвата 1 м; ротационным режущим аппаратом с шириной захвата 0,8 м для стрижки кустарников; пальцевыми режущими аппаратами с шириной захвата 1,2; 1,5 и 2,1 м.

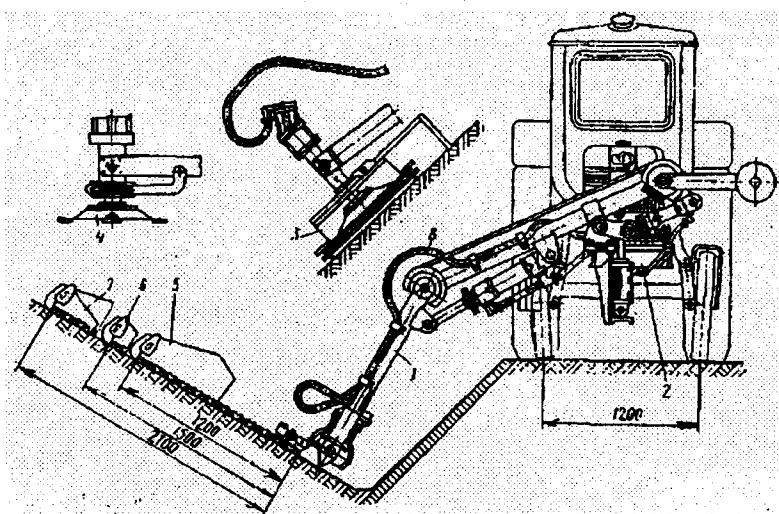


Рис. 4.82. Косилка модели ЦКБ-Т-216 на тракторе «Беларусь» или Т-40:
 1 – рычажная рама; 2 – подрамник; 3 – ротационный режущий аппарат диаметром 1 м;
 4 – ротационный режущий аппарат диаметром 0,8 м для стрижки кустов;
 5 – пальцевый режущий аппарат с шириной захвата 1,2 м;
 6 – пальцевый режущий аппарат с шириной захвата 1,5 м; 7 – пальцевый режущий аппарат с шириной захвата 2,1 м; 8 – гидросистема привода и управления.

Ротационный аппарат состоит из режущего диска, укрепленного на вертикальном валу, который установлен в корпусе на подшипниках. Режущий диск защищен кожухом. Под режущим диском к кожуху и подпятнику оси режущего диска крепится лыжка. Последняя обеспечивает копирование профиля скашиваемого участка. Рабочий орган может поворачиваться во всех направлениях благодаря шарнирной подвеске к раме.

Ротационный аппарат для стрижки кустарников отличается от ротационного аппарата для скашивания травы диаметром режущего диска, количеством и формой ножей.

Специализированные машины для стрижки кустов – кусторезы оснащают дисковыми пилами (рис. 4.83) двух типов: многозубыми с прямыми зубьями и четырехзубыми различного диаметра с зубьями, имеющими одностороннюю заточку. Многозубая пила предназначена для распиливания крупных деревьев диаметром до 40 см, четырехзубые – для подрезания кустов и мелких деревьев диаметром до 10 см. При обработке кустарников агрегатом Т-216 с рабочего органа снимают кожух и лыжку. Аппарат устанавливают под углом 45° к плоскости движения трактора и жестко закрепляют.

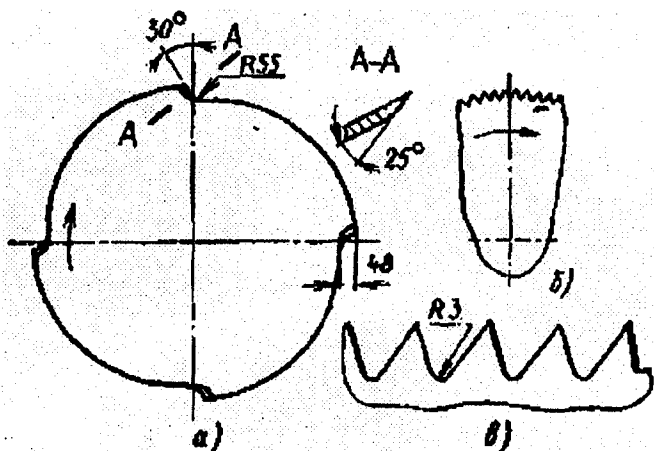


Рис. 4.83. Дисковая пила для подрезания кустов и срезки деревьев:
 а – четырехзубая; б – многозубая; в – форма зубьев многозубой пилы

Пальцевые режущие аппараты и ротационный аппарат диаметром диска 1000 мм унифицированы с оборудованием косилки ЦКБ-Т-211.

Рабочий орган косилки подвешен на рычажной раме. Последняя состоит из двух шарнирно соединенных звеньев и звена противовеса. Это позволяет устанавливать оборудование в различных положениях в зависимости от положения трактора относительно скашиваемого участка. Сама рычажная рама шарнирно укреплена на подрамнике, который жестко установлен на лонжероне трактора.

Рычажная рама перемещается гидроцилиндрами. Один гидроцилиндр связывает первое и второе звенья рамы и изменяет угол между звеньями. Второй гидроцилиндр связывает второе звено с подрамником и поворачивают всю раму относительно трактора. При помощи третьего гидроцилиндра пальцевый аппарат поворачивается в зависимости от угла наклона скашиваемой поверхности. Момент, создаваемый рамой с рабочим органом, уравновешивается противовесом.

При работе на очень густых травах и с кустарником со сложным профилем, с большим количеством инородных предметов на косилку устанавливают ротационный режущий аппарат. Если травы скашивают на наклонных поверхностях, ротационный режущий аппарат необходимо загружать так, чтобы он при установке на откос занимал необходимое положение. Для этого на кожух аппарата устанавливают один из грузов противовеса.

Во избежание несчастных случаев при уходе за машиной и во время работы на ней необходимо строго соблюдать основные правила техники безопасности:

1. Перед началом работы необходимо убедиться в полной исправности машины.
2. При остановках агрегата необходимо выключать вал отбора мощности трактора.
3. При работе ротационным режущим аппаратом заслонка кожуха должна быть опущена в крайнее нижнее положение.
4. Регулируют, смазывают, очищают и исправляют косилку при заглушенном двигателе трактора.

Серийное производство дорожных косилок наладил Мозырский машиностроительный завод. Установка рабочего оборудования у этой машины боковая.

Рабочее оборудование состоит из стрелы, рукояти, редуктора, привода режущего аппарата и гидросистемы.

Режущий аппарат может иметь различное исполнение: однодисковый, на котором шарнирно крепится несколько ножей. В этом

случае привод диска осуществляется от насоса. Недостатком такой конструкции является малая ширина захвата при кошении обочин и откосов. Установка редуктора в зоне режущего аппарата обеспечивает увеличение ширины захвата кошения травы и кустарника, синхронизацию движения ножей. Из-за изменения угла наклона режущего аппарата смазка, находящаяся в редукторе, стекается в одну сторону, поэтому затруднена смазка той части редуктора, которая находится в противоположной стороне от наиболее низко находящейся части редуктора. Следует отметить, что индивидуальный гидравлический привод каждого ножа или пары ножей, находящейся на диске, может привести к отказу насоса, т. к. ножи могут застревать в древесине, что вызывает возрастание динамических нагрузок на нож, приводящее к обрыву плунжеров насоса.

При зимнем содержании дорог осуществляется удаление с них снега и ведется борьба с зимней скользкостью. Снег удаляют прежде всего плужно-щеточными снегоочистителями.

Плужно-щеточные снегоочистители предназначены для очистки дорожных покрытий от свежевыпавшего неуплотненного снега. С помощью отвала, обычно установленного впереди машины, сгребается и смещается в сторону основной слой снега. Оставшийся слой снега высотой около 10...20 мм подметается щеткой и отбрасывается в сторону. В связи с тем, что это оборудование не оказывает заметного влияния на показатели использования грузоподъемности базового шасси автомобиля, его выполняют сменным, монтируемым на зимний период.

Наибольшее распространение получило плужно-щеточное оборудование, смонтированное на поливочно-моечной машине ПМ-130 (рис. 4.84). Плужное оборудование этой машины состоит из поворотного отвала, сцепной и толкающей рам, механизма подъема плуга. Поворотная рама сварена в виде дуги из профилей, приваренных к отвалу, которые имеют отверстия для фиксации отвала в определенном положении на сцепной раме и по отношению к продольной оси машины. Отвал плуга – сварной конструкции в виде каркаса из уголка с приваренным к нему стальным изогнутым листом. К нижнему продольному элементу каркаса болтами прикреплены сменные резиновые ножи в виде отдельных секций.

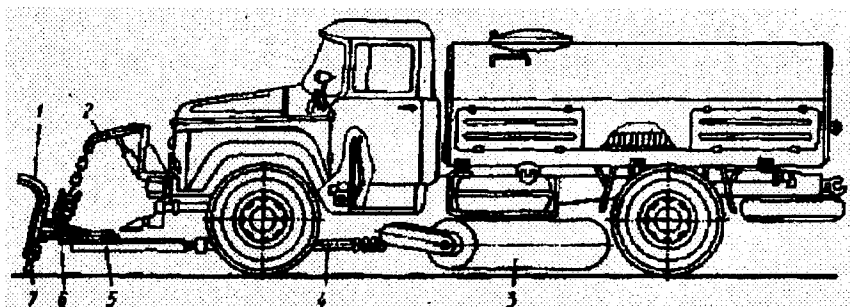


Рис. 4.84. Машина со снегоочистительным оборудованием:

- 1 – отвал; 2 – механизм подъема плуга; 3 – цилиндрическая щетка;
4 – толкающая рама; 5 – сцепная рама; 6 – поворотная рама; 7 – нож

Сцепная рама, изготовленная из отдельных профилей, служит опорой для отвала и соединяет отвал с толкающей рамой, состоящей из двух штанг. Сцепная и толкающая рамы соединены с помощью шаровых шарниров. Штанги толкающей рамы прикреплены к лонжеронам базового шасси и передают на них усилия, возникающие при работе плуга. Каждая штанга представляет собой телескопическое соединение двух труб, между которыми размещены амортизирующие пружины. Каждая из штанг, кроме того, имеет скользящую подвеску к балке передней оси базового шасси. Плуг поднимается в транспортное положение с помощью подъемной рамки, закрепленной шарнирно на сварной раме, установленной на бампере шасси. Подъемная рамка, перемещаемая гидроцилиндром, соединена с отвалом с помощью цепи с амортизатором.

Снегоочистительное щеточное оборудование состоит из цилиндрической щетки, ее рамы, механизмов привода щетки и ее перемещения в рабочее и транспортное положение. Каркас цилиндрической щетки представляет собой трубу с фланцами по концам. На трубе расположена стальная профилированная лента, в которую уложен стальной или капроновый ворс, прикрепленный к каркасу щетки стальным канатом. Концы каната закреплены на фланцах болтами. Щетка на подшипниках свободно может вращаться вокруг горизонтальной оси.

Рама щетки состоит из двух поперечных труб и боковых соединяющих щек. Верхняя труба рамы закреплена на лонжеронах автомобиля и на шарнирной подвеске несет нижнюю трубу. Нижняя

труба прикреплена болтами к щекам рамы. В нижней части щек установлены гнезда подшипников, к которым на болтах с помощью фланцев прикреплена щетка. В верхнюю трубу рамы щетки вмонтирован конический редуктор ее привода. Ведущий вал редуктора передает крутящий момент к левой опоре рамы на ведущую звездочку цепной передачи щетки. Цепная передача заключена в кожух и снабжена натяжным устройством. Рама щетки с помощью кронштейна соединена с механизмом подъема. Для подъема щетки в транспортное положение служит гидроцилиндр. Давление щетки на дорожное покрытие и, следовательно, деформацию ворса можно изменять, регулируя длину цепи, на которой подвешена щетка. Щетка получает вращение от двигателя базового шасси с помощью коробки отбора мощности, карданной передачи и конического редуктора.

Гидросистема служит для подъема плуга и щетки и состоит из масляного насоса, приводимого во вращение коробкой отбора мощности, двух секций распределителя по числу гидроцилиндров и гидрозамков этих цилиндров. Такое же по конструкции снегоочистительное оборудование установлено на распределителе технологических материалов – машина КО-105. Кроме этих двух машин промышленность изготавливает плужно-щеточное оборудование, входящее в комплект оборудования снегоочистителя КО-707, а также сменное оборудование, устанавливаемое на универсальную уборочную машину КО-705.

Снегоочистительное оборудование машины КО-707 (рис. 4.85) смонтировано на базе трактора МТЗ-80 и состоит также из плуга и цилиндрической щетки. Плуг, смонтированный спереди трактора, по устройству аналогичен плугу, описанному выше. Основным отличием этого оборудования является подвеска цилиндрической щетки, размещенной за задними колесами трактора. Снегоочистительная щетка состоит из самой щетки, ее рамы, системы вывешивания, механизмов привода и ее подъема. Цилиндрическая щетка из стального или капронового ворса смонтирована на раме, шарнирно подвешенной к трубчатой конструкции. Конструкция прикреплена к основной раме оборудования. В трубчатую конструкцию вмонтирован конический редуктор привода щетки, и через нее проходит ведущий вал, оканчивающийся звездочкой цепной передачи привода щетки.

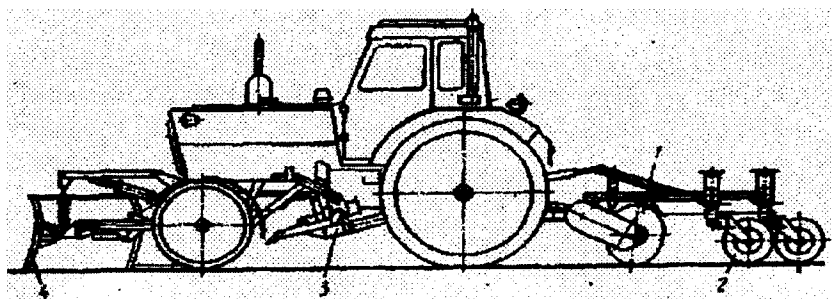


Рис. 4.85. Снегоочиститель КО-707 с плужно-щеточным оборудованием:
1 – цилиндрическая щетка; 2 – опорные колеса; 3 – скальватель; 4 – плуг

На раме щетки закреплена опорная подвеска, состоящая из металлоконструкции и двух колес, размещенных за щеткой. Каждое из колес имеет механизм для регулирования положения колеса по высоте. Таким образом, путем регулирования положений колес, перемещающихся по очищенному щеткой дорожному покрытию, изменяется давление щетки на дорогу и, следовательно, степень деформации ворса. Несмотря на некоторое усложнение конструкции щетки, наличие опорных колес делает более доступным регулирование деформации ворса и, следовательно, обеспечивает необходимое качество очистки от снега при минимально возможном износе ворса. В рабочее и транспортное положения щетка перемещается гидроцилиндром и рычагами задней подвески трактора.

Для привода щетки используют задний вал отбора мощности трактора и карданный вал, который передает крутящий момент коническому редуктору и цепной передаче привода щетки.

На универсальной уборочной машине КО-705 плуг, имеющий аналогичную конструкцию, подвешен с помощью специального кронштейна к передней раме базового трактора.

Роторные снегоочистители предназначены для выполнения ряда работ по снегоочистке и удалению снега: формирования валов снега, отбрасывания снега на свободные площади направленной переброски и укладке снега, погрузки снега из валов и куч в транспортные средства.

В настоящее время получили распространение пять принципиальных схем рабочих органов роторных снегоочистителей (рис. 4.86), которые, в свою очередь, разделены на две группы: рабочие органы совмещенного типа и рабочие органы раздельного типа.

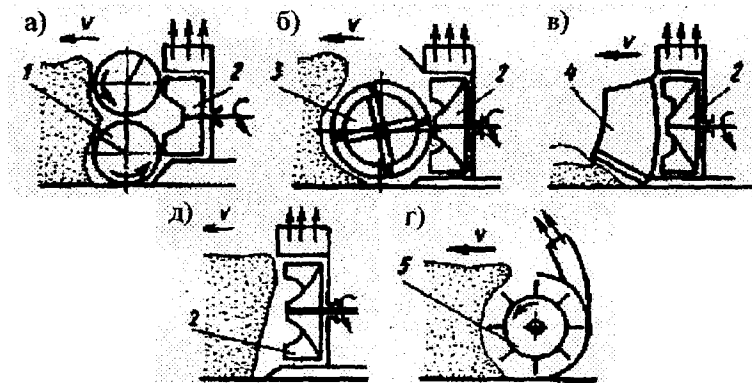


Рис. 4.86. Схемы рабочих органов роторных снегоочистителей:
 а – шнекороторный; б – фрезерно-роторный; в – плужно-роторный;
 г – фрезерный; д – роторный;
 1 – шнек; 2 – ротор; 3 – фреза; 4 – отвал; 5 – фрезерный барабан

В рабочих органах совмещенного типа разработку валов снега и его отбрасывание в сторону выполняет один и тот же рабочий орган. В отличие от него рабочий орган раздельного типа состоит из двух устройств – одно разрабатывает снег и подает его в другое, которое и отбрасывает снег. Прочность снега в валах на городских дорогах различна. Поэтому наиболее важным требованием к рабочему органу для роторных снегоочистителей, применяемых в городских условиях, является способность разработки снега большой прочности. Наиболее полно этому требованию отвечает рабочий орган фрезерно-роторного типа, у которого разработка валов снега обеспечивается фрезой с горизонтальной осью вращения, а отбрасывание снега – ротором.

В связи с тем, что заводы коммунального машиностроения в настоящее время изготавливают роторный снегоочиститель для зимней уборки только одного типа, в городах применяют роторные снегоочистители, предназначенные для содержания автомобильных дорог и аэродромов. Из этих машин наибольшее распространение получили два снегоочистителя шнекороторного типа – ДЭ-210 и ДЭ-211. Эти снегоочистители с аналогичными рабочими органами различаются устройством привода.

Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-210 смонтирован на автомобильном шасси ЗИЛ-131 по одномоторной схеме (рис. 4.87). Двигатель автомобильного шасси демонтирован, и для привода рабочего органа снегоочистителя и ходового оборудования базового шасси использован один дизельный двигатель. Специальное оборудование машины состоит из рабочего органа, его корпуса, механизмов подвески рабочего органа, гидрооборудования, механизмов привода рабочего органа и ходового оборудования базового шасси.

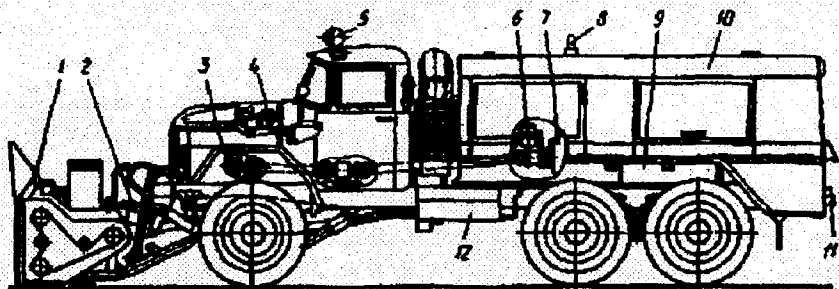


Рис. 4.87. Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-210:

- 1 – рабочий орган; 2 – подвеска рабочего органа; 3 – трансмиссия рабочего органа;
- 4 – система обогрева; 5 – фара; 6 – система пневмомоторов; 7 – двигатель;
- 8 – сигнальный огонь; 9 – подрамник; 10 – капот;
- 11 – удлинитель рамы шасси; 12 – аккумуляторы

Рабочий орган установлен с помощью механизма подвески впереди автомобиля и прикреплен к лонжеронам базового шасси.

Он состоит из двух шнеков и ротора. Эти механизмы помещены в корпусе рабочего органа. В передней части корпуса один над другим размещены два шнека, направление витков которых обеспечивает перемещение разработанного снега к продольной оси машины. Корпус сварной цельнометаллический, в рабочем положении опирается на лыжи. В задней части корпуса имеются лобовой лист с отверстием и четыре проушины, служащие для соединения корпуса с механизмом подвески. На корпусе закреплен редуктор привода рабочего органа. Шнеки смонтированы на боковинах корпуса на самоустанавливающихся подшипниках. Ротор представляет собой звездообразную литую ступицу с шестью отверстиями, к которым болтами прикреплены лопасти ротора. Кожух ротора представляет

собой улиткообразную конструкцию, состоящую из обечайки, имеющей патрубок для выбрасывания снега, и задней стенки. Рабочий орган вместе с корпусом присоединен к механизму подвески, который состоит из рамы, двух рычагов и двух гидроцилиндров подъема рабочих органов. Для погрузки снега в транспортные средства рабочий орган снабжен погрузочным желобом, который соединен с отверстием выбросного патрубка кожуха ротора.

Гидравлическая система машины включает в себя шестеренный насос, три гидроцилиндра, два из которых служат для перемещения рабочего органа в рабочее положение и транспортное положение и один – для поворота кожуха ротора, и другое оборудование. Механизмы машины приводятся в работу дизелем с помощью карданных валов и раздаточного редуктора, который передает крутящий момент коробке передач автомобиля и редуктору рабочего органа. Этот редуктор имеет одну пару конических шестерен и верхний ведомый вал, на котором закреплена ступица ротора. Ведущий вал с помощью карданного вала передает крутящий момент звездочке двухрядной цепной передачи привода шнеков.

Роторный снегоочиститель ДЭ-211, монтируемый на автомобиле Урал-375, отличается от машины ДЭ-210 системой привода, которая выполнена по двухмоторной схеме. На раме базового шасси установлен второй дизельный двигатель, служащий для привода механизмов специального оборудования. Второй двигатель с помощью карданного вала и специальной муфты передает крутящий момент трехвальному промежуточному редуктору, который в свою очередь карданными валами приводит в работу редуктор рабочего органа, имеющий цилиндрическую и коническую пары шестерен. Общий вал цилиндрической и конической шестерни несет на свободном конце ступицу ротора. Ведущая коническая шестерня с помощью карданного вала обеспечивает передачу крутящего момента цепной передаче привода шнеков рабочего органа.

В настоящее время в эксплуатации имеется некоторое количество снегоочистителей Д470 и Д450. Шнекороторный снегоочиститель Д-470, монтируемый на шасси автомобиля ЗИЛ-157, послужил базой при создании машины ДЭ-210. Более мощной машиной является снегоочиститель Д-450 на базе автомобиля МАЗ-502. Он предназначен для разработки больших по высоте валов снега, в связи

с чем его рабочий орган снабжен тремя шнеками. Машина выполнена по двухмоторной схеме; дополнительный двигатель служит только для привода специального оборудования.

Скальватели предназначены для скалывания и рыхления снега, уплотненного в результате движения транспортных средств и превратившегося из сыпучего в твердое тело. В настоящее время серийно изготавливают один тип машины этого назначения. Оборудование для скалывания уплотненного снега является одним из рабочих органов снегоочистительных машин (рис. 4.88). Это оборудование монтируют перед задними колесами базового трактора, и состоит оно из рамы, двух полурам, размещенных по сторонам капота двигателя трактора, двух плит с гребенчатыми ножами и предохранительными устройствами, а также цилиндров подъема рамы.

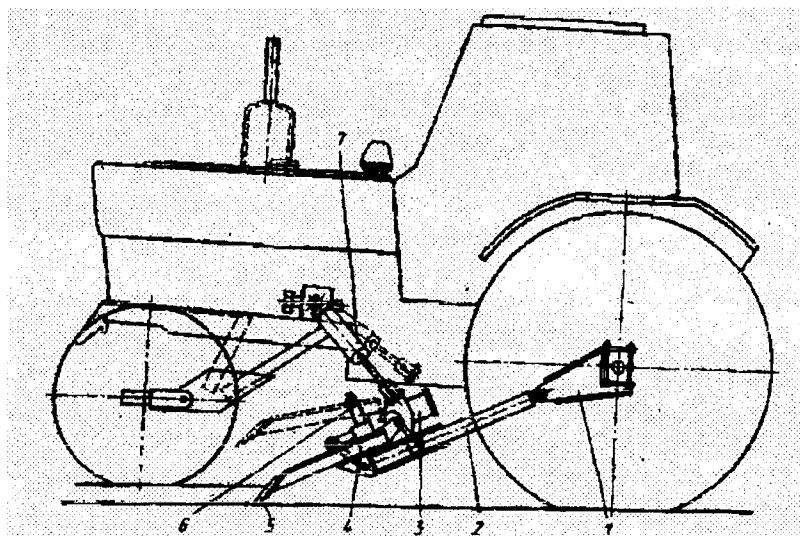


Рис. 4.88. Скалывающее оборудование снегоочистителя:
1 – кронштейн; 2 – рама; 3 – предохранительное устройство;
4 – плита; 5 – гребенчатый нож; 6 – фиксатор; 7 – гидроцилиндр

Рама сварной конструкции прикреплена с помощью шарниров к двум сварным кронштейнам, установленным на балке заднего моста трактора. В средней части рамы и по ее краям имеются кронштейны, на которых закреплены два гидроцилиндра, служащие для подъема

ножей скальвателя и опускания их в рабочее положение. Каждый гидроцилиндр прикреплен к перемещающейся с помощью винтового механизма подвижной опоре, установленной на полураме.

