

1.3 ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Тема лекции 1. Общие сведения о машинах

Вопросы:

- 1.1 Понятие машины и механизма, сборочной единицы и детали.
- 1.2 Производительность строительных машин циклического и непрерывного действия. Основные технико-экономические показатели машин.
- 1.3 Понятие о проходимости, маневренности, устойчивости, надежности, экономичности и других эксплуатационных качествах машин.
- 1.4 Маркировка (индексация) мелиоративных и строительных машин.

Литература

1. Барсов, И. П. Строительные машины и оборудование : учебник / И. П. Барсов. – Москва : Стройиздат, 1986. – 511 с.
2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Москва : Высш. шк., 2003. – 575 с.
3. Купченко, А. И. Эксплуатация мелиоративных и строительных машин : учеб. пособ. / А. И. Купченко, В. Д. Прудников. – Минск : Ураджай., 2000. – 157 с.

Вопрос 1.1 Понятие машины и механизма, сборочной единицы и детали.

Разнообразие возводимых строительных сооружений по конструкциям и объемам работ, а также технологических процессов, осуществляемых в процессе строительства, вызывает необходимость применения различных по своему назначению, устройству, мощности и размерам строительных машин.

Машина – это устройство, выполняющее полезную работу по преобразованию одного вида энергии в другую.

Машина состоит из механизмов, объединенных общим корпусом (рамой или станиной).

Механизм – это устройство для передачи и преобразования движений и скоростей, а также усилий и крутящих моментов, развиваемых двигателем.

Сборочная единица – неокончателное изделие, состоящее из нескольких деталей, соединяемых в процессе его изготовления между собой в одну общую конструкцию при помощи различного вида сборочных операций – например, редуктор.

Машины в целом и отдельные ее элементы – сборочные единицы, состоят из *деталей* (гайки, болты, валы, зубчатые колеса и т. д.).

Машина состоит, как правило, из следующих основных частей: силовой установки, рабочих органов, трансмиссии, ходового оборудования (или станины), механизмов управления.

Вопрос 1.2 Производительность строительных машин циклического и непрерывного действия. Основные технико-экономические показатели машин.

Производительность машины – это количество продукции (выраженное в массе, объеме или штуках), вырабатываемой (перерабатываемой) за единицу времени (час, смену, месяц, год). Различают производительность: теоретическую (расчетную, конструктивную), техническую и эксплуатационную.

Теоретическая производительность – это максимально возможное количество продукции, вырабатываемой за единицу времени непрерывной работы при расчетных скоростях рабочих движений и нагрузках.

Для машин циклического действия теоретическая часовая производительность:

$$П_T = q n = (60 q) / t_{ц},$$

где q – количество продукции, вырабатываемой за один рабочий цикл $м^3$, $км$, $м^2$ и др.;

n – число циклов, выполняемых машиной в 1 мин, $n = 60/t_{ц}$;

$t_{ц}$ – продолжительность цикла, с.

Для машин непрерывного действия теоретическая часовая производительность:

$$П_T = 3600 q v,$$

где q – количество материала, размещающегося на 1 м длины потока продукции, (кг, $м^3$, шт);

v – скорость потока продукции, (м/с).

Для машин непрерывного действия, осуществляющих рабочий процесс порционно:

$$П_T = (3600 q v) / a,$$

где a – шаг между отдельными порциями (ковшами, скребками, штучным грузом).

Техническая производительность – это количество продукции, вырабатываемой за единицу времени непрерывной работы машины непосредственно в конкретных производственных условиях при правильно выбранных режимах работы и нагрузках на рабочие органы.

При определении технической производительности определенной машины, например, одноковшового экскаватора, учитывается группа разрабатываемого грунта, высота забоя, угол поворота стрелы с ковшом, вид работы – в отвал или на транспортные средства, коэффициент заполнения ковша и другие факторы. Поскольку все перечисленные факторы могут иметь различные значения, то и техническая производительность машины при различных условиях будет изменяться.

Для машин циклического действия (например, одноковшовых экскаваторов) часовую техническую производительность определяют по формуле:

$$P_{\text{тех}} = 60 q n K,$$

где q – грузоподъемность крана;

n – число рабочих циклов в минуту;

K – коэффициент, учитывающий реальные условия работы.

$$K = K_n / K_p,$$

где K_n – коэффициент наполнения ковша;

K_p – коэффициент разрыхления грунта.

В свою очередь коэффициент наполнения ковша

$$K_n = V_k / V_{\text{геом}},$$

где V_k – объем материала в ковше;

$V_{\text{геом}}$ – геометрическая вместимость ковша.

Для машин непрерывного действия часовую техническую производительность определяют по формуле:

$$P_{\text{тех}} = 3600 q v k_y,$$

где q – масса груза, кг, или объем, м^3 , приходящийся на 1 м длины несущего органа машины;

v – линейная скорость движения рабочего органа, м/с;

k_y – коэффициент, учитывающий конкретные условия работы.

Эксплуатационная производительность – это количество продукции, вырабатываемой в единицу времени с учетом всех перерывов в работе, вызываемых требованиями эксплуатации, условиями труда работающих и организационными причинами:

$$P_{\text{экс}} = P_{\text{тех}} k_b,$$

где k_b – коэффициент использования машины по времени.

Коэффициент использования машины по времени для машин циклического действия равен $k_b = 0,7 \dots 0,8$, для машин непрерывного действия данный коэффициент равен $k_b = 0,85 \dots 0,90$.

Сменную или годовую эксплуатационную производительность машины определяют на основании данных режима работы машины и ее среднечасовой эксплуатационной производительности:

$$P_{\text{экс год}} = P_{\text{экс}} T,$$

где T – число часов работы машины в течение смены или года.

Техническая производительность показывает, какие возможности заложены в машине, а эксплуатационная – как эти возможности используются. Отношение второй производительности к первой определяется коэффициентом использования машины по времени.

Производительность зависит от надежности машины, от количества времени, потраченного на плановые и внеплановые работы по уходу и ремонту. Очевидно, что машина, обладающая большой технической производительностью, но часто выходящая из строя по техническим причинам и требующая продолжительных по времени технических уходов, то есть с низкой надежностью, хуже надежной машины, имеющей несколько меньшую производительность.

Основным показателем машины, а также деятельности строительной организации, служит стоимость единицы готовой продукции. Кроме него, немаловажное значение имеют и такие показатели как: затраты рабочей силы на единицу продукции (выработка на одного рабочего), расход энергии на выполнение работы и металла на изготовление машины (энерго- и металлоемкость), количество рабочих часов, затраченных на изготовление машины.

Для сравнения двух машин одинакового назначения используют следующие показатели:

– *выработка на одного рабочего* $P_{уд}$:

$$P_{уд} = P_{экс} / N, \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{чел},$$

где N – число рабочих обслуживающих машину в течении часа.

– *удельная материалоемкость* $m_{уд}$:

$$m_{уд} = m / P_{экс}, \text{ кг ч}/\text{м}^3,$$

где m – масса машины.

– *удельная энергоемкость* $P_{уд}$:

$$P_{уд} = P / P_{экс}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3,$$

где P – мощность силового оборудования.

К важным показателям машин относятся также их долговечность и надежность.

Долговечность характеризуется временем, которое машина может работать между капитальными ремонтами, при своевременном проведении соответствующих операций по смазке и регулировке.

Надежность – это способность машины, узла или детали работать без каких-либо неполадок продолжительное время.

Надежность машины зависит от того, насколько удачно выбраны конструкции узлов, насколько качественно изготовлены детали и, конечно, от

качества и своевременности выполнения ухода и ремонтов в процессе эксплуатации.

Оба эти понятия близки между собой и часто употребляются одновременно; однако для одних машин и механизмов весьма важна их надежность (самолет, рулевое управление автомобиля), для других – долговечность (экскаватор, дробильные плиты, зубья ковша).

Вопрос 1.3 Понятие о проходимости, маневренности, устойчивости, надежности, экономичности и других эксплуатационных качествах машин.

Мелиоративные и строительные машины должны обеспечивать необходимую производительность и работоспособность при работе в любое время года и суток, при разнообразных атмосферных условиях и в определенной температуре окружающего воздуха в стесненных условиях строительной площадки, поэтому к машинам предъявляют ряд требований исходя из конкретных условий эксплуатации.

Проходимость – это способность преодолевать неровности местности и неглубокие водные преграды, проходить по влажным и рыхлым грунтам, снежному покрову и т. д. проходимость определяется величиной дорожного просвета, продольным и поперечным радиусами проходимости колесных машин, удельным давлением на грунт или дорожное покрытие, углами переднего и заднего въезда.

Маневренность машины – способность разворачиваться в естественных условиях с минимальным радиусом поворота при заданной колесе и базе.

Маневренность определяется также возможностью быстрого перевода из рабочего положения в транспортное и способностью перемещаться по строительному участку и вне его, от одного места работы к другому с достаточной по производственным условиям скоростью.

Устойчивость машины – это способность противостоять действию сил, стремящихся ее опрокинуть. Чем ниже центр тяжести машины и чем больше ее опорная база, тем устойчивее машина.

Надежность в работе – способность безотказной работы машины без вынужденных простоев из-за неисправности при правильном управлении и нормальных нагрузках.

Экономичность в эксплуатации – обеспечение минимального расхода энергоресурсов (электроэнергии или топлива), смазочных и других эксплуатационных материалов на единицу вырабатываемой продукции, а также трудозатрат на управление машиной и уход за ней. Экономичность определяется также меньшей стоимостью машины, которая зависит от технологичности в изготовлении, меньшей трудоемкости и металлоемкости.

Транспортабельность – возможность перемещения машины самоходом или перевозки ее на транспортных средствах по шоссейным и железным дорогам в собранном виде или разъединенной на минимальное число частей.

Требования эргономики – обеспечение благоприятных условий для рабочих, занятых управлением машиной, минимальная утомляемость и определенные комфортные условия.

Эстетические требования – обеспечение красивой внешней формы, хорошей отделки и окраски.

Вопрос 1.4 Маркировка (индексация) мелиоративных и строительных машин.

Структура марки машины приведена на рис. 1.1.

Х Х Ж -	0 0 0 0	Ж Ж Ж 0 0
Буквенная часть	Цифровая часть	Буквенно-цифровая часть

Рис. 1.1. Структура марки машин

Буквенная часть, состоящая из двух или трех букв, обозначает тип машины по назначению. Например, довольно широко в мелиоративном строительстве применяются типы машин со следующими обозначениями:

1) ЭТР – экскаваторы траншейные роторные, а также шнекороторные, фрезерные и двухроторные каналокопатели общестроительные и мелиоративные;

2) ЭТЦ – экскаваторы траншейные цепные общестроительные и мелиоративные;

3) ДУ – машины для строительства дренажа в зоне орошения;

4) ЭМ – экскаваторы многоковшовые поперечного копания каналочистители и профилировщики;

5) МК – машины для строительства мелиоративных каналов (каналокопатели плужные, плужно-роторные, плужно-фрезерные, дернорезы и дерноукладчики, кавальероразравниватели, машины для крепления откосов);

6) МД – машины для строительства дренажа (бестраншейные дреноукладчики, дренажнокротовые машины, тягачи для дреноукладчиков);

7) МВ – машины для строительства трубопроводов закрытых оросительных систем;

8) МР – машины для содержания и ремонта мелиоративных систем (каналочистители, дренопромывочные машины);

9) МЗ – мелиоративные землесосные снаряды;

10) МП – машины для подготовительных работ (корчеватели, кусторезы, кустоизмельчители, заравниватели);

11) МБ – машины для облицовки каналов бетоном (профилировщики, бетоноукладчики, перегружатели бетона);

12) ДП – машины для подготовки площадей (рыхлители, корчеватели, кусторезы с пассивными рабочими органами);

13) РР – машины для ремонта и обслуживания каналов (каналоочистители, косилки);

14) МТП – машины для подготовительных работ при добыче торфа (древовалы, машины для первичного осушения, фрезеры, роторные корчеватели);

15) МТТ – погрузочно-перегрузочные машины торфяной промышленности;

16) ЛД – машины для строительства лесовозных дорог и их содержания и работ по валке и переработке леса;

17) МЛ – машины для валки и первичной обработки леса.

Общестроительные машины обозначаются следующим образом:

1) ДЗ – для землеройно-транспортных работ;

2) ДУ – для уплотнения грунтов, дорожных оснований и покрытий;

3) ДЭ – для эксплуатации, содержания и ремонта автомобильных дорог;

4) ЭО – одноковшовые универсальные экскаваторы обозначают буквами и четырьмя цифрами;

5) ЭР – экскаваторы роторные;

6) ТЦ – автоцементовозы;

7) ТП – оборудование для пневмотранспорта;

8) ТК – конвейеры и питатели;

9) ТЛ – лебедки;

10) ТМ – многоковшовые погрузчики;

11) ТО – одноковшовые погрузчики;

12) СП – оборудование для погружения свай (молоты, копры и пр.);

13) СБ – оборудование для приготовления бетонных и растворных смесей;

14) СО – машины и оборудование для отделочных работ;

Ручной механизированный инструмент обозначают буквами:

1) ИЭ – инструмент электрический;

2) ИП – инструмент пневматический;

3) ИГ – инструмент с гидро- и пневмогидравлическим приводом.

Кроме того, в мелиоративном строительстве широко применяются машины известных типов, таких как ЭО, ЕТ, ЕК, ЕВ, ЕА (экскаваторы одноковшовые универсальные, гусеничные, колесные, на автомобильном шасси), КС, КБ (краны стреловые самоходные и башенные), ЛП (машины для заготовки и переработки леса), КО (машины для коммунальных работ) и др.

Цифровая часть содержит от одной до четырех цифр. Для первых трех типов (ЭТР, ЭТЦ и ДУ) две первые цифры обозначают конструктивную максимальную глубину траншеи или канала в дециметрах.

Для машин четвертого типа, т. е. ЭМ, две первые цифры обозначают геометрическую вместимость ковша в литрах. Следующие одна или две цифры в марках машин первых четырех типов обозначают номер модели.

Для машин остальных типов цифровая часть обозначает порядковый номер регистрации марки машины по реестру. Присвоение марки машине

производится, как правило, после успешного проведения ее испытаний и принятия решения о постановке на производство.

В буквенно-цифровой части может быть указана очередная модернизация машины, если машина ей подвергалась. Модернизация указывается буквами А, Б, В и т. д. В этой части может быть указано климатическое исполнение машины. Для машин, предназначенных для эксплуатации в районах с умеренным климатом буква не ставится или ставится буква У, с холодным – ХЛ, с влажным тропическим – ТВ, с сухим тропическим – ТС, с сухим и влажным тропическим – Т. Кроме того, в этой группе могут содержаться цифры, отражающие конструктивные особенности машин в пределах данной марки, т. е. модификацию машины.

Например, ЭТР-206В – экскаватор траншейный роторный или шнекороторный, фрезерный или двухроторный каналокопатель общестроительный или мелиоративный (для данной конкретной марки – это шнекороторный мелиоративный каналокопатель); конструктивная максимальная глубина канала 20 дм (2,0 м); шестая модель; третья модернизация.

Или ЭТР-204.01 – экскаватор траншейный роторный или шнекороторный, фрезерный или двухроторный каналокопатель общестроительный или мелиоративный (для данной конкретной марки – это многоковшовый роторный траншекопатель); конструктивная максимальная глубина траншеи 20 дм (2,0 м); четвертая модель; первая модификация.

Или ЭТЦ-203 – экскаватор траншейный цепной общестроительный или мелиоративный (для данной конкретной марки – это мелиоративный экскаватор-дреноукладчик); конструктивная максимальная глубина траншеи 20 дм (2,0 м); третья модель.

Для ЭМ-152Т – экскаватор многоковшовый поперечного копания каналочиститель или профилировщик (для данной конкретной марки – это экскаватор многоковшовый мелиоративный цепной поперечного копания, т. е. каналочиститель); геометрическая вместимость ковша 15 л; вторая модель; климатическое исполнение – для эксплуатации в зоне с тропическим климатом.

ДЗ-116АХЛ – машина дорожная для земляных работ; 116 – номер регистрации в пределах данной группы машин; первой модернизации; изготовленная в исполнении для использования в зоне с холодным климатом.

Тема лекции 2. Соединения деталей машин

Вопросы:

2.1 Общие сведения о соединениях и их классификация.

2.2 Основные сведения о сварных и заклепочных соединениях, их конструкция и область применения.

2.3 Резьбовые соединения. Типы резьбы, основные параметры, обозначения на чертежах, конструкция и область применения. Способы стопорения болтов и гаек.

2.4 Шпоночные и шлицевые соединения: конструкция, область применения и основные параметры.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.

2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

3. Лейко, В. С. Строительные машины и механизмы в энергетическом строительстве: учебник / В. С. Лейко. – Москва : Машиностроение, 1985. – 224 с.

Вопрос 2.1 Общие сведения о соединениях и их классификация.

Все строительные машины состоят из деталей, связанных между собой подвижными и неподвижными связями. Неподвижные связи называют *соединениями*. Они позволяют разобрать машину на узлы и детали, упростить ее изготовление, сборку, разборку, ремонт и т. д.

Различают два вида соединений – разъемные и неразъемные. К *разъемным* соединениям относятся резьбовые, шпоночные, шлицевые, штифтовые, клиновые, клеммовые. Разъемные соединения можно многократно разбирать без разрушения соединяемых деталей. К *неразъемным* соединениям относятся сварные, заклепочные, клеевые, соединения пайкой, соединения с гарантированным натягом, их разборка приводит к повреждению или разрушению соединяемых деталей.

Вопрос 2.2 Основные сведения о сварных и заклепочных соединениях, их конструкция и область применения.

Сварные соединения – наиболее широко применяющиеся неразъемные соединения. Соединение деталей при сварке осуществляется путем сварных швов, что приближает составные детали к целым.

Сварка – технологический процесс получения неразъемного соединения металлических деталей с применением местного нагрева и использованием сил молекулярного сцепления. Свариваемые детали соединяют в результате нагрева кромок деталей до пластичного или расплавленного состояния.

При этом нагрев может осуществляться электричеством (дуговая и контактная сварка), газовым пламенем или трением. При кузнечной сварке металл не плавят, а сильно нагретые детали плотно прижимают одну к другой прессом или молотом. Дуговую сварку можно вести автоматически под флюсом, полуавтоматически или вручную. Автоматическая и полуавтоматическая сварки значительно превосходят ручную сварку по производительности и качеству сварного соединения.

Контактная сварка – это сварка с применением давления, при которой нагрев производится теплотой, выделяемой при прохождении электрического тока через находящиеся в контакте соединяемые детали. При помощи сварки выполняют *стыковое, нахлесточное, угловое и тавровое* соединения деталей.

Достоинствами сварных соединений являются высокая прочность, герметичность, технологичность процесса сварки и возможность его автоматизации. К недостаткам сварных соединений следует отнести снижение сопротивления усталости вследствие наличия трещин в швах, шлаковых включений и т. д.

Заклепочные соединения образуются металлическими стержнями (заклепками) с головками на концах. Эти стержни помещают в отверстия соединяемых деталей. Головку стержня, которую выполняют на заготовке, называют закладной. Замыкающую головку формируют при клепке. При этом стержень осаживается и плотно заполняет отверстие. Применяют заклепки различных типов – с полукруглой головкой, с полупотайной головкой, с потайной головкой, полые.

Заклепочные соединения выполняются швами в нахлестку и швами встык с одной или двумя накладками. По числу рядов заклепок различают швы однорядные, двухрядные, трехрядные и многорядные. Заклепки могут располагаться параллельными рядами или в шахматном порядке.

Заклепки используют в ответственных соединениях, подверженных вибрациям, и для трудносвариваемых металлов.

К достоинствам заклепочных соединений можно отнести большую прочность при вибрационных и ударных нагрузках. К недостаткам этих соединений следует отнести большую их трудоемкость, усложненные конструктивные формы, а также увеличение массы соединяемых деталей.

Вопрос 2.3 Резьбовые соединения. Типы резьбы, основные параметры, обозначения на чертежах, конструкция и область применения. Способы стопорения болтов и гаек.

Такие соединения деталей осуществляются с помощью резьбы. Каждое резьбовое соединение состоит, как правило, из двух деталей – винта и гайки, винтовой пары, которая может иметь различное конструктивное исполнение.

Резьба образуется путем нанесения на поверхность детали винтовых канавок. Сечение этих канавок, т. е. профиль резьбы, имеет треугольную, трапецеидальную, упорную, прямоугольную, или круглую форму.

Наибольшее распространение в строительных машинах нашли резьбовые соединения с треугольной резьбой. *Треугольная* резьба бывает метрической (угол при вершине равен 60° и все размеры измеряются в мм) и дюймовой (угол при вершине равен 55° или 60° и все размеры измеряются в дюймах).

По направлению винтовой линии различают правую или левую резьбу. Если на стержне или в отверстии расположены две или несколько винтовых канавок, то они образуют многозаходную резьбу. Все крепежные резьбы – однозаходные с треугольным профилем; многозаходные (двух- и трехзаходные) резьбы применяются обычно в винтовых механизмах, например, в домкратах.

Трапецеидальная резьба необходима в передаче винт – гайка.

Упорную резьбу используют для передачи больших, односторонних усилий в мощных домкратах, прессах и т. д.

Прямоугольную резьбу, имеющую сравнительно высокий к. п. д., но небольшую прочность, применяют для передачи усилий в домкратах, небольших прессах, стяжках и т. д.

В соединениях, работающих в условиях загрязнения (стяжки, крюки подъемных кранов), делают круглую резьбу.

В отдельных случаях для соединения маслопроводов и установки масленок применяют так называемые конические резьбы, гарантирующие плотность и быстроту соединения.

К резьбовым крепежным деталям относятся болты, винты, шпильки, гайки и стопорящие устройства.

Болты и винты имеют на одном конце резьбу для ввертывания в резьбовое отверстие одной из деталей, а на другом конце головку: болты – шестигранную или квадратную под ключ, а винты – полукруглую, цилиндрическую или потайную с пазом под отвертку. Болты и винты стандартизованы по диаметру, длине, длине нарезаемой части, размеру под ключ и высоте головки. Винты применяют в соединениях, где действуют усилия меньше, чем в болтовых.

Шпильки не имеют головок, резьба нарезается на обоих концах стержня. Один конец шпильки ввертывается в резьбовое отверстие, а на другой наворачивается гайка. Шпильки применяются там, где по конструктивным соображениям нельзя установить болты, а также при соединении деталей из алюминия и легких сплавов.

Гайкой называется деталь, имеющая отверстие с резьбой и предназначенная для закрепления соединяемых деталей. Больше распространены шестигранные гайки, но применяются также круглые и барашковые для завинчивания вручную.

Стопорящие устройства предупреждают самоотвинчивание резьбовых соединений при действии переменной нагрузки, вибрациях, сотрясениях.

Наиболее распространенными стопорящими устройствами являются пружинные шайбы, стопорящие шайбы, контргайки.

Вопрос 2.4 Шпоночные и шлицевые соединения: конструкция, область применения и основные параметры.

Шпоночные соединения применяют для передачи вращающего момента между валом и посаженными на него деталями (зубчатые колеса, шкивы, муфты, звездочки и т. д.). Детали соединяют с помощью шпонок. Шпонки устанавливают в специальный паз, сделанный на валу и в ступице детали. По форме шпонки бывают призматические, сегментные, клиновые и тангенциальные. Первые не позволяют детали вращаться относительно вала, но не могут удерживать ее от продольного перемещения. Вторые закрепляют детали так, что они не могут ни перемещаться вдоль вала, ни вращаться относительно вала.

Шпонки основных типов стандартизованы. Призматические и сегментные шпонки применяют для соединений, передающих небольшие крутящие моменты. Усилие воспринимают боковые грани шпонок (ненапряженное соединение). Клиновые и тангенциальные шпонки создают напряженные соединения. Натяг между валом и ступицей создается в радиальном для клиновых и касательном (тангенциальном) направлении для тангенциальных шпонок.

Для передачи больших крутящих моментов иногда устанавливают несколько шпонок.

К достоинствам шпоночных соединений относятся: простота и надежность конструкции, легкость монтажа и демонтажа. К недостаткам шпоночных соединений относится ослабление вала и ступицы шпоночными пазами, уменьшающими поперечное сечение и вызывающими значительную концентрацию напряжений.

Шлицевые соединения – это, так называемые, многошпоночные соединения, в которых шпонки изготовлены заодно с валом. В детали, помещаемой на валу, протягивают пазы, соответствующие выступам (шлицам) на валу. По профилю шлицев они бывают: прямоугольные, эвольвентные, треугольные. Эти соединения бывают неподвижными и подвижными, когда деталь может перемещаться вдоль оси вала.

Шлицевые соединения по сравнению со шпоночными обеспечивают лучшее центрирование деталей, допускают передачу больших крутящих моментов и меньше ослабляют вал.

Тема лекции 3. Передачи машин

Вопросы:

- 3.1 Общие сведения о передачах машин.
- 3.2 Механические передачи.
- 3.3 Валы и оси. Их соединения и опоры.
- 3.4 Гидравлические передачи.
- 3.5 Пневматические передачи.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.
2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.
3. Лейко, В. С. Строительные машины и механизмы в энергетическом строительстве: учебник / В. С. Лейко. – Москва : Машиностроение, 1985. – 224 с.

Вопрос 3.1 Общие сведения о передачах машин.

Привод – это совокупность силового оборудования, передачи (трансмиссии) и систем управления, обеспечивающих приведение в действие механизмов машины и рабочих органов.

Передачей называют устройства для преобразования механической энергии двигателя в форму, удобную для использования на исполнительном механизме. Различают передачи механические, гидравлические, электрические, пневматические. В механической передаче движение передается и преобразуется посредством взаимодействия твердых тел, а в гидравлической передаче рабочим телом, передающим энергию, является жидкость.