Благодаря перемещению подвижной опоры при опускании рамы в рабочее положение обеспечивается надлежащее положение ножей относительно дорожного покрытия. Два ножа, каждый из которых смонтирован на перемещающейся по раме плите, установлены в нижней части рамы. В рабочем положении плита вместе с ножом удерживается амортизирующим предохранительным устройством. Форма ножей гребенчатая. Это способствует некоторому уменьшению усилия, необходимого для скальвания уплотненного снега. В связи с большой прочностью снега каждый нож скальвает полосы только перед ведущими колесами машины. Таким образом, базовый трактор во время скальвания уплотненного снега перемещается по очищенному от снега дорожному покрытию, что обеспечивает лучшее сцепление колес, необходимое при скальвании уплотненного снега.

Оборудование работает следующим образом. Ножи с помощью регулировочных винтовых механизмов полурам устанавливают так, чтобы их режущие кромки были расположены на высоте 2-3 мм от поверхности дорожного покрытия. Регулируя пружины предохранительного устройства, устанавливают величину усилия, удерживающего нож вместе с плитой в рабочем положении. При встрече ножа с препятствием или неровностями дорожного покрытия увеличиваются усилия, действующие на нож. Также увеличивается усилие, действующее на пружину фиксатора, которая сжимаясь поднимает шарик, перемещает штангу плиты и поднимает плиту вместе с ножом. Перемещаясь вверх, нож вместе с плитой проходит над препятствием. Движение штанги и плиты вверх сопровождается сжатием специальной пружины, которая после прохождения препятствия перемещает нож в исходное рабочее положение.

Снегопогрузчик предназначен для погрузки снега в транспортные средства из валов и куч, образованных после снегоочистки. В настоящее время промышленность выпускает снегопогрузчики с рабочим органом так называемого лапового типа (рис. 4.89). Имеется опыт применения снегопогрузчиков с рабочим органом фрезерного типа, и в настоящее время подготовлены два образца машин такой конструкции.

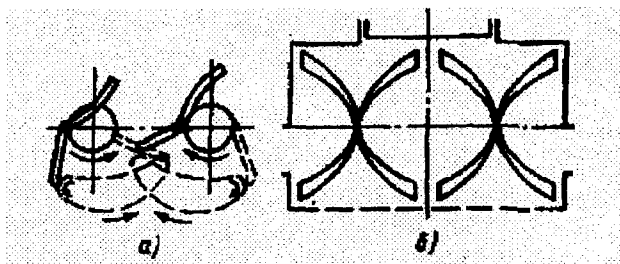


Рис. 4.89. Рабочие органы снегопогрузчиков:
а – лапового типа; *б* – фрезерного типа

Наибольшее распространение получил снегопогрузчик Д-566, состоящий из базового шасси специальной конструкции и рабочего оборудования, включающего питатель лапового типа, скребковый транспортер, гидравлическую систему и механизмы привода (рис. 4.90). Базовое шасси выполнено с двумя ведущими мостами, из которых задний является управляемым. Оно состоит из двигателя, коробки передач, ходоуменьшителя, карданных валов, тормозной системы, рулевого управления, пневмо- и электросистемы.

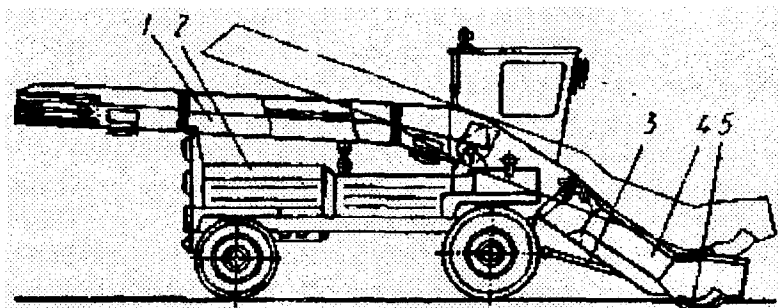


Рис. 4.90. Снегопогрузчик:
 1 – стрела с транспортером; 2 – двигатель; 3 – трансмиссия;
 4 – лопата; 5 – опорные лыжи

Силовая установка погрузчика состоит из дизельного двигателя Д-50, систем охлаждения и питания двигателя, а также муфты сцепления. Конструкция коробки передач обеспечивает движение с шестью скоростями вперед и тремя скоростями назад. Коробка имеет

три выходных вала, передающих крутящий момент системе привода рабочих органов, ходоуменьшителю и раздаточной коробке, приводящей в движение ходовые колеса машины. Ходоуменьшитель обеспечивает уменьшение скорости движения машины при погрузке снега и состоит из одноступенчатого редуктора и гидромотора.

Пневматическая система используется для торможения машины, включения заднего моста, а также для управления редуктором отбора мощности и муфтой предельного момента. Работу пневмосистемы обеспечивает компрессор с приводом от двигателя машины с помощью ременной передачи, снабженной натяжным устройством. Компрессор подает воздух в ресивер и далее по трубопроводам к механизмам управления. Электросистема, служащая для пуска двигателя, обеспечивает работу освещения, указателей поворота и других устройств. Специальное оборудование снегопогрузчика состоит из лопаты, подвешенной шарнирно спереди машины, и стрелы. К тому же узлу подвески шарнирно прикреплен стрела транспортера.

Лопата представляет собой раму сварной конструкции, облицованную листами. В передней части лопата оборудована ножом, подрезающим вал снега, а также опорными колесами или лыжами. В средней части лопаты размещены правая и левая загребающие лапы. Правая и левая лапы аналогичной конструкции состоят из собственно лапы, балансира и приводного диска. Между лапами на лопате расположена передняя часть транспортера. На раме стрелы транспортера сварной конструкции находятся натяжное устройство цепи транспортера и направляющие звездочки для поддержания цепи транспортера. Скребковый транспортер состоит из роликовтучной цепи и скребков, надетых на цепь.

Гидросистема предназначена для передвижения машины во время погрузки снега, а также для подъема и опускания лопаты и стрелы транспортера. Она состоит из насоса, распределителя, гидромотора и гидроцилиндров, масляного бака, маслопровода и арматуры. Гидроцилиндры одностороннего действия снабжены замедлительными клапанами, которые обеспечивают плавное опускание лопаты и стрелы. Подъем и опускание лопаты обеспечивается двумя цилиндрами, перемещение стрелы транспортера – одним. Гидромотор служит для передачи мощности ходоуменьшителю, который через карданный вал приводит в работу коробку передач.

Для изменения скорости движения машины при погрузке снега гидросистема снабжена дросселем с регулятором. Изменение положения регулятора дросселя изменяет (увеличивает или уменьшает) рабочую скорость машины. Машина работает следующим образом. Двигатель, снабженный муфтой сцепления, с помощью карданного вала приводит в работу коробку передач. Верхний вал коробки передач через карданный вал и редуктор отбора мощности приводит в работу главный редуктор рабочих органов. Кроме того, редуктор отбора мощности приводит в работу масляный насос. Для предохранения трансмиссии от перегрузок коробка передач снабжена дисковой муфтой предельного момента. Момент трения между дисками создается сжатым воздухом через диафрагмы. Давление воздуха, сила сжатия дисков муфты сцепления и крутящий момент, передаваемый муфтой, регулируются из кабины водителя.

Главный редуктор служит для передачи вращения диску левой лапы питателя, а также для привода ведущих валов транспортера и редуктора привода правой лапы. Редуктор снабжен двумя парами конических шестерен. На ведущем валу привода транспортера закреплена ведущая звездочка цепи скребкового транспортера. Ведущий вал по концам имеет шлицы, вставленные в шлицевые муфты главного редуктора и редуктора привода правой лапы. На конце рамы стрелы транспортера закреплено устройство для натяжения цепи транспортера, состоящее из натяжных винтов, натяжного вала с ведомой направляющей звездочкой цепи и двух спиральных пружин.

Машина работает следующим образом. С помощью гидросистемы лопата опускается в исходное положение, а стрела транспортера поднимается в верхнее положение для погрузки снега. При врезании лопаты в вал снега машина передвигается на пониженной рабочей скорости. Поочередным движением лапы некоторый объем снега отделяется и подается к середине лопаты на скребковый транспортер. Транспортер перемещает снег в заднюю часть машины и сбрасывает его в загружаемый автомобиль.

Машины для распределения противогололедных материалов предназначены для распределения по поверхности дорожного покрытия во время снегоочистки или борьбы с гололедом и скользкостью технологических материалов – пескосоляной смеси или солей и их рассолов. Изготавливаемые промышленностью распределители имеют общую схему устройства. В кузове с наклонными боковыми

стенками размещены материалы, которые с помощью скребкового транспортера,двигающегося по дну кузова, подаются в заднюю часть кузова и через разгрузочное окно под действием силы тяжести поступают на горизонтально вращающийся диск, осуществляющий распределение материала.

Специальное оборудование машины (рис. 4.91) состоит из кузова, скребкового транспортера, разбрасывающего диска, гидросистемы и механизмов привода. Передняя и задняя стенки сварного кузова имеют окна для прохода верхней несущей ветви транспортера. К продольным балкам основания кузова в передней его части присоединен механизм натяжения транспортера. Кузов размещен на подрамнике, закрепляемом к лонжеронам базового автомобиля. На заднем борту кузова закреплен бункер, который направляет технологический материал, поступающий из кузова, на разбрасывающий диск. Окно, размещенное в заднем борту, предназначено для прохода верхней ветви транспортера, а также для дополнительного регулирования количества материала, поступающего на диск. Окно перекрывается шибером, управляемым с помощью рычага вручную.

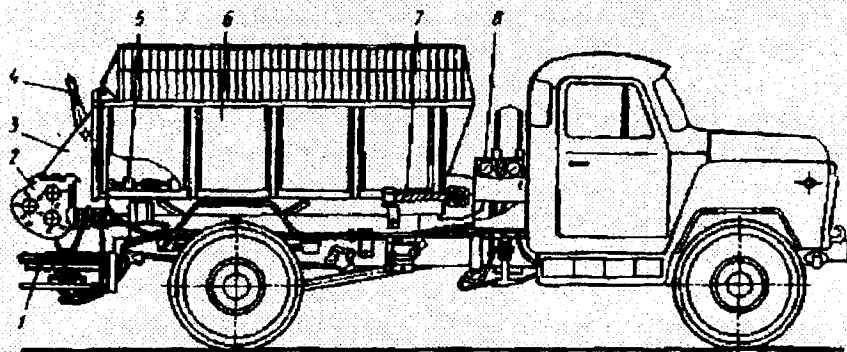


Рис. 4.91. Распределитель противогололедных материалов:

- 1 – разбрасывающий диск; 2 – редуктор привода транспортера; 3 – бункер;
- 4 – рычаг управления шибером; 5 – скребковый транспортер; 6 – кузов;
- 7 – натяжная станция транспортера; 8 – пульт управления

В бункере и в передней части кузова установлены ведущий и ведомый валы транспортера с приводными звездочками. Верхняя ветвь транспортера двигается по днищу кузова, перемещая материал,

нижняя ветвь – под днищем кузова над надрамником. Цепь транспортера – якорного типа с приваренными к ее звеньям скребками. Нужное положение цепи транспортера достигается с помощью натяжного устройства. Натяжение цепи в необходимых пределах достигается спиральными пружинами, натяжение которых регулируется гайками резьбовых штоков. Ведущий вал левым концом установлен в подшипнике, а правым через шлицевое соединение связан с ведомым валом редуктора.

Звездочки привода транспортера установлены в средней части переднего ведомого и заднего ведущего валов. Разбрасывающий диск на верхней части снабжен ребрами, которые при вращении диска вовлекают материал в движение к периферии диска.

Гидросистема состоит из маслобака, гидронасосов, гидромоторов, дросселей измерительных приборов. Гидросистема включает в себя две самостоятельные линии, обеспечивающие привод транспортера и разбрасывающего диска. Для привода транспортера, а также разбрасывающего диска используют гидронасос, питающий гидромотор. Каждая из этих линий снабжена дросселем, с помощью которого регулируются скорость движения транспортера и частота вращения диска. Оба дросселя смонтированы на пульте управления, закрепленном за кабиной водителя. Каждая из линий привода транспортера и диска снабжена манометром для контроля за режимом работы гидросистемы. Привод масляных насосов осуществляется от двигателя базового шасси с помощью коробки отбора мощности, установленной с правой стороны коробки передач. Коробка отбора мощности имеет два приводных вала, каждый из которых служит для привода масляного насоса. Для увеличения крутящего момента и снижения частоты вращения гидромотор привода транспортера вращает редуктор, ведущий вал которого соединен с ведомым валом транспортера.

Машина работает следующим образом. В зависимости от свойств технологических материалов и плотности их распределения с помощью дросселя устанавливают скорость движения транспортера и поступательную скорость машины. При движении транспортера его скребки, двигаясь по дну кузова, увлекают некоторый объем материала и сбрасывают его в бункер. Плотность распределения корректируют регулированием положения шибера. Уменьшение скорости движения транспортера, увеличение скорости движения

машины обеспечивает уменьшение плотности обработки. В зависимости от выполняемого процесса и особенности планировки убираемой дороги с помощью второго дросселя гидромотора привода разбрасывающего диска устанавливаются частота его вращения и таким образом, ширину обрабатываемой полосы.

4.12. Ознакомление с машинами для ремонта дорог

В Беларуси большие объемы работ выполняются по текущему ремонту дорог. Наибольшее применение при этом нашли машины для ремонта асфальтобетонных покрытий дорог укладкой мелкозернистого асфальтобетона. Начинают внедряться в производство достаточно совершенные машины, как отечественные, так и импортные.

Установка TP-4 фирмы AKZO NOBEL (Швеция) [12] (рис. 4.92) монтируется на шасси грузового автомобиля грузоподъемностью не менее 10 т и состоит из теплоизолированного бункера, имеющего две системы обогрева – газовую и электрическую, оборудованного механизмом для перемешивания и шнеком для выгрузки горячей асфальтобетонной смеси; обогреваемого теплоизолированного бака для битумной эмульсии; отбойного молотка для вырубки кромок ремонтруемой ямы и виброплиты для уплотнения уложенной смеси, установленных на платформе, опускаемой и поднимаемой с помощью гидропривода. Для обогрева кромок ремонтруемой ямы установка имеет газовую горелку. Продувка ямы от грязи и распределение по ее поверхности битумной эмульсии осуществляется сжатым воздухом с помощью форсунки. Для сбора отходов, образующихся при вырубке кромок ремонтруемой ямы, других засорителей установка имеет контейнеры. Привод механизмов установки осуществляется от гидросистемы, подача сжатого воздуха – от пневмосистемы базового шасси.

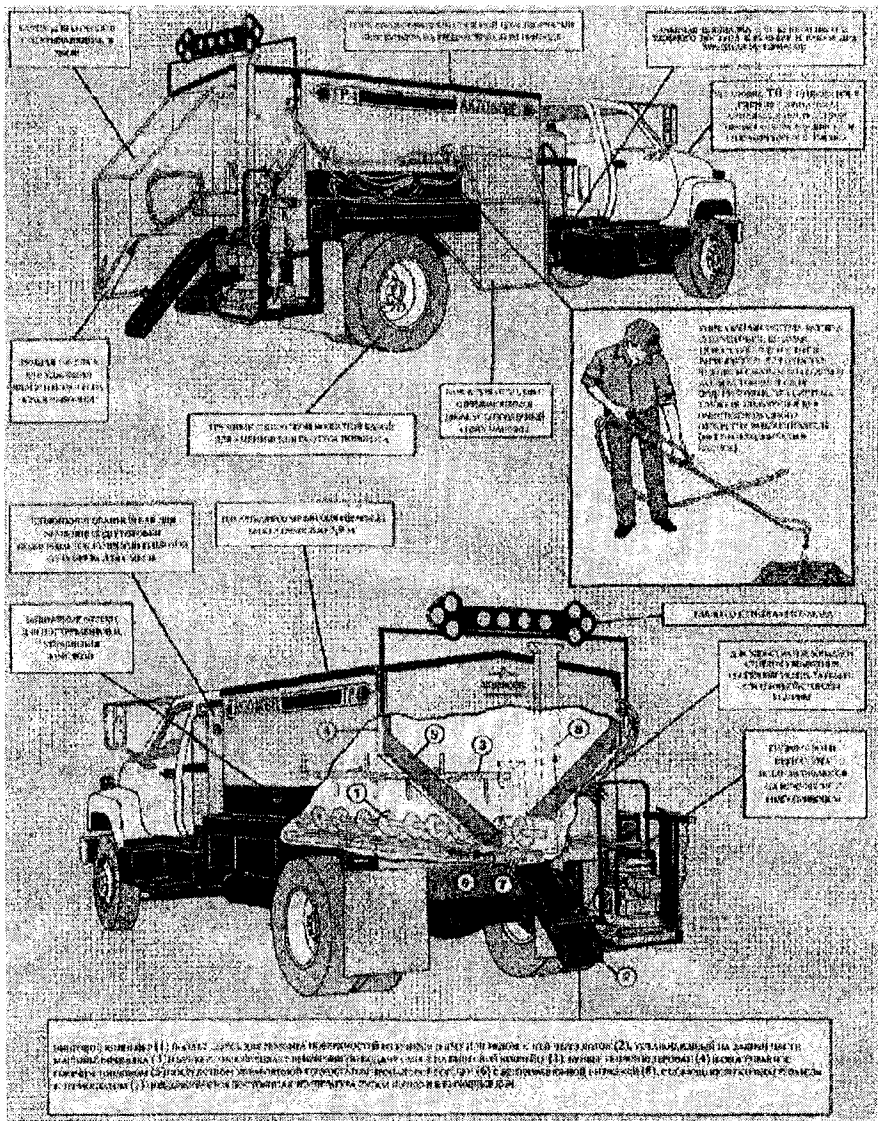


Рис. 4.92. Конструкция установки TP-4 фирмы AKZO NOBEL (Швеция)

Недостатками машин, выполняющих ямочный ремонт укладкой мелкозернистого асфальтобетона, являются: большое количество

операций технологического процесса (вырубка кромок ремонтируемой ямы, очистка ямы от отходов и других засорителей, разогрев кромок, обработка поверхности ямы вяжущим (горячим битумом или битумной эмульсией), укладка горячей асфальтобетонной смеси, уплотнение), требующие соответствующих каждой операции рабочих органов, определяющих высокую сложность, и, как следствие, – высокую стоимость машины, а также низкую производительность; необходимость проведения работ при температуре окружающей среды не менее +10 °С; значительные затраты энергии на производство асфальтобетона; низкая долговечность отремонтированного покрытия (1-2 года).

Для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автодорог укладкой литого асфальтобетона применяются термос-миксеры [12], представляющие собой теплоизолированный бункер, оборудованный механизмами загрузки, перемешивания и выгрузки литой асфальтобетонной смеси, смонтированный на автомобильном шасси соответствующей грузоподъемности. Для поддержания необходимой температуры бункер оборудован системой подогрева. Привод механизма перемешивания – гидромеханический или механический с автономным двигателем или использованием гидросистемы базового шасси.

В настоящее время дорожными организациями Республики Беларусь эксплуатируются термос-миксеры следующих моделей: ОРД-1023, ОРД-1025 производства ЗАО «Асфальттехмаш» и ЗАО «Бецема» (Россия), ФСИТ-39 производства Гомельского завода «Стромавтолиния», которые конструктивно идентичны; РД-2500 Л производства БООО «Спектр» (г. Бобруйск) и КДМ-1501, КДМ-1502 производства ОАО «Кременчугский завод дорожных машин» (Украина).

Первая машина данного назначения была разработана в Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова [12] и представляла собой автомобиль с установленной на его раме теплоизолированной емкостью, оснащенной смесителем принудительного действия, двумя подогревателями, устройством для порционной выдачи и распределения литой асфальтобетонной смеси.

Прототипом машины стал немецкий «кохер». Первые образцы были изготовлены в Ярославле под маркой ОРД-1005, а затем в Москве под маркой УРД-2.

В дальнейшем, в целях более полного удовлетворения запросов дорожников, специалистами ЗАО «Сельавтодор» и ЗАО «Асфальттехмаш»

был разработан многоцелевой термос-миксер, который совмещал в себе функции ремонтера, транспортного средства для перевозки вязкопластичных смесей (вибролитой смеси, раствора, бетонной смеси, мастик, паст и т.п.) и мобильной смесительной установки для приготовления композиционных дорожно-строительных материалов и вяжущих в полевых условиях.

В настоящее время предприятия ЗАО «Асфальттехмаш» и ЗАО «Бецема» выпускают термос-миксеры десяти модификаций вместимостью 2,7; 3,8 и 4,5 м³.

Общие признаки машин данной конструкции – корытообразное сечение емкости, горизонтально расположенный вал смесителя с гидромеханическим приводом, обеспечивающим его реверс, наклон емкости гидроцилиндром и обогрев с использованием двух автоматических подогревателей, работающих на жидком топливе. Кроме того, все машины характеризуются относительно небольшими металлоемкостью и габаритными размерами.

Корытообразное сечение позволяет при конструировании варьировать вместимость емкости по всем направлениям (ширине, длине и высоте) и рационально размещать всю конструкцию термос-миксера не выходя за габариты базового шасси. Литая асфальтобетонная смесь, находящаяся в корытообразной емкости, быстрее и равномернее нагревается за счет большой площади контакта с нагретой поверхностью, лучше сохраняет тепло и меньше подвержена деструкции. Это особенно важно для органических вяжущих материалов, так как в такой емкости вяжущие меньше окисляются и стареют, чем в емкости, имеющей форму кастрюли.

Благодаря реверсу смесителя смесь при транспортировании можно перемешивать с нагнетанием к передней стенке емкости, а при разгрузке – к задней стенке термос-миксера, где расположено отверстие для выгрузки смеси, оборудованное шиберной заслонкой.

К специфическим особенностям машин следует отнести наличие у некоторых моделей дублированного привода, что значительно повышает надежность, позволяет при выходе из строя одной энергетической установки вращать смеситель от другой, выбирать наиболее оптимальный режим работы смесителя в зависимости от конкретных условий работы. При этом достигается существенная экономия топлива и меньше загрязняется выхлопными газами окружающая среда.

Важная особенность многоцелевых машин моделей ОРД-1025.М, ОРД-1025.1.М, ОРД-1026.1 – способность производить как порционную так и поточную выдачу смеси, что позволяет использовать их не только для ямочного ремонта, но и для строительства и капитального ремонта дорожных покрытий. В последнем случае машина становится эффективным транспортным средством (термосом), способным длительное время сохранять требуемую однородность и рабочую температуру асфальтобетонной смеси и оперативно выгружать ее в асфальтоукладчик. Для этой цели разгрузочное отверстие имеет увеличенные размеры и оснащено затвором с гидроприводом.

Машины производства ЗАО «Асфальттехмаш» имеют систему бесступенчатого изменения частоты вращения вала смесителя, что позволяет эффективно смешивать минеральные наполнители с органическими и минеральными вяжущими материалами, асфальтовым гранулятом, резиновым порошком, полимерами; регенерировать старый асфальт; производить и наносить полимерно-битумные композиции, термопластики, мастики и другие материалы.

Преимуществом конструкции термос-миксеров производства ЗАО «Асфальттехмаш» и ЗАО «Бецема» является возможность быстрого монтажа и демонтажа, время которого не превышает одного часа при наличии грузоподъемного механизма соответствующей грузоподъемности, что позволяет оперативно менять оборудование базовых автомобильных шасси, эффективно используя их круглый год.

Машина для ремонта дорожных покрытий литым асфальтобетоном РД-2500 Л производства БООО «Спектр» (г. Бобруйск) представляет собой бочкообразную емкость, установленную на одноосном прицепном шасси, выпускаемым Бобруйским заводом «Агротехмаш». В емкости установлен смеситель с горизонтально расположенным валом, приводимый через редуктор от вала отбора мощности трактора, агрегатируемого с машиной. Вместимость емкости 2500 кг смеси. Обогрев емкости осуществляется с помощью пропановых горелок. В отличие от рассмотренных ранее конструкций термос-миксеров РД-2500 Л не имеет механизма наклона емкости для облегчения выгрузки смеси. Стоимость термос-миксера РД-2500 Л составляет 3550 USD.

Котел для литого асфальта КДМ-150 производства ОАО «Кременчугский завод дорожных машин» (Украина) (см. рис. 4.35), выпускаемый

в двух модификациях: 1501 – на шасси автомобиля КаМАЗ-55111 или МАЗ-5516 и 1502 – на шасси автомобиля КрАЗ-6510 или КрАЗ-6444, предназначен для транспортировки литой асфальтобетонной смеси на объект производства работ с перемешиванием и поддержанием температуры, а также дозированной выгрузки смеси через люк с шиберным затвором.