Каждая передача имеет входное (ведущее, соединенное с двигателем) и выходное (ведомое, соединенное с потребителем) звенья.

К основным характеристикам передач относятся коэффициент полезного действия, передаточное число u (передаточное отношение i) и степень прозрачности.

Передаточное число u зубчатой передачи есть отношение числа зубьев колеса z_2 к числу зубьев шестерни z_1 . Передаточное число не может быть меньше единицы. Передаточное отношение i зубчатой передачи – это отношение угловой скорости ω_1 ведущего зубчатого колеса к угловой скорости ω_2 ведомого зубчатого колеса.

КПД есть отношение полезно использованной энергии \mathcal{E}_2 на выходном звене передачи ко всей энергии \mathcal{E}_1 , поступающей через ее входное звено.

$$\eta = \mathcal{E}_2 / \mathcal{E}_1.$$

Часть энергии затрачивается на преодоление сопротивлений в передаче и в конечном итоге превращается в тепло, рассеиваясь в окружающую среду

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_n.$$

Разделив обе части равенства на \mathcal{E}_1 , получим

$$1 = \mathcal{E}_2 / \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_n / \mathcal{E}_1.$$

Можно записать также

$$\eta = 1 - \mathcal{E}_n / \mathcal{E}_1.$$

Полная и полезная энергия в механической передаче эквивалентна работе, совершаемой ведущим и ведомым валами передачи.

Работа, отнесенная к единице времени, называется мощностью. Поэтому выражение к. п. д. можно преобразовать к виду

$$\eta = P_2 / P_1.$$

где P_1 и P_2 – мощности на ведущем и ведомом валах.

Если передача преобразовывает вращательное движение, то

$$P = M\omega,$$

где M – крутящий момент, Н·м;

ω – угловая скорость, рад/с.

Для поступательного движения

$$P = Fv,$$

где F – сила, Н;

v – скорость, м/с.

Коэффициент полезного действия можно выразить следующим образом

$$\eta = M_2\omega_2 / M_1\omega_1 = k / i,$$

где $k = M_2 / M_1$ – коэффициент трансформации крутящего момента.

$i = \omega_2 / \omega_1$ – передаточное отношение.

Передачи используют для понижения (редукции), и для повышения (мультипликации) частоты вращения вала двигателя.

Вопрос 3.2 Механические передачи.

Наиболее широкое распространение в строительных машинах получили механические передачи. По принципу действия их можно разделить на передачи трением (фрикционные, ременные) и передачи зацеплением (зубчатые, червячные, цепные).

Фрикционной называют передачу, работа которой основана на использовании сил трения между ведущим и ведомым катками, прижатыми один к другому. По конструкции они бывают цилиндрическими, дисковыми и коническими.

Фрикционные передачи с переменным передаточным числом называются вариаторами. Они служат для плавного, бесступенчатого изменения передаточного числа.

Фрикционные передачи работают бесшумно и позволяют получать бесступенчатое изменение частоты вращения ведомого вала. Они предназначены для передачи мощности до 20 кВт. Их применяют ограниченно, так как они имеют сравнительно низкий к. п. д. (0,8...0,92) и обладают нестабильным передаточным отношением.

Ременные передачи служат для передачи вращательного движения при помощи ведущего и ведомого шкивов, закрепленных на валах, огибаемых приводным ремнем. В зависимости от формы поперечного сечения ремня различают плоскоремные, клиноремные, поликлиновые передачи. Наибольшее распространение в строительных машинах получили клиноремные передачи.

Ременные передачи используются для передачи движения на значительные расстояния (до 12...15 м) и мощности до нескольких сот киловатт. Ременные передачи отличает простота конструкции, плавность и бесшумность в работе. К недостаткам следует отнести малую долговечность ремней, большие нагрузки на валы и подшипники, непостоянство передаточного отношения из-за проскальзывания ремня.

Передаточное отношение фрикционных и ременных передач

$$u = \omega_1 / \omega_2 = D_2 / [D_1(1-\varepsilon)],$$

где D_1 – диаметр ведущего катка или шкива;

D_2 – диаметр ведомого катка или шкива;

ε – относительное проскальзывание катков ($\varepsilon = 0,002...0,003$) или ремня ($\varepsilon = 0,01...0,02$)

К достоинствам ременных передач относят простоту конструкции, способность передавать вращение на значительные расстояния и работать с высокими скоростями, плавность работы и малый шум, незначительную чувствительность к толчкам, ударам, вибрации, перегрузкам.

Основными недостатками являются невысокая долговечность ремня, непостоянство передаточного отношения, повышенные нагрузки на валы и опоры вследствие предварительного натяжения ремней, невозможность использования во взрывоопасных помещениях вследствие электризации ремней.

Зубчатые передачи состоят из зубчатых колес, находящихся в зацеплении. Это наиболее распространенный вид механических передач. К достоинствам зубчатых передач относят высокую надежность, компактность, постоянство передаточного числа, долговечность, высокий к. п. д., простоту обслуживания. К недостаткам относится сравнительная сложность изготовления, повышенный шум при больших скоростях вращения. Зубчатое колесо имеющее меньшее число зубьев называют шестерней, а колесо с большим числом зубьев – колесом.

Зубчатые передачи позволяют передавать вращательное движение между валами с параллельными, пересекающимися и перекрещивающимися под разными углами геометрическими осями. Для этих целей применяются цилиндрические, конические, винтовые, гипоидные (конические с перекрещивающимися осями), червячные, глобоидные (червячные, в которых выступы и впадины витков червяка лежат на дугах окружностей) передачи, а также передачи М.Л. Новикова с зубьями, очерченными по дугам окружностей.

Наибольшее распространение в строительных машинах нашли цилиндрические, конические и червячные передачи.

По расположению зубьев относительно образующих колес различают прямозубые, косозубые, шевронные и с криволинейным зубом.

По относительному расположению поверхностей вершин и впадин зубьев колес различают с внешним и внутренним зацеплениями.

По конструктивному исполнению – открытые и закрытые (редукторы и коробки перемены передач) передачи. В первых зубья колес работают при периодической смазке, вторые размещают в корпусе с постоянным смазыванием мест зацепления зубьев.

Геометрические характеристики прямозубой цилиндрической передачи можно определить, зная числа зубьев z_1 z_2 , модуль m зацепления и ширину зуба b (мм).

Модуль является основной характеристикой размеров зубьев и используется для расчетов и измерения зубчатых колес. Окружной делительный модуль можно рассматривать как часть диаметра делительной окружности, приходящуюся на один зуб. Модуль измеряют в миллиметрах. Для пары зацепляющихся колес модуль должен быть одинаков. Для обеспечения взаимозаменяемости зубчатых колес и унификации зуборезного инструмента значения модуля регламентированы ГОСТом.

Например, для шестерни диаметр делительной окружности, по которой происходит зацепление колес

$$d_1 = mz_1.$$

Наружный диаметр колеса

$$d_{a1} = d_1 + 2h_a = m(z_1+2),$$

где h_a – высота головки зуба, равная m .

Внутренний диаметр колеса

$$d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = m(z_1-2),$$

где h_{f1} – высота ножки зуба, равная $1,25m$.

Расстояние между одноименными точками соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности, есть шаг p_t зубчатого колеса, который равен сумме толщины зуба s_t и ширины впадины e_t

$$p_t = s_t + e_t.$$

Межосевое расстояние в передаче

$$a_w = m(z_1 + z_2) / 2.$$

Передаточное число зубчатой передачи

$$u = z_2 / z_1.$$

Червячная передача по принципу действия аналогична паре «винт–гайка», где червячное колесо является как бы гайкой. За один оборот одновиткового (однозаходного) червяка червячное колесо поворачивается на один зуб, при двухзаходном – на два зуба, и т. д. Передаточное число

$$u = z_2 / z_1.$$

где z_1 – число зубьев червяка;

z_2 – число зубьев червячного колеса.

Диаметр делительной окружности червяка

$$d_1 = mz_1 / \operatorname{tg}\gamma,$$

где γ – угол подъема винтовой линии червяка;

m – осевой модуль червяка и торцевой модуль колеса.

Диаметр делительной окружности червяка

$$d_2 = mz_2.$$

Червячные передачи отличаются бесшумностью работы, компактностью и малой массой, а также возможностью получения больших передаточных чисел. К недостаткам относят сравнительно низкий к. п. д. и повышенный нагрев.

Редукторы – механические понижающие передачи с постоянным передаточным числом. Обычно их выполняют в закрытом корпусе.

Редукторы классифицируются по следующим признакам: *по типу передачи* – цилиндрические, конические, червячные и комбинированные; *по числу ступеней* – одноступенчатые, двухступенчатые, трехступенчатые; *по расположению валов в пространстве* – с параллельными, соосными, пересекающимися и перекрещивающимися осями входного и выходного вала.

Выбор типа редуктора зависит от общей компоновки привода, передаточного отношения, взаимного расположения валов, передаваемой мощности, окружной скорости, режима эксплуатации и т. д.

Если редуктор конструктивно объединен с электродвигателем, то такой агрегат называется мотор-редуктором.

Коробка перемены передач – это тот же зубчатый редуктор, но предназначенный для ступенчатого изменения передаточного отношения и направления вращения выходного конца вала, а также длительного отсоединения приводного двигателя от остальной трансмиссии. Она позволяет обеспечивать

экономичную работу двигателя в определенном диапазоне изменения внешних сопротивлений и скоростей движения машины.

Цепная передача состоит из ведущей и ведомой звездочек, огибаемых цепью. Приводная роликовая цепь состоит из наружных пластин, соединенных валиками, и внутренних пластин, закрепленных на втулках, на которые надеты ролики. Цепи бывают однорядные, двух- и трехрядные. Зубчатые цепи работают более плавно, с меньшим шумом и лучше воспринимают нагрузку. Цепные передачи применяют для передачи движения между параллельными валами, расположенными на значительном (до 8 м) расстоянии.

К достоинствам цепных передач относят меньшие габариты и нагрузки на валы в сравнении с ременными передачами; более высокий к. п. д.; постоянство передаточного отношения. К недостаткам цепных передач относят необходимость регулировки натяжения цепи; необходимость периодической смазки, а также шум при работе.

Вопрос 3.3 Валы и оси. Их соединения и опоры.

Вращающиеся детали (зубчатые колеса, шкивы, звездочки, блоки и т. д.) устанавливают на осях и валах. *Вал* передает крутящий момент от одной детали к другой, *ось* служит только опорой вращающейся детали и может вращаться или быть неподвижной. По форме геометрической оси валы могут быть прямыми, коленчатыми, карданными и гибкими. Гибкие валы применяют для передачи движения между деталями, расположенными так, что жесткую связь осуществить не представляется возможным (привод глубинных виброуплотнителей, некоторых видов механизированного инструмента).

Опорные части валов и осей называют цапфами, которые подразделяют на шейки – средние опорные участки вала, шипы – концевые опорные участки вала; пяты – концевые участки вала, предназначенные для восприятия осевых нагрузок. Опорами для шипов и шеек служат подшипники, а для пят – подпятники.

Проектный расчет осей и валов обычно проводят на статическую прочность. Для этого методами, известными из курса строительной механики, необходимо рассмотреть ось или вал как балку, найти опорные реакции, построить эпюры изгибающих и крутящего моментов. Найти опасные сечения и в этих сечениях определить диаметры оси и вала.

Подшипники – это опоры вращающихся осей и валов, которые предназначены для восприятия радиальных и осевых нагрузок, приложенных к оси или валу, и передачи их на раму или корпус машины. Подшипники должны удерживать вал от осевого смещения и иметь минимальные потери на трение. *По виду трения* различают подшипники скольжения, в которых опорная поверхность оси или вала скользит по рабочей поверхности подшипника; подшипники качения, в которых используется трение качения благодаря установке тел качения – шариков или роликов между подвижным и

неподвижным кольцами подшипника. По направлению действия воспринимаемой нагрузки подшипники делят на радиальные, воспринимающие радиальные нагрузки, на упорные, воспринимающие только осевые нагрузки, и на радиально упорные, воспринимающие одновременно радиальные и осевые нагрузки.

Подшипники скольжения могут иметь цилиндрическую, коническую или шаровую форму опорной поверхности и работать в условиях сухого, жидкостного или смешанного трения. Как правило они состоят из корпуса и помещенных в них вкладышей, на которые непосредственно опирается ось или вал.

Вкладыши изготавливают металлическими (бронза, антифрикционные чугуны), биметаллическими (сталь или чугун покрывают баббитом) и из порошковых материалов. В подшипниках скольжения силы трения уменьшаются благодаря наличию слоя смазки, подаваемой в зазор между осью или валом и вкладышем подшипника. При этом в зависимости от нагруженности подшипника и скорости скольжения применяют жидкие, пластичные или твердые материалы.

Подшипники скольжения имеют следующие преимущества: допускают высокую скорость вращения; позволяют работать при вибрационных и ударных нагрузках; имеют малые осевые размеры; возможность установки на валах, где подшипник должен быть разъемным (коленчатые валы); допускают регулирование зазора и, следовательно, точную установку геометрической оси вала. К недостаткам подшипников скольжения относят: высокие потери на трение и, следовательно, относительно не высокий к. п. д. (0,95...0,98); необходимость постоянной смазки; применение для изготовления подшипников относительно дорогостоящих материалов.

Подшипники качения – готовый узел, основным элементом которого являются тела качения – шарики или ролики, установленные между кольцами (наружным и внутренним) и удерживаемые на определенном расстоянии друг от друга обоймой, называемой сепаратором.

В процессе работы тела качения катятся по дорожкам качения колец, одно из которых в большинстве случаев неподвижно.

Подшипники качения широко распространены во всех отраслях машиностроения. Они стандартизованы и изготавливаются в массовом производстве на ряде крупных специализированных заводах.

Подшипники качения классифицируют:

По направлению воспринимаемой нагрузки – радиальные, радиально-упорные, упорно-радиальные и упорные.

По форме тел качения – шариковые и роликовые.

По числу рядов тел качения – однорядные, двухрядные и четырехрядные.

По способу самоустановки – несамоустанавливающиеся и самоустанавливающиеся (сферические).

По габаритным размерам – на серии. По радиальным размерам – сверхлегкие, особо легкие, легкие, средние и тяжелые. По ширине – узкие, нормальные, широкие, особо широкие.

Подшипники качения маркируют нанесением на торец колец (чаще всего на наружное кольцо) ряда цифр и букв, условно обозначающих внутренний диаметр, серию, тип, конструктивные разновидности, класс точности и другие характеристики подшипника.

211 – подшипник шариковый радиальный, легкой серии, с внутренним диаметром 55 мм, нормального класса точности;

7208 – подшипник роликовый конический однорядный, легкой серии, с внутренним диаметром 40 мм, нормального класса точности;

9112 – подшипник роликовый упорный одинарный с цилиндрическими роликами, особо легкой серии, с внутренним диаметром 60 мм, нормального класса точности.

Основные достоинства подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения: меньшие моменты трения при пуске; меньшие осевые габаритные размеры; простота обслуживания и малый расход смазочного материала; полная взаимозаменяемость; низкая стоимость в связи с массовым производством; меньший расход цветных металлов. К недостаткам подшипников качения относят: большие радиальные размеры; значительные контактные напряжения, ограничивающие ресурс; повышенный шум при работе; меньшую способность демпфировать колебания и ударные нагрузки.

Муфтами называются устройства для соединения валов и передачи вращающего момента без изменения его направления. Муфты также компенсируют неточности монтажа в относительном расположении осей валов; придают валам относительную подвижность во время работы; смягчают при работе толчки и удары; предохраняют части машины от перегрузок, обеспечивают соединение и разъединение валов без их остановки и т. д.

По назначению они разделяются на муфты постоянного действия (неуправляемые) и сцепные (управляемые). *По типу соединения валов* муфты делятся на жесткие и компенсирующие.

Жесткие муфты различают двух видов – втулочные и фланцевые. Компенсирующие муфты соединяют валы при некотором их взаимном смещении или перекосе в результате неточности изготовления, монтажа или деформации во время работы. К ним относят муфты упругие втулочно-пальцевые (МУВП), цепные и шарнирные муфты.

Сцепные муфты применяют в приводах, когда необходимо при работе часто соединять или разъединять валы.

Сцепные муфты бывают кулачковые и фрикционные. Первые применяют для механизмов, включаемых при их остановке или очень медленном вращении, причем включать их рекомендуют не чаще, чем один раз в 5...15 мин. Вторые – при включениях, производимых на ходу с периодом действия в течение иногда

нескольких секунд. Фрикционные муфты бывают ленточные, дисковые, конусные.

Муфты подбираются по назначению и величине вращающего момента, который необходимо передать

$$T_m = kT_n,$$

где k – коэффициент режима работы, $k = 1,25 \dots 2$;

T_n – вращающий момент, который передают соединяемые валы.

Вопрос 3.4 Гидравлические передачи.

В *гидравлических передачах* энергия, подводимая от двигателя внутреннего сгорания или электродвигателя посредством различных устройств, превращается в энергию движущейся жидкости, которая затем расходуется на приведение в движение машин и механизмов.

Преимущества гидравлических передач по отношению к механическим: создание больших передаточных отношений между энергетической установкой и исполнительными органами машины; удобство управления при небольшой затрате мускульной энергии оператора; простота кинематических устройств для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот; возможность легкого подвода энергии от насоса к любому исполнительному органу машины; возможность широкой стандартизации и унификации сборочных единиц гидропривода; небольшие масса и габариты гидропривода по сравнению с другими системами приводов при одинаковой мощности.

Эффективная реализация преимуществ гидропередач на практике затруднена из-за следующих недостатков: зависимости работоспособности и надежности от вязкости рабочей жидкости и соответственно температуры окружающей среды; высокой чувствительности к эксплуатационным свойствам рабочей жидкости и необходимости постоянного удаления загрязнений; внутренних и внешних утечек рабочей жидкости вследствие негерметичности системы, требующих компенсации; повышенных требований к материалам, качеству изготовления и сборки гидрооборудования.

Носителем энергии в гидравлических передачах служит рабочая жидкость, которая должна обладать рядом качеств, позволяющих обеспечивать устойчивую работу всей гидросистемы.

Гидравлические передачи *по принципу действия* разделяются на объемные и гидродинамические.

Гидрообъемная передача – это совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение исполнительных механизмов и машин посредством жидкости под давлением. В состав гидрообъемной передачи входят насосы, гидродвигатели (гидроцилиндры, гидромоторы), регулирующие устройства

(дроссели, клапаны, делители потока и др.), фильтры для очистки рабочей жидкости, баки, гидролинии и др.

Объемная гидропередача *по характеру циркуляции рабочей жидкости* может быть с разомкнутой с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости.

В гидроприводе современных строительных машин применяют в основном следующие *типы гидронасосов*: шестеренные, аксиально-поршневые; радиально-поршневые. Большинство конструкций гидронасосов являются обратимыми, т. е. могут служить и гидромоторами при подаче в их полость потока рабочей жидкости.

Шестеренные гидронасосы (НШ-10, НШ-32 и т. д.) изготавливают для рабочих давлений 10, 16, 20 МПа с расходом рабочей жидкости 40...500 л/мин. В обозначении указывается: **НШ-10** – насос шестеренный, 10 – рабочий объем (см³), подача за 1 оборот приводного вала. Выпускаются НШ правого и левого вращения (*указано на корпусе насоса*).

Примеры обозначения: **НШ-32-2** – 2 – давление 10 МПа, (3...16 МПа, 4...20 МПа), **НШ-10-10-2** – насос в сдвоенном исполнении.

Аксиально-поршневые гидронасосы в гидроприводах строительных машин находят наиболее широкое применение. Различают два вида аксиально-поршневых гидронасосов – нерегулируемые и регулируемые по производительности.

Изготавливают аксиально-поршневые гидронасосы с рабочим давлением 16...35 МПа, расходом рабочей жидкости 32...400 л/мин. При этом КПД этих насосов составляет 0,97...0,98.

Пример обозначения: **210.12.12; 210.16.12** – нерегулируемый аксиально-поршневой гидронасос, обратимый, с наклонным блоком ($p = 16\text{--}30$ МПа).

207 – регулируемый; 223 – сдвоенный с регулятором мощности. 12, 16, 20, 25, 32 – диаметр поршня качающегося наклонного блока в мм.

Третья группа цифр – исполнение насоса или гидромотора: 11 – насос-гидромотор, 12 – насос; 13 – гидромотор.

Гидромоторы планетарные **МГП80, МГП100** (125, 160, 200, 315).

Гидромоторы шестеренные **ГМШ-10ЕЗ, ГМШ-32АЗ**.

Насосы-моторы шестеренные **НМШ-25/25А, НМШ-50/50А**.

Распределители – служат для управления основными силовыми цилиндрами и вспомогательными механизмами машин, автоматического направления потоков жидкости и для предохранения гидросистем от перегрузок. Их выполняют секционными и моноблочными.

Пример обозначения: **Р80 3/1-222, Р803/4-222, РСР 25.25-20.3-01-07-10.4-06-01-30, Р160 3/1-111, ГРС-20-04, РСМ12-16, ВЕ10.44Г12**.

Рабочие органы машины, совершающие поступательное движение, приводятся в движение *гидравлическими цилиндрами*, обеспечивающими под воздействием рабочей жидкости, нагнетаемой под давлением, только поступательное или возвратно-поступательное движение. В зависимости от этого они называются цилиндрами одностороннего или двухстороннего действия.

Гидроцилиндры одностороннего действия передают движение только в одном (рабочем) направлении. В обратном направлении движение осуществляется под действием собственной массы плунжера и др. частей или под внешним воздействием (пружины). Гидроцилиндры двухстороннего действия сообщают рабочему органу движение в прямом и обратном направлениях.

В обозначение гидроцилиндров входит диаметр поршня и ход штока: **ЦГ-160.80×560.31-01** - диаметр 160 мм, ход поршня – 560 мм.

Разрывные муфты – служат для предохранения шлангов от разрушения при случайных рывках.

Пример обозначения: **Н.036.50.000, Н.036.52.000 (S=32, M27×1,5)**.

Дроссели – служат для установки и поддержания заданного расхода рабочей жидкости в напорной или сливной магистрали в зависимости от периода давления.

Гидродинамические передачи подразделяются на гидромуфты и гидротрансформаторы, которые устанавливаются между основным двигателем и трансмиссией машины. Их отличительная особенность – отсутствие жесткой связи между ведущим и ведомым валами, а движение передается за счет кинетической энергии рабочей жидкости, воздействующей на лопасти рабочих колес.

Первые передают энергию от двигателя без изменения величины вращающего момента, вторые могут изменять его величину, в том числе в отдельных случаях и по знаку (направлению).

Гидромуфты состоят из расположенных в общем кожухе соосно и предельно сближенных насосного и турбинного колес.

В гидротрансформаторе между насосным и турбинным колесами установлено еще неподвижное, соединенное с корпусом колесо реактора. В гидротрансформаторах возможна установка 1–2 колес турбин и 1–2 колес реактора.

Корпус гидромуфты и гидротрансформатора заполняется рабочей жидкостью – минеральным маслом. При вращении рабочего колеса насоса, соединенного с двигателем, жидкость движется от центра к периферии и, приобретя запас кинетической энергии, поступает на лопасти турбинного колеса. В турбинном колесе жидкость движется от периферии к центру, при этом энергия той же жидкости преобразуется в механическую энергию вращения турбинного колеса, затем жидкость вновь поступает на лопасти насосного колеса.

В гидротрансформаторах поток жидкости на своем пути проходит через лопасти реактора, который может быть установлен после насоса перед входом на турбину или после турбины перед входом в насос.

Лопастные колеса реактора в зависимости от конструкции могут изменять направление потока жидкости или его скорость. При этом давление потока на лопастях турбинного колеса также будет меняться, это приведет к изменению вращающего момента, передаваемого гидротрансформатором. В трансмиссиях

мощных строительных машин гидротрансформаторы выполняют роль бесступенчатых коробок перемены передач, плавно и автоматически изменяющих передаваемый вращающий момент. Их применение позволяет предохранять двигатели и трансмиссии машин от перегрузок, улучшать эксплуатационные свойства машин, автоматизировать их работу и повышать производительность.

Вопрос 3.5 Пневматические передачи.

В пневматических передачах носитель энергии – сжатый воздух, подаваемый компрессором под давлением 0,5...0,8 МПа.

Пневматический привод машины состоит из компрессорной установки, вырабатывающей сжатый воздух, системы воздухопроводов и пневмодвигателей вращательного и возвратно-поступательного действия, ресиверов, масловлагоотделителей, воздушных фильтров, регуляторов давления, предохранительных клапанов. Отработанный воздух из пневмодвигателя выбрасывается в воздух.

Пневматический привод применяют для приведения в движение рабочего органа в ручных пневмомашин (перфораторы, отбойные молотки, гайковерты и т. д.), а также в системах управления многих строительных машин.

Компрессорные установки в строительстве бывают переносные, прицепные и самоходные. Применяемые компрессоры по принципу действия подразделяют на: поршневые, ротационные и винтовые.

Поршневые компрессоры бывают одно- и многоцилиндровые с одно- и многоступенчатым сжатием. Обычно давление в системе до 0,8 МПа и производительность до 1 м³/мин – одноступенчатое сжатие.

Передвижные станции с поршневыми компрессорами выпускаются производительностью до 10 м³/мин с давлением до 0,8 МПа. (ВВ-0,7/8 – $Q = 0,13 \text{ м}^3/\text{с}; p = 0,8 \text{ МПа}$).

Привод ручных машин осуществляется непосредственно от пневматических двигателей, в которых энергия сжатого воздуха преобразуется в механическую энергию. Их обычно выполняют в едином корпусе с ручной машиной.

Тема лекции 4. Силовое оборудование

Вопросы:

4.1 Назначение, классификация, особенности применения силового оборудования.