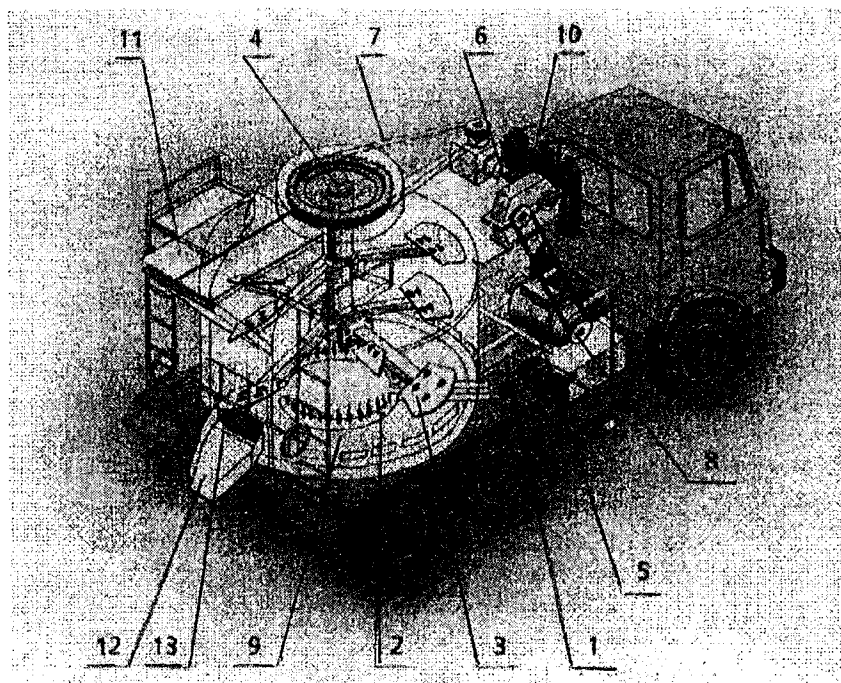


Рис. 4.93. Конструкция котла для литого асфальта КДМ-150 производства ОАО «Кременчугский завод дорожных машин» (Украина):

- 1 – рама; 2 – теплоизолированная емкость; 3 – лопастный смеситель;
- 4 – вал смесителя; 5 – дизельный двигатель; 6 – редуктор;
- 7 – клиноремная передача; 8 – цепная передача; 9 – система подогрева;
- 10 – баллоны системы подогрева; 11 – загрузочный люк;
- 12 – лоток; 13 – шиберный затвор

Для выполнения технологического процесса ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог конструкция котла для литого асфальта КДМ-150 (см. рис. 4.93) представляет

собой теплоизолированную емкость 2, смонтированную на раме 1, которая устанавливается на шасси автомобиля. В емкости установлен лопастный смеситель 3 с вертикальным расположенным валом 4. Привод смесителя осуществляется от автономного дизельного двигателя 5 через редуктор 6, клиноременную 7 и цепную 8 передачи. Температура в емкости поддерживается за счет системы подогрева 9, работающей на сжиженном газе из баллонов 10. Загрузка смеси в емкость осуществляется через загрузочный люк 11, расположенный в ее верхней части, а выгрузка – по лотку 12 через люк с шиберным затвором, расположенным в ее нижней части.

Недостатком технологии ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с применением литого асфальтобетона является значительное потребление энергии при его выпуске (больше, чем при выпуске мелкозернистого асфальтобетона), так как его температура достигает 220..240 °С, и связанные с этим особенности производства работ, в том числе и в области охраны труда.

При производстве ямочного ремонта автомобильных дорог укладкой затаренных или приготовленных непосредственно на объекте производства работ эмульсионно-минеральных смесей применяются следующие машины и механизмы: компрессор, питающий сжатым воздухом отбойные молотки (пневмоломы), или фреза типа АМКОДОР-8047 А на базе трактора МТЗ-80/82 для вырубки кромок ямы; виброплита, осуществляющая уплотнение уложенной в яму эмульсионно-минеральной смеси и транспортное средство, осуществляющее перевозку эмульсионно-минеральной смеси с базы на объекты производства работ, обычно ГАЗ-33023 («Газель-Фермер»), в кузове которого размещаются все необходимые материалы и оборудование, а в кабине – бригада дорожных рабочих.

Эмульсионно-минеральная смесь для удобства при укладке может быть затарена в полиэтиленовые мешки или картонную тару. Для ее приготовления и затаривания на базе дорожной организации применяется различное оборудование. Наиболее простым и наименее производительным является стационарный бетоносмеситель, в котором осуществляется перемешивание предварительно дозированных компонентов эмульсионно-минеральной смеси. Для повышения производительности возможно применение доработанного смесителя асфальтобетонного завода, предложенное и внедренное в эксплуатацию специалистами ДРСУ-154 (г. Рогачев) КПРСУП

«Гомельоблдорстрой» или стационарной установки для приготовления, дозирования и затаривания эмульсионно-минеральных смесей производительностью до 1,0 т/ч производства СКТБ «Техноприбор» (г. Гомель), представляющей собой систему весовых и объемных дозаторов, подающих материалы в смеситель и механизм затаривания. Смеси, приготовленные таким образом, могут храниться длительное время при положительной температуре и условии герметичности тары и использоваться при укладке по первому требованию.

При производстве работ по данной технологической схеме укладка смеси производится вручную, что определяет низкую производительность – до 50 м² в смену.

В случае приготовления смеси прямо на объекте производства работ применяются мобильные бетоносмесители, навешиваемые на трактор МТЗ. В этом случае необходимо привлечение транспорта для перевозки материалов, а доля ручного труда еще более велика, что снижает производительность до 40 м² в смену.

Снизить долю ручного труда при производстве ямочного ремонта укладкой эмульсионно - минеральных смесей позволяют машины УДВ-2000 производства КУП «Дорвектор-Маш» (г. Молодечно) и «COMBI PATCHER» немецкой фирмы SCHAEFER.

Установка для ямочного ремонта УДВ-2000, смонтированная на прицепе ПСЕ-Ф-12.5Б, агрегируется с трактором типа МТЗ-80/82 и состоит из трехсекционного бункера для различных фракций щебня общим объемом 1,5 м³; емкости для битумной эмульсии объемом 0,8 м³; компрессора, обеспечивающего работу отбойного молотка и пневмотрамбовки. Привод компрессора – гидромеханический, от гидросистемы трактора; питание электрооборудования установки – от электросистемы трактора. Технология работы установки включает в себя следующие операции: вырубка кромок ямы; очистка ямы от грязи сжатым воздухом; обработка ямы битумной эмульсией; ручная укладка в яму щебня, подаваемого через распределительные заслонки бункера в приемный короб; обработка щебня в яме битумной эмульсией посредством распылителя на гибком шланге, управляемого оператором; уплотнение.

К недостаткам установки УДВ-2000 относятся отсутствие возможности обогрева емкости для битумной эмульсии, малые объемы бункера для щебня и емкости для битумной эмульсии, приводящие к необходимости частой загрузки.

Установка «COMBI PATCHER» немецкой фирмы SCHAFER выполняет технологический процесс ямочного ремонта аналогично установке УДВ-2000 и представляет собой прицепное шасси с установленным на нем двухсекционным бункером для щебня общим объемом 4,5 м³, обогреваемой емкостью для битумной эмульсии вместимостью 3500 л, автономной дизельной силовой установкой, приводящей в работу компрессор пневмосистемы. Обработка ямы битумной эмульсией и пропитка щебня, уложенного в яму, осуществляется посредством форсунки на гибком шланге, закрепленном на поворотной стреле, что дает возможность оператору охватывать площадь покрытия автодороги в радиусе до шести метров от установки. Укладка щебня в яму производится вручную из подающего короба.

Недостатками машин, выполняющих ямочный ремонт укладкой затаренных или приготовленных непосредственно на объекте производства работ эмульсионно-минеральных смесей, являются: необходимость предварительной подготовки ремонтируемого участка автодороги (вырубки кромок ям, очистки ям от грязи), привлечением другой техники; значительная доля ручного труда; низкая производительность; относительно невысокое качество ямочного ремонта вследствие отсутствия в выполняемом технологическом процессе операций по промывке щебня от пыли и ямы от грязи и засорителей.

Для разрушения и вырубки поврежденных участков дорожных покрытий применяют ручной механизированный инструмент ударного действия, навесные и прицепные рыхлители, автобетоноломы, машины для распиливания бетонных покрытий и машины для дробления твердых материалов на дороге.

При малых объемах работ, когда применение мощных машин нецелесообразно, ручной механизированный инструмент является основным средством взламывания дорожного покрытия. Форму и размеры рабочих наконечников ударного инструмента выбирают в зависимости от выполняемых работ. Конфигурация, углы заострения и материал наконечника существенно влияют на производительность и в известной мере определяют срок его службы. Материалом для наконечников служат углеродистые инструментальные стали 48, 48А, 48Г, 10Г. Для весьма крепких пород с коэффициентом крепости, превышающим 10 по шкале М. М. Протодяконова, рекомендуется применять легированные стали 5ХВС и 6ХВС с присадкой хрома, вольфрама и кремния. Для работ по грунту и бетону

применяют сталь 50. Изготовленные из этой стали наконечники подвергают нормализации, закалке и отпуску. Закалке подвергают концы хвостовика и режущей части на длине 30...40 мм.

Пневматический лом. Для ударного разрушения каменных и бетонных фундаментов сооружений, дорожных покрытий, полускальных пород и разработки мерзлого грунта применяют пневмолом ИП-4604, в котором по сравнению с аналогичным оборудованием резко снижены вибрации и усилие нажатия. Он обладает большой ударной мощностью, до 1,18 кВт, при энергии удара 90 Н · м. Пневмолом (рис. 4.94) состоит из ствола и подвижно размещенного в нем ударника.

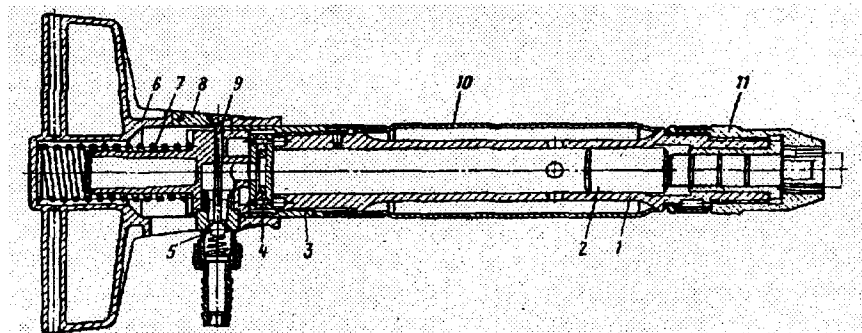


Рис. 4.94. Пневматический лом ИП-4604:

- 1 – ствол; 2 – ударник; 3 – стакан;
4 – воздухораспределительное устройство; 5 – подпружиненный шарик;
6 – рукоятка; 7 – амортизационная пружина; 8 – клин;
9 – толкатель; 10 – глушитель; 11 – колпак

На верхнем торце ствола при помощи стакана закреплено воздухораспределительное устройство. На стакан надета рукоятка с амортизационной пружиной между ними. Пусковое устройство, состоящее из подпружиненного шарика, толкателя и клина, размещено в стакане и рукоятке. На ствол надет глушитель шума. Пневмолом укомплектован сменным рабочим инструментом – ломом и лопаткой, которые закрепляют с помощью колпака.

При нажатии на рукоятку с помощью клина и толкателя шарик открывает доступ сжатому воздуху в воздухораспределительное устройство, направляющее сжатый воздух попеременно в нижнюю и верхнюю полости. Под действием сжатого воздуха ударник наносит

удар по рабочему инструменту. Отработанный воздух удаляется через радиальные отверстия в стволе и глушитель. Наличие глушителя позволило значительно уменьшить шум. Часть отработанного воздуха из глушителя направляется вниз на разрушаемый материал для уменьшения запыленности рабочего места. Принятая схема выхлопа позволила, кроме того, ликвидировать обмерзание, возникающие из-за расширения воздуха.

При выполнении работ по ремонту дорог широко применяют специализированные машины для разрушения дорожных покрытий ударом. В качестве рабочего оборудования они имеют мощные пневматические или гидравлические ударные молоты, которые навешивают на экскаваторы или специальные машины.

Фирма «Фрема» (ФРГ) выпускает машины для разрушения дорожного покрытия толщиной до 25 см. На балке передвижной машины смонтировано один или несколько отбойных пневматических молотков. Высоту балки над уровнем покрытия устанавливают с помощью пневмоцилиндров. Ширина разрушаемой полосы при прокладке траншей под коммуникации 0,8...2,8 м. Производительность зависит от толщины разрушаемого слоя и при разрушении асфальтобетонных покрытий достигает 20 м³/ч.

Во Франции разработан гидромолот «Арров-DSOO». Молот предназначен для разрушения любых дорожных покрытий, уплотнений щебня и обочин. Он установлен на двухосном автомобильном шасси. Частота ударов – до 120 в минуту. Мощность двигателя 45 кВт (61 л. с.), рабочая скорость 12,5 м/мин, транспортная – 35 км/ч. Габаритные размеры машины 3,91 (4,16) x 2 (4,24) x 2,29 м.

Фирма «Браун и Таус» (Англия) выпустила гидроагрегат, состоящий из двух гидромолотков, шестеренного насоса и двигателя. Оборудование смонтировано на двухколесном шасси. Отмечают высокую износостойкость инструмента и низкий уровень шума (до 75 дБ), что является следствием применения капота со звукоизолирующей обкладкой из полиуретана. Размеры установки 2,66 x 1,14 x 1,27 м, общая масса 635 кг.

Оборудование ударного действия – ударник с гидропневматическим аккумулятором – может быть навешено на экскаваторы ЭО-2621 или ЭО-3323.

Известно предложение по созданию рыхлителей барабанного типа с зубьями. Такие машины предназначают для разрушения

асфальтобетонных покрытий на глубину 152 мм. Два барабана машины с зубьями подвешены к раме двухосного тягача при помощи рычагов и гидроцилиндров. Барабаны взаимно перекрывают полосу разрушения друг друга. За ними размещены отвалы пружинного типа, которые собирают куски материала в виде валика по оси машины. Ленточным погрузчиком, смонтированным в задней части машины, материал грузится в транспортные средства или в отвал.

Большой интерес представляют предложения, в которых для разрушения покрытий применяют струю воды, вытекающую из сопла под большим давлением. Машина, которая разрушает вертикальной струей воды, состоит из импульсных насосов высокого давления с инжекторами. Оборудование опирается резиновыми подушками на поверхность покрытия. После разрушения одного участка оборудование поднимают, а машина перемещается на новое место.

Высокоскоростные струи жидкости можно также использовать для очистки поверхностей покрытий от грязи и удаления продуктов загрязнения.

Каменные материалы и куски бетона, находящиеся на поверхности покрытия, можно дробить специальными машинами-дробилками, рабочим органом которых чаще всего является ротор с дробящими молотками. Такие дробилки могут оказаться эффективными при реконструкции дорог с каменным покрытием.

Машины для дробления могут быть прицепными, навесными на стандартные двухосные и одноосные тягачи и на специальном шасси. Независимо от этого их дробящее устройство в основном одинаково. Оборудование такого типа монтируют на прицепе. Оно состоит из рамы, рабочего оборудования – дробящего ротора, двигателя, трансмиссии, ходовой части и механизмов управления. Рама прицепа опирается на ось через две балки, имеющие шарнирное крепление на концах рамы и на оси. Положение рамы относительно поверхности земли и дробимого материала регулируют посредством гидроцилиндров, укрепленных на балках и на раме. При подъеме и опускании рамы изменяется положение ротора с дробящими молотками. Ротор имеет вид вала с дисками, на которых шарнирно закреплены молотки. Молотки на смежных дисках смещены относительно друг друга на 45°. Ротор с молотками закрыт кожухом. Материал, подлежащий дроблению, рассыпается в виде валика на дороге. При реконструкции дорог старое покрытие предварительно разрыхляют.

Машину над реконструируемым участком покрытия дороги буксируют тягачом на малой скорости. Мелкие частицы раздробленного материала обычно располагаются в нижних его слоях. При необходимости раздробленный материал перемешивают, а остающиеся на поверхности крупные частицы дробят снова на повторном подходе машины. Количество проходов и скорость движения машины зависят от крупности и твердости материала, а также от требуемой крупности щебня.

Наиболее прогрессивным, эффективным и производительным способом ямочного ремонта в настоящее время является технология, при выполнении которой непрерывно осуществляются операции по приготовлению, укладке в ремонтируемую яму и уплотнению эмульсионно-минеральной смеси потоком воздуха, выполняемые рабочим органом универсальной машины. Такую технику, отличающуюся по конструкции, но одинаково выполняющую основные операции технологического процесса, выпускает ряд предприятий в Европе, России и Республике Беларусь.

ЗАО «Бецема» (г. Красногорск) [7], ЗАО «Химлегмаш-Псков» (г. Псков) [8] и ОАО "Завод «Дормаш»" (г. Верхний Уфалей) выпускают соответственно установки для ямочного ремонта БЦМ-24, УДР-1 и УДМ-1 типа RA-2000 SPRAY PATCHER фирмы ROSCO (США), конструктивно идентичные, отличающиеся только комплектующими изделиями, которые агрегируются с автомобилем-самосвалом, на задний борт которого навешивается приемный бункер, оборудованный шнековым питателем, из которого щебень транспортируется по гибкому щебнепроводу в рабочий орган под действием потока воздуха, создаваемого воздуходувкой. Привод воздуходувки осуществляется от дизельного двигателя, смонтированного на раме установки. Подача битумной эмульсии производится насосом из теплоизолированного бака, имеющего систему подогрева, к рабочему органу установки – соплу, где происходят смешивание щебня с битумной эмульсией и непрерывная укладка получаемой эмульсионно-минеральной смеси в ремонтируемую яму. Рабочий орган имеет возможность менять свое положение в пространстве, охватывая определенную площадь покрытия автодороги.

Недостатками данных машин являются: возможность агрегирования только с определенной моделью автомобиля-самосвала, для заднего борта которого изготовлен приемный бункер; невозможность

работы в условиях ограниченного габарита по высоте из-за поднятого кузова автомобиля-самосвала; относительно невысокое качество ямочного ремонта вследствие отсутствия в технологическом процессе, выполняемом установкой, операций по промывке щебня от пыли, образующейся при его транспортировке, и ямы от грязи и засорителей.

Фирма SAVALCO (Швеция) [9] (рис.4.95) для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автодорог выпускает машину моделей SR 800 и SR 1500, отличающихся большой грузоподъемностью. Оборудование данных машин состоит из конического бункера для щебня; отдельного бака для битумной эмульсии, имеющего систему подогрева; дизельной силовой установки, приводящей насос гидравлической системы привода шнека подачи щебня и воздуходувку, создающую поток воздуха, увлекающего щебень из шнекового питателя в щебнепровод и далее в рабочий орган (сопло), а также насос, подающий битумную эмульсию из бака в рабочий орган, где она смешивается со щебнем. Получаемая в результате эмульсионно-минеральная смесь непрерывно укладывается в ремонтируемую яму. Рабочий орган (сопло) смонтирован на стреле гидроманипулятора и управляется водителем автомобиля непосредственно из кабины.

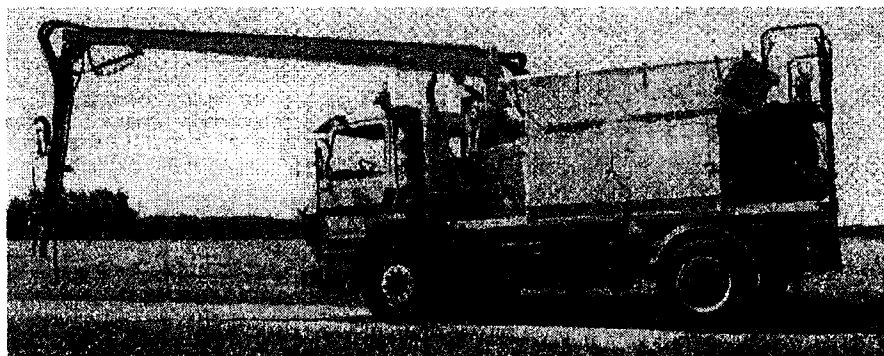


Рис. 4.95. Машина для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автодорог SR 800 фирмы SAVALCO (Швеция)

Недостатком данной машины является относительно невысокое качество ямочного ремонта вследствие отсутствия в выполняемом технологическом процессе операций по промывке щебня от пыли и ямы от грязи и засорителей; металлоемкость и энергонасыщенность, определяющие высокую стоимость изготовления и эксплуатации машины.

Производственно-торговой фирмой «РАСТОМ» (г. Москва) выпускается с применением импортных комплектующих машина для ямочного ремонта Turbo Jet T-250 AE типа CRAFCO (США), устанавливаемая на шасси автомобиля ЗИЛ-133 Г42 грузоподъемностью 12,5 т, конструкция которой состоит из конического бункера объемом 5 м для щебня, опускаемого под действием силы тяжести в питатель и увлекаемого потоком воздуха, создаваемого воздуходувкой, по гибкому щебнепроводу в ремонтируемую яму. На конце гибкого щебнепровода, проложенного по стреле, управляемой оператором вручную, установлено сопло, в котором происходит обработка щебня битумной эмульсией, подаваемой под давлением из обогреваемого бака вместимостью 946 л. Привод воздуходувки осуществляется от дизельного двигателя мощностью 80 л.с.

Недостатком данной машины, аналогично машине SAVALCO (Швеция), является относительно невысокое качество ямочного ремонта вследствие отсутствия в выполняемом технологическом процессе операций по промывке щебня от пыли и ямы от грязи и засорителей, высокая металлоемкость.

Фирмой SCHAFFER (Германия) [10] выпускается установка BLOW-PATCHER для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автодорог, состоящая из установленных на прицепном шасси двухсекционного бункера для щебня, отдельных баков для воды и битумной эмульсии; дизельной силовой установки, приводящей гидросистему шнеков подачи щебня из бункера в щебнепровод, компрессора пневмосистемы и воздуходувки, создающей поток воздуха, посредством которого материал подается по щебнепроводу в рабочий орган (сопло), где смешивается с битумной эмульсией, подаваемой из бака диафрагменным насосом. Получаемая в результате эмульсионно-минеральная смесь непрерывно укладывается в ремонтируемую яму, предварительно промываемую водой от грязи и засорителей. Рабочий орган имеет возможность менять свое положение в пространстве, охватывая определенную площадь покрытия автодороги.

Недостатком данной машины является относительно невысокое сцепление вяжущего (битумной эмульсии) с минеральным материалом (щебнем), если щебень имеет повышенное содержание пыли, и, как следствие, – относительно недостаточная долговечность ямочного ремонта; металлоемкость, определяющая высокую стоимость изготовления машины.

Фирмой КОВИТ (Чехия) выпускаются машины для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автодорог модификаций TURBO-COMBI-3000, 4000, 5000, 7000, отличающиеся вместимостью бункера (соответственно 3000, 4000, 5000, 7000 кг), устанавливаемые на автомобильные шасси соответствующей грузоподъемности, за исключением TURBO-COMBI-3000, устанавливаемой на прицепном шасси. Конструкция данных машин аналогична конструкции машины BLOW-PATCHER немецкой фирмы SCHAFER и отличается конструктивным исполнением отдельных узлов и агрегатов (так, бункер машин TURBO-COMBI имеет только одну секцию, что позволяет использовать при производстве ямочного ремонта только одну фракцию щебня; привод воздухоудовки, насоса подачи битумной эмульсии-гидравлический; гибкий щебнепровод с рабочим органом установлен на поворотной стреле, закрепленной к нижней раме бункера, что в отличие от машины BLOW-PATCHER снижает металлоемкость конструкции и облегчает работу оператора). В то же время машина TURBO-COMBI имеет возможность распределения песчано-соляной смеси в зимний период, которая загружается в бункер вместо щебня и, подаваемая через рабочий орган, разбрасывается диском, приводимым гидромотором. Параметры посыпки (ширина россыпи, плотность посыпки) изменяются путем изменения частоты вращения шнека подачи материала и разбрасывающего диска.

Недостатком данной машины является относительно невысокое качество ямочного ремонта вследствие отсутствия в выполняемом технологическом процессе операций по промывке щебня от пыли и ямы от грязи и засорителей.

С учетом опыта эксплуатации установки для ямочного ремонта BLOW-PATCHER немецкой фирмы SCHAFER ПРСО «Гомельоблдорстрой» совместно с Гомельскими заводами «Стромавтолиния» и ОП НПО РУП «Гомсельмаш» была разработана конструкторская документация на изготовление универсальной машины для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог типа BLOW-PATCHER немецкой фирмы SCHAFER. При изготовлении данной машины в ее конструкцию были внесены доработки, позволяющие применить максимум отечественных комплектующих, таких как шасси, узлы пневмо- и гидросистемы, но оставить оригинальными (производства ведущих немецких фирм) те узлы и агрегаты, которые определяют надежность и производительность работы машины

(дизельный двигатель фирмы HATZ модели 3L41C, воздухоудку фирмы ZM, мембранные насосы фирмы ALFA LAVAL модели DL 25). Эксплуатация в строительных сезонах 1998–2002 годов в ДЭУ, ДРСУ ПРСО «Гомельоблдорстрой» изготовленных на заводе «Стромавтолиния» десяти машин заводского обозначения ФСИТ-42 и трех машин, изготовленных в ОП НПО РУП «Гомсельмаш», показала, что машина отечественного производства не уступает немецкой. Конструкцию машины BLOW-PATCHER немецкой фирмы SCHAFER в качестве прототипа использовал также Радичкий машиностроительный завод (г. Брянск), входящий в холдинг «Строительные машины и механизмы», специалисты которого в 2002 г. разработали и изготовили машину для ямочного ремонта модели Р-310 с максимальным применением комплектующих производства стран СНГ. Применение дизельного двигателя производства Владимирского тракторного завода, воздухоудки производства ООО «Мелком» (Мелитопольский компрессорный завод, Украина) позволило снизить стоимость, но в то же время возросли масса и габаритные размеры машины по сравнению с немецким аналогом.