4.2 Принцип действия и устройство дизельных и карбюраторных двигателей. Основные характеристики, преимущества и недостатки, особенности эксплуатации ДВС.

4.3 Виды и марки топливо-смазочные материалов и технических жидкостей.

4.4 Электрические двигатели постоянного и переменного тока, их применение на строительных машинах, преимущества и недостатки по сравнению с другими силовыми установками.

Литература

1. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

2. Строительные машины и оборудование: учебник / И. П. Барсов. – Москва : Стройиздат, 1986. – 511 с.

3. Волков, Д. П. Строительные машины: учебник / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. – Москва : Издательство АСВ – 2002. – 376 с.

Вопрос 4.1 Назначение, классификация, особенности применения силового оборудования.

Силовая установка – это та часть машины, которая приводит в движение механизмы машины. Она является агрегатом, состоящим из двигателя и вспомогательных систем.

Строительные машины *по признаку обеспечения их энергией* делят на две группы: машины с автономной силовой установкой – ДВС (дизельный или карбюраторный) и работающие от внешнего источника энергии, например, электроэнергии, поступающей к строительной машине по проводам, или сжатого воздуха, поступающего по пневмопроводам от компрессора.

Первая группа машин является наиболее многочисленной, благодаря мобильности и автономности. Вторая группа машин лишена возможности свободного перемещения, ее сфера действия ограничивается длиной гибкого электрокабеля или гибкого рукава. К машинам второй группы относится большая часть грузоподъемных машин, строительные машины с двигателем, работающим от энергии сжатого воздуха, поступающего от компрессора или от энергии рабочей жидкости, поступающей от насосной станции, а также ручные машины с электроприводом.

По числу двигателей строительные машины разделяют на одномоторные и многомоторные, а также многомоторные комбинированные: дизель-

электрические, дизель-гидравлические, дизель-пневматические и электрогидравлические.

Привод каждой строительной машины состоит из двигателя, передачи (трансмиссии) и системы управления. По виду привода строительные машины могут быть с электрическим, дизель-электрическим, электрогидравлическим, дизель-гидравлическим приводом

Вопрос 4.2 Принцип действия и устройство дизельных и карбюраторных двигателей. Основные характеристики, преимущества и недостатки, особенности эксплуатации ДВС.

Двигателем внутреннего сгорания (ДВС) называется такой поршневой тепловой двигатель, в котором тепловая энергия, возникающая в цилиндрах при сгорании рабочей смеси, преобразуется в механическую за счет воздействия на поршни газообразных продуктов сгорания, обладающих высоким давлением и температурой ($t \approx 2400 \text{ }^\circ\text{C}$, $p = 8 \text{ МПа}$). При этом поршни, перемещаясь под давлением продуктов сгорания, приводят во вращение через кривошипно-шатунный механизм коленчатый вал двигателя, а от него трансмиссию машины.

Наибольшее применение на строительных машинах находят поршневые ДВС. Общими признаками для ДВС являются: конструкция кривошипно-шатунного механизма; род применяемого топлива – жидкое (бензин, дизельное); направление вращения коленчатого вала – правое (положение наблюдателя со стороны противоположной валу отбора мощности).

Все поршневые ДВС классифицируют по основным признакам:

➤ *по способу осуществления газообмена* – двигатели двухтактные и четырехтактные; в двухтактных двигателях рабочий цикл осуществляется за два такта, что соответствует двум ходам поршня от одного крайнего положения до другого или одному обороту коленчатого вала. В четырехтактном двигателе рабочий цикл осуществляется за четыре хода поршня, соответствующие двум оборотам коленчатого вала (всасывание, сжатие, рабочий ход, выпуск);

➤ *по способу наполнения рабочего цилиндра* – двигатели с естественным наполнением (наполнение обеспечивается перемещением поршня – такт «всасывание») и с наддувом от турбокомпрессора (наполнение происходит при повышенном давлении воздуха от турбокомпрессора);

➤ *по способу смесеобразования* – двигатели с внешним и внутренним смесеобразованием. В двигателях с внешним смесеобразованием основная часть процесса образования горючей смеси происходит в дополнительном устройстве – карбюраторе, путем испарения жидкого топлива (бензина) в струе воздуха; в двигателях с внутренним смесеобразованием горючая смесь образуется внутри

рабочего цилиндра путем отдельной подачи топлива (дизельного при помощи форсунок) и воздуха;

➤ по способу воспламенения горючей смеси – двигатели с принудительным зажиганием (от электрической искры – степень сжатия до 10) и двигатели с самовоспламенением от сжатия (дизельные двигатели – степень сжатия $\epsilon \approx 15$) – тракторные дизели – $\epsilon = 14 \dots 16$.

➤ по числу и расположению цилиндров – одно- и многоцилиндровые; рядные (с вертикальным расположением цилиндров в один ряд) и V-образные (двухрядные с расположением цилиндров под углом 60, 75 или 90°);

➤ по отношению хода поршня S к диаметру D – короткоходовые ($S/D < 1$), квадратные ($S/D = 1$), длинноходовые ($S/D > 1$).

➤ по способу охлаждения – с жидкостным и воздушным охлаждением;

➤ по способу пуска – с электростартером и пусковым двигателем.

ДВС обеспечивают диапазон мощности от 1,5 до 600 и более кВт.

Основным параметром для выбора двигателя при проектировании служит мощность.

Двигатели, кроме заводского обозначения, имеют стандартное обозначение, например, **Д-240** (тракторы МТЗ-80 и др.) – 4Ч 11/12,5; тот же двигатель с турбонаддувом 4ЧН 11/12,5

где 4 – число цилиндров; Ч – четырехтактный дизель; Н – с наддувом; 11 см – диаметр цилиндра (D); 12,5 см – ход поршня (S).

В характеристику двигателя входит: рабочий объем (л), номинальная мощность (кВт), частота вращения (номинальная и при максимальном крутящем моменте); максимальный крутящий момент (Нм); удельный расход топлива при номинальной мощности (г/кВтч).

Например, на автогрейдерах используются в качестве основных транспортные и тракторные четырехтактные четырех- и шестицилиндровые однорядные дизельные двигатели с вертикальным расположением цилиндров марок **Д60К-С1**, **АМ-41Г**, **АМ-01МД**, **У1Д6-С2**. Система охлаждения – водяная.

В качестве пусковых для основных дизельных ДВС применяются одноцилиндровые двухтактные бензиновые двигатели марок **ПД-10М**, **ПД-10У**.

Вопрос 4.3 Виды и марки топливо-смазочные материалов и технических жидкостей.

При эксплуатации строительных машин в качестве топлива используют бензин и дизельное топливо.

Бензин – это легковоспламеняющаяся жидкость, плотностью 0,712...0,742 г/см³, содержащая около 85 % углерода и 15 % водорода и незначительное количество кислорода, азота и серы. Основной показатель

качества бензина – детонационная стойкость – способность двигателя работать без детонации при полном сгорании топлива, оцениваемая октановым числом.

В обозначении бензинов, например, **АИ-92**, **АИ-95** – буква А обозначает бензин автомобильный; И – определение октанового числа выполнялось по исследовательскому методу (если И отсутствует то по моторному). Цифры 92, 95 и т. д. – минимальное значение октанового числа.

АИ-92 – степень сжатия двигателя 8,0...8,5;

АИ-95 степень сжатия двигателя 8,5...9,9.

Дизельное топливо – трудноиспаряющаяся горючая жидкость, плотностью 0,78...0,86 г/см³, содержащая – 87 % углерода, – 13 % водорода и до 0,5 % серы, кислорода и азота. Основным показателем качества дизельных топлив является цетановое число, характеризующее способность топлива самовоспламеняться под давлением. Зимние сорта дизельных топлив должны иметь значение цетанового числа не менее 50, что облегчает пуск. Однако дизельное топливо прямой перегонки имеет цетановое число равное 43...48, поэтому в них вводят специальные присадки.

Дизельные топлива для дизелей разделяют на:

летнее (Л и ДЛ) – эксплуатируют при $t > 0$ °С;

зимнее (З) – - 20...- 35 °С;

арктическое (А) – - 50 °С.

В зимний период при температурах ниже температуры застывания допускается добавлять в дизельное топливо технический керосин в определенной пропорции.

Смазочные материалы предназначены для уменьшения интенсивности изнашивания и сил сопротивления в узлах трения, а также для обеспечения нормального функционирования систем, содержащих смазки.

По происхождению различают следующие виды масел:

– минеральные, или нефтяные, которые являются основной группой выпускаемых смазочных масел (более 90 %);

– растительные и животные, имеющие органическое происхождение. Органические масла по сравнению с нефтяными обладают более высокими смазывающими свойствами и более низкой термической устойчивостью. Поэтому их чаще используют в смеси с нефтяным;

– синтетические, получаемые из различного исходного сырья химическими методами. Синтетические масла обладают всеми необходимыми свойствами, однако из-за высокой стоимости применяются только в самых ответственных узлах трения.

По агрегатному состоянию смазочные материалы делятся:

– на жидкие смазочные масла, которые в обычных условиях являются жидкостями, обладающими определенной текучестью (нефтяные и растительные масла);

– пластичные, или консистентные, смазки, которые в обычных условиях находятся в мазеобразном состоянии (технический вазелин, солидолы,

консталины, жиры и др.) Они подразделяются на антифрикционные, консервационные, уплотнительные и др.;

– твердые смазочные материалы, которые не изменяют своего состояния под действием температуры, давления (графит, слюда, тальк и др.). Их обычно применяют в смеси с жидкими или пластичными смазочными материалами.

По назначению смазочные материалы делятся на следующие виды масел:

- моторные, предназначенные для двигателей внутреннего сгорания;
- трансмиссионные, применяемые в трансмиссиях тракторов, автомобилей, комбайнов, самоходных и других машин;
- гидравлические, используемые для гидросистем различных машин.

По температуре применения различают следующие масла:

- низкотемпературные, предназначенные для температуры не более 60 °С;
- среднетемпературные, применяемые при температурах 150...200 °С;
- высокотемпературные, используемые в узлах, которые подвергаются воздействию температур до 300 °С и выше (моторные масла).

Смазочные масла должны обладать соответствующими вязкостью и индексом вязкости, высокой термоокислительной устойчивостью и хорошими противокоррозионными свойствами, противоизносными качествами и хорошей прокачиваемостью при различных температурах окружающей среды. Масла должны обеспечивать максимально возможный срок службы деталей и не образовывать на их поверхностях различные отложения.

Моторные масла предназначены для снижения износа деталей двигателя благодаря созданию на поверхностях трения устойчивой масляной пленки, уплотнения зазоров в цилиндро-поршневой группе, удаления продуктов износа из зон трения, защиты деталей от коррозии, облегчения пуска при низких температурах и отвода избытка теплоты. Моторные масла, имеют плотность 0,89...0,91 г/см³ и получают в основном в результате фракционной перегонки мазута.

Моторные масла классифицируют на **шесть групп** (А – нефорсированные двигатели; Б – малофорсированные; В – среднефорсированные; Г – высокофорсированные; Д – высокофорсированные, работающие в тяжелых условиях; Е – малогабаритные дизеля).

В пределах каждой группы происходит деление на **семь классов** по кинематической вязкости – **6, 8, 10, 12, 14, 16, 20** мм²/с при 100 °С.

Моторные масла различают для карбюраторных (индекс 1) и для дизельных (индекс 2) двигателей.

Маркировка отечественных моторных масел состоит из группы букв и цифр; например – **М-10 Г₂** – моторное масло (М), 10 – вязкость (мм²/с), Г₂ – масло для высокофорсированных дизельных двигателей.

М-63/12 Г₂ – моторное масло (М), 6/12 – вязкость, Г₁ – для высокофорсированных карбюраторных двигателей, цифра 3 – масло содержит загущающие присадки.

Классификация SAE подразделяет масла на 10 вязкостных классов: шесть зимних (0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W) и четыре летних (20, 30, 40, 50). Например – масло SAE-15W-40 соответствует по своим характеристикам маслу М-5З/14 Г₁ и т. д.

Для обеспечения работы трансмиссии разработан класс смазочных материалов – *трансмиссионные масла*.

Исходя из условий работы агрегатов трансмиссии определяют предъявляемые к трансмиссионным маслам требования:

- предотвращать или уменьшать износ рабочих поверхностей зубьев шестерен и других высоконагруженных деталей;
- уменьшать потери на трение и обеспечивать высокий КПД зубчатых передач;
- хорошо отводить тепло и удалять с трущихся поверхностей продукты износа и механические примеси;
- обеспечивать работу поверхностей деталей механизмов трансмиссий без коррозии;
- не вспениваться;
- не изменять в процессе работы своих первоначальных свойств;
- обеспечивать плавное трогание машины при различных температурах окружающей среды.

Масла для силовых передач классифицируют согласно ГОСТ 17479.2-85 «Обозначение нефтепродуктов. Масла трансмиссионные».

В зависимости от уровня кинематической вязкости при 100 °С трансмиссионные масла разделяют на четыре класса.

Классы трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2–85

Класс вязкости	Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с, не выше
9	6,00...10,99	–35
12	11,00...13,99	–26
18	14,00...24,99	–18
34	25,00...41,00	–

В зависимости от эксплуатационных свойств и возможных областей применения масла для трансмиссий автомобилей, тракторов и другой мобильной техники отнесены к пяти группам: ТМ-1 – ТМ-5.

Классификация трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам

Группа масел	Состав масел	Рекомендуемая область применения	Обозначение
1	Минеральные масла без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 до 1 600 МПа и температуре масла в объеме до 90 °С	ТМ-1
2	Минеральные масла с противоизносными присадками	То же, при контактных напряжениях до 2 100 МПа и температуре масла в объеме до 130 °С	ТМ-2
3	Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности	Цилиндрические, конические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 2 500 МПа и температуре масла в объеме до 150 °С	ТМ-3
4	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности	Цилиндрические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 3 000 МПа и температуре масла в объеме до 150 °С	ТМ-4
5	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности и многофункционального действия, а также универсальные масла	Гипоидные передачи, работающие с ударными нагрузками при контактных напряжениях выше 3 000 МПа и температуре масла в объеме до 150 °С	ТМ-5

Маркировка масел состоит из следующих знаков: первая группа знаков состоит из букв ТМ (трансмиссионное масло), вторая обозначается цифрами и характеризует принадлежность масла к группе эксплуатационных свойств, третья группа обозначается цифрами, характеризующими класс вязкости. Применяются уточняющие обозначения: «З» – содержит загущающую присадку, «К» – консервационное, «РК» – рабочее консервационное масло.

Пример маркировки: **ТМ-5-12РК** – масло трансмиссионное пятой группы по эксплуатационным свойствам, 12 класса вязкости, одновременно является рабочим консервационным.

Для решения вопроса взаимозаменяемости отечественных и зарубежных масел в таблице дано примерное соответствие классов вязкости и эксплуатационных групп трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85 классам вязкости по классификации SAE и группам по классификации API.

Соответствие классов вязкости и групп эксплуатационных свойств трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85 классификациям SAE J306С и API

Класс вязкости по ГОСТ 17479.2-85	Класс вязкости по SAE J306С	Группа по ГОСТ 17479.2-85	Группа по API
9	75W	ТМ-1	GL-1
12	80W / 85W	ТМ-2	GL-2
18	90	ТМ-3	GL-3
34	140	ТМ-4	GL-4
–	–	ТМ-5	GL-5

В гидросистемах различных исполнительных механизмов применяются специальные *гидравлические масла*. Поскольку их основной функцией является приведение в действие исполнительных механизмов за счет гидростатического давления, эти масла часто называют гидравлическими жидкостями. Гидравлические масла (рабочие жидкости для гидравлических систем) разделяют на нефтяные, синтетические и водно-гликолевые.

Современные гидравлические масла должны обладать определенными характеристиками:

- иметь оптимальный уровень вязкости и хорошие вязкостно-температурные свойства в широком диапазоне рабочих температур, т. е. высокий индекс вязкости;
- отличаться высоким антиокислительным потенциалом, а также термической и химической стабильностью, обеспечивающими длительную бесшумную работу жидкости в гидросистеме;
- защищать детали гидропривода от коррозии;
- обладать хорошей фильтруемостью;
- иметь необходимые деаэрирующие, деэмульгирующие и антипенные свойства;
- предохранять детали гидросистемы от износа;
- быть совместимыми с материалами гидросистемы.

Система обозначений гидравлических масел, применяемых как на транспорте, так и в оборудовании, установлена ГОСТ 17479.3-85. Обозначение гидравлических масел состоит из групп знаков, первая из которых «МГ» означает «минеральное гидравлическое». Цифры, следующие за обозначением вида масла, характеризуют класс вязкости. Буква, следующая за обозначением класса вязкости, указывает на принадлежность масла к определенной группе по эксплуатационным свойствам.

В зависимости от величины кинематической вязкости при температуре 40 °С гидравлические масла делятся на 10 классов вязкости, указанных в таблице. Пределы кинематической вязкости для каждого класса установлены такими, какими они предусмотрены классификацией промышленных масел по вязкости ISO 3449-75.

Классы вязкости гидравлических масел

Класс вязкости	Пределы кинематической вязкости при температуре 40 °С, мм ² /с		Средняя величина кинематической вязкости для класса, мм ² /с (сСт)
	минимум	максимум	
5	4,14	5,06	4,6
7	6,12	7,48	6,8
10	9,0	11,0	10,0
15	13,5	16,5	15,0
22	19,8	24,2	22,0
32	28,8	35,2	32,0
46	41,4	50,6	46,0
68	61,2	74,8	68,0
100	90,0	110,0	100,0
150	135,0	165,0	150,0

В зависимости от эксплуатационных свойств гидравлические масла делятся на группы А, Б, В (табл. 3.2).

Группы эксплуатационных свойств для гидравлических масел

Группа масла по эксплуатационным свойствам	Сведения о составе	Рекомендуемая область применения
А	Минеральные масла без присадок	Гидросистемы с шестеренчатыми и поршневыми насосами, работающие при давлении до 15 МПа и температуре масла в объеме до 80 °С
Б	Минеральные масла с анти-окислительными и анти-коррозионными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла в объеме более 80 °С
В	Минеральные масла с анти-окислительными, антикор-розионными и противо-износными присадками	Гидросистемы с насосами всех типов, работающие при давлении до 25 МПа и температуре масла в объеме более 90 °С

Пример обозначения гидравлического масла: **МГ-15-В**, где МГ – минеральное гидравлическое масло; 15 – класс вязкости (средняя величина кинематической вязкости этого класса 15 мм²/с (сСт); В – группа масла по эксплуатационным свойствам (содержит антиокислительные, антикоррозионные и противоизносные присадки).

В зарубежной практике условные обозначения гидравлических масел также складываются из обозначений группы масла и класса вязкости. По стандарту ISO 6074/7-82 для гидравлических масел различных групп установлены категории НН, НL, НМ и НV.

Категории гидравлических масел по ISO 6074/7-82

Категория по ISO	Состав масла	Классы вязкости, предусмотренные данной категорией
НН	Неингибированное минеральное масло	10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150
НL	Минеральное масло с ингибиторами окисления и коррозии	10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150
НМ	Минеральное масло с ингибиторами окисления, коррозии и противоизносными присадками	10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150
НV	Как НМ, но с улучшенными вязкостно-температурными свойствами	15, 22, 32, 46, 68, 100

Важнейшим свойством гидравлических масел является смазочная способность, так как большинство элементов гидравлической системы смазываются рабочей жидкостью. Смазывающая способность улучшается с

возрастанием вязкости, но при этом неминуемо увеличиваются затраты энергии на перекачивание жидкости по системе.

Пластичные смазки – основа – минеральное масло, к которому добавляются присадки и наполнители. Основными показателями пластичных смазок являются: температура каплепадения; предел прочности; вязкость; содержание воды и механических примесей; коллоидная стабильность.

Пластичные смазочные материалы подразделяются на солидолы, тугоплавкие констаины и специальные пластичные смазки.

Солидолы, являются пластичными антифрикционными смазками, используемыми в подшипниках и цепных передачах. Солидолы обладают высокой вязкостью, так как в их составе есть загустители. В летнее время для смазки применяют синтетический **солидол С** (ГОСТ 4366-76) и жировой **солидол Ж** (ГОСТ 1033-79), а в зимнее время **пресс-солидол С** и **пресс-солидол Ж**.

Тугоплавкие констаины – очень вязкие масла, предназначенные для смазывания подшипников, работающих при высоких температурах (до 140 °С), Применяют тугоплавкие смазки **констаин-1** и **констаин-2** (ГОСТ 1957-73), смазки **ЦИАТИМ**.

Рессоры, ползуны, дверные замки смазывают графитной смазкой **БВН-1** (ГОСТ 5656-85).

Ассортимент современных пластичных смазок очень широк.

К *техническим жидкостям*, используемым в строительных машинах, относятся охлаждающие жидкости и рабочие жидкости для гидросистем и гидротормозов.

Охлаждающие жидкости предназначены для охлаждения двигателей. В летнее время с этой целью успешно используется вода. Зимой системы охлаждения двигателей заполняют специальной незамерзающей жидкостью – антифризом, который приготавливается путем смешивания воды (33...45 %) и двухатомного технического спирта – этиленгликоля (67...55 %). Антифриз замерзает при температурах ниже -40 °С, образуя рыхлую массу, не способную разрушить систему охлаждения. Для снижения коррозионной активности жидкости в антифриз добавляются антикоррозионные и смазывающие присадки. Антифризы очень токсичны и требуют при использовании предельной осторожности. Выпускаются антифризы трех марок: **тосол-А** – концентрат, **тосол-А40** и **тосол-А65**. Буква А обозначает автомобильный, цифры 40 и 65 – температуру замерзания в °С. (Обозначение **тосол**, где «тос» это название отдела разработчика – технология органического синтеза и «ол» – окончание, обозначающее спирт по химической номенклатуре.).

Тормозные жидкости должны обладать хорошими вязкостно-температурными и смазывающими свойствами, высокой физической и химической стабильностью, быть инертными к металлам и резине

Все отечественные производители ориентируются на стандарты, принятые в США и странах Западной Европы. По стандарту DOT (США) все тормозные

жидкости делятся на три основных класса: DOT-3, DOT-4 и DOT-5. По своему составу они подразделяются на минеральные, гликолевые и силиконовые. Смешивать их друг с другом нельзя.

Тормозные жидкости, применяемые в гидротормозах, имеют, как правило, гликолевую основу и добавку антикоррозионных присадок. Они имеют небольшую вязкость и применяются при любых температурах. В мелиоративных и строительных машинах используется гликолевая тормозная жидкость марки **ГТЖ-22М** (ТУ 6-10-787-75).

Жидкость **БСК** – работает при температуре $-17...+115$ °С; **Нева** $-40...+170$ °С; **Роса** $-40...+260$ °С. Жидкость БСК с Невой, Росой, **Томью** не совместимы.

Вопрос 4.4 Электрические двигатели постоянного и переменного тока, их применение на строительных машинах, преимущества и недостатки по сравнению с другими силовыми установками.

Широкое применение *электрического привода* в строительных машинах вызвано рядом преимуществ по сравнению с другими типами приводов: возможностью установки индивидуальных двигателей для каждого механизма (многодвигательный привод), что исключает сложные трансмиссии; удобство управления отдельными механизмами, возможностью дистанционного управления и автоматизации; значительной перегрузочной способностью, что важно для машин периодического действия, выполняющих тяжелые работы; высокой экономичностью; независимостью от температурных и атмосферных условий; постоянной готовностью к работе и др.

В строительных машинах применяют преимущественно электроприводы на переменном трехфазном токе нормальной частоты (50Гц). Приводы постоянного тока по схеме «генератор – двигатель» применяют при необходимости использования широкого диапазона регулирования скоростей машины с обеспечением плавности ее работы (например для мощных экскаваторов). Для привода машин, имеющих длительно-непрерывный режим работы (конвейеры, бетоносмесители) применяют электродвигатели общепромышленных типов. Для привода машин, имеющих повторно-кратковременный режим работы (краны, экскаваторы), применяют специальные крановые электродвигатели, работающие при частых пусках и торможениях, с широко регулируемой скоростью вращения, обладающие значительной перегрузочной способностью (отношением максимального момента, развиваемого двигателем, к его номинальному моменту). Крановые электродвигатели имеют переменную номинальную мощность, зависящую от режима их использования, определяемого продолжительностью включения (ПВ %).

В качестве тяговых электродвигателей в строительных машинах с легким режимом работы применяют асинхронные двигатели с короткозамкнутым

ротором. Для привода с повторно-кратковременным режимом работы и пуском под нагрузкой предпочтение отдается асинхронным электродвигателям трехфазного тока с фазным ротором.

В электроинструменте, к которому предъявляются жесткие требования к массе и габаритам, применяют двигатели трехфазного тока с повышенной частотой (200 Гц, а в перспективе 400 Гц). Для питания этих двигателей используют преобразователи частот. В электроинструменте применяют также однофазные универсальные коллекторные двигатели постоянного или переменного тока промышленного (220...380 В) или безопасного (36 В) напряжения.

Техническая характеристика электродвигателя (металлическая пластина) показывает: тип электродвигателя; номинальное напряжение сети; номинальный ток; номинальную мощность; частоту вращения ротора при номинальной нагрузке; коэффициент мощности и другие данные.

Тема лекции 5. Системы управления

Вопросы:

5.1 Назначение, классификация, применение. Ручное, дистанционное и автоматическое управление.

5.2 Общие сведения об автоматических средствах управления мелиоративными и строительными машинами. Автоматические системы поддержания заданного уклона разрабатываемого сооружения.

Литература

1. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

2. Строительные машины и оборудование: учебник / И. П. Барсов. – Москва : Стройиздат, 1986. – 511 с.