На основе опыта эксплуатации рассмотренных выше конструкций машин и проведенного анализа специалистами КПРСУП «Гомельоблдорстрой» совместно с кафедрой «ДМ и ПТМ» БелГУТа разработана новая конструкция универсальной машины для текущего ремонта и содержания асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог (рис. 4.96), состоящей из каркаса, объединяющего бункер для щебня, баки для воды и битумной эмульсии, устанавливаемого на шасси или в кузове транспортного средства, удовлетворяющего соответствующей модификации данной машины. В нижней части бункера, имеющего в поперечном сечении коническую форму, установлен шнек, приводимый в действие посредством гидромеханической передачи и транспортирующий щебень из бункера в приемный лоток, из которого он, увлекаемый потоком воздуха, по гибкому щебнепроводу подается в рабочий орган (сопло). Поток воздуха создается воздухоудкой производительностью 12...15 м³/мин, приводимой в действие от силовой установки машины или базового шасси. В сопле происходит смешивание щебня с битумной эмульсией, подаваемой из бака под давлением. Для повышения адгезии битумной эмульсии к минеральному материалу (щебню), особенно при повышенном содержании в нем пыли и, как следствие, повышения

качества ямочного ремонта, снижения расхода материалов в бункере машины установлен смеситель, в котором щебень перемешивается с адгезионной добавкой, подаваемой под давлением из отдельного бачка посредством форсунок. Получаемая эмульсионно-минеральная смесь непрерывно укладывается в ремонтируемую яму и уплотняется благодаря подаче под давлением. Предварительно яма промывается от грязи водой, также подаваемой под давлением.

Для распределения противогололедных материалов рабочий орган (сопло), смонтированный на гибком щебнепроводе, заменяется на разбрасывающий диск, приводимый в действие гидромотором. Привод воздуходувки также отключается, так как песчано-соляная смесь, загружаемая в бункер вместо щебня и транспортируемая шнеком в приемный лоток, подается на разбрасывающий диск под действием силы тяжести.

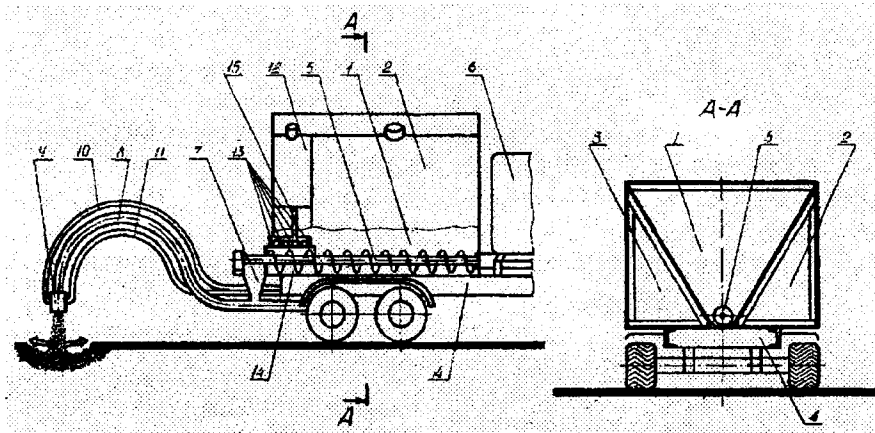


Рис. 4.96. Конструктивная схема универсальной машины для текущего ремонта и содержания асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог:

- 1 – бункер для щебня; 2 – бак для воды; 3 – бак для битумной эмульсии;
- 4 – шасси транспортного средства; 5 – шнек; 6 – силовая установка;
- 7 – приемный лоток; 8 – гибкий щебнепровод; 9 – рабочий орган (сопло);
- 10 – трубопровод подачи битумной эмульсии; 11 – трубопровод подачи воды;
- 12 – бачок для адгезионной добавки; 13 – форсунок;
- 14 – смеситель адгезионной добавки; 15 – трубопровод подачи адгезионной добавки

Данная машина может быть представлена в различных модификациях, отличающихся:

- по грузоподъемности;
- по отбору мощности для привода узлов и агрегатов (с автономной силовой установкой и с приводом от базового шасси);
- по способу загрузки минеральных материалов (с самозагрузкой посредством элеватора или гидроманипулятора, оснащенного грейфером и без самозагрузки).

Данные модификации выдвигают следующие требования к базовому шасси :

1. Грузоподъемность не менее 8,0 т;
2. Возможность длительного отбора мощности в размере 38,0 кВт при 2500 об/мин как на стоянке, так и в движении;
3. Наличие насоса НШ-50, приводимого в действие независимо от вала отбора мощности;
4. Наличие компрессора производительностью 500 л/мин и развивающего давление 8,0 атм;
5. Транспортная скорость не ниже 60 км/час.

С учетом данных требований наиболее подходящим из отечественных шасси является шасси МАЗ-53373, имеющее редуктор отбора мощности, или шасси МАЗ-5337, оборудованное коробкой перемены передач ЯМЗ-236 ПО.

Альтернативой автомобильному является прицепное шасси, агрегатируемое с трактором тягового класса 1.4. В этом случае также возможно несколько модификаций машины, отличающихся:

- по грузоподъемности;
- по отбору мощности для привода узлов и агрегатов (с автономной силовой установкой и с приводом от вала отбора мощности трактора);
- по способу загрузки минеральных материалов (с самозагрузкой посредством элеватора или гидроманипулятора, оснащенного грейфером и без самозагрузки).

Выбор той или иной модификации в конечном итоге может определяться конкретными требованиями эксплуатации, в соответствии с которыми в конструкцию машины могут быть внесены необходимые изменения.

Для выполнения технологического процесса поверхностной обработки автомобильных дорог в зависимости от ее вида при раздельном способе распределения вяжущего и щебня применяются различные комплексы дорожной техники, основными машинами в которых являются автогудронатор и щебнераспределитель.

Автогудронатор предназначен для распределения вяжущих материалов (битум, битумная эмульсия) по поверхности дорожного покрытия, обеспечивая при этом заданные в технологическом процессе параметры дозировки и температуры вяжущего.

Для выполнения поставленных задач конструкция автогудронатора в общем виде включает в себя термоизолированную цистерну с системой обогрева горячими газами, образующимися при сгорании топлива в горелках и проходящими по жаровым трубам, и распределительную систему для вяжущего, которое посредством насоса подается в форсунки.

Парк автогудронаторов, эксплуатируемых дорожными организациями Республики Беларусь, включает в себя в основном следующие модели: ДС-39 на шасси автомобиля ЗИЛ-431412 (ЗИЛ-130), ДС-142 на шасси КаМАЗ-53213, выпущенные в 1980–1990 годы. В рамках технического перевооружения, связанного с внедрением технологий ремонта автодорог с применением битумных эмульсий, дорожными организациями Республики Беларусь начали эксплуатироваться автогудронаторы АРБ-7 на шасси МАЗ-5337 производства Фанипольского опытно-механического завода, а также в незначительном количестве автогудронаторы производства ведущих европейских фирм: SECMAIR, BREINING и др.

Основные преимущества автогудронаторов АРБ-7 над эксплуатируемыми ранее заключаются в достижении более высокой равномерности распределения и более точном соблюдении нормы розлива вяжущего по поверхности покрытия ремонтируемой автодороги, регламентируемых требованиями технологического процесса, что является основным критерием при использовании битумной эмульсии.

В настоящее время Фанипольский опытно-механический завод внедрил в производство новую модель автогудронатора – АРБ-8, базирующуюся на шасси автомобиля МАЗ-53366-040 вместимостью цистерны 8000 л, позволяющей распределять вяжущие дорожно-строительные материалы шириной розлива до 4,3 м. Применение в конструкции данного автогудронатора импортных комплектующих изделий позволило достигнуть высокой надежности работы и качества распределения вяжущих дорожно-строительных материалов, соответствующего современным требованиям.

Щебнераспределитель, работающий в комплексе с автогудронатором, предназначен для равномерного распределения минерального материала, обеспечивая при этом заданные в технологическом процессе параметры дозировки.

Для выполнения данного технологического процесса наиболее эффективно использование щебнераспределителей, агрегируемых с автомобилями-самосвалами в качестве навесного оборудования. Дорожными организациями Республики Беларусь эксплуатируются следующие модели щебнераспределителей такой конструкции: WS-3.5 немецкой фирмы BREINING; ЩРД-3.5 типа BREINING производства ГП «Дорвектор» (г. Молодечно); ЩРДС-1400, собранные из узлов и агрегатов фирмы SECMAIR (Франция), и ЩРД-1400 со 100 % применением отечественных комплектующих, выпускаемые также ГП «Дорвектор».

Щебнераспределитель ЩРДС-1400 (ЩРД-1400), устанавливается на самосвал МАЗ-5551 вместо заднего борта кузова и подключается к электро-, пневмо- и гидросистеме автомобиля. Управление работой щебнераспределителя производится с площадки оператором. Ширина распределения щебня может изменяться от 160 до 3180 мм с помощью шиберных заслонок, управляемых пневмоцилиндрами.

Щебнераспределитель ЩРД-3.5 отличается от ЩРДС-1400 тем, что его агрегирование с автомобилем осуществляется посредством прицепного устройства, соединяющего щебнераспределитель с ободами задних колес самосвала; время агрегирования составляет 1...3 мин. Данное конструктивное решение позволяет использовать щебнераспределитель более универсально: с автомобилями МАЗ-5551, КаМАЗ-55111 и т.д., а также сократить простои техники при загрузке. Привод рабочих органов щебнераспределителя (левого и правого шнековых питателей, распределительного вала) осуществляется от опорных обрешиненных колес посредством цепной передачи. Ширина распределения щебня может изменяться от 250 до 3500 мм шиберными заслонками, управляемыми двумя операторами с площадки управления.

Автомобиль при выполнении технологического процесса поверхностной обработки с применением указанных щебнераспределителей движется задним ходом со скоростью 3...5 км/ч (45 м/мин). Данные щебнераспределители могут распределять щебень фракций 1...5, 5...10, 10...15, 15...20 мм. Производительность данного комплекса составляет 8750...12250 м² в смену или 2500...3500 метров поверхностной обработки.

Применение комплекса машин, состоящего из автогудронатора АРБ-7 и щебнераспределителя ЩРД-3.5, агрегируемого с самосвалом

МАЗ-5551, позволяет выполнять технологический процесс поверхностной обработки автодорог с применением битумной эмульсии в соответствии с требованиями действующих в Республике Беларусь и России нормативных документов [9, 10], регламентирующих требования к качеству данного вида работ. С учетом того, что стоимость автогудронатора АРБ-7, смонтированного на шасси МАЗ-5337, составляет около 23600 долларов США, а стоимость щебнераспределителя ЩРД-3.5 составляет около 5500 долларов США, что значительно ниже стоимости аналогов, данный комплекс можно считать оптимальным по соотношению цена / качество выполняемых работ.

Уплотнение свежееуложенного слоя поверхностной обработки производится непосредственно за проходом щебнераспределителя 5–6 проходами самоходного или прицепного катка на пневмоколесном ходу с нагрузкой на колесо не менее 1,5 т и давлением в шинах 0,7...0,8 МПа [9, 10].

В качестве альтернативы щебнераспределителям, навесным на самосвалы, в технологическом процессе поверхностной обработки с отдельным распределением материалов могут применяться самоходные. Так, фирмой BOMAG (Германия) выпускается самоходный щебнераспределитель BS 450 V, представляющий собой бункер для щебня объемом 2 м³, смонтированный на раме тележки, оснащенной двигателем мощностью 27,5 кВт, приводящим в движение все узлы (рабочие органы с возможностью вибрационного распределения материалов, механизм передвижения) машины.

Ширина распределения материалов изменяется от 2500 до 4500 мм при рабочей скорости 6 км/ч. Аналогичная машина марки Т-224, агрегируемая с трактором МТЗ-80/82, выпускалась Мамонтовским опытно-экспериментальным заводом (Московская область); данный щебнераспределитель имеет бункер для щебня грузоподъемностью 5000 кг, в котором установлены шнековый питатель и распределительный вал, приводимые в действие от гидросистемы трактора. Ширина полосы укладки постоянна и составляет 3500 мм; скорость выполнения технологического процесса распределения щебня 1,55...5,6 км/ч. Загрузка щебня в щебнераспределители производится самосвалами на объекте производства работ.

Совместить работу автогудронатора и щебнераспределителя в одной машине, тем самым реализовав идею синхронного распределения материалов, предлагает ряд европейских фирм: SECMAIR,

SCHAFFER, SAVALCO и др.; в России аналогичные машины выпускаются ОАО «Дороги России» (г. Вышний Волочек Тверской области) и ФГУП «Росдортех» (г. Саратов).

Наиболее широкую гамму данной техники, изображенную на рис. 4.97, предлагает французская фирма SECMAIR. Конструктивно данные машины выполнены по одной схеме и по своему назначению делятся на следующие группы:

- машины типа «Чипсилер» для производства поверхностной обработки;
- машины типа «Стоппер» для ремонта мелких трещин устройством поверхностной обработки;
- машины типа «Би-мажор» для производства поверхностных обработок при движении передним и задним ходом и для устройства многослойных поверхностных обработок с двойным распределением вяжущего.

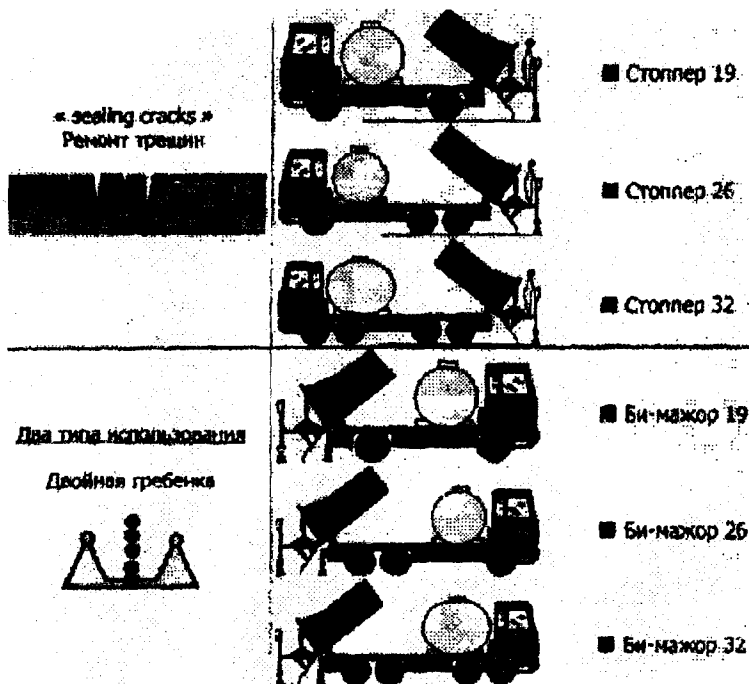


Рис. 4.97. Техника фирмы SECMAIR для производства поверхностной обработки

Рабочее оборудование данных машин монтируется на шасси грузового автомобиля или на прицепе или полуприцепе. В зависимости от грузоподъемности базового шасси, а следовательно, и полной массы каждая группа машин фирмы SECMAIR делится на модели, которые обозначаются индексом, указывающим полную массу машины в тоннах.

Рабочее оборудование машин состоит из теплоизолированного бака для вяжущего, оснащенного системой подогрева, кузова для щебня, системы распределения вяжущего и щебня, площадки оператора с пультом управления рабочими органами машины и процессом производства поверхностной обработки.

Кузов для щебня разделен поперечными перегородками, позволяющими расходовать щебень частями. Система распределения вяжущего состоит из плоскоструйных форсунок, расположенных на одной поперечной балке (рампе) в виде гребенки на расстоянии 100 мм друг от друга, обеспечивая общую ширину распределения вяжущего 4 м. В машинах типа «Би-мажор» имеются две поперечные балки для распределения вяжущего. Каждая форсунка имеет возможность автономного включения и выключения, что обеспечивает гибкое регулирование ширины распределения битума или битумной эмульсии. Система распределения щебня (щебнераспределитель) позволяет распределять фракции от 2 до 20 мм на ширину до 3,5 м с шагом изменения ширины 0,25 м, достигаемой путем закрытия заслонок. Таким образом имеется возможность гибко регулировать ширину распределения вяжущего и щебня в процессе работы машины. Для обеспечения рабочих органов и системы управления машины электроэнергией и сжатым воздухом она имеет автономную силовую установку, а тягач используется только для передвижения. Сменная производительность машины при устройстве одиночной поверхностной обработки составляет от 7000 до 15000 м² в зависимости от организации работ, и в первую очередь от обеспечения машины вяжущим и щебнем.

Производство машин «Чипсилер» моделей 19, 26 и 40 освоено федеральным государственным унитарным предприятием «Росдортех» (г. Саратов). Данные машины изготавливаются с максимальным применением отечественных комплектующих изделий и базируются на шасси автомобилей МАЗ, КаМАЗ и полуприцепах российского производства. Машины «Чипсилер» производства «Росдортех» и SECMAIR имеют одинаковые технические характеристики.

Технические решения, заложенные в машинах фирмы SECMAIR, несколько иначе реализованы в битумощебнераспределителе РД-701 производства ОАО «Дороги России» (г. Вышний Волочек Тверской области). Рабочее оборудование данной машины агрегируется с трактором Т-150 К производства Харьковского тракторного завода и включает в себя бункер для щебня объемом 6 м^3 со щебнераспределителем, теплоизолированную емкость с системой подогрева для вяжущего объемом 6000 л, систему распределения вяжущего и прикатывающие катки, осуществляющие предварительное уплотнение поверхностной обработки. Привод шнекового питателя и вала щебнераспределителя, а также насоса подачи вяжущего—гидравлический, от гидросистемы трактора. Для изменения ширины распределения щебня в бункере установлены четырнадцать шиберных заслонок, управление которыми осуществляет оператор с рабочей площадки. Бункер опирается на три металлических прикатывающих катка, которые оснащены скребками и системой орошения для очистки от налипающего материала. В транспортном положении бункер опирается на два колеса, которые поднимаются и опускаются гидроцилиндрами. Ширина распределения материалов при производстве поверхностной обработки составляет 3500 мм с шагом изменения 250 мм; рабочая скорость — 3,33...8,0 км/ч; эксплуатационная производительность — 1250 $\text{м}^2/\text{ч}$ или 4375 метров поверхностной обработки; стоимость без трактора — 22000 долларов США.

Наиболее сложную технику для поверхностной обработки — ремонтные поезда — выпускают фирмы SAVALCO (Швеция) и SCHAFER (Германия). Данная техника представляет собой автопоезд, на тягаче которого смонтирована емкость для вяжущего с системой распределения, и прицепную часть, металлоконструкция которой образует бункер для щебня, в котором установлен щебнераспределитель. Для механизированной загрузки щебня в бункер на объектах производства работ он оборудован ленточным элеватором, подающим материал через приемный бункер, загружаемый самосвалами. Модификации данных машин могут быть оборудованы системой автоматического дозирования и распределения материалов, выполняющей технологический процесс поверхностной обработки по заранее составленной технологической карте, введенной в компьютер.

Шведская фирма SAVALCO выпускает ремонтный поезд модели HN110T COMBI TELESPRAY 480. Данная машина базируется на

шасси трехосного грузового автомобиля, на раме которого установлена теплоизолированная емкость для вяжущего объемом 11000 литров, оборудованная системой подогрева, а также насос и коммуникации подачи вяжущего в распределительное устройство. С базовой машиной агрегируется прицепная часть, представляющая собой бункер для щебня объемом 10 м^3 ; на прицепной части смонтированы устройства для распределения щебня и вяжущего, позволяющие распределять материалы на ширину до 4,8 м с шагом 0,3 м. Система распределения материалов может телескопически изменять ширину с помощью гидроцилиндров от 2,5 м в транспортном положении до 4,8 м в рабочем. Для механизированной загрузки щебнем на объекте производства работ прицепная часть оборудована ленточным элеватором, загружающим бункер через приемный лоток, в который материал выгружается автомобилями-самосвалами. Данное решение позволяет загружать 10 м^3 щебня за 12...15 минут, что значительно снижает простои техники и повышает производительность ремонтного поезда, которая составляет до 28800 м^2 в смену или до 6000 метров поверхностной обработки при максимальной ширине распределения материалов.

Привод ленточного элеватора, вала щебнераспределителя, питателя и насоса подачи вяжущего осуществляется гидромоторами; шиберных заслонок щебнераспределителя и кранов управления подачей вяжущего в секции форсунок-пневмоцилиндрами. Привод насоса гидросистемы и компрессора пневмосистемы осуществляется от автономной силовой установки, смонтированной на прицепной части. Управление ремонтным поездом осуществляется водителем тягача.

Фирмой SCHAFER (Германия) выпускается несколько моделей ремонтных поездов для производства поверхностной обработки. Модель RZA-4000 включает в себя емкость для вяжущего объемом 8000 литров, оборудованную теплоизоляцией и системой подогрева, которая смонтирована на шасси грузового автомобиля, и прицепную часть, имеющую бункер для щебня объемом $5,5 \text{ м}^3$, для загрузки которого смонтирован ленточный элеватор производительностью 1 т/мин. Щебнераспределительное устройство имеет рабочую ширину распределения материала 2,4 м, который подается распределительным валом через заслонки. Привод вала – гидравлический, от гидромотора. Ширина заслонки – 400 мм, количество заслонок – 6 шт. Управление заслонками осуществляется пневмоцилиндрами. В бункере установлены

шнековые питатели для равномерного распределения материала, приводимые гидромоторами. Щебнераспределительное устройство оснащено прикатывающими валками для равномерного распределения по поверхности автодороги и предварительной укатки материала. Опускание и прижим валков осуществляется пневмоцилиндрами. Устройство распределения вяжущего обеспечивает рабочую ширину розлива 2,4 м и разделено на восемь групп форсунок, имеющих возможность независимого включения и выключения, позволяющая изменять ширину розлива с шагом 400 мм. Вяжущее подается в форсунки под давлением в 6 атм посредством центробежного насоса, установленного на емкости. На шасси автомобиля установлена силовая установка – дизель HATZ 1D81C, приводящий в действие генератор и масляный насос гидросистемы. Питание сжатым воздухом узлов машины осуществляется от пневмосистемы тягача. Производительность ремонтного поезда RZA-4000 фирмы SCHAFER достигает 14400 м² в смену или 6000 метров поверхностной обработки.

Для агрегатирования с данным ремонтным поездом необходим грузовой автомобиль, обеспечивающий устойчивую скорость движения при выполнении технологического процесса поверхностной обработки в пределах 40...60 м/мин (24...3,6 км/ч). Гомельским облдорстроем, эксплуатирующим данный ремонтный поезд, было разработано техническое задание Минскому автомобильному заводу, в соответствии с которым изготовлен автомобиль МАЗ-63038 с двигателем ЯМЗ-238М2 мощностью 176 кВт (240 л.с.), коробкой передач МАЗ-54325, обеспечивающий все требования технологического процесса при работе с RZA-4000.

Фирмой SCHAFER выпускаются также ремонтные поезда моделей RZA-5500, RZA-8000 и RZA-14000, имеющие большую вместимость емкости для вяжущего и бункера для щебня, а также различную ширину распределения материалов. Ремонтный поезд RZA-14000 отличается от остальных тем, что все его оборудование смонтировано на полуприцепе большой грузоподъемности, агрегируемым с сельским тягачом.

Сравнительный анализ производства поверхностной обработки автомобильных дорог с применением битумной эмульсии и кубовидного щебня фракции 10...15 мм показывает, что наибольшая эффективность достигается при использовании ремонтного поезда RZA-4000 фирмы SCHAFER.

Машины и оборудование для капитального ремонта покрытий автомобильных дорог с применением технологий рециклинга применяют для восстановления покрытий автомобильных дорог с целью возвращения и улучшения их первоначальных свойств (прочности, ровности, несущей способности) и достижения определенных, заданных проектным решением технических параметров, таких как толщина верхнего и нижнего слоя, степень уплотнения, ширина, продольный и поперечный уклон и т.д.

Для производства данных работ существует традиционная технология укладки и уплотнения горячей асфальтобетонной смеси, основным недостатком которой являются значительная материал- и энергоемкость, транспортные расходы и, как следствие, – высокая стоимость; в то же время объективная необходимость ограничения расходов на производство дорожно-строительных работ, а также рост сознания людей в вопросах охраны окружающей среды являются причиной возрастания роли новых прогрессивных технологий капитальных ремонтов, одной из которых является *рециклинг* или *регенерация*.

Технология рециклинга может быть представлена двумя основными направлениями: горячий рециклинг и холодный рециклинг, которые, в свою очередь, подразделяются на различные методы.

Машины и оборудование для капитального ремонта покрытий автомобильных дорог с применением технологии горячего рециклинга применяют тогда, когда восстановление свойств покрытия производится с использованием различных методов разогрева.

По месту производства различают два метода горячего рециклинга: рециклинг на заводе и рециклинг на дороге.

Технологический процесс рециклинга на заводе (рис. 4.98) включает в себя следующие операции [12]:

- снятие старого покрытия холодным или горячим фрезерованием;
- доставка автотранспортом сфрезерованного материала (гранулята) на передвижной или стационарный асфальтобетонный завод;
- приготовление из материала старого покрытия (гранулята) с добавлением минеральных материалов и битума в соответствии с требованиями рецептуры новой асфальтобетонной смеси;
- доставка полученной асфальтобетонной смеси автотранспортом на ремонтируемый участок;
- укладка горячей асфальтобетонной смеси;
- уплотнение.