3. Волков, Д. П. Строительные машины: учебник / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. – Москва : Издательство АСВ – 2002. – 376 с.

Вопрос 5.1 Назначение, классификация, применение. Ручное, дистанционное и автоматическое управление.

В систему управления машинами входят приборы и устройства, с помощью которых осуществляется:

- пуск, останов;
- изменение скоростей двигателей и механизмов машин;
- изменение направления движения машины и ее рабочих органов.

Для удобства управления машиной и улучшения условий работы оператора 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 предъявляют следующие требования:

- 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 классифицируются:

- по назначению – системы управления тормозами, муфтами, двигателями, положением рабочего органа;

- по способу передачи энергии – механические, электрические, гидравлические, пневматические, комбинированные;
- по степени автоматизации – не автоматизированные, автоматизированные (полуавтоматические и полностью автоматизированные).

Неавтоматизированные системы управления могут быть непосредственного действия (ручное управление) или с усилителем (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) источник энергии. Роль оператора сводится лишь к включению и выключению элементов привода системы управления (например, включение стартера двигателя, включение двигателей механизмов кранов и т. д.).

В *полуавтоматических* системах управления автоматизированы только отдельные элементы (например, система управления бульдозерным оборудованием, которая снабжена устройством, обеспечивающим постоянство положения рабочей кромки отвала и его прямолинейное перемещение по заданным отметкам независимо от неровностей поверхности, по которой перемещается бульдозер; поддержание заданного уклона дна при рытье траншей траншеекопателем и т. д.).

В *полностью автоматизированной* системе управления оператор лишь подает сигналы о начале или окончании работы, а также настройке системы на определенную программу управления рабочим процессом машины. (Примером может служить бетоносмесительный комплекс, у которого все операции дозирования компонентов, их транспортировка в смеситель, перемешивание и выдача смеси происходят автоматически, по заданной программе. Или автоматическая линия по сборке кузовов машин с использованием роботов и манипуляторов).

Системы управления непосредственного действия применяют при небольших мощностях машины.

Управление с гидроприводом имеет значительные преимущества перед системами управления с механическим приводом. Главными из них являются возможность и простота подвода энергии к любому исполнительному органу управления независимо от его пространственного положения в машине.

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 динамических нагрузок в элементах конструкции. Этот недостаток устраняется в пневматических системах управления. Давление воздуха в таких системах составляет 0,7...0,8 МПа (по сравнению, в гидравлических системах до 40 МПа).

Вследствие сжимаемости воздуха и установки дросселей время нарастания давления в исполнительных органах может легко регулироваться в необходимых оптимальных пределах.

Вопрос 5.2 Общие сведения об автоматических системах управления мелиоративными и строительными машинами. Автоматические системы поддержания заданного уклона разрабатываемого сооружения.

Одним из важных этапов при любом строительстве является проведение земляных работ. Формирование земляного полотна по заданному проекту, а также возведение насыпей требует многократного проходов грейдера или бульдозера для достижения желаемого результата. Постоянные недоработки, переделки и геодезический контроль качества влекут за собой задержки в выполнении работ, дополнительный расход ТСМ и, соответственно, издержки производства.

Для автоматизации проведения земляных работ на строительную технику устанавливается дополнительное оборудование – системы автоматического управления.

В результате применения систем автоматического управления (САУ) экономятся время, топливо, материалы и сокращается численность персонала на строительном объекте.

Наибольшее распространение получили автоматические системы высотной и угловой стабилизации положения рабочего органа машины, к которым относятся «Профиль-10», «Профиль-20», «Профиль-30» и др. Такими системами автоматизируют все отечественные асфальтоукладчики, свыше 60 % автогрейдеров, значительную часть скреперов и др.

По принципу работы автоматические системы подразделяются на: копирные; автономные; комбинированные.

В копирных системах требуемое высотное положение рабочего органа определяется направляющей (*механической* – копирный трос, ранее созданный слой, бордюрный камень, или *лазерной*), при этом датчик системы (механический или ультразвуковой при механической направляющей и лазерный приемник при лазерной направляющей), устанавливаемый на машине, следует за копиром и контролирует текущее положение рабочего органа.

В автономных системах контроль органа относительно гравитационной вертикали осуществляется посредством бортового (как правило, маятникового) датчика. Такой способ управления не требует сооружения специальных направляющих на местности.

В комбинированных системах используются сразу два отмеченных выше метода управления.

В последнее время все более широкое применение в дорожном и мелиоративном строительстве в качестве планировочных машин находят бульдозеры, оснащенные системами управления рабочим органом «Копир-

Автоплан-10» и «Комбиплан-10» (ДЗ-109Б-1, ДЗ-110В-1). Данные системы унифицированы с системой «Профиль-30».

При планировании земляной поверхности под заданную отметку необходимо управлять не только высотным положением режущей кромки ковша скрепера, но и перемещением его задней стенки при подсыпке и разгрузке грунта. В этих целях применяют систему **«Копир-Стабилоплан-10».**

На машинах для земляных работ зарубежных производителей (Caterpillar, Liebherr, Komatsu и др.) широко применяется САУ американской корпорации Trimble Navigation Limited – *Trimble BladePro*, *Trimble GCS 400 (600)* – автогрейдеры и бульдозеры, *ScreedPro* – асфальтоукладчики, одноковшовые экскаваторы.

Применение в качестве копирных устройств системы автоматизации машин лазерных направляющих обеспечивает возможность круглосуточного эффективного использования землеройно-транспортной и дорожной техники, повышение ее эффективности и качества производимых работ.

Тема лекции 6. Ходовое оборудование

Вопросы:

6.1 Виды ходового оборудования, их классификация, основные характеристики.

6.2 Основы тягового расчета строительных машин.

Литература

1. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

2. Строительные машины и оборудование: учебник / И. П. Барсов. – Москва : Стройиздат, 1986. – 511 с.

3. Волков, Д. П. Строительные машины: учебник / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. – Москва : Издательство АСВ – 2002. – 376 с.

Вопрос 6.1 Виды ходового оборудования, их классификация, основные характеристики.

Ходовое оборудование строительной машины служит для передачи силы тяжести машины и внешних нагрузок на грунт и обеспечивает перемещение машины по грунту, дорогам или рельсам. У многих видов строительных машин (землеройно-транспортных машин, многоковшовых экскаваторов, передвижных кранов и др.) ходовое оборудование участвует непосредственно в рабочем процессе, обеспечивая при этом дополнительные тяговые усилия.

В строительных машинах применяют, в основном, следующие типы ходового оборудования: пневмоколенное и рельсоколенное; гусеничное; гусенично-коленное;

Помимо указанных типов ходовых устройств, для механизации земляных работ и погрузочно-разгрузочных работ в труднодоступных местах (всевозможные не горизонтальные поверхности рельефа – склоны оврагов, берега водоемов, холмы, железнодорожные насыпи и т. п.) применяются мобильные шагающие экскаваторы

Каждое из этих ходовых устройств состоит из движителя и подвески.

Движителем называют элементы ходового устройства, передающие на основание (рельсы, грунт, дорожное покрытие) внешние нагрузки и силу тяжести машины, находящиеся в сцеплении с основанием и сообщающие движение машине.

Подвеской называется комплект деталей, соединяющих движитель с опорной рамой машины. Тихоходные машины имеют жесткое или полужесткое подвесное устройство, а быстроходные – упругую подвеску в виде рессор или пружин.

При жесткой подвеске между корпусом машины и колесами или гусеницами, рессоры (пружины) не устанавливаются. Такое ходовое оборудование допускает скорости 10...15 км/ч.

При полужесткой подвеске части корпуса подрессорена, остальная часть опирается на ходовое устройство. Машины с такими подвесками могут передвигаться со скоростью более 25 км/ч. Рекомендуется такое ходовое оборудование для передвижения по мягким грунтам.

При упругой подвеске корпус машины соединяется с ходовой частью через упругие элементы. Упругие элементы подвески могут быть индивидуальными и балансирными; разделяются на подвески торсионные, с винтовыми пружинами (витые пружины) и листовыми рессорами.

В конструкции упругих подвесок вводятся амортизаторы, предназначенные для гашения колебаний корпуса машины, а также стабилизаторы, выключатели подвесок и подрессорники.

Стабилизаторы предназначены для выравнивания деформаций рессор, что необходимо для избегания крена машины.

Гусеничный ход применяют в машинах, которые передвигаются по местности, не имеющей дорог, или по грунтовым дорогам, а также для обеспечения большого тягового усилия. Гусеничное ходовое оборудование может быть двух- и многогусеничным. Наиболее широко применяется двухгусеничное ходовое оборудование.

Движитель гусеничного хода состоит из двух бесконечных гусеничных лент (цепей), образуемых из шарнирно-связанных между собой отдельных плоских звеньев (пластин, траков). Движение к ведущей звездочке передается от двигателя через трансмиссию, либо непосредственно при помощи мотор-редуктора с гидроприводом. Натяжение гусеничной ленты достигается перемещением натяжной звездочки в пазах балок с помощью натяжного винта. Нагрузка от машины передается на нижнюю ветвь гусеничной ленты с помощью опорных роликов. Движение гусеничного хода по кривой осуществляется притормаживанием одной из гусениц или вращением гусениц в противоположные стороны.

Гусеничные ленты могут быть нормальной ширины ($B = 600$ мм), уширенные (до 900...1200 мм) и удлиненные.

Благодаря большой опорной поверхности гусеничный ход может обеспечить небольшие удельные давления на грунт $P_{уд} = 0,04...0,1$ МПа (для уширенных болотных до 0,025 МПа). Коэффициент сцепления гусеницы с грунтом достигает 1,0 и выше, поэтому гусеничные машины могут развивать тяговое усилие, значительно большее чем пневмоколесные.

Недостатки гусеничного ходового оборудования: малая скорость перемещения; недопустимость перемещения тяжелых машин по дорогам с усовершенствованным покрытием (особенно с грунтозацепами) и необходимость в этом случае перевозки машины на специальных транспортных прицепах-тяжеловозах (трейлерах); значительная масса (до 35...40 % от всей массы машины); недолговечность; низкие КПД и скорости передвижения.

Разработаны (в том числе на МТЗ) тракторы с резинометаллическими гусеницами. Такие гусеницы имеют меньшую массу, лучшую

приспособленность к грунтовым условиям, лучшую проходимость машины, не нарушают дерновый покров.

Пневмоколесный ход применяют в строительных машинах высокой маневренности, предназначенных для передвижения по шоссе с твердым покрытием. Транспортная скорость до 40...60 км/ч.

Пневмоколесный ход выполняется либо двухосным, либо многоосным (2, 3, 4 и т. д.); бывает с одной ведущей осью или с несколькими.

Важной характеристикой колесных машин является колесная формула, состоящая из двух цифр: первая, обозначает число всех колес, вторая – число приводных колес. Наибольшее распространение получили машины с колесными формулами 4×2, 4×4, 6×4, 6×6 и т. д. С ростом числа приводных колес в ходовом устройстве улучшается 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 нагруженные оси устанавливают сдвоенные колеса. Для улучшения проходимости используют шины большего диаметра, широкопрофильные и арочные. При этом проходимость улучшается за счет большей опорной поверхности и развитым грунтозацепам.

Находит применение регулирование давления воздуха в шинах непосредственно из кабины оператора. Это дает возможность улучшить проходимость машины и увеличить срок службы шины.

Пневмоколесное ходовое оборудование строительных машин может иметь механический, электрический, комбинированный привод.

Рельсоколесное ходовое оборудование обеспечивает низкое сопротивление передвижению, восприятие больших нагрузок, простоту конструкции, достаточную долговечность и надежность. Жесткие рельсовые направляющие и основания обеспечивают возможность высокой точности работы машины. Применяется в башенных, мостовых, козловых, железнодорожных кранах и некоторых других машинах.

Недостатки рельсоколесного ходового оборудования: малая маневренность; сложность перебазирования на новые участки работы; дополнительные затраты на устройство и эксплуатацию рельсовых путей.

Вопрос 6.2 Основы тягового расчета строительных машин.

При тяговом расчете необходимо выяснить сопротивление передвижению машины и тяговые возможности ее механизмов по двигателю привода и по сцеплению движителей с грунтом.

Сопротивления передвижению, которые должны быть преодолены механическим приводом и колесным или гусеничным движителем

$$W = W_p + W_{\text{пер}} + W_{\text{пов}} \pm W_y + W_{\text{и}} + W_{\text{в}},$$

где W_p – сопротивление от рабочего органа машины (*определяется для каждой конкретной машины, зависит от типа рабочего органа, характера работ и др.*);

$W_{\text{пер}}$ – сопротивление перемещению движителей;

$W_{\text{пов}}$ – сопротивление повороту движителя для рыхлого вязкого грунта;

W_y – сопротивление движению машины от уклона местности;

$W_{\text{и}}$ – сопротивление от инерции при разгоне;

$W_{\text{в}}$ – сопротивление от давления ветра.

Сопротивление перемещению движителей вследствие большого количества факторов, влияющих на его значение, определяется приблизительно,

$$W_{\text{пер}} = fG_M,$$

где f – коэффициент сопротивления передвижению движителей;

G_M – сила тяжести машины (Н, кН).

Сопротивление повороту движителя для рыхлого вязкого грунта для гусеничного движителя, определяется затратами энергии на резание и смятие грунта гусеницами

$$W_{\text{пов}} = (0,4 \dots 0,7)W_{\text{пер}},$$

– для колесного движителя

$$W_{\text{пов}} = (0,25 \dots 0,5)W_{\text{пер}}.$$

Сопротивление движению машины от уклона местности

$$W_y = \pm G_M \sin \alpha,$$

где α – угол подъема пути машины.

Сопротивление от инерции при разгоне

$$W_{\text{и}} = (m + J/r^2)a,$$

где m – масса машины;

J – момент инерции приводимых во вращение масс механизма привода движителей;

r – радиус поворота колес;

a – ускорение разгона машины.

Сопротивление от давления ветра

$$W_{\text{в}} = q_{\text{в}}A,$$

где $q_{\text{в}}$ – давление ветра;

A – суммарная площадь сопротивления ветровой нагрузке машины.

В тяговых расчетах большинства землеройных машин в рабочих режимах на строительной площадке могут не учитываться отдельно инерционные силы и силы ветра, которые имеют небольшую величину по сравнению с остальными составляющими W . Могут не учитываться также сопротивления подъему и повороту т. к. на этих этапах копание не производится (для экскаваторов).

При подсчете общего сопротивления учитываются наиболее тяжелые условия работы для каждой строительной машины.

Условие движения любой машины записывается уравнением

$$W \leq F_{\text{од}} \leq F_{\text{о.сц}},$$

где $F_{\text{од}}$ – окружная сила всех движителей машины, получаемая от двигателей привода;

$F_{\text{о.сц}}$ – суммарная окружная сила всех движителей по условию сцепления их с основанием.

$$F_{\text{од}} = P_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{д}} / V,$$

где $P_{\text{д}}$ – мощность двигателей механизмов передвижения (кВт);

V – скорость передвижения (м/с);

$\eta_{\text{д}}$ – общий КПД механизма передвижения.

$$F_{\text{о.сц}} = G_{\text{м}} \cdot \varphi,$$

где φ – коэффициент сцепления движителя с основанием, по которому передвигается машина.

Для колесных движителей $G_{\text{м}}$ – сила тяжести машины, приходящаяся на ведущие колеса.

В случае, если наступает условие машина не может двигаться, так как происходит буксование движителей.

$$W \leq F_{\text{од}} > F_{\text{о.сц}},$$

Если выполняется условие, то машина не может двигаться, вследствие недостаточного тягового усилия, развиваемого приводом ходового механизма.

$$W > F_{\text{од}} \leq F_{\text{о.сц}}.$$

Тема лекции 7. Тракторы

Вопросы:

7.1 Классификация тракторов. Тяговый класс трактора. Основные модели тракторов, применяемых в качестве базовых для строительных машин.

Литература

1. Барсов, И. П. Строительные машины и оборудование / И. П. Барсов. – Москва : Стройиздат, 1986. –511 с.

Вопрос 7.1 Классификация тракторов. Тяговый класс трактора. Основные модели тракторов, применяемых в качестве базовых для строительных машин.

Трактором называется самоходная машина, предназначенная для использования в качестве базовой машины для различного, стационарного или сменного, навесного рабочего оборудования (краны, экскаваторы, бульдозеры, погрузчики и др.). Тракторы также используются как тягачи к тракторным прицепах.

Конструктивно, каждый трактор состоит из следующих основных сборочных единиц: двигатель; трансмиссия; рама; ходовое устройство; система управления и вспомогательное оборудование.

К рабочему оборудованию тракторов относят: прицепное устройство, вал отбора мощности, приводные шкивы и гидронавеску.

В зависимости от *конструкции ходового устройства* выпускаются тракторы пневмоколесные или гусеничные.

По назначению тракторы делятся на сельскохозяйственные, промышленные, специальные.

Каждая из этих трех групп разделяется по признакам специализации:

Сельскохозяйственные тракторы:

- тракторы общего назначения;
- универсально-пропашные;
- пропашные;
- специализированные и малогабаритные.

Промышленные тракторы:

- общего назначения, предназначенные для работы с бульдозером, рыхлителем, скрепером, каналокопателем и т. д.;
- специализированные по назначению – одноковшовые погрузчики, трубоукладчики, тягачи и т. д.;
- специализированные по области применения – болотоходные, мелиоративные для работ на неосушенных болотах, подземные, земноводные, для работ на прибрежных площадках, подводные и др.;

Специальные тракторы предназначены для выполнения какого-либо вида работ в конкретной отрасли – лесные, портовые и др.

Основной показатель, характеризующий трактор – тяговый класс, определяемый по значению номинального тягового усилия сельскохозяйственного или лесохозяйственного трактора – усилие, которое трактор развивает на стерне средней плотности и нормальной влажности почвы (8–15 %) в зоне максимального КПД при эксплуатационной массе, предусмотренной технической характеристикой при предельном буксовании.

Тяговые классы обозначаются в т. с. – 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6; 8 – для сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов; 3; 4; 6; 10; 15; 25; 35; 50; 75 – для промышленных тракторов.

Гусеничные тракторы разделяют по типу двигателя (дизельные, карбюраторные), силовой передаче (механическая, гидромеханическая или электромеханическая), подвеске гусениц (жесткая, полужесткая, упругая) и общей компоновке (с передним или задним расположением двигателя, передним, задним или средним).

Компоновка гусеничных тракторов общего назначения в наиболее распространенном варианте обуславливается передним расположением двигателя и задним расположением рабочего места водителя. При такой компоновке, как правило, трансмиссионная установка делится на два блока: первый это муфта сцепления или гидротрансформатор, или и то и другое вместе и коробка передач, второй – задний мост, в корпусе которого располагается главная передача, механизмы поворота и тормоза. По бокам рамы крепятся бортовые редукторы. С передней частью рамы соединяется ось шарнира балансирующей балки, которые соединяются с рамой гусеничных тележек. Для приближения орудий к базе необходимо обеспечить минимальное выступание его узлов за переднюю и заднюю кромку гусениц. Впереди к раме трактора также крепится силовой капот, на котором расположены гидроцилиндры бульдозерного оборудования. Рыхлительное оборудование крепится к стенке заднего моста.

Конструктивная схема гусеничного погрузчика практически аналогична схеме трактора общего назначения. Отличительными особенностями гусеничного погрузчика является увеличение его базы введением дополнительного катка, что практически ликвидирует передний свес трактора за обвод гусеницы, установка жесткой или балансирующей балки вместо рессоры, выполнение рамы трактора заодно с порталом погрузочного оборудования.

Принципиально новая компоновочная схема возникает при переносе кабины вперед, а двигателя назад. Таким образом, значительно улучшается обзорное пространство, двигатель и часть трансмиссии играют роль противовеса, что особенно важно для машины с передним рабочим оборудованием (погрузчики, бульдозеры и т. д.). Однако подобная компоновка имеет ряд недостатков: усложняется конструкция несущей системы, при переднем расположении коробки увеличивается количество карданных соединений.

Мелиоративные гусеничные тракторы предназначены для работы на

слабонесущих грунтах. Они создаются как болотоходные модификации гусеничных сельскохозяйственных тракторов общего назначения с уширенными гусеницами, чтобы обеспечить удельное давление на грунт не более 0,025 МПа.

В настоящее время в качестве базовых гусеничных тракторов находят применение следующие марки:

Агромаш-90ТГ, А-41; 69,1 кВт, гусен. – 390 мм Кл. 3

Т-402.01, Д-461-10; 110,3 кВт, гусен. – 415 мм Кл. 4

БЕЛАРУС 1502-01, Д-260.1S2, 116 кВт, гусен. – 600 мм

Т-10М, Д-180.111-1, 132 кВт, гусен. – 500 (690, 900) мм Кл. 10

БЕЛАРУС 2103, Д-260.4S2, 156 кВт, гусен. – 500 мм.

Колесные тракторы разделяют по типу двигателя (дизельные или карбюраторные), силовой передаче (механическая, гидромеханическая), системе поворота (с передними управляемыми колесами, со всеми управляемыми колесами, с шарнирно-сочлененной рамой), общей компоновке (с передним и задним расположением двигателя).

Пневмоколесные тракторы обладают хорошей маневренностью и сравнительно большими скоростями передвижения (до 45 км/ч), что позволяет эффективно применять их для перевозок грузов в пределах строительной площадки и на более удаленные расстояния по дорогам с твердым покрытием. Основной их недостаток заключается в довольно высоком удельном давлении на грунт (0,2...0,4 МПа), что снижает их проходимость по грунтам с низкой несущей способностью.

Пневмоколесные тракторы выполняются двух типов: с жесткой рамой и управляемыми (как правило, передними) колесами и с шарнирно-сочлененной рамой. Первые – малого класса (0,6...3) – могут иметь как разновеликие, так и одинаковые колеса.

Наибольшее распространение имеют тракторы с дизельными двигателями, расположенными впереди, механической или гидромеханической трансмиссией и передними управляемыми колесами. Привод может быть либо только на задние колеса (колесная формула 4×2, 4К2), либо на все колеса (4×4, 4К4). Конструктивно они имеют следующую компоновку – двигатель; муфта сцепления; коробка передач; карданные валы; задний мост; колесные редукторы. Так как эти тракторы перемещаются со значительными скоростями, то в их ходовых устройствах применяют полужесткую или упругую подвеску.

Пневмоколесные тракторы с шарнирно сочлененной рамой обладают довольно малым радиусом поворота. Рама трактора состоит из двух полурам – передней и задней, соединенных между собой шарниром. Маневрирование машины происходит путем поворота полурам относительно друг друга вокруг вертикальной оси шарнира с помощью двух гидроцилиндров.

У погрузчиков с шарнирно сочлененной рамой двигатель, коробка передач, раздаточная коробка располагаются на задней полураме. Кабина может устанавливаться как на задней, так и на передней полураме.

Разновидностью пневмоколесных тракторов являются пневмоколесные одноосные тягачи. Их применяют для работы с различными видами прицепного оборудования. Они состоят из двигателя, рамы, трансмиссии и двух ведущих колес. Самостоятельно передвигаться такой тягач не может. Тягач в сцепе с оборудованием составляет самоходную строительную машину с ведущими передними колесами. Управляют сцепом путем поворота тягача относительно полуприцепа с помощью гидроцилиндров. Приводные колеса, как правило – встроенные мотор-колеса.

В настоящее время в качестве базовых пневмоколесных тракторов находят применение следующие марки:

БЕЛАРУС 320.4 , 4×2, LOMBARDINI LDW1603/B3, 26,5 кВт	<u>Кл. 0,6</u>
БЕЛАРУС 622 , 4×2, LOMBARDINI LDW2204T, 46 кВт	<u>Кл. 0,9</u>
БЕЛАРУС 82.1 , 4×4, Д-243, 60 кВт	<u>Кл. 1,4</u>
БЕЛАРУС 923.4 , 4×4, Д-245.5S3A, 70 кВт	
БЕЛАРУС 1221.5 , 4×4, Д-260.2S3B, 100 кВт	<u>Кл. 2</u>
БЕЛАРУС 2022.5 , 4×4, Д-260.4S3B, 156 кВт	<u>Кл. 3</u>
К-744P1 , 4×4, ТМЗ-8481.10-11, 257 кВт	<u>Кл. 10</u>

Расшифровка марок тракторов МТЗ: БЕЛАРУС 1221

12 – расчетная мощность 120 л. с.;

2 – два ведущих моста (0 – один ведущий мост);

1 – модификация.

Для повышения проходимости тракторов применяются следующие мероприятия:

Для гусеничных тракторов – увеличение ширины и длины гусеничной ленты; для колесных – установка широкопрофильных и сдвоенных колес.

Тема лекции 8. Автомобили, колесные тягачи, прицепы и полуприцепы

Вопросы:

8.1 Назначение, классификация, индексация, конструктивные схемы и основные механизмы автомобилей. Грузоподъемность автомобиля.

8.2 Особенности устройства специализированных автомобилей: самосвалов, цементовозов, бетоновозов и других.

8.3 Назначение и область применения прицепов и полуприцепов общего и специального назначения.

Литература

1. Барсов, И. П. Строительные машины и оборудование / И. П. Барсов. – Москва : Стройиздат, 1986. – 511 с.

2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

3. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат., 1992. – 351 с.

Вопрос 8.1 Назначение, классификация, индексация, конструктивные схемы и основные механизмы автомобилей. Грузоподъемность автомобиля.

Перевозку строительных грузов осуществляют различными транспортными средствами, в том числе грузовыми автомобилями. В числе перевозимых грузов: штучные, кусковые и сыпучие, вязкие и жидкие материалы. К достоинствам грузовых автомобилей относят большую скорость передвижения, маневренность и проходимость, возможность преодоления крутых подъемов и спусков.

По назначению грузовые автомобили бывают общего назначения и специализированные. Автомобили общего назначения – *бортовые* и *самосвалы*, имеют единую конструктивную схему и состоят из трех основных частей: *двигателя*, с обслуживающими его устройствами; *шасси*, состоящего из рамы, трансмиссии, ходовой части, механизмов управления; *кузова*. *Специализированные автомобили* предназначены, в основном, для работы с полуприцепами, поэтому имеют установленное на раму шасси опорно-поворотное устройство.

По проходимости автомобили разделяются на две группы:

➤ нормальной проходимости (с одной, или двумя ведущими осями, с колесными формулами 4×2 или 6×4) – для работы на улучшенных и грунто-вых дорогах;

➤ повышенной и высокой проходимости (со всеми ведущими колесами и колесными формулами 8×8, 6×6, 4×4).

Основной эксплуатационный параметр грузового автомобиля – его грузоподъемность (наибольшая масса полезного груза, который можно

перевозить в условиях нормальной эксплуатации).

По грузоподъемности грузовые автомобили бывают: малой грузоподъемности (до 2,5 т), средней (2,5...3,5 т), повышенной (3,5...5,0 т), большой (5,1...10 т), особо большой (10,1...25 т).

На автомобилях применяют двигатели внутреннего сгорания – дизельные, карбюраторные, газотурбинные. Двигатели имеют мощность от 60 до 220 кВт – для автомобилей общего назначения, и до 600 кВт – для автомобилей-тягачей.

Ходовая часть автомобиля состоит из переднего и заднего моста с колесами на пневматических шинах. Мосты подвешиваются к раме автомобиля при помощи рессор (или рессор и телескопических амортизаторов), которые, передавая одновременно с пневматическими шинами нагрузку от рамы на опорную поверхность (дорогу), смягчают толчки и удары от колес при встрече с неровностями.

Тормозная система служит для снижения скорости и быстрой остановки автомобиля. Тормозами снабжаются все колеса автомобиля. Управление – гидравлическое или пневматическое.

Трансмиссия автомобиля служит для передачи крутящего момента от вала двигателя к ведущим мостам, а также для передачи движения различного оборудованию у специализированных автомобилей. В состав трансмиссии (как и у тракторов) входят: сцепление – постоянно замкнутая одно- или многодисковая фрикционная муфта и коробка передач – многоскоростной редуктор с цилиндрическими зубчатыми колесами (редко гидромеханическая коробка передач).

Промежуточный и главный карданные валы служат для передачи вращательного момента от коробки передач до главной (как правило конической или гипоидной) передачи с дифференциалом. Дифференциал соединяет полуоси ведущих колес с главной передачей, давая возможность вращаться каждому колесу с различной скоростью. Это необходимо при повороте автомобиля, когда внешние колеса (по отношению к центру поворота) перекатываются по окружности большего радиуса, чем внутренние.

Рулевое управление состоит из рулевого колеса, рулевой колонки и системы передач, воздействующих на рулевую трапецию. На ряде автомобилей рулевое управление оборудуется гидроусилителем, объединенном в одном агрегате с рулевым механизмом. Гидроусилитель рулевого механизма значительно уменьшает усилие, которое необходимо прикладывать к рулевому колесу для поворота передних колес.

Электрооборудование состоит из генератора переменного тока, выпрямителя, регулятора напряжения, аккумуляторной батареи, стартера, системы освещения, световой и звуковой сигнализации.

В маркировку автомобилей входит:

X X X X X - I II III IV V VI

буквы цифры буквы или цифры

Буквы – сокращенное название завода, фирмы, объединения.

Цифры обозначают следующее:

I – класс автомобиля.

Легковые – различаются по номинальному объему двигателя:

Класс	1	2	3	4
V, л	До 1,1	1,1...1,8	1,8...3,5	>3,5

Грузовые – по общей массе автомобиля:

Класс	1	2	3	4	5	6	7
М, т	До 1,1	1,1...1,8	1,8...8	8...14	14...20	20...40	>40

Автобусы – по длине машины:

Класс	2	3	4	5	6
L, м	4...5	6...7,5	9...9,5	10,5...11	>11,5

II – вид эксплуатационного назначения:

(1 – легковые; 2 – автобусы; 3 – грузовые бортовые; 4 – тягачи; 5 – самосвалы; 6 – цистерны; 7 – фургоны; 8 – электромобили; 9 – спецавтомобили).

III и IV – от 00 до 99 – регистрационный номер модели.

V – от 1 до 9 – модернизация.

VI – исполнение.

ЗИЛ-433362; МАЗ-5337; КамАЗ-43118; Урал-6563 (самосвал); Урал-63674 (седельный тягач); Урал-55571.

Вопрос 8.2 Особенности устройства специализированных автомобилей: самосвалов, цементовозов, бетоновозов и других.

Автомобили-самосвалы предназначены для перевозки грузов, допускающих их быструю выгрузку, без изменения их свойств, самотеком при наклоне кузова. Наиболее массовыми видами грузов, перевозимыми автомобилями-самосвалами, являются грунт и инертные (щебень, гравий, песок), иногда цементно-бетонные грузы, асфальт.

Различают самосвалы с задней и боковой выгрузкой. Наклон кузова самосвала осуществляется телескопическими гидроцилиндрами.

Автоцементовозы – предназначены для перевозки без тары сухих порошкообразных вяжущих материалов (цемент, известь, алебастр, гипс и т. д.). Емкостью для перевозки грузов является цилиндрическая цистерна, смонтированная на раме автомобиля или в виде полуприцепа к седельному тягачу. Автоцементовозы оборудованы устройствами, обеспечивающими гравитационную их загрузку из складов, вакуумную загрузку из крытых вагонов

и пневматическую выгрузку с помощью компрессора.

Автобетоновозы – предназначены для перевозки бетонной смеси на сравнительно небольшие расстояния. Их изготавливают на базе автомобилей – самосвалов с дооборудованием металлическим кузовом специальной каплевидной формы. *Автобетоносмесители* – предназначены для перевозки бетонных смесей с их перемешиванием в процессе транспортировки.

Автобитумовозы – используют для перевозки расплавленного битума с поддержанием его в горячем состоянии во время транспортирования к месту потребления. Подогрев осуществляется специальной системой (электроводяной).

Тягачами называют машины, специально приспособленные для буксировки грузов. Их применяют также для подталкивания грузов или страховки тяжелых автопоездов на подъемах и спусках. Автомобильный тягач предназначен для транспортных работ. Для этих целей используют автомобиль (часто с укороченной базой) и опорно-цепным устройством, установленным вместо кузова. В этом случае чаще всего применяют сцепное устройство с направляющими полозьями. Применение полуприцепов, опирающихся передней частью на седельное устройство, позволяет использовать мощность двигателя, увеличить грузоподъемность автомобиля и, следовательно, его производительность.

Машины для технических уходов и ремонтов – специально оборудованные передвижные ремонтные мастерские.

Вопрос 8.3 Назначение и область применения прицепов и полуприцепов общего и специального назначения.

Прицепы и полуприцепы (опирается на шасси автомобиля-тягача) применяются для повышения производительности транспортных средств и перевозки длинномерных, негабаритных, специальных, тяжелых грузов.

Прицепы и полуприцепы разделяются на общего назначения с бортовой платформой и специальные их виды.

К прицепах и полуприцепам общего назначения относят прицепы с бортовой платформой, автомобильные и тракторные прицепы-самосвалы, полуприцепы, роспуски, полуприцепы-цистерны, полуприцепы и прицепы-платформы, тяжеловозы (трейлеры).

Одноосный полуприцеп – применяют для перевозки штучных грузов, контейнеров и длинномерных деревянных грузов.

Двухосный прицеп – применяется для перевозки сыпучих или штучных грузов. Прицепы оборудованы поворотным устройством передней оси со сцепным дышлом, световой сигнализацией и тормозами, совмещенными с системами тягача. Прицепы-самосвалы снабжены также гидросистемой опрокидывания кузова.

Прицепы и полуприцепы-тяжеловозы (трейлеры) применяют в

строительстве для перевозки тяжелых грузов, в том числе строительных машин на гусеничном ходу – экскаваторов, бульдозеров, гусеничных кранов и др. В зависимости от грузоподъемности они могут быть трех-, четырех-, шести- и многоосными. Платформа прицепа и ее задняя часть делается возможно более низкой и снабжается двумя откидными трапами для въезда машин на трейлер, а также съезда с него. Грузоподъемность – до 200 т.

Полуприцепы-панелевозы предназначены для перевозки стеновых панелей и панелей перекрытия, прочность которых не позволяет перевозить их в горизонтальном положении, а только установленными на ребро. Наклон боковых стенок хребтовой балки к вертикали составляет $\approx 8^\circ$. Перевозимые панели устанавливаются на ребро по обе стороны от хребтовой балки, приваливаются к ней и закрепляются специальными устройствами.

Автоцистерны прицепные и полуприцепные применяются для перевозки жидких грузов (в основном дизельного и бензинового топлива). Выпускаются емкостью от 4 м³ (4000 л) до 22 м³.

Трубо- и плетевозы предназначены для перевозки труб длиной до 12 м и плетей (секций, сваренных из труб) длиной до 36 м по дорогам с твердым покрытием, грунтовыми дорогам, а также вне дорог вдоль трассы строительства трубопроводов. Снабжаются специальными страховочными канатами. Грузоподъемность автопоезда составляет от 9 до 36 т.

Тема лекции 9. Машины и устройства непрерывного транспорта

Вопросы:

9.1 Назначение, классификация, общая характеристика ленточных, цепных, винтовых и вибрационных конвейеров.

9.2 Назначение, классификация общее устройство ковшовых элеваторов и установок для пневматического транспортирования сыпучих материалов.

Литература

1. Строительные машины : учебник для вузов / Д. П. Волков [и др.]. – Москва : Высш. шк., 1988. – 319 с.

2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Москва : Высш. шк., 2003. – 575 с.

3. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат., 1992. – 351 с.

Вопрос 9.1 Назначение, классификация ленточных, цепных, винтовых и вибрационных конвейеров

Транспортирующие машины, которые могут перемещать материалы равномерно и непрерывно в течение необходимого времени, называют машинами непрерывного транспорта, или конвейерами. Такие машины широко применяют в строительстве и на предприятиях строительной индустрии для перемещения сыпучих (песка, цемента, извести), мелкокусковых (щебня, гравия), штучных (кирпича) материалов и грунта.

По принципу действия конвейеры разделяют на перемещающие материал, находящийся на его движущемся рабочем органе, и перемещающие материал под механическим воздействием на него рабочего органа.

По конструкции рабочего органа конвейеры делятся на ленточные, цепные (пластинчатые и скребковые), винтовые (шнеки), вибрационные и ковшовые (элеваторы). Наиболее распространенными являются ленточные, винтовые и ковшовые конвейеры.

Ленточные конвейеры могут быть передвижные, применяемые на строительных площадках, и стационарные, применяемые в основном на подсобных предприятиях строительной индустрии. Ленточные конвейеры часто используют в составе различных строительных машин и установок, цепных и роторных экскаваторов непрерывного действия, погрузочно-разгрузочных машин и др. Последовательным расположением нескольких конвейеров можно обеспечить перемещение материалов на довольно значительное расстояние.

В ленточных конвейерах в виде рабочего органа наиболее часто применяют резиноканевую ленту, состоящую из нескольких слоев прочной ткани (прокладок), связанных между собой вулканизированной резиной. Прочность ленты определяется ее шириной и числом прокладок. Допускаемое максимальное натяжение ленты F_{\max} рассчитывают по формуле

$$F_{\max} = Biq,$$

где B – ширина ленты, мм;

i – число прокладок;

q – допустимая нагрузка на 1 мм ширины прокладки, Н.

В конвейерах большой длины применяют резинотканевую ленту, армированную стальными гибкими канатами диаметром 3–4 мм. Прочность такой ленты значительно больше обычной и определяется числом канатов в ленте и их параметрами. Применяют также стальные ленты холодной прокатки толщиной 0,6–1,0 мм и шириной 500–600 мм.

Производительность ленточного конвейера (т/ч) зависит от ширины ленты и скорости ее движения и может быть определена по формуле

$$П = 3600vA\gamma,$$

где v – скорость движения ленты, м/с;

A – площадь поперечного сечения слоя материалов, м²;

$A \approx 0,05B^2$ – при плоской ленте; $A \approx 0,11B^2$ – при желобчатой ленте на трехроликовой опоре и угле наклона боковых роликов 20°;

γ – плотность материала, кг/м³.

Тяговым органом у цепных конвейеров являются одна или две параллельно расположенные бесконечные цепи, к которым присоединены пластины или скребки. К цепным относятся пластинчатые и скребковые конвейеры.

Пластинчатые конвейеры применяют в качестве основного транспортирующего устройства для перемещения тяжелых крупнокусковых материалов и штучных грузов, а также в качестве питателя для подачи крупнокускового материала к дробилкам.

Транспортирующий орган пластинчатых конвейеров состоит из отдельных металлических или деревянных пластин, прикрепленных к двум длиннозвеньевым цепям. Цепи огибают приводной и натяжной барабаны и в пролете опираются своими роликами на гладкие направляющие станины.

Скребковые конвейеры применяют для перемещения кусковых и сыпучих грузов на короткие расстояния и под большим углом наклона, а также в качестве питателей в различных установках.

Они конструктивно просты и удобны для загрузки и разгрузки материалов, но требуют большего расхода энергии и быстро изнашиваются. Материал, загружаемый в желоб, перемещается скребками по его дну и разгружается в конце желоба или в любом месте через донные отверстия.

В качестве тяговых цепей применяют втулочно-роликовые или специальные цепи. Желоба скребковых конвейеров изготавливают из стальных листов толщиной 3...6 мм, шириной 400...800 мм в зависимости от материала и необходимой производительности.

Винтовые конвейеры имеют рабочий орган в виде винта большого диаметра с высокими гребнями винтовой поверхности, расположенного в трубе

или желобе. При вращении винта материал, находящийся между его витками, перемещается вдоль желоба.

Винтовые конвейеры применяют для транспортировки материала на небольшие расстояния в горизонтальной, наклонной и вертикальной плоскостях. Их преимущество заключается в возможности транспортировки пылевидных материалов в герметически закрытых желобах без пылеобразования и потерь из вязких и тестообразных материалов – глины, цементных и известковых растворов, бетонной смеси. Винтовые конвейеры могут одновременно с перемещением материалов перемешивать их. По сравнению с другими транспортирующими машинами эти конвейеры более компактны, однако они требуют большего расхода энергии и зачастую дробят хрупкие материалы при транспортировке.

При работе винтового конвейера винт вращается в закрытом неподвижном желобе. Винт поддерживается концевыми и промежуточными подвесными опорами и приводится во вращение электродвигателем с редуктором. Материал из желоба выдается через донные люки, закрываемые задвижками. Желоб конвейера состоит из секций. Отдельные секции, выполненные из листовой стали толщиной 2...6 мм, соединяются фланцами на болтах и прокладках для герметизации. Винтовая поверхность собирается из отдельных стальных шайб, которые предварительно разрезают и выгибают по винтовой линии, а затем приваривают к трубчатому стержню. Диаметры винтов применяются следующие: 150, 200, 250, 300, 400, 500 и 600 мм.

Шаг винтовой линии t принимают в зависимости от диаметра винта ($t = 0,5...2,0D$). Частота вращения винта n также зависит от его диаметра и рода перемещаемого материала: наибольшая – при транспортировке легких материалов и меньшая – для тяжелых абразивных материалов. При $D = 200$ мм, $n = 23,6...150$ мин⁻¹, при $D = 600$ мм, $n = 15...75$ мин⁻¹. Зазор между винтовой поверхностью и желобом составляет 3...8 мм.

Производительность винтовых конвейеров определяют по формуле

$$\Pi = 60\pi D^2 t n \gamma \psi / 4,$$

где D – диаметр винта, м;

t – шаг винтовой линии, м;

n – частота вращения винта, мин⁻¹;

γ – плотность транспортируемого материала;

ψ – коэффициент заполнения желоба, выбираемый в зависимости от рода транспортируемого материала (для золы – 0,125, для цемента – 0,25, для порошкообразной извести – 0,4).

Вопрос 9.2 Назначение, классификация общее устройство ковшовых элеваторов и установок для пневматического транспортирования сыпучих материалов.

Элеваторами называют машины непрерывного транспорта, перемещающие материалы в вертикальном или близком к нему направлении.

Элеваторы широко применяются для подачи материалов (песка, щебня, цемента) в высокорасположенные расходные бункеры технологических установок или хранилищ.

Ковшовый элеватор представляет собой замкнутый тяговый орган в виде ленты или двух цепей, огибающий приводной и натяжной барабаны (в цепном органе – звездочки), на котором закреплены ковши с определенным шагом. Рабочий орган вместе с ковшами расположен в кожухе снабженном загрузочным и разгрузочным башмаками.

Различают *быстроходные* со скоростью 1,25...2,0 м/с элеваторы для транспортирования порошкообразных и мелкокусковых материалов и *тихоходные* со скоростью 0,4...1,0 м/с для транспортирования крупнокусковых материалов.

Ковши элеваторов имеют различную форму в зависимости от рода транспортируемого материала и принятого способа разгрузки. Мелкие полукруглые ковши применяют для материалов с малой подвижностью (типа порошкового мела), глубокие полукруглые – для легкосыпучих материалов (цемента, песка).

В тихоходных элеваторах для улучшения условий разгрузки применяют специальную форму ковшей и более частое их взаимное положение на тяговом элементе. Тогда задняя стенка предыдущего ковша служит направляющей для материала, выгружаемого из последующего ковша. Лучшие условия для выгрузки ковшей без потерь материала создаются при наклонном положении элеватора. Производительность элеватора определяется по формуле

$$П = 3600v i_0 \phi \gamma / t,$$

где v – скорость движения рабочего органа;

i_0 – геометрический объем ковша;

ϕ – коэффициент наполнения ковша;

γ – плотность транспортируемого материала;

t – шаг ковшей.

В установках пневматического транспорта материал перемещается потоком воздуха по трубопроводам во взвешенном состоянии или же в контейнерах (капсулах).

Установки пневматического транспорта применяют для перемещения сыпучих материалов (цемента, сухого песка, мелкого угля, щепы, опилок). При использовании специальных систем с контейнерами можно перемещать также щебень и другие материалы. Преимущества таких установок заключаются в следующем: возможность перемещения материалов в любом направлении и одновременно в несколько пунктов; компактность (транспортные линии можно располагать в траншеях, подвешивать на столбах, кронштейнах, не занимая много места в производственных помещениях); герметичность трубопроводов (потери транспортируемого материала незначительны); высокая производительность, дальность транспортировки и относительно невысокие затраты на сооружение. Но вместе с тем у пневматических транспортных установок (за

исключением аэрационных) высокий удельный расход энергии (в 3–6 раз больше, чем у конвейеров с механическим приводом) и быстрый износ трубопроводов при транспортировке абразивных материалов.

Установки пневматического транспорта разделяются на всасывающие (вакуумные), нагнетательные, всасывающе-нагнетательные и аэрационные.

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 (эксцентровые, 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. В строительстве вибрационные конвейеры используются для транспортирования материалов равномерным потоком на небольшие расстояния, например, при дозировании инертных материалов или загрузке конвейеров.

При подаче бетонной смеси к месту укладки ее в сооружение применяют **виброжелобы**.

Тема лекции 10. Грузоподъемные машины

Вопросы:

10.1 Назначение, классификация грузоподъемных машин. Грузозахватные приспособления.

Литература

1. Строительные машины : учебник для вузов / Д. П. Волков [и др.]. – Москва : Высш. шк., 1988. – 319 с.
2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Москва : Высш. шк., 2003. – 575 с.
3. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат., 1992. – 351 с.

Вопрос 10.1 Назначение, классификация грузоподъемных машин. Грузозахватные приспособления

В строительстве широко применяют грузоподъемные машины, предназначенные для подъема груза, удержания его на требуемой высоте, плавного опускания, а также для перемещения груза на относительно небольшие расстояния.

По характеру рабочих движений грузоподъемные машины разделяют на три основные группы. **Первая группа машин** сообщает грузу только вертикальное, горизонтальное или наклонное прямолинейное движение (домкраты, лебедки, подъемники с жестким грузонесущим органом); **вторая группа** кроме вертикального подъема и опускания перемещает груз по монорельсу (электротали, подъемники с выдвигным грузонесущим органом); **третья группа** обеспечивает подъем (опускание) и перемещение груза в любую точку обслуживаемой площади (краны).

Наиболее сложные и универсальные грузоподъемные машины – это краны, предназначенные для подъема и перемещения груза, подвешенного с помощью грузового крюка или другого грузозахватного органа. Грузоподъемные краны разделяют по конструктивному исполнению на стреловые (консольные) и мостового типа (пролетных конструкций). К кранам стрелового типа относят мачтово-стреловые, башенные, стреловые самоходные, тракторные и плавучие. К кранам мостового типа относят мостовые, козловые, полукозловые и кабельные.

По характеру работы – это машины циклического действия. Главным параметром грузоподъемных машин является грузоподъемность, под которой понимают наибольшую массу груза, включая массу съемного грузозахватного приспособления, на подъем которой она рассчитана. Грузоподъемность выражают в единицах массы (кг, т). Консольные краны часто характеризуются грузовым моментом, являющимся производной величиной от грузоподъемной

силы. Грузовой момент есть произведение грузоподъемности на расстояние от центра тяжести груза до оси крана.

Кроме того, грузоподъемные машины характеризуются *зоной обслуживания*, определяемой пролетом или вылетом груза, высотой подъема груза, скоростями рабочих перемещений, массой, показателями потребляемой мощности и опорными нагрузками.

Стационарные стреловые краны перемещают грузы в пределах круга или сектора, охватываемого стрелой. Башенные стреловые поворотные краны передвигаются по рельсовым путям и перемещают груз в пределах прямоугольника, длина которого равна длине путей, а ширина – двойному вылету стрелы крана. Наличие башни позволяет поднимать и монтировать крупнообъемные конструкции.

Стреловые самоходные краны (автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, на специальных шасси автомобильного типа, тракторные) перемещаются по земле и обслуживают площадь любой конфигурации.

Пролетные козловые и мостовые краны передвигаются по специальным подкрановым путям и обслуживают зону в виде прямоугольника.

Кабельные краны перемещают грузы вдоль каната, натянутого между опорами. В зависимости от положения опор зона их обслуживания – линия, сектор или прямоугольник.

В зависимости от конструкции крана он может состоять из следующих механизмов:

- 1) подъема груза;
- 2) перемещения крана или тележки;
- 3) поворота крана;
- 4) изменения вылета стрелы или груза.

Основные параметры и типоразмеры грузоподъемных кранов регламентируются ГОСТ 22827-85 «Краны стреловые самоходные общего назначения. Технические условия».

Стреловые самоходные краны общего назначения в зависимости от конструкции ходового устройства изготавливаются следующих типов: КА – автомобильные, смонтированные на стандартном шасси грузового автомобиля; КП – пневмоколесные, смонтированные на специальном пневмоколесном шасси; КГ – гусеничные, смонтированные на гусеничном ходовом устройстве; КШ – на шасси автомобильного типа; КК – на короткобазовом шасси.

Кроме кранов с указанными типовыми конструктивными схемами ходовых устройств применяют краны, смонтированные на шасси пневмоколесного тягача, а также на колесном полуприцепе к одноосному тягачу или колесному трактору с усиленной ходовой частью.

Современные марки стреловых самоходных кранов, например:

КС-3579-С-02 – базовая машина МАЗ-5340С2-525-011 грузоподъемностью (Q) 15,2 т.

КС-45729-С-02 – базовая машина МАЗ-5340С2-525-011, $Q = 20$ т.

КС-55744-1 – базовая машина КамАЗ-53213, $Q = 25$ т.

КС-5571ВУ-С-22 – базовая машина МАЗ-6312С3-529-010, $Q = 32$ т.

КС-6572ВУ-С – базовая машина МАЗ-6312С5-558-012, $Q = 40$ т.

Существует также иной подход к обозначению самоходных кранов, например:

МКГ-25БР – монтажный кран гусеничный грузоподъемностью 25 т с башенно-стреловым оборудованием и раздвижными гусеницами;

СКГ-63А – стреловой кран гусеничный грузоподъемностью 63 т, первой модернизации (А);

МКТ-100 – монтажный кран на базе одноосного тягача грузоподъемностью 100 т;

ДЭК-251 – гусеничный дизель-электрический кран грузоподъемностью 25 т, первой модернизации;

КА-25 т «Таганай» – кран автомобильный (базовый автомобиль УРАЛ-4320-1934) грузоподъемностью 25 т.

Башенный кран – это грузоподъемная машина со стрелой, закрепленной в верхней части вертикальной башни и выполняющая работу по перемещению и монтажу конструкций за счет сочетания рабочих движений: подъема и опускания груза, изменения вылета, передвижения самого крана по рельсам и поворота стрелы с грузом.

Типы и параметры башенных кранов определяются их технологическим назначением. Параметры башенных кранов регламентируются ГОСТ 13555-85. *Главным параметром башенного крана* является грузоподъемность, но поскольку грузоподъемность стреловых кранов переменна, ее характеризуют грузовым моментом. Каждая базовая модель крана или ее исполнение снабжается грузовой характеристикой, представляющей зависимость грузоподъемности от высоты подъема и вылета.

Башенные краны разделяют на передвижные, стационарные и самоподъемные.

По способу изменения вылета крюка различают башенные краны с подъемной стрелой и краны с горизонтальной балочной стрелой.

По типу башен башенные краны выпускают с поворотной и неповоротной башней.

Базовые модели башенных кранов обозначаются буквами КБ (кран башенный) и цифрами.

Современные марки башенных кранов, например:

КБ-473 – грузоподъемность – 8...2 т при вылете стрелы 3,2...50 м; максимальный грузовой момент – 164 т·м (1650 кН·м); высота подъема груза – 162 м.