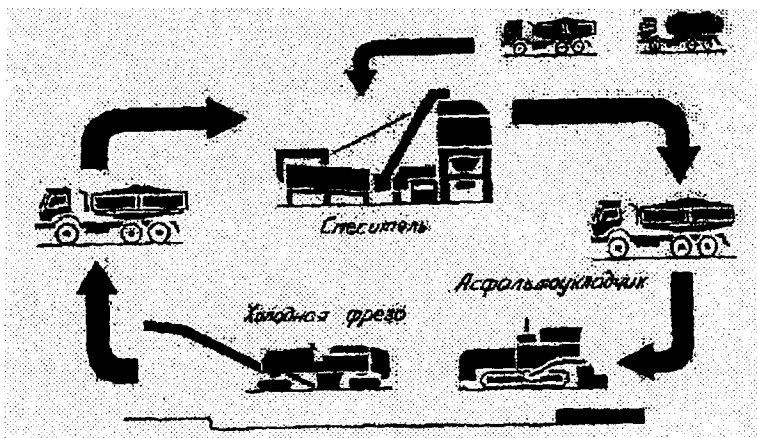


Рис. 4.98. Схема технологического процесса горячего рециклинга на заводе

Основным достоинством технологии горячего рециклинга является повторное использование материалов покрытия автомобильной дороги, что позволяет снизить стоимость ее ремонта, а также сохранение толщины покрытия (так как укладка новых слоев производится вместо сфрезерованных старых), что важно при ограничении габарита по высоте (под путепроводами, проводами троллейбусных линий и т.д.), на мостах и путепроводах (так как не происходит увеличения нагрузки на пролетные строения из-за увеличения толщины и, как следствие, – массы покрытия).

Недостатками данной технологии являются значительные транспортные расходы, возрастающие пропорционально увеличению расстояния от асфальтобетонного завода до объекта производства работ, энергозатраты на производство горячей асфальтобетонной смеси и разогрев минерального материала.

Технологический процесс рециклинга на дороге производится специальной машиной – ремиксером, за один рабочий ход которой материал старого покрытия разогревается, перерабатывается с добавлением или без добавления нового материала, распределяется и уплотняется.

Для выполнения технологических операций горячего рециклинга конструкция ремиксера включает в себя следующие рабочие органы (рис. 4.99) [12]: нагреватель для репластификации асфальтобетонных

покрытий; приемный бункер с механизмом подачи горячей асфальтобетонной смеси; емкость для вяжущего с системой распределения; рыхлитель для фрезерования и подачи материала в смеситель; укладочный орган, предварительно уплотняющий получаемую смесь; систему контроля и управления.

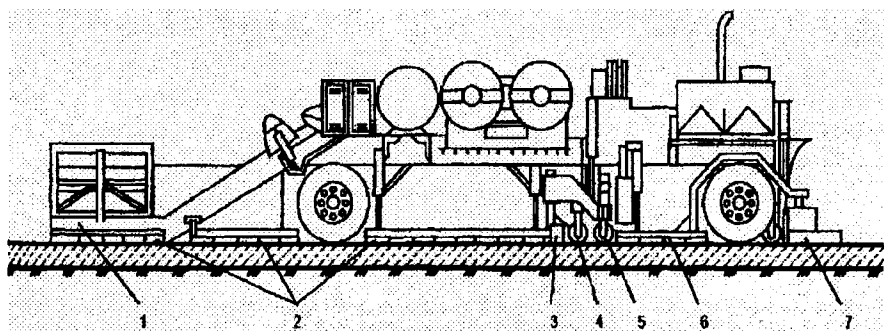


Рис. 4.99. Конструктивная схема ремиксера

для выполнения технологии горячего рециклинга:

- 1 – приемный бункер для новой смеси; 2, 6 – газовые горелки;
- 3 – рыхлитель; 4 – шнековый распределитель;
- 5 – профилирующий орган; 7 – укладочный орган

Энергозатраты на разогрев асфальтобетонного покрытия зависят от его состояния: температуры, содержания воды, влажности поверхности, а также скорости и направления ветра [12]. Для обеспечения эффективного разогрева покрытия с учетом вышеперечисленных факторов нагреватели представляют собой систему газовых горелок инфракрасного излучения, установленных на специальном шасси или непосредственно перед рыхлителем ремиксера, оснащенную устройствами, позволяющими:

- регулировать мощность излучения изменяя давление газа, подаваемого к горелкам;
- изменять температуру покрытия, а также отводить водяной пар при разогреве влажного асфальтобетона регулируя высоту блоков горелок;
- разделять разогреваемую площадь на отдельные участки для предотвращения влияния ветра.

Для разрыхления и снятия разогретого слоя покрытия ремиксер оборудован одним или несколькими (для бесступенчатой регулировки

ширины фрезерования) фрезерными барабанами, на которых по винтовой линии установлены резцы, что позволяет одновременно с разрыхлением производить перемешивание смеси, добываясь ее однородности. Вращение фрезерного барабана осуществляется с помощью гидропривода, который также изменяет глубину фрезерования. Система управления рыхлителем позволяет обходить люки, колодцы и островки безопасности.

Подача вяжущего (битума) на рыхлитель осуществляется во время перемешивания посредством системы форсунок из обогреваемой емкости. Дозировка вяжущего обеспечивается системой управления.

За рыхлителем, снимающим и перемешивающим материал старого покрытия, расположен планирующий отвал, который может выполнять несколько функций. При использовании методов Reshape (Reform) и Repave он служит для планирования разрыхленного материала, а при использовании метода Remix играет роль щита шнека, собирающего остатки материала в смеситель принудительного действия.

Принудительное перемешивание материала старого покрытия, нового материала и вяжущего (битума) осуществляется в смесителе, имеющем вращающиеся в противоположные стороны валы, лопасти которых могут изменять свое положение относительно друг друга для оптимизации процесса перемешивания. Для добавления вяжущего (битума) в перемешиваемую смесь смеситель оборудован системой форсунок.

Свежая асфальтобетонная смесь для устройства слоя износа загружается в приемный бункер ремиксера, откуда посредством ленточных и цепных транспортеров через бункер дозатора, оборудованный шибером для дозирования, подается в смеситель. Скорость движения транспортеров, определяющая скорость подачи смеси, регулируется системой управления в зависимости от скорости движения ремиксера.

Далее укладываемая смесь в виде валика выходит из смесителя и распределительным шнеком равномерно распределяется по поверхности переработанного и разровненного покрытия, которое при этом дополнительно прогревается с помощью инфракрасных излучателей для обеспечения максимального сцепления, достигаемого только при укладке горячего материала на горячее основание.

Точность укладки обеспечивается укладочным брусом, позволяющим формировать заданный поперечный профиль укладываемого слоя, а также гибко регулировать ширину укладки, согласуя ее с шириной захвата рыхлителя. Наличие системы подогрева и вибробруса в конструкции укладочного органа позволяет достигать высокого качества укладки и степени предварительного уплотнения. Управление положением укладочного бруса для обеспечения заданного поперечного профиля может осуществляться как вручную, так и автоматикой нивелирования.

Система контроля и управления обеспечивает согласование операций технологического процесса горячего рециклинга (частоту вращения фрезерного барабана, дозировку битума и свежей асфальтобетонной смеси) со скоростью движения ремиксера, управление укладочным брусом, а также функции контроля работы и диагностики систем, узлов и агрегатов машины.

При использовании методов Repave с перемешиванием и Remix Plus перед укладочным брусом устанавливается дополнительный брус, разравнивающий по высоте разрыхленный материал или его смесь с новой асфальтобетонной смесью, подаваемой системой транспортеров из приемного бункера и распределяемой по ширине полосы вторым распределительным шнеком, после чего укладочным брусом оба слоя формируются и предварительно уплотняются.

Окончательное уплотнение осуществляется по традиционной технологии гладковальцовыми виброкатками и пневмоколесными катками статического действия.

Технология холодного рециклинга позволяет добиться повторного максимального использования материалов существующего покрытия при капитальном ремонте автомобильных дорог.

Использование данной технологии исключает необходимость приготовления и транспортировки новой асфальтобетонной смеси, а также предварительного разогрева покрытия автомобильной дороги (позволяя называть данную технологию холодной), что значительно снижает ее энергоемкость, уменьшает воздействие на окружающую среду.

При ремонте покрытий автомобильных дорог возможно использование двух вариантов холодного рециклинга (рис. 4.100): рециклинг укрепленного слоя дорожной одежды (покрытия) и рециклинг укрепленного и неукрепленного слоев дорожной одежды (покрытия и основания).

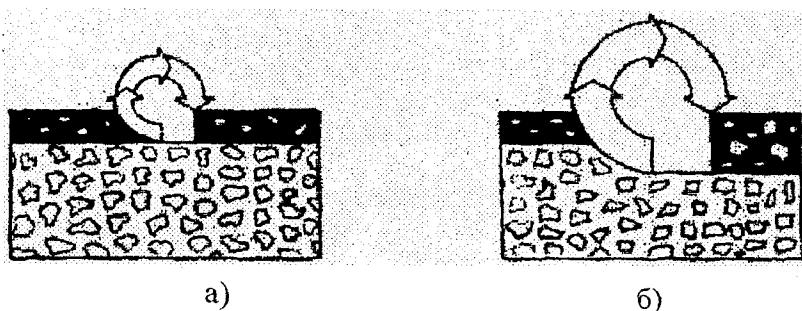


Рис.4.100. Варианты холодного рециклинга покрытий автомобильных дорог:
 а – рециклинг укрепленного слоя дорожной одежды (покрытия);
 б – рециклинг укрепленного и неукрепленного слоев дорожной одежды (покрытия и основания)

Выбор возможного варианта применения технологии холодного рециклинга осуществляется на основе расчета конструкции дорожной одежды под перспективную нагрузку.

Холодный рециклинг может использоваться на дорогах с разными типами покрытий: гравийных, щебеночных неукрепленных, щебеночных укрепленных, асфальтобетонных; при этом ремонтируемая дорожная одежда сфрезеровывается, измельчается, перемешивается с водой для достижения оптимальной влажности, обеспечивающей эффективное уплотнение, и вяжущим с использованием до 100 % существующего материала для устройства новой дорожной одежды и укладывается за один рабочий ход рециклера.

Данный вид покрытий, устраиваемых по способу смешения на месте, был широко распространен в 50-е годы XX века, когда смешение осуществляли с помощью автогрейдеров, дисковых борон, прицепных или самоходных грунтосмесителей.

Применение в настоящее время новых типов органических и неорганических вяжущих, прогрессивных машин и механизмов, позволяющих добиться точного дозирования и оптимального перемешивания вяжущих с гранулятом, получаемым при фрезеровании ремонтируемого покрытия, подняли данную технологию на качественно новый уровень.

Высокие прочностные свойства, стойкость к трещинообразованию, упругость достигаются при использовании комплексного вяжущего – цемента, распределяемого по ремонтируемому покрытию, или цементно-водной суспензии и битумной эмульсии, вводимых в гранулят.

Смеси, полученные с применением технологии холодного рециклинга, могут использоваться как покрытие на дорогах с невысокой интенсивностью движения и осевыми нагрузками, а также в качестве основания. На дорогах с высокой интенсивностью движения целесообразно поверх полученного слоя укладывать слои асфальтобетона или выполнять поверхностную обработку.

Наиболее близким прообразом современного рециклера является однопроходный грунтосмеситель Д-391Б [12], позволяющий выполнять технологический процесс холодного рециклинга грунтовых и гравийных покрытий автомобильных дорог, а также подготовку и стабилизацию грунтов для строительства оснований. Рабочие органы такой машины включают рыхлительный барабан с жесткими лопатками, фрезу-измельчитель с гибкими лопатками, мешалку и уплотнитель.

Конструкция однопроходного грунтосмесителя (рис. 4.101) состоит из рамы, рабочих органов с вращающимися в смесительной камере четырьмя барабанами: мешалки, фрезы-измельчителя и рыхлителя, опирающихся на две оси с шинами низкого давления, при этом задняя ось благодаря сплошной установке колес выполняет функцию катка. Гидравлическая подвеска рамы допускает отдельный подъем и опускание ее передней и задней балок, что дает возможность вводить в работу либо рыхлитель с измельчителем, либо мешалку, перед которыми установлены распределительные устройства для вяжущего и цемента. Грунтосмеситель оборудован теплоизолированной обогреваемой цистермой для органических вяжущих материалов (битума), бункером для неорганических сыпучих вяжущих материалов (цемента) и емкостью для воды, которые посредством распределительных устройств подаются в смесительную камеру и перемешиваются рабочими органами с материалом ремонтируемого покрытия автомобильной дороги. В задней части смесительной камеры смонтирована поворотная стенка, планирующая поверхность разрыхленного материала. Подача вяжущих может осуществляться также непосредственно из автоцементовозов или автогудронаторов, резервуары которых подключаются к распределительным системам грунтосмесителя.

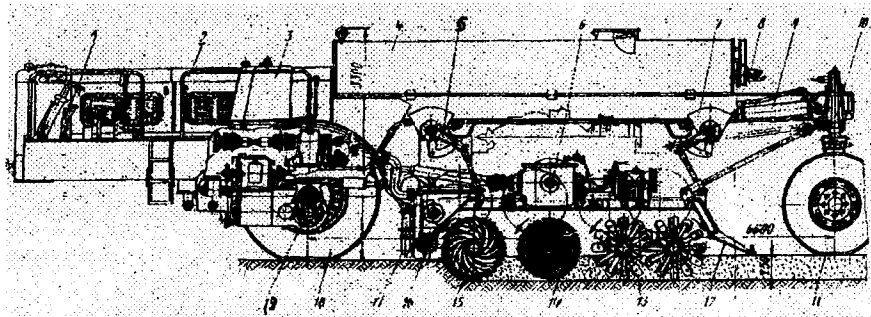


Рис. 4.101. Конструктивная схема однопроходного грунтосмесителя ДС-391Б:
 1 – пульт управления; 2 – двигатель; 3 – топливный бак; 4 – цистерна для вяжущего (битума); 5 – механизм подъема передней части рамы рабочих органов; 6 – привод рабочих органов; 7 – механизм подъема задней части рамы рабочих органов; 8 – форсунка для подогрева цистерны с вяжущим; 9 – гидроцилиндр поворотного устройства; 10 – поворотное устройство; 11 – задние ведомые поворотные колеса; 12 – задняя планирующая стенка кожуха; 13 – барабан мешалки; 14 – фрезерный барабан измельчителя; 15 – барабан рыхлителя; 16 – распределительное устройство цемента; 17 – распределительное устройство вяжущего (битума) или воды; 18 – передние ведущие колеса; 19 – трансмиссия ходовой части

Привод рабочих органов грунтосмесителя (рыхлителя, фрезы измельчителя и мешалки) осуществляется посредством механической передачи, в которой мощность отбирается от двигателя и передается через раздаточную коробку, карданную передачу и цилиндрические боковые редукторы. Другой поток мощности, отбираемой от двигателя раздаточной коробкой, посредством коробки передач, редуктора ведущего моста и ступичных планетарных редукторов колес приводит грунтосмеситель в движение. Мощность двигателя расходуется также на привод битумных насосов, насосов гидросистемы и компрессора.

Схема современного рециклера, а также технология производства работ с введением в зону работы фрезы битумной эмульсии и водоцементной суспензии показаны на рис. 4.102.

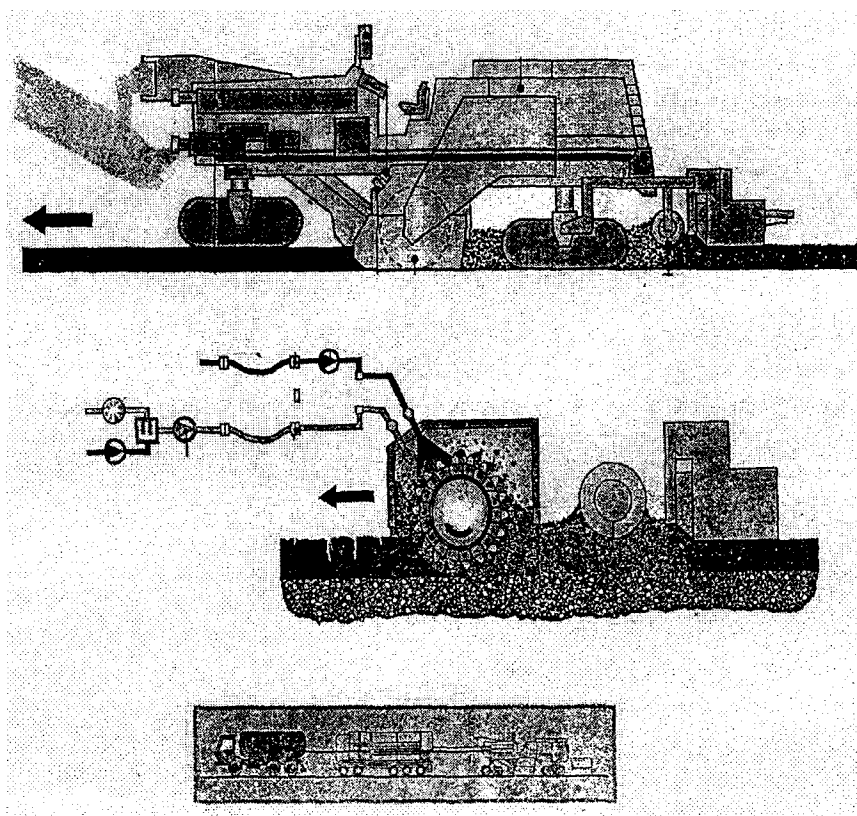


Рис. 4.102. Схема редиклера

4.13. Ознакомление с машинами для отделочных работ и механизированным инструментом (ручными машинами)

В состав отделочных работ, выполняемых в строительстве, входят штукатурные, облицовочные, малярные, кровельные, а также работы по устройству и отделке полов и др. Отделочные работы характеризуются многообразием и технологической несхожестью операций. Для выполнения отделочных работ используется большое количество строительно-отделочных машин, различных по назначению и устройству.

Все технологические операции по устройству штукатурки (приемка и подготовка раствора, процеживание и доведение его до рабочей подвижности, транспортирование раствора к месту производства работ, нанесение обрызга, грунта и накрывочного слоя и его затирка) комплексно механизированы с применением мобильных передвижных штукатурных и штукатурно-смесительных машин и агрегаторов.

Штукатурные агрегаты и станции выполнены на базе растворонасосов различных типов и комплектуются раствороводами, форсунками и штукатурно-затирочными машинами.

Растворонасосы предназначены для транспортирования строительных и штукатурных растворов по раствороводам к месту производства работ, а также для нанесения на поверхности штукатурных слоев, отделочных и изоляционных материалов с помощью форсунки или бескомпрессорного сопла. Растворная смесь, перекачиваемая растворонасосами, должна быть свежеприготовленной и перед поступлением в растворонасос процежена через сито с ячейками. Поэтому растворонасосы работают в комплекте с приемным бункером и виброситом для приема и процеживания раствора, всасывающим рукавом и сборным напорным раствороводом. Принцип работы растворонасосов основан на периодическом изменении объема их рабочей камеры, увеличивающегося при всасывании растворной смеси из приемного бункера и уменьшающегося при воздействии на смесь вытеснителя, выталкивающего раствор в напорную магистраль.

В диафрагменных растворонасосах перекачивание раствора осуществляется при периодических деформациях плоской резиновой диафрагмы, давление которой передается от движущегося возвратно-поступательного плунжера через промежуточную жидкость.

Диафрагменный растворонасос (рис. 4.103) состоит из насосной части, привода, кривошипно-шатунного механизма с плунжером, предохранительных устройств, пульта управления и тележки с ходовыми колесами, на которой смонтированы все узлы растворонасоса. Насосная часть включает рабочую 2 и насосную 15 камеры, резиновую диафрагму 16, всасывающий 1 и нагнетательный 4 самодействующие шаровые клапаны. Перекачивание раствора осуществляется подвижной плоской резиновой диафрагмой 16, давление которой передается от возвратно-поступательно движущегося плунжера 11 через промежуточную жидкость (воду) постоянного объема.

Раствор в рабочую камеру 2 с диафрагмой и самодействующими клапанами поступает снизу вверх (т. е. противоточно) из приемного бункера с процеживающим виброситом под действием вакуума, попеременно создаваемого при рабочем ходе плунжера. Возвратно-поступательное движение плунжеру сообщается от электродвигателя через клиноременную передачу 13, одноступенчатый зубчатый редуктор 12 и кривошипно-шатунный механизм 14.

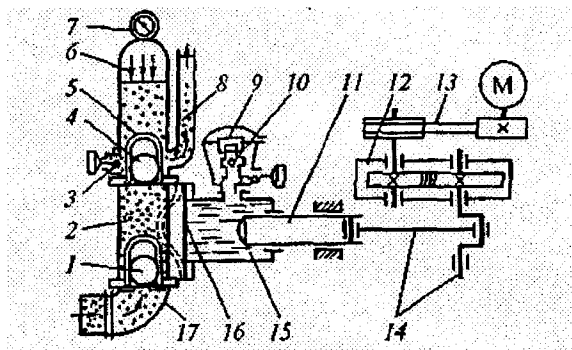


Рис. 4.103. Принципиальная схема диафрагменного растворонасоса

При движении плунжера вправо промежуточная жидкость втягивает диафрагму до соприкосновения ее с ограничительной решеткой и в рабочей камере создается вакуум, вследствие чего из приемного бункера через всасывающее колено 17 и всасывающий клапан 1 в рабочую камеру засасывается раствор. При движении плунжера влево промежуточная жидкость выгибает внутрь рабочей камеры диафрагму, которая выгалькивает раствор через открытый (под давлением раствора) нагнетательный клапан 4 (впускной клапан 1 под действием собственной силы тяжести и противодействия раствора закрыт) в воздушный колпак 6, а затем в растворовод 8. Подъем клапанов во время работы насоса ограничивается скобами-ограничителями 5.

Воздушная подушка, образующаяся в воздушном колпаке в процессе работы насоса, выравнивает давление на раствор, поступающий в растворовод, уменьшая его пульсацию. Давление в воздушном колпаке контролируется манометром 7. Предохранительный клапан 10 соединяет полость насосной камеры 15 с заливочным устройством 9 при повышении максимально допустимого рабочего

давления в раствороводе. При кратковременных остановках растворонасоса и при работе по замкнутому циклу раствор выпускают через перепускной клапан 3. Управление работой растворонасоса осуществляется с пульта, установленного на насосе. На пульте смонтированы пускатель и пакетные выключатели. Кроме диафрагменных растворонасосов в строительстве применяют поршневые, винтовые и т.д.

Штукатурные агрегаты, машины и установки предназначены для приема (или приготовления), переработки (перемешивания), подачи и нанесения на подготовленные поверхности штукатурных растворов и отделочных составов с помощью форсунок, сопел и насадок.

Штукатурные агрегаты и машины базируются на диафрагменных, поршневых и винтовых насосах. Различают агрегаты типа АШ (агрегат штукатурный), работающие только с привозным готовым штукатурным раствором, и агрегаты типа АШС (агрегат штукатурно-смесительный), в технологическую цепь которых включен циклический растворосмеситель для приготовления штукатурного раствора непосредственно на объекте или перемешивания (переработки) готового товарного раствора. Штукатурные машины на базе винтовых насосов работают на сухих смесях и снабжены смесителями непрерывного действия.

Производительность машин и агрегатов определяется производительностью базового растворонасоса.

Агрегат штукатурно-смесительный СО-531 обеспечивает смешивание, подачу и нанесение штукатурных растворов на обрабатываемую поверхность, в комплекте с компрессорной установкой позволяет выполнять офактуривание поверхности методом набрызга. Он состоит из двух легко монтируемых и демонтируемых основных узлов, смонтированных на самостоятельных рамках с колесами – растворонасоса и приемного бункера с виброситом, соединенных между собой резинотканевым рукавом с быстроразъемным соединением. В комплект агрегата (рис. 4.104) входят смонтированные в технологической последовательности приемный бункер 1 с побудителем 11 для предупреждения расслаивания растворной смеси и виброситом 7 для процеживания раствора, поршневой растворонасос 10, подающий раствор к месту укладки, разборные раствороводы 8 с набором форсунок 9 для нанесения раствора на обрабатываемую поверхность. Привод побудителя осуществляется от электродвигателя 5 через клиноременную передачу 3 и червячный редуктор 2.

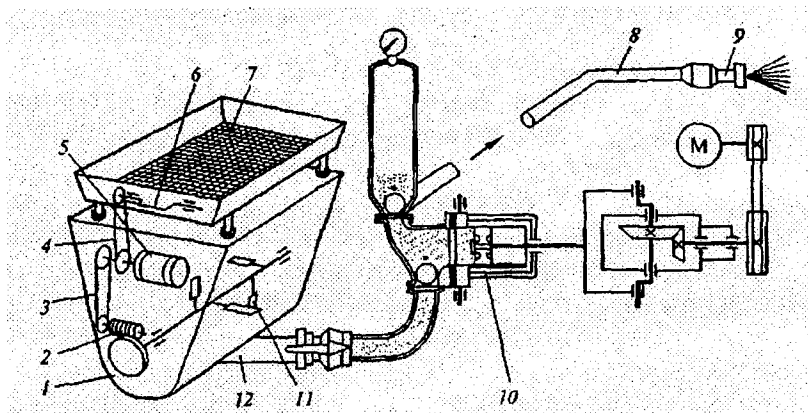


Рис. 4.104. Принципиальная схема
штукатурно-смесительного агрегата СО-531

Работа штукатурного агрегата производится следующим образом. Готовый раствор, доставленный самосвалом или авторыстовозом, выгружают на вибросито 7 бункера. Эксцентриковый вал 6 вибросита сообщает колебания с частотой 50 Гц подвижной раме с ситом и приводится во вращение электродвигателем 5 через цепную передачу 4. Процеженный виброситом раствор поступает в приемный бункер 1 с побудителем 11, откуда по всасывающему рукаву 12 засасывается в рабочую камеру растворонасоса 10 и затем подается по напорному раствороводу 8 к форсунке 9 и наносится на обрабатываемую поверхность.