КБ-504А.08 – грузоподъемность – 10 т, вылет стрелы – 35...50 м, грузовой момент – 280...150 т·м (2800...1500 кН·м), высота подъема груза – 71,6 м.

Однако марки некоторых башенных кранов, выпускаемых заводами различных министерств, построены по другому принципу, например:

КБ-100-32Р – кран башенный с грузовым моментом 100 т·м, с высотой подъема 32 м;

МСК-10-20 – мобильный строительный кран грузоподъемностью 10 т и с вылетом стрелы 20 м;

БК-300 – башенный кран с грузовым моментом 300 т·м (3000 кН·м);

АБКС-5 – автомобильный башенный кран для сельского строительства грузоподъемностью 5 т;

БКСМ-5-5 – башенный кран самомонтирующийся грузоподъемностью 5 т для 5-этажного строительства.

Грузозахватные приспособления предназначены для захвата штучных и наволочных (насыпных) грузов при их перегрузке кранами и погрузчиками. Они должны обеспечивать надежность удержания груза на весу и безопасную работу людей, сохранность груза и упаковки, быстрый захват и освобождение груза.

Грузозахватные приспособления *по назначению* могут быть *универсальными*, обеспечивающими захват грузов различной конфигурации и размеров, и *специальными*, приспособленными для грузов определенного вида. К универсальным грузозахватным приспособлениям относятся крюковые подвески и стропы, к специальным – клещевые и эксцентриковые захваты для штучных грузов (труб, рельсов, ящиков, бочек и т. п.) и пакетов, грузов на поддонах или без них, рейферы для насыпных материалов, траверсы для различных длинномерных и крупногабаритных грузов, а также захваты и спредеры для конвейеров.

Крюковые подвески служат для соединения крюка с канатом.

Крюковые подвески подбирают в зависимости от расчетной грузоподъемности и схемы полиспаста.

Для подвески перегружаемых грузов к крюку грузоподъемного крана применяют простейшие грузозахватные (чалочные) приспособления, называемые стропами.

В строительстве применяют *одноветвевые универсальные* и *многоветвевые простые*, а также *уравновешивающие стропы*.

Стропы, предназначенные для строповки различных грузов, деталей обвязкой, называют универсальными, а рассчитанные на навешивание грузов, имеющих приспособления (петли, крюки, скобы), – простыми.

Грузовые стропы грузоподъемностью 0,32–32,0 т изготавливают по ГОСТ 25573-82 следующих типов: 1СК – одноветвевые; 2СК, 3СК, 4СК – соответственно двух-, трех- и четырехветвевые; УСК-1, УСК-2 – универсальные, исполнения 1 и 2. Марка **1СК-1,6** означает одноветвевой строп грузоподъемностью 1,6 т.

Для производства канатных стропов применяют канаты типа ТК, менее склонные к раскручиванию. Для стропов берут более мягкие канаты ($\sigma_b = 1700–1900$ МПа).

Все чалочные приспособления, в том числе и стропы, должны регулярно проходить освидетельствование комиссией Проматомнадзора (или другими

соответствующими органами) и снабжаться бирками с указанием допустимой грузоподъемности и даты испытания.

При работе со стропами особое внимание следует уделять правильному креплению их к поднимаемому грузу для исключения возможности аварии или несчастного случая. Поэтому к операции строповки груза допускаются только специально обученные люди – стропальщики, прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности выполнения конкретных операций.

Тема лекции 11. Погрузочные машины

Вопросы:

11.1 Погрузочно-разгрузочные машины. Общая характеристика, классификация.

Литература

1. Строительные машины : учебник для вузов / Д. П. Волков [и др.]. – Москва : Высш. шк., 1988. – 319 с.
2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Москва : Высш. шк., 2003. – 575 с.
3. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат., 1992. – 351 с.

Вопрос 11.1 Погрузочно-разгрузочные машины. Общая характеристика, классификация.

В строительном производстве погрузчики применяют для черпания сыпучих, мелкокусковых материалов, грунта и перемещения их на небольшие расстояния с погрузкой на транспортные средства, в приемные бункеры перерабатывающих машин и установок, укладки в штабеля, для подъема и погрузки на транспортные средства штучных грузов.

Погрузчики бывают *циклического и непрерывного действия*. К первым относятся одноковшовые и вилочные погрузчики (автопогрузчики), ко вторым – многоковшовые и скребковые.

По типу ходового устройства одноковшовые погрузчики разделяются на: пневмокошесные; на гусеничном ходу.

По виду рабочего органа: фронтальные – у которых черпание материала и разгрузка ковша происходят с фронтальной (лобовой) стороны машины; с боковой разгрузкой – у которых черпание производится с фронтальной стороны машины, а разгрузка происходит при опрокидывании ковша в сторону; полуповоротные – разгрузка ковша может производиться в любую сторону в пределах 180° (в плане); погрузчики с задней разгрузкой с переносом ковша через себя (например марки ПН-4, П-1).

Строительные одноковшовые фронтальные погрузчики циклического действия применяют не только при погрузке сыпучих материалов, но и при разработке песчано-гравийных карьеров, на разработке грунта I–II категорий и транспортировке его на небольшие расстояния. Также используются на расчистке и планировке площадок, на рытье траншей и котлованов и зачистке их стенок, для засыпки траншей, а также пазух при возведении фундаментов, для очистки площадок от строительного мусора, при перевозке и укладке труб, а также на монтажных, такелажных других работах.

Универсальность фронтальных погрузчиков обеспечивается наличием *сменного оборудования*. Наиболее применимыми являются ковши различной

вместимости (нормальный для щебня и средних категорий грунта, уменьшенный для погрузки булыжника и разработки тяжелых грунтов, увеличенной вместимости для штабелирования угля, разработки песка и легких грунтов), двухчелюстной захват для леса и длинномерных материалов, грузовые вилы для штучных грузов, монтажные стрелы и др.

Фронтальные погрузчики по сравнению с одноковшовыми экскаваторами имеют менее сложную конструкцию, меньший вес, лучшую маневренность, проходимость и мобильность. Трудоемкость погрузочных и земляных работ на грунтах I–II категорий мощными фронтальными погрузчиками в 1,5–2 раза ниже трудоемкости их выполнения одноковшовыми экскаваторами.

В Республике Беларусь ОАО «Амкодор» налажен выпуск одноковшовых погрузчиков с широким диапазоном грузоподъемностей от 0,32 до 10 т (Амкодор 312 на базе БеЛАЗ-7822). Выпуск фронтальных погрузчиков налажен на МАЗ и совместном предприятии МАЗ-МАН.

АМКОДОР 325С, **АМКОДОР 332С**, **АМКОДОР 342С** (грузоподъемность 2,5 т, 3,4 т, 3,8 т); **АМКОДОР 320** (грузоподъемность 2,0 т); **АМКОДОР 352С** (4,7 т); **ВМЕ-1560** (1,5 т), **ВМЕ-1562** (2 т), **АМКОДОР 211** с бортовым поворотом (1,2 т); **АМКОДОР 527** с телескопической стрелой (2,5–0,5 т); **ДЗ-133** (0,75 т); **АМКОДОР-134** (1 т); **ТО-18**; **ТО-18БЗ**; **ТО-18К**; **ТО-28А**; **ТО-27-2А** и др.

Погрузчики вилочные:

ПВ-50031 – грузоподъемность $Q = 5$ т, высота подъема $h = 3,3$ м; **ВП-05** – грузоподъемность $Q = 5$ т, высота подъема $h = 3,3$ м; **ВП-03-02** – грузоподъемность $Q = 3$ т, высота подъема $h = 3,3$ м.

Погрузчики непрерывного действия используют в основном для погрузки сыпучих и мелкокусковых материалов.

Основными их частями являются:

- силовое оборудование, дизельное или дизель-электрическое;
- ходовая часть – специальное шасси гусеничное или пневмо-колесное;
- устройство для забора материала;
- устройство для перемещения материала на высоту, определяемое потребным уровнем подачи материалов;
- распределительное устройство, обеспечивающее распределение в плане материалов, поднятых на высоту (ленточный транспортер (иногда телескопический) или скребковый).

Основной частью погрузчика непрерывного действия является его подъемная часть, в качестве которой чаще всего используют цепной ковшовый элеватор или скребковый транспортер.

В качестве заборного устройства используют питатели двух видов, подгребающие материал к подъемной части и зачерпывающие, которые захватывают материал, забрасывают его на подъемное устройство.

К подгребающим питателям относят шнековые и лапчатые. К зачерпывающим – роторное колесо.

Роторные питатели применяют в виде ковшового колеса, ковши со скошенными стенками, зачерпывают материал и подают его на ленточный транспортер.

Основным достоинством роторных погрузчиков является их высокая производительность и возможность забора материала из любого места штабеля, в то время как элеваторные и скребковые погрузчики пригодны только для забора материала с того уровня, на котором расположена машина.

Тема лекции 12. Общие сведения о машинах для земляных работ

Вопросы:

12.1 Назначение и общая классификация машин для земляных работ. Основы взаимодействия рабочих органов землеройных машин с грунтом.

Литература

1. Строительные машины : учебник для вузов / Д. П. Волков [и др.]. – Москва : Высш. шк., 1988. – 319 с.
2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Москва : Высш. шк., 2003. – 575 с.
3. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат., 1992. – 351 с.

Вопрос 12.1 Назначение и общая классификация машин для земляных работ. Основы взаимодействия рабочих органов землеройных машин с грунтом.

При земляных работах выполняют следующие основные операции: отделение части грунта от естественного массива, набор отделенной части в рабочий орган машины или накопление впереди него, перемещение грунта в заданное место и отсыпку в тело земляного сооружения, отвал и т. д. или погрузку в транспортные средства, планировку и уплотнение грунта.

Место набора грунта называется *забоем*, а место отсыпки – *отвалом*.

Применяют три основных способа разработки грунта: *механический*, при котором часть грунта отделяют от основного массива ковшовым или ножевым рабочим органом машины; *гидравлический*, когда грунт разрабатывают в сухих забоях струей воды, а в забоях под водой – потоком воды, путем засасывания землесосом (плотные грунты разрыхляют при этом механическим способом – рыхлителем); *взрывной*, при котором разрушают грунт и перемещают его в нужном направлении давлением газов, выделяемых взрывчатыми веществами при их сгорании.

Выбор способа разработки в значительной степени зависит от состава, механических и физических свойств грунта.

Основные свойства грунта, определяющие трудность их разработки – это средняя плотность, разрыхляемость, связность, липкость, водопроницаемость, водопоглощаемость, влажность, размываемость, устойчивость, сопротивление грунта резанию и копанию (при механическом способе) или удельный расход воды в кубических метрах на разработку 1 м³ грунта (при гидравлическом способе).

Средняя плотность грунтов выражается обычно в кг/м³ или т/м³. Грунты в естественном залегании называют грунтами в плотном теле. При воздействии рабочего органа машины на грунт он разрыхляется и увеличивается в объеме.

Разрыхляемость – отношение объема, занимаемого грунтом после его разрыхления V_p , к первоначальному объему грунта в плотном – теле V_n называется коэффициентом разрыхления K_p :

$$K_p = V_p / V_n.$$

По объему в плотном теле и коэффициенту разрыхления грунта устанавливают толщину снимаемого слоя (стружки) и путь набора грунта для 100%-ного наполнения рабочего органа, объем грунта, который можно погрузить в транспорт, площадь на отвал грунта и т. д.

Связность (взаимное сцепление частиц) характеризует способность грунта противостоять воздействию внешних сил, стремящихся разъединить его частицы. С увеличением связности растет удельное сопротивление грунта резанию и размыву.

Липкость (способность грунта прилипать к различным предметам) затрудняет набор связных грунтов во влажном состоянии в рабочий орган и его разгрузку.

От *водопроницаемости* (способности грунта пропускать воду) и *водопоглощаемости* (способности грунта поглощать воду) зависит влажность грунта. *Влажность* (отношение массы воды к массе сухого грунта в процентах) оказывает существенное влияние на связность, липкость и трудность разработки грунтов. Так, сухая глина требует большего усилия на рабочем органе для отделения ее слоя от массива, чем влажная, но обладает меньшей липкостью.

Размываемость (способность грунта разрушаться под действием воды, протекающей с определенной скоростью) определяет возможность разработки и транспортирования грунта гидравлическим способом.

Устойчивость (способность грунта держаться на откосе) часто определяет безопасность работы машины от возможных оползней; она характеризуется углом естественного откоса грунта и зависит от сцепления его частиц между собой.

Под *резанием грунта* понимается отделение некоторой его части от массива, а под *копанием* – комплекс процессов, связанных с резанием и перемещением вырезанной части грунта.

Удельное сопротивление резанию (отношение силы, под действием которой происходит резание, к площади поперечного сечения срезаемого слоя грунта – стружки) и *удельное сопротивление копанию* (отношение силы, под действием которой грунт вырезается и перемещается в рабочий орган или по рабочему органу, к площади поперечного сечения срезаемого слоя грунта – стружки) определяют толщину слоя (стружки) грунта, которую можно снимать при его разработке данной машиной. Удельное сопротивление резанию и копанию измеряется в Па или МПа.

Грунты по трудности разработки механическим способом делятся на шесть групп:

I группа – растительный грунт, торф, пески и супеси;

II группа – лёссовидный суглинок, рыхлый влажный лёсс, гравий до 15 мм;

III группа – жирная глина, тяжелый суглинок, крупный гравий, лёсс естественной влажности;

IV группа – ломовая глина, суглинок с щебнем, отвердевший лёсс, мягкий мергель, опоки, трепел;

V и **VI** группы – скалы и руда, а также мерзлые глинистые и суглинистые грунты.

Каждый грунт по трудности разработки может входить в группу легкоразрабатываемых грунтов одним методом и в группу трудноразабатываемых грунтов – другим методом.

Каким бы сложным ни был рабочий орган землеройной машины, его режущая часть всегда выполняется в виде клина, положение которого относительно грунтового массива и траектории движения характеризуется углами: α – угол резания – между передней гранью клина и направлением резания; β – угол заострения клина – между передней и задней гранями ножа, измеренный в плоскости, нормальной к режущей кромке; Θ – задний угол резания – между задней гранью клина и вновь образованной поверхностью среза, измеренный так же, как и угол β ; φ – угол захвата – угол в плане между режущей кромкой и направлением резания (если $\varphi = \pi/2$ – клин прямой, грунт перемещается только впереди клина; если $\varphi < \pi/2$ – клин косой, грунт перемещается не только впереди клина, но и смещается вдоль него); μ – угол зарезания – наклона клина в вертикальной плоскости, перекоса; ψ – угол скола грунта – между векторами абсолютной скорости стружки и скорости движения клина.

В зависимости от грунтовых условий, режима работы и геометрических параметров клина отделяемая от массива стружка может быть сливной, ступенчатой, элементной и стружкой отрыва; а в зависимости от числа закрытых боковых срезов резание бывает блокированным, полублокированным и свободным.

При углах скола $\psi = 90^\circ - \alpha$ происходит уплотнение грунта, $\psi = 90^\circ - \alpha/2$ – образование сливной стружки, $\psi = 90^\circ - 0,5(\alpha - \varphi_r + \varphi_c)$ – сдвиг грунта; φ_r и φ_c – углы внутреннего и внешнего трения.

Во всех случаях взаимодействия рабочих органов с грунтом перед режущей кромкой возникает уплотненное ядро – тело из частиц грунта, обладающее повышенной прочностью и находящееся в трехосном напряженном состоянии. Уплотненное ядро может быть стабильным и нестабильным, периодически разрушаясь и вновь образуясь. Именно через уплотненное ядро рабочий орган взаимодействует с внешней средой.

Исследованиями советских ученых В.П. Горячкина, Н.Г. Домбровского, А.Н. Зеленина, Ю.А. Ветров, В.И. Баловнева, Д.И. Федорова и других, вскрыта качественная картина процесса разрушения грунтов и выведены экспериментально-теоретические формулы, позволяющие количественно

оценить сопротивления, возникающие при взаимодействии рабочих органов землеройных машин с грунтом.

Для снижения энергоемкости разработки грунта целесообразно устанавливать оптимальные геометрические параметры рабочих органов с учетом конкретных грунтовых условий. Энергоемкость существенно снижается, когда, помимо непосредственной разработки грунта, создаются условия для его обрушения под действием собственного веса без дополнительной затраты энергии. Принцип обрушения грунта используется, например, в землеройно-фрезерных машинах и каналокопателях с комбинированными рабочими органами.

Тема лекции 13. Одноковшовые экскаваторы

Вопросы:

13.1 Назначение, классификация и обозначение одноковшовых экскаваторов. Виды сменного рабочего оборудования.

Литература

1. Строительные машины : учебник для вузов / Д. П. Волков [и др.]. – Москва : Высш. шк., 1988. – 319 с.

2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Москва : Высш. шк., 2003. – 575 с.

3. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат., 1992. – 351 с.

Вопрос 13.1 Назначение, классификация и обозначение одноковшовых экскаваторов. Виды сменного рабочего оборудования.

Слово экскаватор (от латинского *excavo* – долбить) означает буквально «выдалбливатель». Эта машина предназначена для копания и перемещения грунта из забоя в транспортное средство или в отвал.

Экскаватор – основной тип землеройных машин, применяемых для производства земляных работ в гидротехническом и мелиоративном строительстве.

Все экскаваторы разделяются на две группы: одноковшовые – периодического или циклического действия и многоковшовые – непрерывного действия.

Одноковшовый экскаватор был изобретен американским инженером У. Оттисо в 1834 г. и использовался при постройке железной дороги Балтимор–Огайо.

В 1845–1851 гг. при постройке железной дороги Москва–Петербург применялись экскаваторы.

С 1901–1903 гг. на Путиловском заводе были созданы первые отечественные конструкции экскаваторов (механических лопат) на железнодорожном ходу с ковшами емкостью 1,9 и 2,3 м³.

В настоящее время одноковшовые экскаваторы в Республике Беларусь выпускаются Кохановским экскаваторным заводом.

Одноковшовые экскаваторы являются универсальными машинами многоцелевого назначения. Их широко применяют на различных земляных работах для разработки карьеров строительных материалов, на погрузке в транспорт сыпучих и кусковых материалов, а с помощью сменного оборудования ими осуществляют различные мелиоративные и строительные операции. Универсальные экскаваторы классифицируют по номинальной вместимости ковша – размерной группе, конструкции ходового оборудования,

возможности вращения поворотной части, типу привода, исполнению и виду рабочего оборудования.

Следует отметить, что универсальные одноковшовые экскаваторы унифицированы со стреловыми кранами по отдельным элементам ходового оборудования, трансмиссии и рабочему оборудованию.

Одноковшовые экскаваторы бывают *универсальными строительными* (вместимостью ковша 0,15...2,5 м³ и 2,5...4 м³), *вскрышными* (6 м³ и выше) и *туннельными*. В мелиоративном и дорожном строительстве применяют в основном универсальные экскаваторы с ковшом вместимостью до 3,2 м³.

По типу ходового оборудования одноковшовые экскаваторы разделяют на гусеничные, пневмокошесные на специальном шасси, на шасси грузовых автомобилей массового производства, на тракторах (навесные), шагающие, плавучие.

По возможности вращения поворотной части экскаваторы бывают: полноповоротными, с вращением поворотной части вокруг вертикальной оси, и неполноповоротными, угол вращения которой ограничен (для навесного оборудования, смонтированного на тракторах).

По роду силовой установки экскаваторы делятся на машины с двигателем внутреннего сгорания, электродвигателем и с дизель-электрическим приводом.

По типу силовой передачи от двигателя к рабочему органу и к ходовому оборудованию экскаваторы разделяют на машины с механической, гидравлической и гидромеханической трансмиссией.

По числу двигателей одноковшовые экскаваторы делятся на одномоторные и многомоторные.

Для одноковшовых экскаваторов принята определенная буквенная индексация (ЭО). После буквенного индекса следует цифровое обозначение модели. Первая цифра указывает размерную группу экскаватора (вместимость ковша, мощность двигателя, эксплуатационная масса экскаватора). Вторая цифра указывает на тип ходового оборудования (гусеничное, пневмокошесное, самоходное шасси и др.) Третья – исполнение рабочего оборудования (с гибкой, жесткой или телескопической подвеской). Четвёртая – порядковый номер модели данного типоразмера экскаватора. При модернизации после цифрового обозначения добавляют буквы, по порядку алфавита.

Например, марка **ЭО-4121А** обозначает: экскаватор одноковшовый, 4 – размерная группа экскаватора, 1 – гусеничное ходовое оборудование, 2 – с жёсткой подвеской рабочего оборудования, 1 – первая модель, А – первая модернизация.

Универсальность экскаваторов, их многоцелевое назначение обеспечивается применением различных видов сменного оборудования.

Рабочее оборудование для разработки грунта выше уровня стоянки с укрепленным на напорной рукояти ковшом, копающим в направлении от экскаватора, называют *прямой лопатой*. У маятниковой прямой лопаты рукоять совершает только маятниковые движения относительно стрелы, а напор ковша

при копании осуществляется одновременным опусканием стрелы. Напорная прямая лопата имеет приводное устройство для напорного движения рукояти. Прямая лопата со створчатым ковшом может разрабатывать грунт при смыкании створок ковша, поворачивающихся в плоскости, перпендикулярной плоскости поворота рукояти.

Рабочее оборудование для разработки грунта ниже уровня стоянки с укрепленным на рукояти ковшом, копающим в направлении к экскаватору, называют *обратной лопатой*. Боковая обратная лопата предназначена для работы в стесненных условиях с ковшом, копающим в вертикальной плоскости, смещенной относительно вертикальной оси вращения поворотной платформы или относительно продольной оси базовой машины.

Рабочее оборудование, из узлов которого может быть смонтирована прямая или обратная лопата, называется *универсальной лопатой*.

Драглайн применяют при разработке грунта ниже уровня стоянки экскаватора. Глубина копания, высота разгрузки ковша и расстояние, на которое может быть заброшен ковш (радиус копания) драглайна, значительно больше, чем у прямой и обратной лопаты. Поэтому драглайн используют для рытья сравнительно больших котлованов и траншей, а также для отсыпки насыпей.

Часто для очистки каналов применяют *боковой драглайн* с ковшом, подвешенным на канатах и копающим под углом к вертикальной плоскости стрелы.

Грейфер применяют для разработки грунтов, расположенных ниже и выше уровня стоянки экскаватора (рытье глубоких котлованов, очистке прудов и каналов), для погрузки и разгрузки сыпучих материалов. Грейферы бывают канатные и гидравлические. У канатного грейфера усилие напора ковша на грунт создается только весом ковша и динамическим ударом при опускании. Для разработки плотных и слежавшихся грунтов применяют жесткий (гидравлический) грейфер, у которого усилие напора осуществляется системой рычагов и гидравлическими цилиндрами.

Крановое оборудование используют при выполнении разнообразных погрузочно-разгрузочных, такелажных и реже – монтажных работ. Стрелу для крана используют такую же, что и для драглайна, с такой же схемой ее подвески. В некоторых случаях на верхней части стрелы монтируют гусек, который позволяет увеличивать высоту подъема груза и подавать его на большое расстояние.

Погрузочный ковш служит для погрузки сыпучих и кусковых материалов. Ковш заполняется напорным усилием с одновременным поворотом при его движении от экскаватора или с одновременным перемещением экскаватора. Погрузочный ковш имеет в 2...3 раза большую вместимость по сравнению с прямой лопатой для одной и той же модели экскаватора, что позволяет существенно повышать его производительность на погрузочных работах.

Планировочное оборудование в виде уширенного ковша или отвала бульдозерного типа монтируют на универсальной стреле экскаватора для

последней разработки грунта, планировки откосов, насыпей и выемок в различных плоскостях. Для специальных планировочных работ с рабочим органом, который укрепляют обычно на телескопической стреле, изменяющей при работе свою длину и поворачивающейся к своей продольной оси, выпускают специальные экскаваторы-планировщики с различными рабочими органами для земляных, планировочных и зачистных работ.

Производительность одноковшовых экскаваторов зависит от многих факторов: конструкции машины, времени (продолжительности) рабочего цикла, являющихся базовой характеристикой экскаватора, состояния и качества грунта и забоя, уровня организации производства земляных работ, квалификации машиниста и др.

Теоретическую производительность одноковшового экскаватора ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяют по формуле:

$$\Pi_T = q n,$$

где q – геометрический объем ковша, м^3 ;

n – конструктивно-расчетное число рабочих циклов за 1 ч работы;

$$n = 3600/t_{\text{ц}},$$

$t_{\text{ц}}$ – теоретическая (расчетная) продолжительность рабочего цикла, включая копанье, поворот для выгрузки ковша, выгрузку, поворот в забой и опускание ковша, с, $t_{\text{ц}} = 15$ с для малых и до 60 с для больших экскаваторов.

Техническая производительность экскаватора учитывает коэффициент наполнения ковша, влияние разрыхления грунта и продолжительность цикла.

Для определения технической производительности экскаватора $\Pi_{\text{тех}}$ используют формулу:

$$\Pi_{\text{тех}} = \Pi_T(k_n/k_p),$$

где k_n – коэффициент наполнения ковша грунтом;

k_p – коэффициент разрыхления грунта.

Коэффициент наполнения ковша прямой лопаты в зависимости от группы грунта и его состояния принимают $k_n = 1,05 \dots 1,2$, для драглайна $k_n = 0,9 \dots 1,15$.

Эксплуатационная производительность экскаватора $\Pi_{\text{экс}}$ определяется с учетом потерь времени, нарушающих непрерывность его работы, по формуле:

$$\Pi_{\text{экс}} = \Pi_{\text{тех}} k_v k_y,$$

где k_v – коэффициент использования машины по времени, $k_v = 0,85 \dots 0,95$;

k_y – коэффициент влияния качества системы управления машины и квалификации машиниста. Это коэффициент при средней квалификации машиниста экскаватора может быть принят: для ручного управления $k_y = 0,81$; для управления с помощью сервомеханизмов $k_y = 0,86$, для мощных машин $k_y = 0,98$.

Средняя эксплуатационная годовая производительность одноковшовых экскаваторов в зависимости от климатических и других условий работы колеблется от 100 тыс. до 200 тыс. м³ и более в год на 1 м³ объема ковша.

Тема лекции 14. Экскаваторы непрерывного действия

Вопросы:

14.1 Назначение, классификация и обозначение экскаваторов непрерывного действия, определение их производительности.

Литература

1. Строительные машины : учебник для вузов / Д. П. Волков [и др.]. – Москва : Высш. шк., 1988. – 319 с.

2. Добронравов, С. С. Строительные машины и основы автоматизации: учебник / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – Москва : Высш. шк., 2003. – 575 с.

3. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат., 1992. – 351 с.

14.1 Назначение, классификация и обозначение экскаваторов непрерывного действия, определение их производительности.

Экскаваторы, непрерывно разрабатывающие и транспортирующие грунт в отвал или транспортное средство, называются *экскаваторами непрерывного действия*.

Совмещение и непрерывность рабочих процессов отличают экскаваторы непрерывного действия от землеройных машин циклического действия, таких, как, например, одноковшовые экскаваторы или скреперы, у которых копание и транспортирование грунта производится периодически и последовательно.

Совмещение рабочих процессов и непрерывная разработка грунта в течение всего рабочего времени обеспечивают высокую выработку землеройных машин непрерывного действия и повышение производительности труда.

Экскаватор непрерывного действия имеет непрерывно копающий рабочий орган, цепной или роторный, рабочие элементы которого один за другим разрабатывают грунт и выносят его к транспортирующим устройствам. Рабочими элементами экскаваторов непрерывного действия являются ковши, скребки или резцы. Для обеспечения непрерывной работы машины рабочий орган должен постоянно перемещаться. Характер этого перемещения в сочетании с типом рабочего органа является основным отличительным признаком, по которому классифицируют экскаваторы непрерывного действия.

У экскаваторов продольного копания, плоскости перемещения органа и движения ковшей или скребков совпадают; у экскаваторов поперечного копания – плоскость движения ковшей перпендикулярна плоскости движения рабочего органа; у экскаваторов радиального копания – ковши движутся в вертикальной плоскости, а сам рабочий орган совершает поворотное движение относительно вертикальной оси.

Экскаваторы продольного копания цепные и роторные имеют основное исполнение – траншейное и видоизменения его с дополнительным

оборудованием для укладки дрен и прокладки каналов. Двухроторные, плужно-роторные и шнекороторные предназначены для рытья каналов.

Экскаваторы поперечного копания имеют два основных исполнения – карьерное и мелиоративное.

Экскаваторы радиального копания, или, как их часто называют, роторные стреловые экскаваторы, предназначены для карьерных и добычных работ.

К недостаткам экскаваторов непрерывного действия относятся малая универсальность (узкая специализация) и сложность конструкции.

Современные траншейные экскаваторы относятся к числу наиболее эффективных и высокопроизводительных землеройных машин. По сравнению, например, с одноковшовыми экскаваторами они имеют вдвое большую производительность. Траншея, отрытая с их помощью, имеет заданные размеры и ровные стенки. На дно траншеи просыпается незначительная часть грунта.

В зависимости от условий работы траншейные экскаваторы выполняются на пневмоколесном или гусеничном ходу.

Основными достоинствами траншейных экскаваторов на пневмоколесном ходу являются маневренность, возможность передвигаться с высокой транспортной скоростью по шоссе и дорогам. Их недостатками являются высокое удельное давление на грунт, низкая проходимость, коэффициент сцепления с грунтом.

По условиям лучшей проходимости и возможности реализации большей тяговой силы, наибольшее распространение получили траншейные экскаваторы на гусеничном ходу.

Недостатки этих экскаваторов – малая транспортная скорость при переездах на другой производственный объект.

Траншейные экскаваторы различаются:

- по глубине и ширине копания,
- по мощности силовой установки,
- по производительности,
- по массе рабочего оборудования и соответственно по общей массе машины,
- по удельному давлению на грунт.

В конструкции всех траншейных экскаваторов можно выделить три основные группы: *рабочее оборудование*, включающее рабочий орган и отвальное устройство; *ходовое оборудование*, состоящее из ходового механизма с приводом рабочего и транспортного хода платформы с кабиной, силовой установки и других узлов; *вспомогательное оборудование*, состоящее из механизма подъема, опускания рабочего органа и транспортирующего устройства.

Цепной траншейный экскаватор представляет собой самоходную землеройную машину непрерывного действия на гусеничном или пневмоколесном ходу. Эти экскаваторы относятся к неповоротным машинам продольного, копания. Как правило, при работе их передвижение

осуществляется вдоль оси отрываемой выемки, при этом рабочее оборудование находится сзади кабины.

К достоинствам траншейных цепных экскаваторов относятся: возможность отрывания траншей большой (3 м и более) глубины; небольшие габаритные размеры и масса рабочего оборудования и машины в целом.

Их серьезным недостатком является: низкий КПД цепного рабочего органа, не превышающий при работе в абразивной среде значения 0,6.

Основными частями траншейного цепного (ЭТЦ-165А, ЭТЦ-208) экскаватора являются: бесконечная цепь с ковшами или скребками, огибающая ковшовую стрелу, на которой крепятся ведущая натяжная звездочки и опорные ролики; опорная рама, на которой размещены двигатель, трансмиссия, кабина и система управления; ходовое оборудование; отвальное устройство – метатель, ленточный или скребковый конвейер.

Экскаватор ЭТЦ-165А на базе пневмоколесного трактора Беларус 82 предназначен для отрывки траншей прямоугольного профиля под укладку электрических кабелей связи и трубопроводов различного назначения в минеральных грунтах I-II категорий без каменистых включений. С помощью бульдозерного отвала выполняются мелкие планировочные работы и засыпка траншеи. Конструкцией экскаватора предусмотрена возможность установки специального оборудования для разработки мерзлого грунта.

Техническая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется количеством грунта, разрабатываемого за один час чистой работы при полном использовании технических возможностей машины, и зависит от объема ковшей q (м^3), числа разгрузок в час ($60n$), коэффициента разрыхления грунта (k_p) и коэффициента наполнения ковшей (k_n):

$$\Pi_{\text{тех}} = q 60n (k_n/k_p).$$

Для увеличения производительности на легких грунтах применяют сменные ковши большей вместимости или сменные козырьки, увеличивающие емкость ковшей.

Для обеспечения высокой производительности необходимо так же, что бы ковши очищались от налипающего грунта и опорожнялись полностью, а двигатель работал в нормальном режиме полной нагрузки, но не перегружался. При этом будет обеспечено полное использование объема ковша и наибольшее число ссыпок.

Эксплуатационная производительность $\Pi_{\text{экс}}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$), т. е. с учетом простоев по организационным причинам определяется:

$$\Pi_{\text{экс}} = \Pi_{\text{тех}} k_{\text{в}},$$

где $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования машины по времени, $k_{\text{в}} = 0,5 \dots 0,75$.

Тема лекции 15. Землеройно-транспортные машины

Вопросы:

15.1 Назначение, классификация и основные параметры землеройно-транспортных машин.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.
2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

Вопрос 15.1 Назначение, классификация и основные параметры землеройно-транспортных машин

Землеройно-транспортными машинами (ЗТМ) называют машины, которые за счет тягового усилия послойно отделяют грунт от массива и транспортируют его к месту укладки в процессе передвижения самой машины. К ЗТМ относятся бульдозеры, скреперы, грейдеры, автогрейдеры, грейдер-элеваторы и струги.

Бульдозер представляет собой машину, состоящую из базового трактора или другой машины с навешенным на ней бульдозерным оборудованием.

Для навески бульдозерного оборудования обычно используются сельскохозяйственные и промышленные гусеничные тракторы следующих тяговых классов 3, 4, 6, 10, 15, 25, 35, а также колесные тракторы 0,9, 1,4, 3, 5 классов.

Бульдозеры применяют для послойной разработки и перемещения на небольшое расстояние (до 50...150 м) грунтов I...IV категорий, а также предварительно разрыхленных скальных и мерзлых грунтов. Бульдозером можно выполнять различные работы: производить грубую планировку земель, возводить насыпи, делать выемки и котлованы, разравнивать грунт, отсыпaeмый другими машинами, штабелевать сыпучие материалы и торфокрошку, засыпать траншеи, временные оросительные каналы, котлованы, пазухи фундаментов зданий. В сочетании с экскаваторами бульдозеры используют на строительстве осушительных и оросительных каналов и на других работах. Применяют бульдозеры и на подготовительных работах, для срезки и расчистки кустарника и мелколесья, корчевке небольших пней, уборке валунных камней с сельскохозяйственных угодий.

Рабочий цикл бульдозера состоит из копания грунта, его транспортирования, разгрузки и возвращения машины в забой. Скорость бульдозера при копании составляет 2,5...4,0 км/ч. В процессе работы при поступательном движении бульдозера вперед отвал опускается, при этом ножи врезаются в грунт и срезают слой грунта толщиной 15...20 см. Отделяемый от массива грунт отвалом перемещается к месту укладки.

Для увеличения производительности бульдозера существуют следующие эксплуатационные приемы:

- резание и транспортирование грунта под уклон;
- работа двух-трех бульдозеров, движущихся параллельно друг другу с интервалом между отвалами 0,3...0,5 м. В результате производительность увеличивается на 15...25 %;
- перемещение грунта с промежуточной отсыпкой, при этом производительность возрастает на 5...10 %, если грунт перемещать в два-три этапа, то есть грунт перемещается сначала на половину пути или 1/3, накапливается на этом промежуточном этапе до объема 100...200 м³, а затем перемещается дальше;
- перемещение грунта в траншею глубиной 40...60 см, при боковых валиках высотой 20...25 см позволяет увеличить производительность на 10...15 %;
- установка дополнительного рабочего оборудования на отвале бульдозера; открылок-уширителей; приспособления для рыхления грунта при движении задним ходом.

В строительстве и мелиорации бульдозеры выполняют около 35 % всех земляных работ.

Классификация бульдозеров производится: по назначению, по типу ходового устройства, по способу установки отвала, по номинальному тяговому усилию и мощности двигателя.

По назначению бульдозеры подразделяются на бульдозеры общего назначения, используемые для выполнения основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ, и специальные, применяемые для выполнения целевых работ в специальных грунтовых или технологических условиях (бульдозеры-толкачи, подземные и подводные бульдозеры).

По типу ходового устройства бульдозеры бывают гусеничные и пневмоколесные.

По способу установки отвала бульдозеры подразделяются на бульдозеры с неповоротным и поворотным отвалом (универсальные). Неповоротный бульдозерный отвал закреплен на толкающей раме под прямым углом к направлению движения трактора. При такой установке отвала бульдозер работает на перемещении грунта, срезке неровностей грунта, выравнивании поверхности и рытье каналов.

Поворотный отвал бульдозера можно установить под углом 54...65° к продольной оси трактора, при этом отвал перемещает грунт в сторону по отношению к направлению линии движения бульдозера. Бульдозеры с отвалом, установленным под углом к линии движения, широко применяются на выравнивании кавальеров осушительных каналов, на засыпке дренажных траншей и временных каналов системы орошения.

По номинальному тяговому усилию классифицируются гусеничные бульдозеры, а по мощности двигателя – колесные.

Главный параметр бульдозеров, бульдозеров-рыхлителей и бульдозеров-толкачей – *тяговый класс базового трактора*, который характеризует силу тяги, развиваемую при скорости 0,7...0,9 м/с и минимальном буксовании гусениц.

К основным параметрам бульдозера относят тяговый класс, мощность двигателя, массу, переднюю рабочую скорость движения и заднюю холостую, длину продольной базы ходовой части, колею гусениц или колес, ширину гусениц или размер шин колесного трактора, дорожный просвет (клиренс), радиус поворота, удельное давление на грунт, габаритные размеры.

Для перемещения относительно легких грунтов при разравнивании кавальеров открытых оросительных каналов, засыпки траншей, каналов, рвов, планировки торфяных полей и других работ применяют бульдозеры – *кавалероуравниватели*. Они отличаются повышенной проходимостью и увеличенными размерами отвала, выполняемого поворотным.

Бульдозеры-рыхлители представляют собой агрегаты, состоящие из бульдозера и смонтированного сзади рыхлительного оборудования. Благодаря этому они могут работать как бульдозеры или рыхлители.

У рыхлителей выделяют следующие основные параметры: высоту подъема и заглубления зуба, угол съезда, скорость подъема и опускания рыхлительного оборудования.

Производительность бульдозера при резании и перемещении грунта

$$P_{\text{экс}} = 3600qk_{\text{в}}/t_{\text{ц}},$$

где $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования бульдозера по времени, равный 0,8...0,9;

q – объем грунта перед отвалом в плотном теле, м³;

$t_{\text{ц}}$ – время цикла работы бульдозера.

Скрепер является самоходной или прицепной землеройно-транспортной машиной, рабочим органом которой является ковш на пневмоколесах, снабженный в нижней части ножами для срезания слоя грунта.

Скреперы предназначены для послойного срезания грунта с набором в ковш, транспортирования, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов I...II категорий. Скреперы широко применяются в строительстве для выполнения землеройно-транспортных и планировочных работ. С использованием скреперов можно выполнять инженерную подготовку территорий под застройку, планировку кварталов, возведение насыпей, разработку широких траншей и выемок под различные сооружения и искусственные водоемы, отсыпку и уплотнение дорожных насыпей. Наиболее эффективно скреперы работают на не переувлажненных средних грунтах (супесях, суглинках, черноземах), не содержащих крупных каменистых включений. При разработке скреперами тяжелых грунтов их предварительно рыхлят на толщину срезаемой стружки.

Рабочий цикл скрепера состоит из следующих операций: резание грунта и наполнение ковша, транспортирование грунта, выгрузка (отсыпка) грунта, обратных холостой ход.

Скреперы классифицируют по: вместимости ковша, по способу загрузки ковша, по способу разгрузки ковша, по способу агрегатирования, по способу управления рабочим органом.

По вместимости ковша скреперы подразделяются – до 5 м³ – малой емкости, 5–15 м³ – средней, свыше 15 м³ – большой емкости.

По способу загрузки ковша различают скреперы, загружающиеся под воздействием силы тяги при движении машины; с механизированной (элеваторной) загрузкой.

По способу разгрузки ковша бывают скреперы со свободной (самосвальной) разгрузкой вперед или назад; с полупринудительной разгрузкой; с принудительной разгрузкой.

По способу агрегатирования различают скреперы прицепные к гусеничным или колесным тракторам и тягачам; полуприцепные одноосные, передающие часть нагрузки двухосному колесному тягачу, колесному или гусеничному трактору; самоходные пневмоколесные или гусеничные, у которых тягач и скрепер представляют собой единую машину и использование тягача без скрепера невозможно; самоходные скреперные поезда, состоящие из двух или более агрегатов.

По способу управления различаются скреперы с гидравлическим и электрогидравлическим управлением.

Преимуществом прицепных скреперов с гусеничными тракторами является высокая проходимость, обеспечивающая работоспособность машины на влажных грунтах, на затяжных и крутых подъемах, в тяжелых условиях бездорожья. Однако низкие транспортные скорости тракторов (10...13 км/ч) ограничивают экономически целесообразную дальность транспортировки грунта до 500...800 м. Самоходные скреперы более маневренные, мобильные и более производительные по сравнению с прицепными машинами той же вместимости. Дальность транспортировки грунта самоходными скреперами экономически эффективна до 5 км.

Главный параметр скреперов – *вместимость ковша*.

Основные параметры скрепера – вместимость ковша, ширина режущей кромки ковша, величина заглубления, толщина отсыпаемого слоя грунта, скорость движения скрепера при наборе и при транспортировании грунта, габаритные размеры скрепера и его масса.

Производительность скрепера при резании грунта естественного залегания

$$P_{\text{экс}} = 3600qk_{\text{в}}k_{\text{н}}/(k_{\text{р}}t_{\text{ц}}),$$

где $k_{\text{в}}$ – коэффициент использования скрепера по времени, равный 0,8...0,9;

$t_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла скрепера, с.

Повысить производительность скреперов можно путем применения рациональных приемов при резании грунта и наполнении ковша, при использовании тракторов – толкачей (для прицепных и полуприцепных скреперов) и сокращении рабочего цикла.

Грейдеры и автогрейдеры являются землеройно-транспортными машинами послойной разработки грунта и предназначены для планировки и профилирования поверхности грунта, возведения невысоких насыпей, перемещения грунта и дорожно-строительных материалов, планировки откосов, выемок и насыпей, устройства земляных корыт и боковых канав, смешивания грунтов с добавками органических и минеральных вяжущих материалов на полотне дороги, а также для очистки дорог и площадей от снега.

Грейдеры и автогрейдеры широко применяют в дорожном строительстве как основные машины для выполнения земляных работ, начиная с подготовительных и кончая профилированием земляного полотна; при ремонте и содержании автомобильных дорог; при строительстве железных дорог и аэродромов; в гидротехническом и мелиоративном строительстве.

Грейдеры и автогрейдеры, имеют рабочий орган, выполненный в виде отвала с ножом. Расположение отвала автогрейдера между передними и задними колесами отвала дает им существенное преимущество – позволяет выполнять точные планировочные работы.

Автогрейдеры могут иметь дополнительное бульдозерное рабочее оборудование, а также рыхлительное оборудование (кирковщик) и грунтоуплотняющее оборудование (вальцовый каток).

Грейдеры бывают прицепными, полунавесными и самоходными (автогрейдеры). Полунавесной грейдер отличается от прицепного в основном отсутствием передней оси и поэтому меньшей базой, и лучшей маневренностью. Прицепные и полунавесные грейдеры предназначены для работы в сцепе с гусеничными тракторами. Основные преимущества прицепных грейдеров – их простота и невысокая стоимость.

В зависимости от тягового класса трактора агрегируемого с грейдером они подразделяются на легкие – тяговый класс 3–4 (рабочая скорость 2...4 км/ч) и тяжелые – тяговый класс 10–15 (рабочая скорость 2...3,5 км/ч).

Автогрейдеры классифицируют по мощности установленного двигателя, конструкции рабочего органа, типу трансмиссии и колесной схеме.

По мощности двигателя автогрейдеры делятся на классы: класс 100 – мощность двигателя 45...75 кВт; класс 140 – 80...120 кВт; класс 180 – 120...160 кВт; класс 250 – 160...220 кВт. Автогрейдеры класса 100 относят к легкому типу, класса 140 – среднему, класса 180 – полутяжелому, класса 250 – тяжелому типу.

По конструкции рабочего органа различают автогрейдеры с неполноповоротным в плане грейдерным отвалом (угол поворота $\pm (32-45^\circ)$) и автогрейдеры с полноповоротным отвалом.

По типу трансмиссии различают автогрейдеры с механической и гидромеханической трансмиссией.

Для характеристики ходовой части автогрейдера применяют колесную формулу $A \times B \times V$, где A обозначает число осей с управляемыми колесами; B –

число осей с ведущими колесами; В – общее число осей. Наиболее распространены следующие колесные формулы: 1×2×3, 2×2×2 и 1×1×2.

Автогрейдеры с тремя осями (1×2×3) отличаются устойчивым прямолинейным движением, что является их существенным преимуществом при больших объемах планировочных работ на длинных участках.

Главными параметрами автогрейдеров являются мощность двигателя и масса.

К основным параметрам этим параметрам автогрейдера относят мощность двигателя, скорость движения автогрейдера, параметры отвала (длина, высота, величина заглубления, высота подъема, величина бокового выноса), габаритные размеры автогрейдера, эксплуатационную массу.

Производительность грейдера

$$P_{\text{экс}} = 3600qk_{\text{в}}/t_{\text{ц}}$$

Грейдер-элеваторы – высокопроизводительные землеройно-транспортные машины непрерывного действия, применяемые в авто, железнодорожном, гидротехническом и ирригационном строительстве для послойной разработки грунта с перемещением его в отвал или транспортные средства. Грейдер-элеваторы – машины непрерывного действия разрабатывают грунты I, II и III категорий. Плотные грунты необходимо предварительно рыхлить. В сухих сыпучих песках, переувлажненных глинистых грунтах, а также в грунтах, содержащих корни деревьев и валуны, грейдер-элеваторы не применяют. При длине гона менее 300 м применение грейдер-элеваторов нецелесообразно.

Грейдер-элеватор состоит из ходовой части, основной рамы, плужной балки, рабочего органа, ленточного конвейера, трансмиссии, привода конвейера, силовой установки и механизмов управления.

По способу агрегатирования грейдер-элеваторы бывают: прицепные; полуприцепные; самоходные; навесные в виде сменного оборудования к автогрейдерам.

По типу рабочего органа грейдер-элеваторы разделяют на машины с дисковыми ножами, которые могут быть поворотными или неповоротными, с совковыми и с полукруглой режущей кромкой (струги-метатели).

По расположению конвейера грейдер-элеваторы разделяют на машины с поперечным или диагональным расположением конвейера, с одним или двумя поворотными конвейерами и машины с грунтометателем.

Грейдер-элеваторы выпускают со следующими типами приводов: гидравлическим; механическим; многомоторным дизель-электрическим.

Тема лекции 16. Машины и оборудование для гидромеханизации

Вопросы:

16.1 Оборудование для гидромеханизации, водоотлива и водопонижения.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.
2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

Вопрос 16.1 Оборудование для гидромеханизации, водоотлива и водопонижения

Гидромеханизация – это способ производства земляных работ с применением гидравлических и гидромеханических машин, при котором разработка, транспортирование и укладка грунта в тело сооружения осуществляются за счет энергии потока или струи воды. Этим способом в гидротехническом строительстве используется для возведения плотин и дамб, насыпей, разработке котлованов, при дноуглубительных работах на каналах, реках, водоемах, очистке регулирующей сети от наносов и растительности, добыче инертных материалов и полезных ископаемых, при вскрышных работах на карьерах и др.

Успешное использование средств гидромеханизации возможно при наличии источника воды, электроэнергии, места для размещения дамб обвалования, а также грунтов и пород, обладающих способностью размываться.

Существуют следующие *способы работ при гидромеханизации*: гидромониторная разработка грунтов, гидротранспорт грунта и разработка грунта земснарядами.

Основными средствами гидромеханизации служат гидромониторы, грунтовые насосы, гидроэлеваторы и плавучие землесосные установки.

Основные достоинства средств гидромеханизации:

- высокие технико-экономические показатели;
- более низкая стоимость земляных работ (более чем на 20...25 %);
- небольшая масса и простота изготовления оборудования;
- высокая плотность укладки пород при намыве;
- высокая выработка на каждого рабочего.

К недостаткам способа производства земляных работ средствами гидромеханизации относятся:

- значительные затраты воды и электроэнергии;
- зависимость эффективности средств гидромеханизации от характера разрабатываемой породы;
- потребность в больших площадях для размещения отвалов;
- снижение эффективности работ при отрицательной температуре, а в ряде случаев и прекращение работ.

При разработке грунта гидравлическим методом образуется механическая смесь воды с частицами грунта, которая называется *пульпой*. Количество воды, необходимое для размыва и транспортирования 1 м^3 грунта, называется *удельным расходом воды*.

Гидромониторы относятся к основному оборудованию гидромеханизации. Они служат для создания плотных, компактных напорных струй воды, которые разрушают и смывают грунты, горные породы и другие материалы.

Назначение гидромонитора – направлять поступающую по трубопроводу воду в различные точки забоя в виде струи с максимальной скоростью движения и соответствующим давлением, необходимым для размыва данного грунта. Конструкция гидромонитора должна иметь минимальную массу, быть простой в управлении и надежной в работе, давать компактную мощную струю.

Современные гидромониторы классифицируют по следующим основным признакам:

- *по способу управления* – ручные и с дистанционным управлением;
- *по способу передвижения* – самоходные и несамоходные;
- *по давлению* – низкого (до $0,5 \text{ МПа}$), среднего ($0,5 \dots 1,2 \text{ МПа}$) и высокого (более $1,2 \text{ МПа}$) давления;
- *по расположению к забою* – ближнего и дальнего боя.

Каждый гидромонитор снабжается комплектом сменных насадков для получения требуемой скорости струи при разработке грунтов различной прочности: при диаметре входного отверстия 100 мм – диаметр насадков $17 \dots 25 \text{ мм}$, при 250 мм – $51 \dots 125 \text{ мм}$.

При сохранении требуемого расчетного расхода воды разрушающая скорость струи должна быть не менее $10 \dots 12 \text{ м/с}$ для песка, $18 \dots 25 \text{ м/с}$ для супесей и суглинков, $30 \dots 35 \text{ м/с}$ для глин.

Современные гидромониторы имеют расход до $4500 \text{ м}^3/\text{ч}$, и, кроме гидравлического, могут иметь ручное и дефлекторное управление.

Грунтовые насосы (землесосы) – разновидность центробежных насосов с односторонним всасыванием – предназначены для перекачки пульпы. Землесосы отличаются от обычных водяных центробежных насосов тем, что корпус и рабочее колесо ($3 \dots 6$ лопастей) рассчитаны на пропуск воды с грунтом, имеющим крупные каменистые включения, и изготавливаются из износостойких материалов.

Размыв начинается около стенок наконечника и быстро увеличивается вглубь, образуя воронку всасывания. Грунт в вихревых потоках засасывается в трубу.

Для всасывания частиц грунта необходимо преодолеть сопротивление сил тяжести частиц грунта и сопротивление сил зажатия частиц грунта соседними частицами. Свободно всасывающие наконечники могут разрабатывать только несвязные грунты.