Штукатурные станции обычно работают с готовым товарным раствором и применяются на объектах со средними и большими объемами внешних и внутренних штукатурных работ. С помощью таких станций осуществляют высокопроизводительный комплексномеханизированный непрерывный процесс подачи и нанесения раствора. Они представляют собой комплект оборудования для приемки, побуждения, просеивания, перекачивания и нанесения штукатурных растворов, смонтированного в технологической последовательности внутри металлического утепленного кузова, установленного на ползьях, в кузове автоприцепа или на пневмоколесном шасси. Обычно штукатурные станции комплектуются машинами серийного производства. Доставляют станции на объекты грузовыми автомобилями.

Штукатурная станция СО-114А (рис. 4.105) является наиболее распространенной серийно выпускаемой станцией и применяется на объектах промышленного, гражданского и сельского строительства, обеспеченных системами электро- и водоснабжения и подъездными путями. Кузов 1 станции совмещен с приемным бункером 11 вместимостью 4 м³ для приемки товарного раствора из транспортных средств, размещенных на уровне стоянки станции. Бункер снабжен крышкой 9, управляемой гидроцилиндром 6. Высота приемной части бункера позволяет работать без пандусов. Внутри кузова размещены поршневой растворонасос 2 двойной производительности (2 и 4 м³/ч), поворотный струт 10, шнек 5, силовое оборудование, гидросистема, системы водоснабжения, вентиляции и отопления, электрооборудование и пульт управления 4.

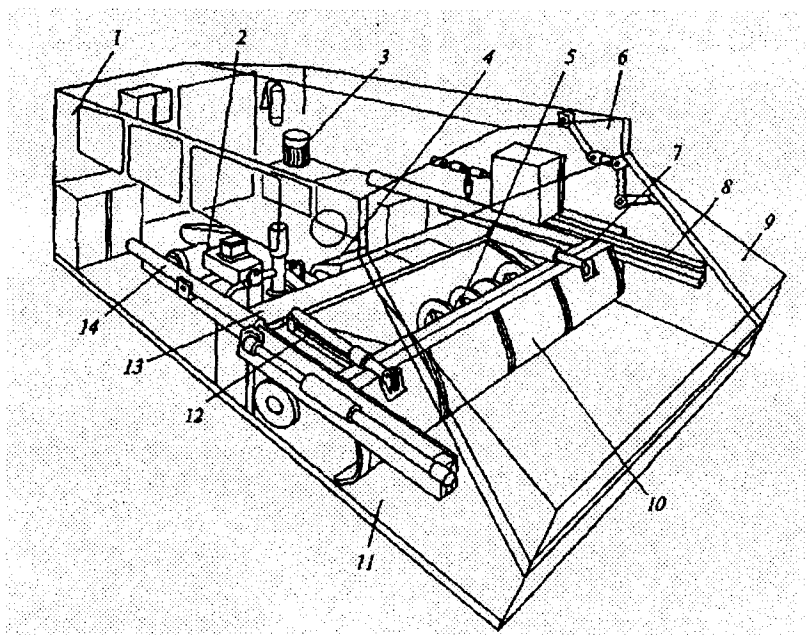


Рис. 4.105. Штукатурная станция СО-114А

Шнек-смеситель со встречной двойной навивкой служит для побуждения и подачи раствора к просеивающему устройству, состоящему из сита, двух катков-щеток и скребков, расположенных

в центре задней стенки бункера. Просеивающее устройство принудительно протирает раствор через сито и очищает сито от отходов. В боковых стенках приемного бункера предусмотрены люки для удаления высевок. Люки имеют систему привода, позволяющую управлять их открыванием-закрыванием с рабочего места оператора. На верхней части бункера расположены направляющие 8 для перемещения каретки 7. Последняя соединяется со стругом с помощью двух гидроцилиндров 12. Перемещение каретки по направляющим обеспечивается двумя гидроцилиндрами 14. Струг, предназначенный для порционного перемещения раствора в смесительную зону к шнеку-смесителю, представляет собой сварную конструкцию, заканчивающуюся в нижней части ножевой кромкой.

Гидросистема штукатурной станции приводит в действие каретку и струг. Она включает в себя насос 3 с электродвигателем, бак для масла, распределитель, гидроцилиндры. Растворонасос и шнек приводятся в действие от индивидуальных электродвигателей.

Работа станции осуществляется следующим образом: загруженный в приемный бункер раствор поворотным стругом подается порциями к шнеку-смесителю, при вращении которого осуществляются побуждение раствора и подача его через просеивающее устройство в накопительный бак 13, откуда поршневым насосом 2 раствор транспортируется по раствороводу в поэтажные раздаточные бункера или непосредственно к рабочим местам штукатуров и форсунками наносится на поверхность. При побуждении раствора струг является подвижной стенкой, образуя закрытую смесительную камеру. В накопительном баке создается запас раствора, достаточный для бесперебойной работы растворонасоса в период подачи стругом очередной порции раствора из бункера в зону перемешивания. При необходимости в замес добавляется порция воды для доведения раствора до готовности подвижностью не менее 7 см. Очистка смесительной зоны бункера осуществляется путем реверса шнека, при этом отходы перемещаются к боковым стенкам и через люки удаляются наружу.

Станция комплектуется напорными резиноканевыми рукавами диаметром 38 и 50 мм, оборудована системами водоснабжения, отопления и вентиляции, а также средствами пожаротушения. Обслуживает станцию один оператор. Недостатком станции является отсутствие виброактивной зоны на сетке сита и отсутствие побудителя в накопителе раствора.

Ручные штукатурно-затирачные машины применяют для выравнивания и затирки различных штукатурных и других покрывочных составов, нанесенных на горизонтальные, наклонные и вертикальные поверхности. Эти машины используют также для затирки цементных стяжек оснований полов и кровли из мягких рулонных материалов, при однослойном выравнивании гипсобетонных перегородок, затирке поверхностей при изготовлении железобетонных сборных элементов строительных конструкций, для шлифования прошпаклеванных и мозаичных поверхностей, облицовок фасадов зданий и т. п. Штукатурно-затирачные машины выпускают с электрическим приводом, который может быть встроен в машину или приводит во вращение рабочий орган (затирачный диск) через гибкий вал.

Штукатурно-затирачные машины со встроенным электроприводом выпускались однодисковыми (СО-112Б) и двухдисковыми (СО-86Б) – с наружным и внутренним дисками. В настоящее время в Российской Федерации ручные машины не производятся, однако предлагаемые торговыми организациями из консервационных запасов модели СО-112Б и СО-86Б широко используются в строительстве. В качестве привода этих машин используют асинхронные трехфазные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, работающие на токе повышенной частоты 200 Гц при напряжении 42 В. Машины подключают к внешней сети переменного тока напряжением 220/380 В, частотой 50 Гц через преобразователь частоты тока или к специальной трехфазной сети переменного тока с частотой 200 Гц и напряжением 42 В. Низкое напряжение обеспечивает электробезопасность оператора. Машины комплектуют токоподводящим кабелем, который подсоединяется к источнику питания с помощью вилки штепсельного соединения.

У однодисковой машины СО-112Б (рис. 4.106) затирачный диск 1 приводится во вращение от электродвигателя 4 через редуктор 3, выходной вал которого соединен с диском с помощью упругой резиновой подвески 2. Эластичное соединение позволяет диску самоустанавливаться на затираемой поверхности независимо от положения корпуса машины, что обеспечивает снижение сопротивления вращению диска при затирке.

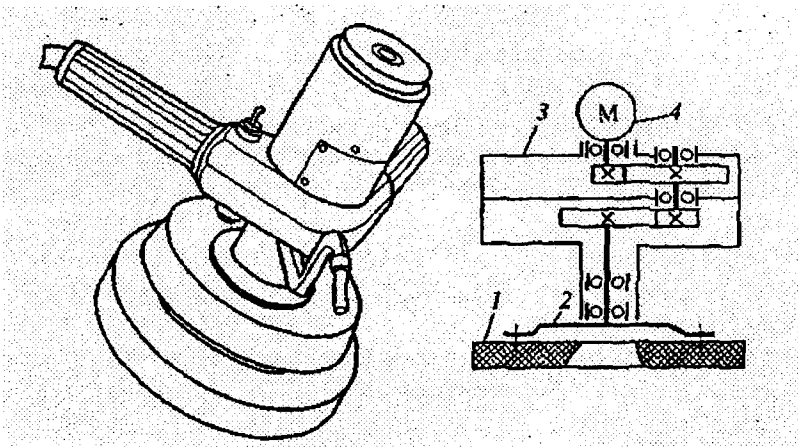


Рис. 4.106. Штукатурно-затирочная машина СО-112Б

У двухдисковой машины СО-86Б (рис. 4.107) двухступенчатый редуктор 3 обеспечивает отдельный привод от электродвигателя 4 наружного 1 и внутреннего 2 затирочных дисков, которые вращаются в противоположные стороны и жестко соединены с выходными валами редуктора. Равнодействующая моментов вращающихся наружного и внутреннего дисков равна нулю, что делает машину устойчивой, уменьшает нагрузку на руки оператора, благодаря чему увеличивается производительность труда и повышается качество работ.

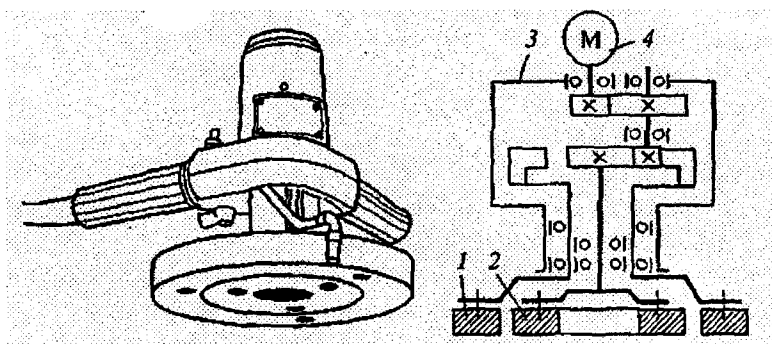


Рис. 4.107. Штукатурно-затирочная машина СО-86Б

Для улучшения качества затирки к машинам может подаваться вода, смачивающая затираемую поверхность. Количество воды, подаваемой в зону обработки под давлением 10...30 кПа, зависит от состояния затираемой поверхности и регулируется с помощью переключателя подачи воды. Вода к машинам подается от водопровода по тонкому резиновому рукаву. Переключатель подачи воды и выключатель привода установлены у правой рукоятки управления.

Затирка штукатурной поверхности затирочными машинами выполняется во время процесса схватывания раствора, когда прочность накрывочного слоя достигает 0,05...0,1 МПа, и должна быть закончена до начала его твердения. При затирке штукатурного покрытия штукатурно-затирочной машиной происходят пластическая деформация верхнего слоя и частичное его уплотнение. Одновременно с этим осуществляется выравнивание поверхности по всей площади посредством переноса частиц раствора в плоскости обработки.

Комплекс производства малярных работ в строительстве включает в себя приготовление малярных составов и полуфабрикатов, доставку готовой товарной продукции к месту производства работ, подготовку поверхностей под окраску и нанесение малярных составов (с предварительной переработкой полуфабрикатов) на обрабатываемые поверхности механизированным способом.

Передвижные малярные станции и агрегаты обеспечивают приготовление малярных составов из полуфабрикатов и подачу их к рабочим местам. В состав комплектующего оборудования передвижных малярных станций входят: краскотерки, мелотерки, смесители, диспергаторы, электроклееварки, вибросита, а также средства механизации для транспортировки и нанесения составов.

Краскотерки, например, применяют для перетирания жидких и пастообразных невзрывоопасных материалов (меловых паст, шпаклевок, клеевых колеров и т. п.).

Составными частями краскотерки (рис. 4.108) являются основание 1, загрузочная воронка 9, винтовой питатель 8, устройства для предварительного (нож 7 с ситом 6) и окончательного (нижний 3 и верхний 5 жернова) измельчения материала, корпус-чаша 4, разгрузочный лоток 2 и привод. Сухие компоненты красочных составов (мел, красящие вещества) и растворители (вода, олифа) загружаются в воронку и далее винтовым питателем подаются на нож 7 и сито 6 для предварительного измельчения (первая ступень измельчения),

смешивания и просеивания. Полученная смесь окончательно перетирается между верхним неподвижным 5 и нижним подвижным 3 плоскими жерновами (вторая ступень измельчения) со спиралевидными канавками переменного сечения на рабочих поверхностях жерновов. Спиралеобразные канавки обеспечивают равномерную подачу и распределение материала между жерновами.

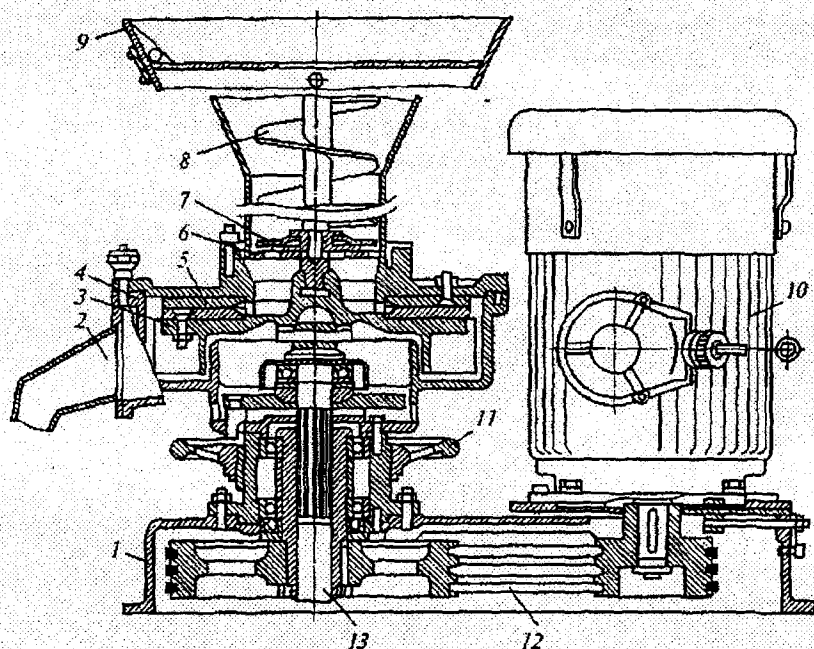


Рис. 4.108. Краскотерка

Готовый перетертый материал стекает сначала в чашу 4, а затем через разгрузочный лоток 2 в тару. Подвижный нижний жернов жестко закреплен на вертикальном валу 13, вращение которому сообщается от электродвигателя 10 через клиноременную передачу 12. Нужную тонкость перетирания материалов получают путем изменения зазора между жерновами с помощью регулировочной гайки, вращаемой маховиком 11. Для того чтобы в результате абразивного износа рабочих поверхностей жерновов зазор не увеличивался, его периодически регулируют.

Смесители для приготовления малярных составов предназначены для приготовления замазок, шпаклевок, окрасочных паст различной подвижности, перемешивания и приготовления невзрывоопасных малярных составов различной вязкости. Смесители выполняются передвижными и переносными и могут использоваться как в построечных, так и в стационарных условиях.

Переносный смеситель (рис. 4.109) состоит из рамы 1, бункера 4 с крышкой 6, вертикального смесительного вала 3 с турбинкой 2, центробежного насоса 11, привода, пусковой аппаратуры 5 и защитно-отключающего устройства 9. Компоненты в смеситель загружаются вручную или механизированным способом. Приготовление состава из компонентов осуществляется высокооборотной турбинкой (частота вращения 20 с^{-1}). Выгрузка готового состава в тару через рукав 10 производится центробежным насосом, смонтированным на одном валу с турбинкой, при реверсировании смесителя. Функцию разделителя режимов перемешивания и перекачивания выполняет инерционный клапан, срабатывающий при реверсе турбинки. Вращение вала с турбинкой сообщается от электродвигателя 8 через клиноременную передачу 7.

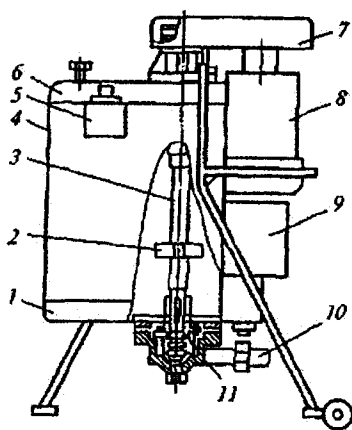


Рис. 4.109. Переносный смеситель

Диспергаторы применяют для приготовления эмульсий повышенного качества различного назначения, используемых для получения красочных, грунтовочных и шпаклевочных составов, включая

взрывоопасные, а также различных паст и полимерных мастик. Обработанные в диспергаторе масляные краски имеют улучшенную дисперсность и стойкость. Диспергирование мастик позволяет снизить их вязкость в 1,5...3 раза. Диспергаторы используют для тонкого перемешивания различных суспензионных составов, получения стабилизированных латексов, интенсификации процессов растворения и т. п. Они выпускаются во взрывобезопасном исполнении.

Диспергатор (рис. 4.110, а) состоит из электродвигателя, соединительной муфты, рамы с опорной стойкой, ротора и рабочей камеры со всасывающим и напорным патрубками. Электродвигатель через соединительную муфту приводит во вращение приводной вал 1 (рис. 4.110, б), на котором консольно закреплен ротор 3, вращающийся в рабочей камере 2 и обеспечивающий перекачивание диспергируемого материала из всасывающего 4 в нагнетательный 5 патрубки. К патрубкам подведены всасывающий и напорный трубопроводы, соединяющие диспергатор с резервуаром для обрабатываемого материала, который перекачивается диспергатором по замкнутому циркуляционному контуру.

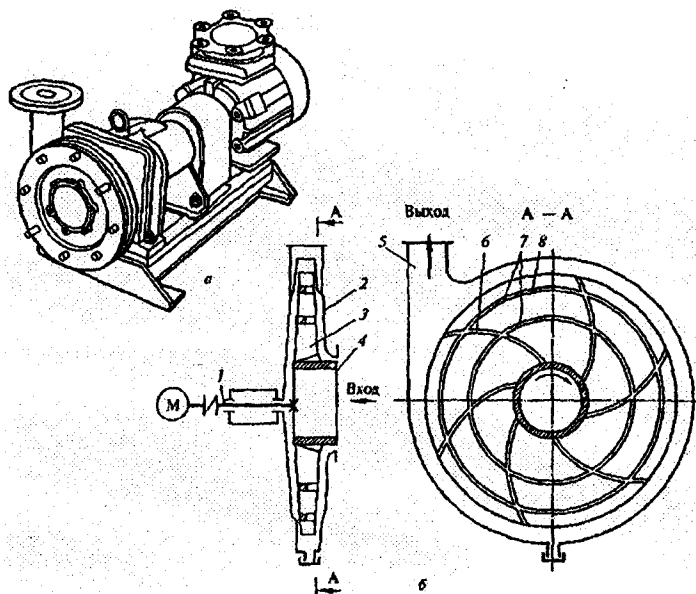


Рис. 4.110. Диспергатор СО-178

При вращении ротора с частотой 50 с^{-1} происходит перемещение материала к периферии под действием центробежных сил, в результате чего во всасывающей трубке образуется разрежение и материал из резервуара засасывается в рабочую камеру. Кроме того, дополнительный подпор создается столбом материала в резервуаре. Ротор имеет спиралевидные лопатки 6 и два concentрически расположенных кольца 7 с каналами 8, через которые под действием центробежных сил продавливается диспергируемый материал.

Малогабаритные малярные агрегаты и установки применяют для выполнения небольших объемов малярных работ на рассредоточенных объектах.

Агрегат СО-169 (рис. 4.111) предназначен для транспортировки и нанесения на обрабатываемую поверхность различных видов малярных составов: клеевых шпаклевок, грунтовочных составов, водно-клеевых и синтетических красок и других материалов под давлением, создаваемым винтовым насосом. Агрегат может работать и с помощью сжатого воздуха, для чего в распылительном инструменте предусмотрен подвод сжатого воздуха и набор сменных сопел.

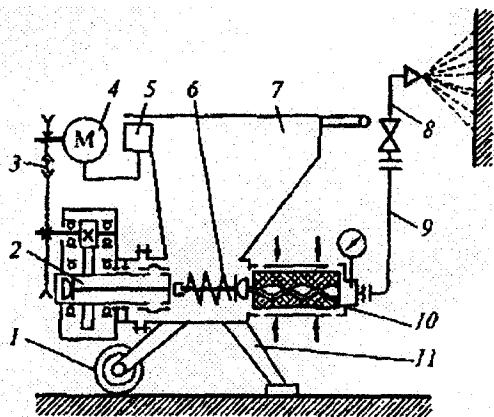


Рис. 4.111. Агрегат малярный СО-169

Составными частями агрегата являются приемный бункер 7 вместимостью 30 дм^3 , привод побудителя 6 и насоса 10, ходовое устройство с двумя обрезиненными колесами 1 и опорной стойкой 11, напорной рукав 9 с форсункой 8, пусковая аппаратура 5. Привод побудителя

и винта насоса, соединенных между собой шарнирной муфтой, осуществляется от электродвигателя 4 мощностью 0,55 кВт через клиноременную передачу 3 и одноступенчатый редуктор 2. Агрегат комплектуется набором напорных рукавов диаметром 16, 25, 32 мм. Винтовой насос 10, развивающий максимальное давление 2 МПа, обеспечивает высоту подачи до 30 м при рукаве диаметром 32 мм, до 15 и 10 м при рукавах диаметром соответственно 25 и 16 мм. Производительность агрегата до 250 м²/ч.

Ручные краскораспылители служат для распыления сжатым воздухом и нанесения на поверхности красочных составов и шпаклевок. Основной частью каждого пневматического краскораспылителя является распылительная головка, к которой подводятся красочный состав и сжатый воздух. Питание сжатым воздухом осуществляется от воздушной сети или компрессора. При распылении сжатый воздух вытекает из отверстия головки с большой скоростью (до 450 м/с), а окрасочный материал – с ничтожно малой. При их соединении струя материала вытягивается в тонкие струи, которые затем дробятся на отдельные капли диаметром 6...80 мкм. В результате образуется движущаяся в струе воздуха масса полидисперсных капель (факел), которая осаждается на поверхности.

Краскораспылитель (рис. 4.112) с верхним креплением бачка применяют для нанесения лакокрасочных составов вязкостью 15...20 с по ВЗ-4 при выполнении небольших объемов художественных работ и отделке древесины. Краскораспылитель имеет тонкую регулировку факела и комплектуется набором сменных сопел, головок, игл, устанавливаемых в зависимости от характера выполняемой работы. При нажатии на курок 2 стержень 1 открывает подпружиненный воздушный клапан 14 и сжатый воздух под давлением 0,1...0,2 МПа через штуцер 13 и каналы корпуса поступает в головку 5. Одновременно нагруженная пружиной 10 игла 3 отжимается курком от отверстия сопла 4, сжатый воздух увлекает за собой краску и дробит ее на мелкие частицы. Краска к головке поступает самотеком из съемного наливного бачка 9, присоединенного к корпусу распылителя с рукояткой 12 с помощью переходника 6 и накидной гайки 7. Подача краски регулируется краником 8. Расход краски изменяется регулятором иглы 11.

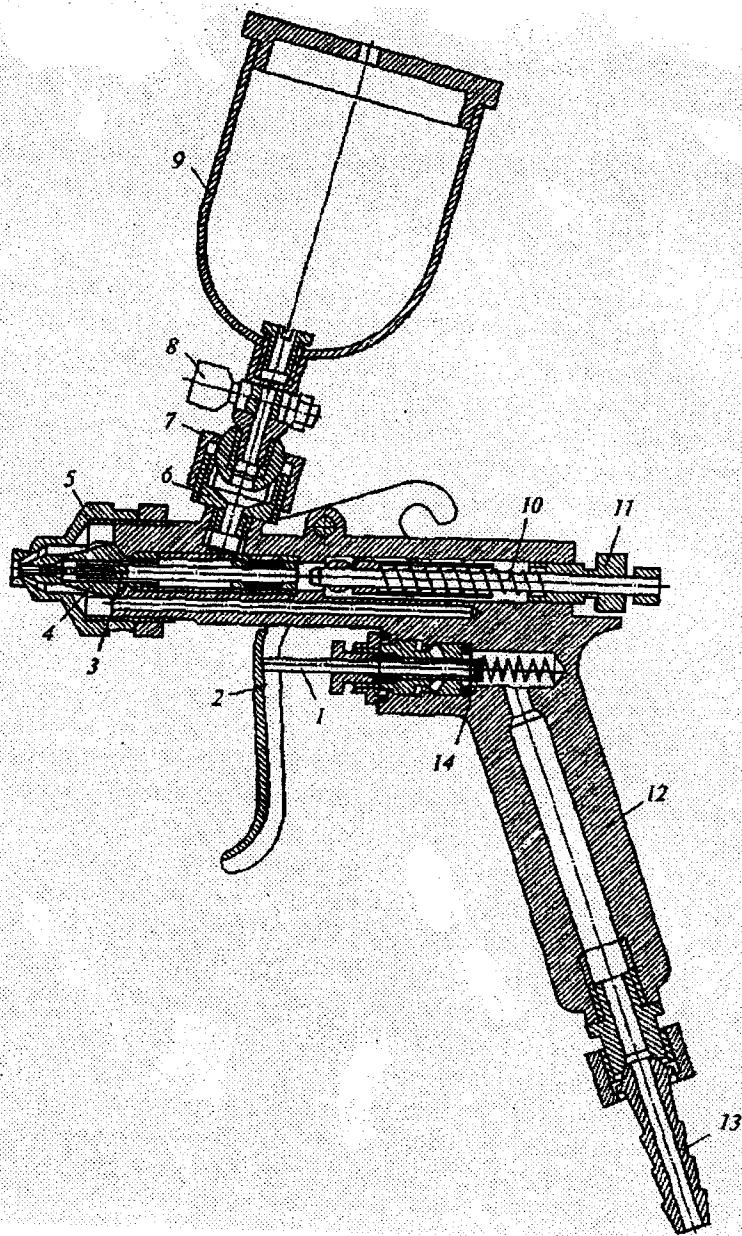


Рис. 4.112. Краскораспылитель ручной пневматический

Передвижные малярные станции в настоящее время являются основным высокопроизводительным и эффективным средством переработки, транспортировки и нанесения малярных составов на объектах промышленного, гражданского и сельского строительства с большими объемами малярных работ. Они предназначены для приема товарных полуфабрикатов малярных составов, приготовления, механизированной подачи к рабочим местам и нанесения на обрабатываемые поверхности водных, водно-клеевых и масляных красок, грунтовок, клеевых и масляных шпаклевок при централизованном приготовлении малярных составов. Малярные станции используют на объектах строительства, обеспеченных электроснабжением и подъездными путями, и устанавливают в непосредственной близости (5...10 м) от здания, где ведутся малярные работы.

Оборудование передвижных малярных станций размещается в утепленном кузове-фургоне, смонтированном на двухосном автомобильном прицепе-шасси. Между собой станции различаются в основном комплектующими машинами и оборудованием, которые подбираются в зависимости от видов исходного сырья, поставляемого на строительный объект, технологии и способа отделки.

В состав основного технологического оборудования малярных станций входят, как правило, серийно выпускаемые строительно-отделочные и ручные машины: мелотерки, краскотерки, электроклееварки, смесители, вибросита, малярные агрегаты, дозирующее оборудование, поршневые и винтовые насосы, красконагнетательные баки, компрессор, краскораспылители, расходные и приемные для готовой продукции емкости, загрузчики расходных емкостей, рукава, инструмент и т. д.

На объектах строительства сооружают несколько видов полов: сплошные – монолитные, дощатые и паркетные, из штучных, рулонных и ковровых материалов, для устройства и отделки которых применяют широкую номенклатуру машин, различных по конструкции и назначению.

Для механизации обработки дощатых и паркетных полов используют строгальные и шлифовальные машины.

Строгальные машины, передвигаемые на колесах по обрабатываемой поверхности оператором вручную, предназначены для строгания полов больших площадей. Строгание полов непосредственно у стен, на участках небольшой площади и в труднодоступных местах осуществляют ручными электрическими рубанками.

Машина для строгания деревянных полов (рис. 4.113) состоит из корпуса, ножевого барабана, электродвигателя, клиноременной передачи, узла управления, ходовых колес и вентилятора.

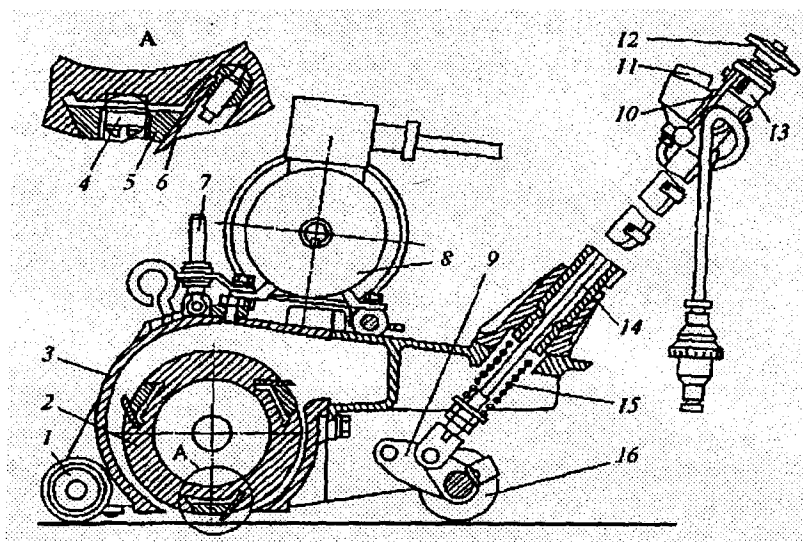


Рис. 4.113. Машина для строгания деревянных полов

Рабочим органом машины служит ножевой барабан 2, приводимый во вращение от асинхронного трехфазного электродвигателя 8 на напряжение 380 В через клиноременную передачу. На цилиндрической поверхности барабана имеются три продольных паза, в которых с помощью сухарей 5 и винтов 4 закреплены сменные плоские ножи 6. Возвышение режущих кромок ножей относительно поверхности барабана не превышает 3 мм. Барабан тщательно сбалансирован во избежание вибрации при вращении и установлен внутри корпуса 3 машины так, что может обрабатывать полы в непосредственной близости от стен. Натяжение клинового ремня регулируется винтом 7. Для отвода стружки из зоны строгания на валу барабана установлен вентилятор, создающий воздушный поток, которым стружка отводится через отверстие, расположенное в задней части корпуса.

Машина опирается на передний ролик 1 и задние колеса 16. Узел управления 13 имеет стойку с рукоятками для перемещения машины, устройство для регулировки глубины строгания и быстрого отвода

барабана из зоны резания. Глубина строгания регулируется поднятием и опусканием задних колес 16, установленных на траверсе 9. Перемещение траверсы осуществляется гайкой 12 через тягу 14 с пружиной 15. Быстрый отвод ножевого барабана из зоны резания осуществляется рукояткой 10 винтового механизма, связанного с тягой. Пуск и останов электродвигателя производятся магнитным пускателем с помощью кнопочного поста управления 11.

Шлифовальные машины предназначены для шлифования паркетных и дощатых полов после строгания, а также могут быть использованы при ремонте деревянных покрытий полов для снятия мастики и лакокрасочных покрытий. Различают два типа шлифовальных машин:

- с барабанным рабочим органом – для шлифования больших открытых площадей полов;
- с дисковым рабочим органом – для шлифования небольших участков полов, полов сложных по конфигурации в плане и труднодоступных местах (нишах, узких проходах, углах, вдоль стен, под радиаторами отопления и т. д.).

На рабочих поверхностях барабанов и дисков крепят шлифовальные шкурки на саржевой основе средней плотности с различными абразивными материалами (электрокарборундом, карборундом, кремнием и др.). Паркетное покрытие шлифуют за два – три прохода, заменяя шлифовальную шкурку. Все паркетшлифовальные машины оборудованы пылеотсасывающим устройством, состоящим из вентилятора, пылеотводной трубы и пылесборника – съемного мешка из специальной ткани для сбора отходов шлифования.

Паркетшлифовальная машина (рис. 4.114) состоит из литого корпуса, шлифовального барабана, электродвигателя, системы клиноременных передач, пылесоса с вентилятором для удаления древесной пыли из рабочей зоны, пылеотводной трубы с мешком-пылесборником, механизма управления, ходовых колес, комплекта электрооборудования.

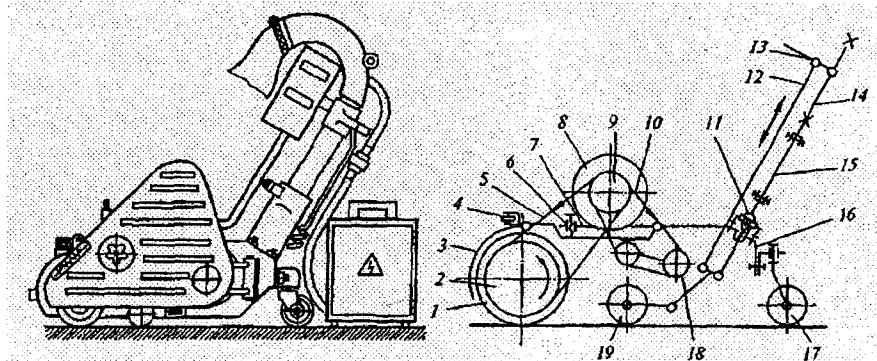


Рис. 4.114. Паркетшлифовальная машина

Шлифовальный барабан покрыт губчатой резиной, которая обеспечивает плотное прилегание шлифовальной шкурки к обрабатываемой поверхности пола по всей ширине. Концы шкурки заправляются в прорезь барабана и зажимаются там двумя эксцентриковыми валиками. Барабан смонтирован в корпусе машины таким образом, что может шлифовать поверхность пола непосредственно у стены. Шлифовальный барабан консольно закреплен на конусной части вала гайкой, при вращении которой в направлении, противоположном направлению затяжки, барабан легко снимается с вала без применения специальных приспособлений.

На валу барабана закреплен шкив 2 клиноременной передачи 5. Спереди шлифовальный барабан 1 огражден крышкой 3 с ограничительным роликом 4 и резиновым амортизатором.

Привод шлифовального барабана и вентилятора 18 осуществляется соответственно через клиноременные передачи 5 и 10 от асинхронного электродвигателя 8 с ведущим шкивом 9 на валу. Двигатель установлен на специальной платформе 7 с винтом 6 для регулирования натяжения клиновых ремней. Машина передвигается на ходовых колесах 17 и 19. Колеса 17 связаны с винтовым механизмом 11, регулирующим давление барабана на обрабатываемую поверхность. Узел управления 14 машиной смонтирован на рукояти 15 и включает две ручки управления, пакетный выключатель для пуска-останова электродвигателя, фиксатор 13 и тягу 12, с помощью которых осуществляются подъем и опускание барабана при

шлифовании и транспортировке машины. При работе барабан должен соприкасаться с обрабатываемой поверхностью по всей длине. Параллельное положение барабана по отношению к обрабатываемой поверхности достигается установкой с помощью эксцентрика боковых колес на одинаковую высоту. Для достижения ровной и гладкой поверхности пола шлифование выполняют дважды – в направлениях, перпендикулярных друг другу. Производительность и качество шлифования полов во многом определяются правильным подбором зернистости шлифовальной шкурки и ее качеством.

Все механизмы машины смонтированы на корпусе 1б, представляющем собой цельную отливку из алюминиевого сплава коробчатой формы со всасывающим патрубком и улиткой вентилятора.

При устройстве полов с покрытиями из рулонных материалов в жилых, общественных и промышленных зданиях механизированным способом выполняют подготовку поверхности оснований (заглаживание бетонных оснований и их железнение, окончательную затирку цементных стяжек и т. п.), продольную прирезку кромок полотнищ линолеума, сварку полотнищ линолеума в ковры и приклейку их к основанию по всей площади клеями и мастиками с последующей прикаткой статического действия и виброкатками. Особое внимание уделяют качественной подготовке основания, поскольку рулонные материалы обладают свойством «отпечатывать» все неровности основания даже при самой тщательной приклейке покрытия.

Двухдисковая машина для затирки цементных стяжек (рис. 4.115) предназначена для окончательной затирки цементных стяжек под укладку полов из синтетических ковров, линолеума, плитки ПВХ и других материалов. Затирка осуществляется двумя дисками 7 из древесно-стружечного материала, вращающимися в разные стороны с частотой 9 с^{-1} от электродвигателя 4 через редуктор 5. Противовращение дисков обеспечивает прямолинейное поступательное движение машины. Во время работы машины в зону затирки по шлангу подводится вода, что облегчает затирку. Диски диаметром 200 мм крепятся к выходным валам редуктора через резиновые мембраны 6, что обеспечивает самоустановку дисков, равномерность их износа и плавную работу машины.

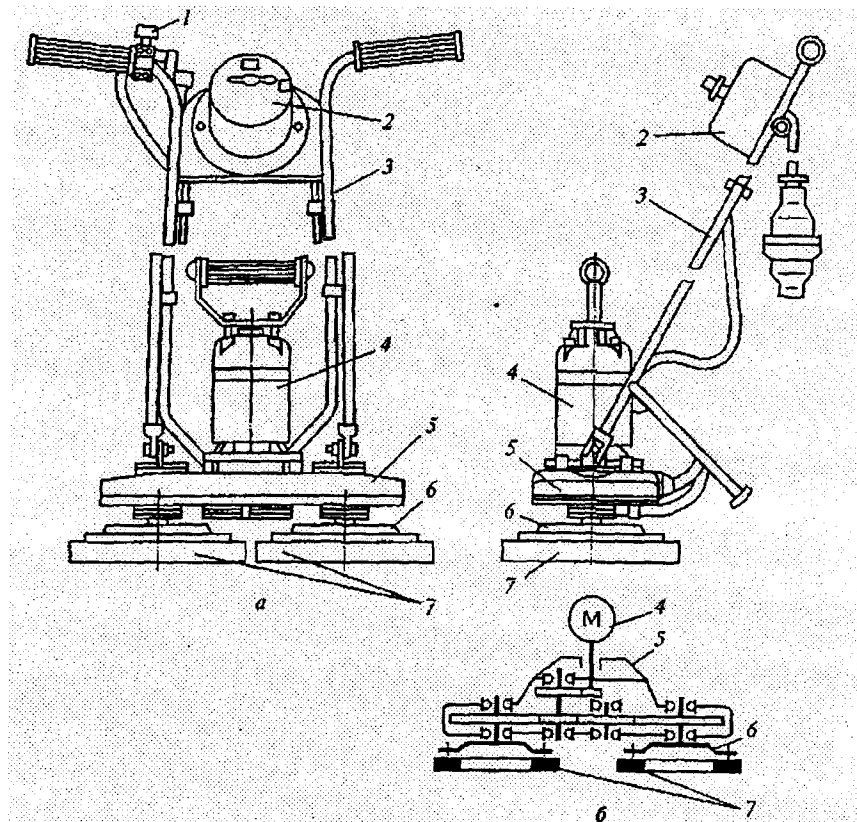


Рис. 4.115. Машина для затирки цементных стяжек:
a – общий вид; *б* – кинематическая схема

К корпусу редуктора прикреплена рукоятка управления 3, на которой установлен пакетный выключатель 2 для пуска-останова электродвигателя и кран 1 для подачи воды в зону обработки поверхности. За один проход машина шлифует полосу шириной 425 мм. Электродвигатель машины на напряжение 42 В подключается к электросети переменного тока напряжением 220/380 В, частотой 50 Гц через преобразователь частоты тока. Перед пуском электродвигателя машину сначала поднимают на рукоятке управления так, чтобы затирочные диски не касались поверхности пола, затем включают электродвигатель и медленно опускают машину на

обрабатываемую поверхность. Износ рабочих дисков в процессе работы не должен превышать $\frac{2}{3}$ их высоты. Изношенные диски во избежание их разновысотности заменяют одновременно.

При устройстве цементно-песчаных и бетонных стяжек, бетонных и мозаичных полов для подачи и нанесения готовых жестких цементно-бетонных смесей применяются машины-пневмонагнетели. Для выравнивания, уплотнения и предварительного заглаживания стяжек и полов применяют электромеханические поверхностные вибраторы – виброрейки.

Предварительную обработку (обдирку) бетонных полов осуществляют с помощью фрезерных машин (серийно не выпускаются), последующее чистовое шлифование поверхности пола – с помощью мозаично-шлифовальных машин: ручных при небольших объемах работ и самоходных (сериями не выпускаются) при больших объемах работ.

Виброрейки однотипны по конструкции, максимально унифицированы и различаются между собой шириной обрабатываемой полосы, габаритами, массой и производительностью. Они обеспечивают проработку слоя бетонной смеси на глубину до 150 мм и оснащены одинаковыми мотор-вибраторами мощностью 0,25 кВт и регулируемой вынуждающей силой 2...5,6 кН. Виброрейка (рис. 4.116) состоит из двух параллельных пустотелых рабочих профилей 4, мотор-вибратора 5 с регулируемым статическим моментом дебалансов, пусковой электроаппаратуры и органов управления. Рабочие профили, передающие колебания от мотор-вибратора непосредственно бетону, жестко связаны между собой стяжками 7 и основанием 6, на котором крепится мотор-вибратор. Для обеспечения жесткости рабочие профили имеют специальное поперечное сечение; для предотвращения их прогиба при установке на направляющие и в работе предусмотрено специальное натяжное устройство. Для переноса виброрейки на концах рабочих профилей закреплены скобы, к которым с помощью карабинов крепятся тросы-тяги 2 с обрезиненными рукоятками управления 3. Рукоятки управления крепятся к тягам через резиновые втулки, что обеспечивает защиту обслуживающего персонала от вибрации.

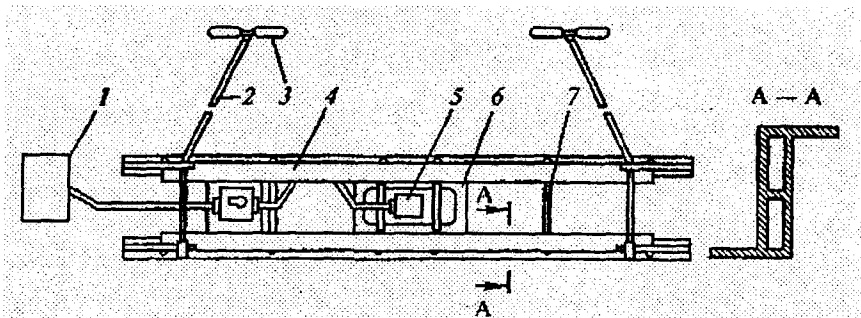


Рис. 4.116. Схема виброрейки

В комплект электрооборудования входит понижающий трансформатор с защитно-отключающей аппаратурой, размещенной в специальном передвижном шкафу 1.

При работе виброрейку перемещают со скоростью 0,5...1,0 м/мин по кромкам смежных полос уложенной бетонной смеси (раствора) или по направляющим (маячным) рейкам. Скорость перемещения выбирают, исходя из того, что время вибрации малой толщины слоя уплотняемой смеси должно быть минимальным во избежание ее расслоения и оседания крупного заполнителя.

Мозаично-шлифовальные машины предназначены для обработки покрытий полов из бетона, различных видов природного и искусственного камня, мозаичных полов и специальных покрытий. Машины позволяют производить как предварительную обработку покрытий (выравнивание плоскостей: удаление наплывов, скошенных участков и дефектов поверхностей, возникших при укладке камня), так и чистовую обработку с целью получения требуемой шероховатости для нанесения клеевых или иных покрытий, а также полирование поверхности природных отделочных материалов.

Различают ручные и самоходные мозаично-шлифовальные машины. Ручные машины перемещаются по обрабатываемой поверхности вручную оператором и применяются при выполнении сравнительно небольших объемов работ. Самоходные мозаично-шлифовальные машины выполняются на базе специальных самоходных шасси и предназначены для обработки покрытий полов большой площади.

Ручная мозаично-шлифовальная машина (рис. 4.117, а) может работать как абразивными сегментами, так и алмазными фрезами. Машина состоит из шлифовальной головки 1 с двумя противорвращающимися траверсами, двух сменных пригрузов 2, электродвигателя 3 с защитой от перегрузок и коротких замыканий, механизма пуска под нагрузкой 6, электрооборудования 5, рукоятки управления 4 и опорной оси с двумя обрезиненными колесами 7.

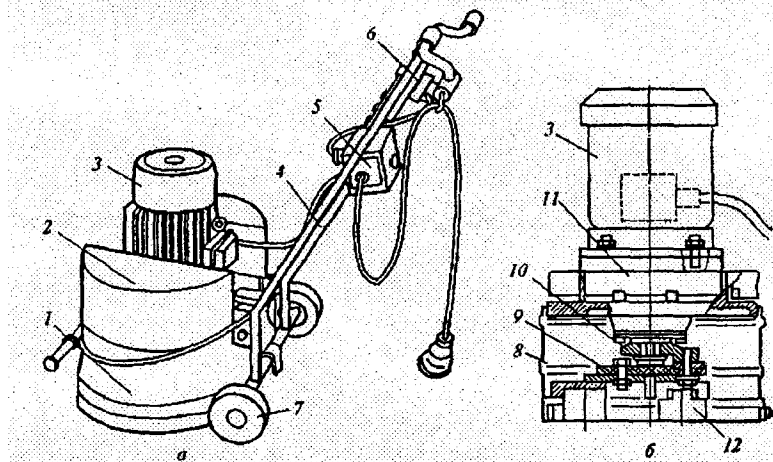


Рис. 4.117. Мозаично-шлифовальная машина СО-199

Рабочим органом машины (рис. 4.117, б) служат противорвращающиеся планшайбы 9, на каждой из которых в державках установлены по три абразивных сегмента 12 или алмазные фрезы для шлифования обрабатываемой поверхности. Абразивы установлены в державках и удерживаются пружинными кольцами. Алмазные фрезы устанавливаются с помощью переходника.

Конструктивно алмазные фрезы представляют собой металлическую шайбу с прикрепленными к ней алмазными сегментами. Фреза алмазная торцевая предназначена для мокрого фрезерования и шлифования мозаичных, бетонных плит и полов, а также полов из природного камня. Использование алмазных фрез взамен абразивных брусков позволяет значительно повысить производительность обработки и стойкость инструмента. Каждая планшайба крепится через плоский резиновый амортизатор к соответствующей траверсе 10.

Амортизаторы обеспечивают равномерный нажим на каждый абразивный сегмент, их равномерный износ и самоустановку по обрабатываемой поверхности, а также плавную работу машины.

Вращение траверсам передается от электродвигателя 3 через зубчатый редуктор 11 в разные стороны, что обеспечивает прямолинейное поступательное движение машины. К корпусу редуктора с помощью оси и кронштейнов крепятся узел управления и ходовое устройство с двумя обрезиненными колесами. Рабочий орган защищен кожухом 8, который постоянно соприкасается с обрабатываемой поверхностью.

Машины для кровельных работ выпускают под кровли следующих типов: из рулонных материалов; из мастик и эмульсий; из листовых, плитных и других материалов.

В настоящее время основными видами кровельных покрытий являются рулонные и безрулонные мастичные кровли.

Рулонные кровли разделяют на два вида: кровли, устраиваемые из рулонных материалов, для приклейки которых к основанию применяют заранее приготовленные горячие и холодные битумные мастики; кровли, устраиваемые из рулонных материалов с наплавленным в заводских условиях слоем битумной мастики.

Для подогрева, перемешивания и транспортирования мастик на кровлю применяют специальные машины, работающие в автоматизированном режиме.

Машина СО-100А, например, используется для подогрева, перемешивания и транспортирования мастик на кровлю (рис. 4.118). Составными частями машины, смонтированной на двухосном прицепе 1, являются теплоизолированная стальная емкость 11 вместимостью 1,5 м³, насосный агрегат 13 с системой распределительных кранов, смеситель 4, электронагреватели 5, теплоизолированный мастикопровод 10, бачок 9 для дизельного топлива, система электрооборудования и автоматики 6, пульт управления 12. Емкость имеет два изолированных отсека, один из которых, с двойными стенками и жидким теплоносителем между ними, предназначен для мастики, а в другом установлен специальный шестеренный насос производительностью 5 м³/ч с приводом от электродвигателя мощностью 5,5 кВт. Насос способен перекачивать горячую битумную мастику с волокнистым и абразивным наполнителями.

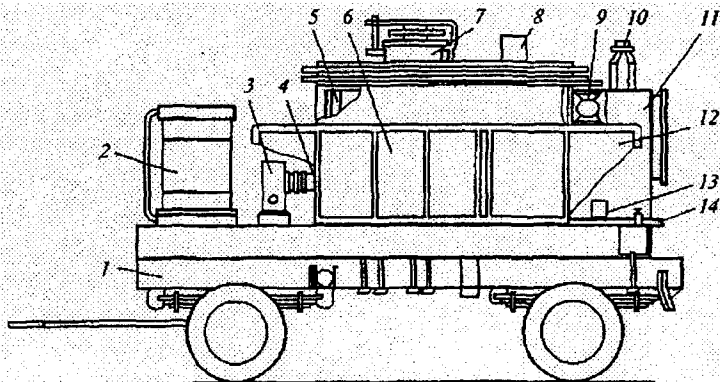


Рис. 4.118. Машина для подогрева, перемешивания и транспортирования мастик на кровлю

Мастика перемешивается лопастной мешалкой, приводимой во вращение от электродвигателя мощностью 1,7 кВт через редуктор 3. Отсек для мастики имеет заливную горловину 7 с крышкой, сливную трубу 14 и указатель уровня мастики 8. Насосом, развивающим рабочее давление 1,5 МПа, можно подавать через распределительные краны мастику по мастикопроводу на кровлю, заполнять приемные емкости работающих кровельных машин, прокачивать мастику по замкнутому контуру мастикопровода и промывать систему от мастики с помощью разогретого дизельного топлива, перекачиваемого из бака вместимостью 80 л.

Сборно-разборный мастикопровод имеет теплоизоляционную оболочку и выполнен из отдельных секций длиной до 2,5 м, соединенных между собой резьбовыми муфтами.

Перед подачей мастики на кровлю систему мастикопроводов разогревают горячим (140...150 °С) дизельным топливом.

Разогрев битумной мастики и дизельного топлива обеспечивается электронагревателями, работающими в сочетании с двумя понижающими (до 50 В) трансформаторами 2. Температура разогрева автоматически регулируется в заданных пределах двумя электроконтактными термометрами, включающими или отключающими секции электронагревателей.

Последние обеспечивают подогрев горячих мастик до температуры 140...200 °С, холодных мастик – до 50...100 °С.

Из ручных машин, применяемых в дорожной отрасли, следует отметить виброплиты, вибротрамбовки, нарезчики швов и т.д. Виброплиты и вибротрамбовки применяют при ремонте автомобильных дорог для обеспечения требуемой плотности дорожно-строительных материалов.

Конструкция виброплит включает в себя двигатель внутреннего сгорания (ДВС), вибратор и трансмиссию для привода вибратора, смонтированные на раме, нижняя часть которой имеет подошву, передающую уплотняющее воздействие на материал.

В вибротрамбовках в качестве привода используется ДВС, через трансмиссию приводящий в движение коленчатый вал, на котором установлен шатун, соединенный с массивным поршнем, движущимся в полости, образованной внутри опоры вибротрамбовки. Ударная сила, создаваемая поршнем, передается на подошву вибротрамбовки через систему пружин. Эффективность уплотнения вибротрамбовкой обусловлена высотой, с которой наносится удар и длительностью его нанесения.

Нарезчики швов применяют при ремонте твердых покрытий дорог для производства вырубки кромок, а также для выполнения температурных швов, разделки трещин.

Конструкция нарезчика швов включает в себя тележку, на которой установлен ДВС, через трансмиссию приводящий в действие рабочий орган – диск, имеющий алмазное покрытие режущей части или твердосплавные зубья и имеющий возможность совершать движения в вертикальной плоскости.

4.14. Ознакомление с вопросами эксплуатации и ремонта машин

В процессе эксплуатации машин важно управлять их работоспособностью. Поддержание высокого уровня работоспособности обеспечивается предупреждением повышенного изнашивания деталей, отказов и повреждений сборочных единиц и машин в целом в процессе их эксплуатации за счет регулярного проведения комплекса организационно-технических мероприятий. Эти мероприятия разрабатываются на основе рекомендаций заводов-изготовителей, положений нормативно-технической документации по обслуживанию и ремонту машин, а также требований Проматомнадзора и Госавтоинспекции

по их безопасной эксплуатации и проводятся с установленной периодичностью и трудоемкостью. Перечень выполняемых операций, их трудоемкость и периодичность определяют режим технического обслуживания и ремонта. Термины, определения, нормативы и режимы ТО и ремонтов приведены в нормативно-технической документации.

Техническое обслуживание обеспечивает поддержание работоспособности машины, и в процессе эксплуатации проводятся ежемесячное техническое обслуживание (ЕО); плановое техническое обслуживание (ТО), выполняемое в плановом порядке с определенной периодичностью; сезонное обслуживание (СО), выполняемое при подготовке машины к летним и зимним условиям эксплуатации.

Для конкретных машин планируется несколько ТО, различающихся между собой объемом работ и периодичностью. В зависимости от последовательности ТО им присваивается порядковый номер, причем в объем работ ТО с более высоким порядковым номером входят все операции из предшествующих ТО, включая и ЕО.

При ежедневном обслуживании проводятся общий контроль технического состояния машины; очистка и мойка для поддержания внешнего вида; заправка топливосмазочными материалами; ЕО выполняется, как правило, перед началом или после рабочей смены. Плановые ТО дополнительно включают объем работ по выполнению регулировочных, контрольно-диагностических, крепежных и смазочных работ.

Для восстановления работоспособности машины производится ее ремонт, который включает комплекс работ по устранению повреждений и отказов. В соответствии с характером и назначением работ различают текущий (Т) и капитальный (К) ремонты.

Текущий ремонт проводится с целью устранения возникших отказов и неисправностей и обеспечения гарантированной работоспособности машины до очередного планового вида ремонта. Характерными работами ТР являются разборочные, дефектовочные, слесарные, сварочные, сборочные, окрасочные, замена деталей и сборочных единиц в объеме, определенном техническим состоянием машин.

Капитальный ремонт проводится с целью восстановления работоспособности машины и ее сборочных единиц с обеспечением ресурса не менее 80 % от новых.

Машина или сборочная единица (объект) направляется в капитальный ремонт, когда базовые детали требуют ремонта или замены.

Капитальный ремонт объекта предусматривает его полную разборку, дефектовку, восстановление и замену деталей с последующей сборкой, регулировкой и испытанием. Базовые детали составляют основу объекта и обеспечивают правильное расположение и функционирование всех деталей и сборочных единиц в целом. При КР восстанавливаются зазоры и натяги сопряжений, взаимное расположение деталей, микрогеометрия рабочих поверхностей, структура и твердость металлов, внешний вид и соединительные размеры сборочных единиц.

Техническое обслуживание (ТО) и ремонты машин проводятся в соответствии с утвержденными годовыми и месячными планами. В течение месяца график может корректироваться с учетом фактической наработки и технического состояния машины. Дата фактической остановки и ее продолжительность доводятся до организации, эксплуатирующей машину, не позднее чем за 5 дней до остановки. Перед отправкой машины на капитальный ремонт создается комиссия под председательством главного инженера или главного механика организации. Комиссия решает вопрос о целесообразности проведения ремонта или дальнейшей эксплуатации машины и свои предложения оформляет актом.

Своевременное и качественное выполнение ТО и ремонтов СДМ обеспечивается наличием нормативно-технической документации, местом проведения, оснащением технологических процессов оборудованием, оснасткой и инструментом; материально-техническим обеспечением работ; подготовкой кадров, занятых обслуживанием и ремонтом.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН В БЕЛАРУСИ

Как известно, в Беларуси более 30 машиностроительных предприятий производят подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины. Большинство из них является государственными разноподчиненными предприятиями. Так, предприятия «Белдортехника» и Фанипольский ОМЗ находятся в подчинении департамента «Белавтодор», заводы «Строммашина», «Строймаш», «Стройтехпрогресс» и другие подчиняются Министерству архитектуры и строительства, а Кохановский экскаваторный завод находится в подчинении концерна «Белмелиоводхоз» и т.д. Эти предприятия небольшие, производят во многом схожую продукцию, но не прикладывают усилий по координации своих действий, направленных на унификацию узлов общего назначения своих машин, объединение деятельности конструкторских бюро, каждое из которых имеет небольшую численность сотрудников, и т.д. Все это привело к выпуску в большинстве случаев неконкурентной дорогостоящей техники, эксплуатация которой дорого обходится из-за частых ее ремонтов, разномарочности технических средств с низким процентом унификации, что затрудняет проведение ремонтов. Большинство машиностроительных предприятий строительного комплекса не гарантирует сервисного обслуживания.

Поправить ситуацию при создании новой техники этими заводами, на наш взгляд, можно внедряя метод кооперационного сотрудничества между разноподчиненными предприятиями. В мире такой метод получил название субконтрактации.

Субконтрактация – это действенный метод, позволяющий предприятиям достичь высокой эффективности производства благодаря специализации и оптимизации использования всех ресурсов.

Сущность субконтрактации состоит в следующем: подрядчик-завод поручает нескольким предприятиям (субконтракторам) производство деталей и комплектующих, необходимых для производства конечного продукта. В субконтрактных отношениях окончательный потребитель машин и оборудования является третьей стороной, стоящей вне рамок договорных отношений между подрядчиком и субконтрактором.

Контрактор – головное или сборочное предприятие с минимально необходимыми собственными производственными мощностями. Как правило, предприятия-контракторы сохраняют за собой такие важнейшие элементы производственного цикла, как НИОКР, дизайн, маркетинг, сборку, окраску, наладку, упаковку и лишь отдельные производства, наиболее выгодные или несущие в себе основные «ноу-хау». Предприятия-контракторы для обеспечения высокого уровня конкурентоспособности производимых машин должны постоянно искать пути снижения себестоимости, ведь по многим статьям затрат есть такие возможности. Так, например, имеется возможность снижения затрат по статье «расходы, связанные с приобретением сырья и материалов». Вес металлоконструкций мобильных машин составляет до 60 % общего веса машины и поэтому существенно влияет на ее цену. Экспериментальные исследования нагруженности металлоконструкций, а также опыт эксплуатации техники показывают, что часто отдельные ее элементы несут необоснованно высокий запас прочности, что ведет к увеличению расхода металла. Естественно, это сказывается на себестоимости и цене. Однако, благодаря деятельности ученых Беларуси, разработаны методики расчета несущих конструкций машин, которые позволяют в значительной степени снизить необоснованную массу машины, что приводит к снижению затрат на закупку дорогостоящего металла.

Субконтрактор – предприятие, изготавливающее и поставляющее по заказу узлы, комплектующие, то есть выполняющее часть работы, предназначенной для реализации третьим лицам. В роли субконтрактора, как правило, выступают малые и средние гибко специализированные предприятия. В республике есть машиностроительные предприятия, которые уже сегодня могут выступить в роли субконтракторов. Так, Минский ПКТИ выпускает редукторы – составные части механических трансмиссий машин; завод «Строймаш» осваивает выпуск гаммы гидроцилиндров, которые реализуются другим машиностроительным предприятиям, и т.д.

Для контрактора важнейшим преимуществом является возможность сконцентрировать усилия и ресурсы на стратегических направлениях. Это сокращает сроки постановки на производство новых машин, повышает производительность труда и конкурентоспособность предприятия, сокращает запасы комплектующих на складах и ускоряет оборачиваемость средств в производстве. Суб-

контракторы имеют низкие издержки производства за счет более низкой оплаты труда работников, чем в крупных компаниях, за счет меньших размеров и простоты структуры управления.

Применение вышеуказанного метода будет содействовать производству субконтракторами унифицированных узлов общего назначения, которые найдут применение на различных типах машин, а значит, облегчит процесс их эксплуатации.

Контрактору, для того чтобы не играть вслепую и сделать правильный выбор, необходимо обладать информацией о своих потенциальных поставщиках. Такая информация, как правило, не появляется сама собой, ее необходимо найти. (Исключение составляют случаи, когда тот или иной поставщик не только заинтересован в скорейшем получении заказа, но и активен: сам рассылает потенциальным контракторам информацию о себе, в том числе в виде коммерческих предложений). Все методы поиска поставщика тесно связаны с используемыми источниками информации. При этом условно можно выделить два основных подхода к поиску поставщика контрактором:

- 1) самостоятельный поиск;
- 2) поиск путем привлечения сторонних организаций, специализирующихся на сборе и предоставлении необходимой информации.

Таким образом, внедрение описанного выше метода кооперационного сотрудничества между белорусскими машиностроительными предприятиями, производящими технические средства для строительного комплекса, а также другие технологические машины, позволит им достичь высокой эффективности производства благодаря разделению труда, специализации, рациональному использованию имеющихся мощностей и оптимизации использования всех ресурсов, а значит, существенно снизить затраты на создание машин.

Актуальными являются вопросы создания качественно новых видов машин, а также широкой модернизации существующих машин и установок для обеспечения механизации и автоматизации работ в строительном комплексе республики.

Актуально повышение грузоподъемности и надежности машин при одновременном значительном снижении их металлоемкости благодаря применению новых кинематических схем, более совершенных методов расчета, использованию рациональных облегченных профилей проката, новых материалов, а также прогрессивной

технологии машиностроения (новые методы термообработки, нанесение упрочняющих покрытий и др.). Отметим, что надежность — это понятие комплексное. Оно включает в себя не только безотказность и долговечность, но и ремонтнопригодность и сохраняемость, т.е. свойства, определяющие эффективность использования техники в заданных условиях эксплуатации.

Актуально увеличение производительности оборудования вследствие применения широкого регулирования скоростей механизмов, автоматического, полуавтоматического и дистанционного управления с использованием микропроцессорной и электронно-вычислительной техники как для управления работой машин, так и для расчетов и проектирования; создание специальных захватных и других подъемных агрегатов, а также улучшение условий труда благодаря применению установок для охлаждения и очистки воздуха в кабинах и других мероприятиях.

Современное производство машин основывается на создании блочных конструкций, позволяющих получить высокий технико-экономический эффект при изготовлении и эксплуатации этих машин. Блочной называется конструкция, состоящая из самостоятельных сборочных единиц, соединенных между собой легкоразъемными элементами. Эффективными признаны многофункциональные машины, когда на базе одного шасси монтируется несколько десятков легкоъемных рабочих органов.

Пути снижения затрат на эксплуатацию строительной техники наметились в результате анализа состояния дел с эксплуатацией машин в организациях строительного комплекса Беларуси. К сожалению, опыт эксплуатации рассматриваемой техники указывает на ряд недостатков в сложившемся механизме выполнения ее технического обслуживания и ремонтов. В частности, практически не выдерживается своевременное и качественное выполнение технического обслуживания и ремонтов с соблюдением установленных технических нормативных правовых актов и технологической документации. Порой заводы-изготовители техники некачественно готовят инструкции по ее эксплуатации, что также создает трудности эксплуатационникам. Частично предприятия, эксплуатирующие технику, оснащаются необходимым технологическим оборудованием, оснасткой, инструментом, а также запасными частями и эксплуатационными материалами. Частично эти предприятия укомплектовываются

квалифицированными кадрами, способными грамотно эксплуатировать машины. Часто не хватает квалифицированных рабочих для своевременного проведения технического обслуживания. Как итог такой эксплуатации – частые простои машин в ремонтах, а значит, большие финансовые потери. Чтобы привлечь внимание руководителей предприятий на эту сторону финансовых потерь, экономисты в научных публикациях рекомендуют подсчитывать убытки не только по причине приобретения запчастей, но и определять упущенную выгоду от простоев техники в ремонтах [14, 15].

Конечно, больших эксплуатационных потерь можно было бы избежать, если бы все отечественные заводы, выпускающие технику для строительного комплекса, гарантировали ее сервисное обслуживание, но этого пока нет.

В связи с изложенным в целях снижения эксплуатационных затрат необходимо разработать эффективный механизм выполнения технических обслуживаний (ТО) и ремонтов. Представляется целесообразным эксплуатационным организациям делегировать выполнение более простых работ – технических обслуживаний, для качественного выполнения которых необходимо выполнить ряд мероприятий.

Начнем с подготовки кадров. Обучение по эксплуатации машин должны проходить все, начиная от руководителей организации и заканчивая обслуживающим машину персоналом, причем каждый уровень должен иметь свою программу обучения. Руководитель, например, должен знать, что если на его предприятии игнорируется ТО, то высока вероятность простоев техники, а значит, ожидаются большие финансовые потери. И если будет введен обязательный техосмотр техники, как мобильной, так и стационарной, с контролем основных технологических параметров, руководитель должен знать, что непрохождение его чревато срывом графика выполнения работ с вытекающими последствиями. Необходимо отметить, что квалификация рабочего, выполняющего ТО, должна быть выше рабочего-машиностроителя и машиниста, управляющего данной машиной.

Важным моментом является наличие необходимой документации, регламентирующей проведение ТО. Сюда следует отнести действующие нормативные правовые акты, технологическую документацию. Обязательно должен быть годовой план ТО, оформлены и вестись журналы учета технических обслуживаний, учета наработки машин, учета работ по устранению неисправностей. Должно проводиться измерение диагностических параметров узлов машин.

Особенно следует остановиться на наличии у эксплуатационников необходимой технической оснащённости – оборудования и приборов. Одним из основных видов оборудования, например для эффективной эксплуатации гидроприводов, является оборудование для заливки в гидросистему чистого масла. При работе гидрофицированной машины загрязнения постоянно поступают в рабочую жидкость извне, а также генерируются самой гидросистемой. Штатные фильтры, установленные на машине заводом-изготовителем, не всегда могут эффективно удалять загрязнения, поскольку качество фильтров зачастую недостаточное. Для устранения этого недостатка применяют специальные фильтрационные установки.

Дальнейшее совершенствование методов ТО возможно путем применения методов технической диагностики, в частности для гидроприводов – перспективного метода на анализе отработанного масла. По изменению концентрации в пробах масла можно судить о характере и величине износа определенных компонентов в различных узлах гидропривода машины.

Поскольку проведение диагностики и ремонтов машин требует дорогостоящего технического оснащения и высококвалифицированных кадров, их выполнение целесообразно осуществить силами специализированных организаций – сервисных центров.

Сервисные центры, например, по гидроприводам машин, могут проводить комплексное обслуживание гидросистем машин, находящихся в эксплуатации у заказчика. Комплексное обслуживание включает в себя:

1. Разработку сервисным центром методики проведения ремонтов на основе нормативных документов и проведение заказчиком мероприятий планово-предупредительного характера по обслуживанию гидросистем машин.

2. Создание на базе одной из организаций и за ее счет участка по ремонту гидросистем с обучением специалистов и оснащение необходимым оборудованием.

3. Организацию на площадях заказчика склада запасных частей к гидросистемам, наиболее часто используемым при ремонтно-восстановительных работах.

4. Проведение диагностики и наладки гидросистем по заявкам заказчика.

5. Проведение ремонта гидравлической аппаратуры по заявкам заказчика.

В рамках действия заключенного договора сервисный центр разрабатывает, а заказчик утверждает план мероприятий по комплексному обслуживанию гидросистем машин. Действия сервисного центра и заказчика по пунктам 3, 4, 5 (организация склада запчастей, проведение диагностики и наладки, ремонт гидроаппаратуры) регулируются отдельными договорами, заключаемыми сервисным центром и заказчиком в рамках действия заключенного основного договора. Сервисный центр и заказчик обязуются в целях надлежащего исполнения основного договора оказывать друг другу возможную помощь и поддержку, регулярно обмениваться имеющейся технической информацией, а также информацией о конъюнктуре рынка.

Основным показателем деятельности сервисного центра является снижение простоев техники по техническим причинам. Важным направлением по снижению простоев является широкое применение современных методов технической диагностики, о чем уже говорилось выше. Это новый этап в развитии и совершенствовании форм и методов технического сервиса технологических машин в Беларуси. Эффективность технической диагностики достигается за счет того, что она позволяет производить ремонт по потребности, причем эта потребность определяется намного раньше того момента, когда неисправность обнаружится и приведет к серьезной поломке машины и крупным ремонтам.

Экономическую эффективность от предложенных разработок (годовой экономический эффект) в общем виде можно определить по формулам:

$$\mathcal{E} = C_1 - C_2;$$

$$\mathcal{E} = (УВ + З + З_{то}) - (З_{то}' + З_д + З_p + УВ'), \quad (5.1)$$

где C_1 – стоимостная оценка затрат на эксплуатацию машины по сложившейся схеме, руб.;

C_2 – стоимостная оценка затрат на эксплуатацию по предлагаемой схеме, руб.;

УВ – упущенная выгода из-за простоев техники в ремонтах, руб.;

З – затраты на ремонт силами эксплуатационной организации, руб.;

$З_{то}$ – затраты на проведение ТО, выполняемое в эксплуатационной организации (затратами $З_{то}$ пренебрегаем, поскольку регламент их проведения не выдерживается), руб.;

$Z_{то}'$ – затраты организации на проведение ТО по предложенной схеме, руб.;

$Z_{д}$ – затраты организации на проведение диагностики силами сервисного центра, руб.;

$Z_{р}$ – затраты организации на проведение ремонта силами сервисного центра, руб.;

$УВ'$ – упущенная выгода из-за простоев техники в ремонте, проводимом сервисным центром, руб.

Величины $Z_{д}$ и $УВ'$ малы по сравнению с $УВ$, Z , $Z_{то}$, $Z_{р}$, поэтому ими в дальнейших расчетах можно пренебречь.

Упущенную выгоду из-за простоя машины в ремонте по сложившейся схеме определяем по формуле

$$УВ = \frac{(ПЗ + НР + ПН) \cdot t}{(1 + E_n)^t},$$

где $ПЗ$ – прямые затраты, руб.;

$НР$ – накладные расходы, руб.;

$ПН$ – плановые накопления, руб.;

t – количество рабочего времени, проведенного в ремонте, ч;

E_n – ставка рефинансирования Национального банка Беларуси (0,17).

Все остальные составляющие формулы (5.1) определяются в соответствии с методическими рекомендациями, разработанными для определения планово-расчетных цен (ПРЦ) на эксплуатацию строительных машин и механизмов и другими нормативными документами [16, 17]. Величина $УВ$ зависит прежде всего от t – времени, проведенном в ремонте, поэтому существенный эффект от предложенной схемы эксплуатации машин обеспечивается за счет резкого снижения упущенной выгоды от простоев машин в ремонтах, поскольку сервисные центры выполняют ремонты быстро и качественно.

Актуальные вопросы создания и эксплуатации машин по специальности 1-36 11 01 предстоит решать и сегодняшним студентам – будущим инженерам по подъемно-транспортным, строительным и дорожным машинам.

Литература

1. История Белорусского национального технического университета. / К.И. Баландин [и др.]. – Мн., 2006. – 231 с.
2. Якимович, В.Д. [и др.]. // Весці БНТУ. Спецвыпуск «Абитуриент – 2006». – Мн., 2006. – 50 с.
3. Энциклопедия студента / Сост. И.Н. Кузнецов. – Мн.: Книжный дом. – 2004. – 576 с.
4. Кузнецов, И.Н. Активные формы и методы обучения в учебном процессе вуза. – Мн.: БТЭУ, 1995. – 77 с.
5. Александров, М.П. Грузоподъемные машины. – М.: Высшая школа, 2000. – 551 с.
6. Грузоподъемные машины / Под ред. М.П. Александрова. – М.: Машиностроение, 1986. – 400 с.
7. Новоселов, Е.С. Строительное, дорожное и коммунальное машиностроение СССР за 50 лет // Строительное, дорожное и коммунальное машиностроение в СССР. – М., 1967. – С. 3–16.
8. Иванов, В.А. Экскаваторостроение в СССР // Строительное, дорожное и коммунальное машиностроение в СССР. – М., 1967. – С. 17–26.
9. Григоренко, М.Г., Козловский, Г.Б. Дорожные машины. В 2 ч. Ч. 1. – М.: Автотрансиздат, 1954. – 365 с.
10. Дорожно-строительные машины / А.В. Вавилов [и др.]; под ред. А.М. Щемелева. – Мн.: Технопринт, 2000. – 515 с.
11. Добронравов, С.С., Добронравов, М.С. Строительные машины и оборудование: справочник. – М.: Высшая школа, 2006. – 448 с.
12. Машины по содержанию и ремонту автомобильных дорог и аэродромов / А.В. Вавилов [и др.]. – Мн., 2003. – 407 с.
13. Энергоресурсосберегающие технические средства и их комплексы для строительства / А.В. Вавилов [и др.]. – М.: Стрипко, 2003. – 325 с.
14. Ивуть, Р.Б., Шабека, В.Л. Упущенная выгода как экономический компонент правовой категории // Компас экспедитора и переводчика. – 1999. – 1 янв. – С. 33–36.
15. Шабека, В.Л. Экономическая сущность косвенных убытков на примере автотранспортных предприятий // Бизнес-администрирование малых и средних предприятий. – 2004. – С. 363 – 366.

16. Сборник норм для определения сметной стоимости эксплуатации строительных машин для условий строительства в Республике Беларусь (утверждены постоянной Межведомственной комиссией при Государственном комитете Республики Беларусь по архитектуре и строительству протоколом №2 от 20.10.1992 г.).

17. Сборник норм расхода топлива и смазочных материалов на автомобили, автотранспортную технику, суда, машины, механизмы и оборудование Республики Беларусь. – Мн.: НПО «Транстехника», 1999. – 149 с.

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Информация, необходимая для адаптации студентов и успешного их обучения в техническом вузе	4
1.1. Технические вузы Беларуси	4
1.2. Эффективные методы получения знаний в техническом вузе	8
Глава 2. Ознакомление с нормативными документами по подготовке специалистов в области подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования	14
2.1. Квалификационная характеристика специалиста	14
2.2. Требования к уровню подготовки выпускника	15
2.3. Структура учебного плана специальности	19
Глава 3. Из истории развития подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования	23
3.1. История развития подъемно-транспортных машин	23
3.2. История развития строительных машин	27
3.3. История развития дорожных машин	35
Глава 4. Ознакомление с подъемно-транспортными, строительными, дорожными машинами и профилирующими дисциплинами специальности	41
4.1. Основы классификации машин	41
4.2. Техничко-экономические показатели работы машин	42
4.3. Ознакомление с деталями машин	47
4.4. Ознакомление с силовым оборудованием и трансмиссиями, ходовым оборудованием и системами управления машин	68
4.5. Ознакомление с грузоподъемными машинами	89
4.6. Ознакомление с транспортными, транспортирующими и погрузочно-разгрузочными машинами	113
4.7. Ознакомление с машинами для земляных работ	148
4.8. Ознакомление с машинами и оборудованием для бурения и свайных работ	172
4.9. Ознакомление с машинами для измельчения, сортировки каменных материалов и производства бетонных работ	178

4.10. Ознакомление с машинами для строительства дорог...	198
4.11. Ознакомление с машинами для содержания дорог.....	212
4.12. Ознакомление с машинами для ремонта дорог.....	238
4.13. Ознакомление с машинами для отделочных работ и механизированным инструментом (ручными машинами).....	273
4.14. Ознакомление с вопросами эксплуатации и ремонта машин.....	300
Глава 5. Актуальные вопросы создания и эксплуатации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин в Беларуси.....	303
Литература.....	311

Учебное издание

БАВИЛОВ Антон Владимирович

**ВВЕДЕНИЕ
В ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Пособие

Редактор Т.Н. Микулик
Компьютерная верстка О.В. Дубовик

Подписано в печать 12.03.2007.

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 18,3. Уч.-изд. л. 14,3. Тираж 100. Заказ 104.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.
ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.
220013, Минск, проспект Независимости, 65.