На твердых связных грунтах для облегчения его размыва применяют рыхлительные устройства, образующие со всасывающим наконечником земснаряда грунтоприемник. В качестве рыхлителей используют гидромониторы, фрезерные, фрезерно-гидравлические, роторно-ковшовые, ротационные, винтовые, черпаковые, гидравлические, гидроэжекторные и др.

Поступательное и поперечное перемещение земснаряда в процессе разработки забоя называется *папильонированием*. В начале работы земснаряд имеет поперечное перемещение в одном направлении, потом осуществляется подача вперед, после чего земснаряд изменяет направление поперечного перемещения.

Для рабочего перемещения по забою земснаряды оборудованы папильонажными лебедками и свайным ходом. Свайный ход современных земснарядов бывает двух типов: простой и роторно-напорный.

В некоторых конструкциях земснарядов применяют тросовое папильонирование по траншейной, параллельной, багермейстерской, крестовой и другим схемам.

Современные земснаряды различаются также по часовой производительности по грунту ($\text{м}^3/\text{ч}$): особо малые (до 50); малые (50...200); средние (200...500); крупные (500...1000) и особо крупные (более 1000).

В мелиоративном строительстве при производстве эксплуатационных работ способом гидромеханизации применяются преимущественно земснаряды с дизелем мощностью до 1000 кВт и производительностью до 400 $\text{м}^3/\text{ч}$; при строительстве крупных каналов и дамб, перекрытии рек и намыве плотин – электрические земснаряды мощностью до 10 000 кВт и производительностью до 1000 $\text{м}^3/\text{ч}$.

Гидроэлеваторы используют для транспортирования пульпы при небольшом противодавлении в стесненных условиях; работают они по принципу водоструйного насоса – непосредственная передача энергии от одного потока (с большим ее запасом) к другому (с меньшим запасом).

Достоинства гидроэлеваторов: простота конструкции и надежность в работе; быстрота монтажа, демонтажа и переноски на новое место работы; легкость запуска и остановки; отсутствие вращающихся и подвижных частей.

Недостаток – низкий к. п. д., который уменьшается с повышением высоты подъема.

Гидроэлеватор состоит из следующих основных узлов: всасывающей трубы для подвода транспортируемого потока, приемной камеры для приемки транспортируемого потока и передачи энергии от рабочего потока к засасываемому, насадка для подачи рабочей жидкости и преобразования ее потенциальной энергии в кинетическую, смесительной камеры для полного смешивания двух потоков и создания единого потока с определенной энергией, диффузор 3...6 конически расходящейся трубы для преобразования кинетической энергии потока в потенциальную. Вода к гидроэлеватору подается по водоводу через задвижку.

Оборудование для водоотлива применяют с целью откачки загрязненной воды при отрывке котлованов, траншей, колодцев в водоносных грунтах и при высоком уровне грунтовых вод. Это оборудование используют также для откачки дождевых и талых вод.

Производительность эжекторных иглофильтровальных установок находится в пределах 150...540 м³/ч.

Тема лекции 17. Машины и механизмы для разрыхления и разработки прочных и мерзлых грунтов

Вопросы:

17.1 Особенности конструкции машин для разрыхления и разработки прочных и мерзлых грунтов.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.

2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

Вопрос 17.1 Особенности конструкции машин для разрыхления и разработки прочных и мерзлых грунтов.

Прочные и мерзлые грунты в связи со значительным сопротивлением резанию машинами для земляных работ общего назначения непосредственно не разрабатывают. В основном эти грунты разрабатывают взрывным и механическим способом. Взрывной способ применяют при больших объемах работ, глубине промерзания или толщине слоя прочных грунтов более 1 м на площадках, удаленных от объектов гражданских, промышленных, гидротехнических и других сооружений. Механический способ получил широкое распространение с применением специальных машин.

По конструкции и принципу работы машины для разработки прочных и мерзлых грунтов можно, разделить на три группы:

- машины для послойного рыхления грунта – подготовки прочного и мерзлого грунта к последующей разработке землеройными и землеройно-транспортными машинами;
- машины для устройства траншей;
- машины для земляных работ при прочных и мерзлых грунтах.

Машины для послойного рыхления прочных и мерзлых грунтов делят на рыхлители, землеройно-фрезерные и фрезы.

Рыхлители предназначены для послойного разрушения плотных, скальных и мерзлых грунтов перед разработкой или погрузкой их машинами для земляных работ общего назначения при отрывке котлованов, широких траншей, взламывании покрытий дорог и улиц, при строительстве водопроводов, канализации и газопроводов открытым способом. Рыхлители изготавливают навесными на трактор или одноковшовый экскаватор.

По характеру воздействия на прочный или мерзлый грунт различают рыхлители статического действия, виброударного и ударного.

Рыхлитель статического действия для послойного рыхления грунта – навесное оборудование, установленное на задней части трактора, впереди

которого навешено бульдозерное оборудование. Управление рабочим органом гидравлическое от раздельно-агрегатной системы трактора. Для возможности работы с трактором-толкачом крепят съемное буферное устройство.

Зубья заглубляются принудительно давлением, создаваемым гидроцилиндрами при поступательном движении машины до заданной глубины, а при дальнейшем движении машины производится рыхление грунта.

На некоторых рыхлителях устанавливают зубья активного действия с гидро- и пневмомолотами, обеспечивающие статико-динамическое воздействие на разрушаемый грунт. Машины с таким рабочим органом имеют производительность выше, чем машины статического действия.

На серийно выпускаемые гидравлические экскаваторы выпускают сменные рабочие органы – зубья-рыхлители, устанавливаемые вместо ковша на рукоять обратной лопаты.

Грунт разрушается методом резания или скола после зарезания зуба в грунт и поворота его на некоторый угол за счет упора задней плоскости.

Рыхление грунта производится методом резания или скола за счет упора задней плоскости зуба в целик грунта после его зарезания и поворота на некоторый угол

При применении зубьев-рыхлителей, работающих по методу скола, производительность машины выше, а динамические нагрузки на механизм экскаватора меньше, чем при применении зубьев-рыхлителей, работающих по методу резания.

Для разработки в мерзлых грунтах траншей изготавливают зубья-рыхлители с боковыми откылками-ножами, формирующими стенки траншеи

Виброударные и ударные рыхлители разрушают грунт рабочим органом клиновидной формы при помощи виброударов и ударов (динамический метод).

Рыхлитель виброударный – навесное оборудование на трактор. Рабочий орган – долотчатый клин скалывает и разрушает грунт в результате вибрации и ударов. Вибромолот приводится в действие от вала отбора мощности трактора. Быстрое извлечение клина из грунта обеспечивается системой виброударного выбивания, срабатывающей автоматически.

Рыхлитель ударного действия – навесное оборудование на трактор или одноковшовый гидравлический экскаватор. Рабочий орган – клин – закреплен на молоте.

Полиспаг приводится в действие гидроцилиндром, размеры которого обеспечивают свободное падение молота.

Землеройно-фрезерные машины предназначены для послойного рыхления мерзлых грунтов и твердых пород.

Фрезы – навесной агрегат на трактор. Они предназначены для послойного фрезерования мерзлых грунтов в условиях низких температур при сооружении котлованов, траншей.

Грунт разрыхляется вращающимся ротором-фрезой, при поступательном движении машины. Привод ротор-фреза получает от вала отбора мощности трактора.

Фрезерные машины работают попеременно: сначала рыхлят грунт на заданную глубину ротором-фрезой, затем с помощью, бульдозерного отвала разрыхленный грунт убирают с полосы разработки и производят следующий проход.

При копании траншей в плотных и мерзлых грунтах применяют роторные и цепные траншейные экскаваторы непрерывного действия, на ковшах которых установлены резцы, приспособленные к разрушению грунта за счет усилий отрыва, а не резания.

Некоторые цепные траншейные экскаваторы оборудуют рабочим органом со скалывающими резцами и режущими профилями.

Более эффективно устройство траншей в мерзлых и плотных грунтах с применением баровых и дисковых щелерезных машин.

Баровые и дисковые щелерезные машины по бокам траншеи прорезают щели, а затем полосы грунта между ними разрабатывают одноковшовыми экскаваторами с оборудованием обратная лопата или траншейным экскаватором, непрерывного действия.

При широких траншеях прорезают две боковые щели и одну в середине, чтобы уменьшить ширину полосы грунта, разрабатываемого другими машинами. Баровые машины можно применять для копания траншей, равных ширине бара.

Баровые машины создают на базе тракторов, одноковшовых универсальных и цепных траншейных экскаваторов с одной, двумя и тремя наклонными режущими цепями-барами.

Принцип работы баровой машины подобен цепному траншейному экскаватору.

Бульдозерное оборудование (имеется только на машинах, базой которых являются тракторы) используют для планировочных работ, уборки разрушенного мерзлого грунта, засыпки траншей. Оно является противовесом барового рабочего оборудования.

Двух- и трехбаровые машины имеют соответственно два или три бара, устанавливаемые на нужное расстояние прорезаемых щелей.

У однодисковых щелерезных машин рабочим органом является ротор-диск с зубьями, у двухдисковых – два ротора-диска с зубьями.

Привод роторов, вращающихся с частотой 12...14 об/мин, осуществляется от вала отбора мощности.

Дисковые щелерезные машины имеют меньшую энергоемкость процесса резания и большую долговечность рабочего органа по сравнению с баровыми, но очень громоздки, металлоемки, и глубина их копания составляет только около 0,5 диаметра ротора.

В стесненных условиях или при выполнении земляных работ на действующих предприятиях, когда нельзя применить буровзрывные работы или работу машин с предварительным рыхлением грунта, применяют одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием прямая лопата, ковши которых имеют активные (виброударные, пневмоударные) зубья или активную режущую кромку и гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата с упорно-захватным устройством.

Ковш с активными зубьями в передней части имеет виброударный или пневмоударный механизм, благодаря которому в процессе резания зубья создают дополнительные динамические воздействия на грунт, и он разрушается с меньшими энергозатратами, чем при работе стандартными ковшами.

Тема лекции 18. Машины для уплотнения грунтов

Вопросы:

18.1 Назначение, классификация и основные параметры грунтоуплотняющих машин.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.

2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

Вопрос 18.1 Назначение, классификация и основные параметры грунтоуплотняющих машин.

Разработанные землеройными машинами и отсыпанные в насыпи земляных сооружений грунты подвергаются частичному уплотнению ходовым оборудованием машин. Однако сооружение в целом не обладает достаточной прочностью, характеризуется большой объемной сжимаемостью, повышенной фильтрационной способностью и неустойчивым статическим равновесием.

Различают следующие способы искусственного улучшения свойств грунтов:

- отсыпка грунта естественной влажности в воду;
- замочка насыпей и грунта естественного залегания;
- уплотнение укатыванием, трамбованием, вибрированием или комбинированным воздействием;
- уплотнение массивом свай и взрывом;
- обезвоживание (осушение грунтов);
- укрепление грунтов физико-механическими способами, цементацией, обжигом, кольматацией, смолизацией, обработкой химическими реактивами, замораживанием и др.

Каждый из них имеет свою эффективную область применения и зависит от характера сооружения, объема работ, времени года и сроков строительства, физико-механических свойств исходного грунта и требований к качеству уплотнения, наличия и технических возможностей машин. В конечном итоге вопрос о выборе способа решается технико-экономическим обоснованием.

По принципу действия различают грунтоуплотняющие машины статического и динамического действия, а по исполнению рабочих органов они подразделяются на катки, трамбующие и вибрационные машины с многократным приложением нагрузки.

Катки относятся к наиболее распространенным, производительным и сравнительно дешевым средствам для послойного уплотнения грунта, различных оснований, гравийно-песчаных подготовок, дорожных покрытий статическими (гладкие, кулачковые, сегментные, решетчатые и др.) и

динамическими (вибрационные, с падающим грузом и др.) нагрузками. Их выполняют прицепными, полуприцепными и самоходными.

Катками с гладкими металлическими вальцами можно уплотнять грунты на глубину 10...15 см. Рабочий орган – металлический валец вращается на оси, установленной на обхватывающей раме. Рама снабжена дышлом и прицепной серьгой для присоединения к трактору. На раме имеется скребок для очистки рабочей поверхности вальца от налипшего грунта. Внутреннюю полость вальца для увеличения массы катка можно заполнять балластом, загружаемым через люки в торцовых днищах. *Основными показателями* гладких катков служат их масса и удельное давление на грунт. Один гусеничный трактор может работать в сцепе с тремя и даже пятью катками. Вследствие ограниченной толщины слоя уплотнения грунта катки с гладкими вальцами практически вытеснены более совершенными конструкциями.

Кулачковые катки отличаются от гладких тем, что на поверхности вальца укреплены сменные бандажы с кулачками. Бандажы размещают таким образом, чтобы кулачки были расположены в шахматном порядке. Имеются конструкции с приваренными кулачками. К каждой поперечной балке с внутренней стороны рамы приварены скребки для очистки междурядья кулачков от налипшего грунта.

Установкой кулачков на катке достигается передача на грунт, высоких давлений, так как суммарная опорная поверхность кулачков не превышает 4...5 % поверхности цилиндра, описанного по вершинам кулачков. По ГОСТ 11557-75 в зависимости от массы прицепных катков с балластом различают легкие (8 т), средние (16 т) и тяжелые (28 т) катки с глубиной уплотнения 0,2; 0,3 и 0,4 м, агрегируемые соответственно с гусеничными тракторами класса 3...5, 10 и 15. Известны катки массой более 100 т (сверхтяжелые) с контактным давлением 10 МПа, агрегируемые с одно или двухосными пневмоколесными тягачами.

Кулачковые катки целесообразны при уплотнении тяжелых связных и комковатых грунтов, но не дают никакого эффекта при уплотнении несвязных и сравнительно плотных грунтов. В отличие от гладких, кулачковые катки уплотняют грунт снизу-вверх, а большая глубина уплотнения достигается тем, что при первых проходах кулачки полностью погружаются в грунт и под своей опорной поверхностью образуют уплотненные ядра. При последующих проходах глубина погружения уменьшается, но вследствие кинематики движения кулачка верхняя часть грунта слоем 5...8 см остается разрыхленной, что необходимо учитывать при назначении толщины вновь отсыпанного грунта для уплотнения.

По конструкции кулачков катки бывают реверсивными и нереверсивными, чаще всего кулачки выполняют в виде усеченного прямого конуса или с криволинейной боковой поверхностью, реже в виде усеченной пирамиды; в плане опорная поверхность кулачка бывает круглой, эллиптической, квадратной или прямоугольной и составляет 20...40 см² (легкие), 60...70 см² (средние) и

100...140 см² (тяжелые катки). Оптимальное число кулачков на 1 м² поверхности для легких и средних катков – 20...25, для тяжелых – 15...20.

В некоторых конструкциях балласт в виде отдельных железобетонных блоков массой до 1,5 т устанавливаются с двух сторон на раме катка по три в ряд.

Потребное число проходов кулачковых катков определяется отношением поверхности цилиндра по вершинам кулачков к суммарной опорной поверхности кулачков с учетом неравномерности перекрытия. Для достижения высокого коэффициента уплотнения число проходов увеличивают в 2...3 раза.

Сегментные катки являются разновидностью кулачковых. Опорная поверхность их выполнена в виде отдельных, с увеличенной площадью контакта сегментов, шарнирно установленных на вальце, что обеспечивает нормальную передачу нагрузки на грунт всеми сегментами, уплотняющими грунт сверху вниз. При налипании грунта очистка сегментов затруднительна и каток начинает работать как гладкий, но за счет увеличения диаметра с меньшей эффективностью. Поэтому они находят ограниченное применение.

Решетчатые катки применяют для уплотнения связных и малосвязных грунтов с большим содержанием крупнообломочных включений. Дробление комьев и их погружение в массив позволяют использовать эти катки для уплотнения грунтов в зимний период. Выполняются в виде плетеной сварной решетки, установленной на двух бортовых и среднем кольцах, внутри которых вмонтированы два конуса с меньшими основаниями наружу для отбрасывания в стороны провалившихся через ячейки решетки комьев грунта.

Пневмоколесные катки получили наибольшее распространение, так как благодаря возможности изменения давления воздуха в шинах и массы балласта их можно применять для уплотнения связных и несвязных грунтов на сравнительно большую глубину (0,4...0,8 м).

В соответствии с ГОСТ 8544-74 их выпускают прицепными (ДУ-39А, ДУ-37А, ДУ-16В, ДУ-21) легкого (до 15 т), среднего (25 т), тяжелого (50 т) и особо тяжелого (100т) типов. Известны катки массой до 200 т. Прицепные катки состоят из 3...5 пневмоколес с независимой или жесткой подвеской. Для возможности транспортирования автомобильными тягачами крайние колеса оборудуют пневмотормозами.

Самоходные пневмоколесные катки (ДУ-31А, ДУ-29), снабженные собственным двигателем и ходовой трансмиссией, по массе подразделяются на легкие (10...15 т), средние (20...30 т) и тяжелые (40...50 т); они обладают большей маневренностью и производительностью, могут работать челночным способом без разворота в конце участка, их, чаще всего применяют для окончательного уплотнения асфальтобетонных, стабилизированных гравийно-щебеночных и грунтовых смесей в стесненных условиях.

Вибрационные гладкие, кулачковые, решетчатые и пневмоколесные катки с падающими грузами уплотняют грунт комбинированным воздействием статических и динамических нагрузок. В качестве вибровозбудителей применяют дебалансные и бегунковые вибраторы направленного и ненаправленного

действия с приводом от вала отбора мощности базового тягача или отдельно расположенного на раме катка двигателя.

Самоходные вибрационные катки предназначены для уплотнения асфальтобетонных и мелкогравийных покрытий, гравийно-щебеночных и грунтовых смесей и по ГОСТ 5576-74 делятся на легкие вибрационные (тип I) и средние вибрационные (тип II), отличающиеся массой, числом осей и вальцов.

Катки с падающим грузом, совмещающие уплотнение грунта с укатыванием и трамбованием, применяют для уплотнения связных и малосвязных грунтов на глубину до 0,8...1,0 м при широком фронте работ. Их выполняют в виде катка с грузами, поочередно поднимаемыми вращающимся вальцом и свободно сбрасываемыми на уплотняемую поверхность ложа водохранилища, дна канала и других сооружений, где требуются мощные грунтовые противофильтрационные экраны.

Трамбующие машины в качестве рабочих органов имеют трамбующие плиты различных размеров, массы и формы, вальцовые трамбовки, сбрасываемые на поверхность уплотняемого грунта свободно (под действием сил тяжести) или с применением дополнительных внешних сил (сжатый воздух – пневмотрамбовки, сгоревшие газы – дизельтрамбовки, энергия взрывчатых веществ – взрывотрамбовки и др.). Их применяют для уплотнения различных грунтов, в том числе и с каменистыми включениями, в труднодоступных местах сопряжения бетонных и земляных сооружений, для создания мощных противофильтрационных завес, для уплотнения грунта на значительную глубину (до 1,5...2 м) при большом объеме работ, сосредоточенных на ограниченном участке. Они менее чувствительны к влажности грунта (кроме сильно водонасыщенных), но имеют малую производительность, высокую стоимость работ, затруднен контроль за качеством уплотнения.

По энергии единичного удара трамбующие машины разделяют на: легкие (до 1 кДж), средние (1...10 кДж) и тяжелые (10...50 кДж).

Тяжелые трамбующие машины имеют свободно сбрасываемый с высоты 1,5...5 м рабочий орган массой 1...3 т (в виде плоской, рифленой, кулачковой или профильной плиты, или вальцовой трамбовки), изготовленный из чугуна, армированного бетона и подвешиваемый к подъемному канату одноковшового экскаватора. Чтобы рабочий орган не раскачивался и не раскручивался, предусматриваются удерживающий канат или жесткие направляющие. Уплотнение участка всегда ведут от краев к середине с небольшим перекрытием.

При уплотнении малых сечений оросительных каналов применяют способ штампования, заключающийся в том, что на поверхность грунта или частично вырытого сечения сбрасываются с высоты 1...2 м массивные (массой до 5 т и более) профильные продольные трамбовки, подвешиваемые на подъемном канате к базовому экскаватору или трактору.

Откосы каналов глубиной более 3 м уплотняют для создания дешевых противофильтрационных грунтовых экранов вальцовыми или плоскими трамбовками, устанавливаемыми на одноковшовых экскаваторах, имеющих

решетчатую стрелу, с помощью подъемного и тягового канатов. Плоские трамбовки крепятся к тяговому канату стропами, размеры которых подобраны так, чтобы плита своей опорной поверхностью всегда падала параллельно откосу.

Дно, каналов уплотняют общестроительными трамбуемыми машинами, перемещая трамбовки от краев к середине,

Общий недостаток тяжелых трамбуемых машин интенсивный износ узлов базовых машин.

Средние трамбуемые машины изготавливают как прицепное, прицепное и навесное оборудование к пневмоколесным и гусеничным тракторам или сменное рабочее оборудование к экскаваторам.

Легкие трамбуемые машины – ручные трамбовки (механические,) электрические, пневматические, дизельные и др.) используют при небольших объемах работ в стесненных условиях (засыпка приямков, уплотнение грунта вокруг колонн, столбов, ремонтные работы, уплотнение грунта у стен сооружений, при засыпке траншей и т. д.).

Вибрационные машины эффективны при уплотнении неоднородных малосвязных водонасыщенных грунтов с большим количеством различных включений. *По способу передачи вибрационных воздействии внешней среде* они бывают глубинные и поверхностные.

Глубинные вибрационные уплотнители подразделяют на: гидровиброуплотнители; пульсационные; вибрационные установки.

Их преимущественно применяют для подводного уплотнения малосвязных песчаных грунтов с глубиной проработки до 10 м.

Поверхностные вибраторы выполняют в виде виброплит и применяют для послойного поверхностного уплотнения грунтов, щебня и гравия, насыпных каменных материалов, балластных отсыпок. Изготавливают их самопередвигающимися, прицепными и навесными, переставляемыми с одной позиции на другую с помощью кранов.

Современные тенденции развития грунтоуплотняющих машин: широкое внедрение многорежимных рабочих органов, работающих в вибрационном или виброударном режиме с автоматической настройкой в зависимости от изменяющихся грунтовых условий; применение для управления рабочим органом и скоростным режимом гидропривода и гидромеханических передач.

Тема лекции 19. Машины для бетонных и железобетонных работ

Вопросы:

19.1 Общая классификация машин для бетонных и железобетонных работ.

19.2 Назначение, классификация машин для сортировки и промывки заполнителей бетона.

19.3 Назначение, классификация машин для приготовления бетонных смесей и растворов.

19.4 Назначение, классификация машин для транспортирования бетонных смесей.

19.5 Назначение, классификация машин для уплотнения бетонных смесей.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.

2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

Вопрос 19.1 Общая классификация машин для бетонных и железобетонных работ

Бетонные и железобетонные работы в мелиоративном строительстве по объемам и стоимости занимают второе место после земляных.

Многие мелиоративные объекты и гидросооружения на них строят из монолитного, сборного и сборно-монолитного бетона и железобетона, для чего требуется приготовить бетонную смесь, заготовить арматуру, соорудить опалубку, уложить в нее арматурные сетки, каркасы, закладные и другие детали, подать бетонную смесь, уложить и уплотнить ее, осуществить уход за свежележженным бетоном.

Ежегодный объем бетонных и железобетонных работ в нашей стране составляет около 110 млн. м³, в том числе свыше 30 % приходится на зимний период, с ежегодным возрастанием объемов на 4...5 млн. м³.

По виду отдельных работ оборудование для бетонных и железобетонных работ делят на:

- машины для дробления, сортировки и промывки заполнителей бетона;
- машины для приготовления бетонной смеси и растворов;
- машины для транспортировки и укладки бетонной смеси;
- машины и механизмы для уплотнения бетонной смеси;
- станки для изготовления стальной арматуры;
- машины и механизмы для натяжения стальной арматуры.

Вопрос 19.2 Назначение, классификация машин для сортировки и промывки заполнителей бетона

Дроблением называют процесс разделения кусков каменных пород на более мелкие части дробильными машинами – камнедробилками. Материал, подаваемый в дробилку, называют исходным материалом, а выходящий после дробления – готовым продуктом. Отношение средних размеров D наибольших кусков исходного материала к средним размерам d наибольших кусков готового продукта называется степенью измельчения i , то есть:

$$i = D/d.$$

Измельчение на куски размером 70...300 мм называют крупным дроблением, 20...70 мм – средним, 1...20 мм – мелким, а до размеров в долях миллиметров – тонким помолом. При крупном и среднем дроблении $i = 3...10$, при мелком $i = 10...30$, при помоле $i = 200...1000$.

Если требуемая степень измельчения настолько высока, что одна дробилка ее не может обеспечить, то дробление ведут последовательно несколькими дробилками, с постепенным уменьшением размеров кусков.

Различные физико-механические свойства дробимых пород и размеры кусков исходного материала и готового продукта привели к необходимости создания различных дробильных машин. *По конструкции и принципу работы* их делят на щековые, конусные, валковые, молотковые и роторные дробилки; шаровые, стержневые и вибрационные мельницы и бегуны.

Щековые дробилки применяют для крупного и среднего дробления горных и абразивных горных пород типа гранитов, диабазов, песчаников и других подобных материалов с пределом прочности на сжатие до 300 МПа на первичной стадии дробления.

По характеру движения рабочего органа различают следующие типы щековых дробилок: щековые дробилки с простым движением щеки; щековые дробилки со сложным движением щеки; щековые дробилки со сложным движением обеих щек.

Типоразмер дробилки характеризует ширина приемного отверстия (расстояние между дробящими плитами вверху в момент максимального отхода подвижной щеки). Он определяет максимально возможную крупность кусков, загружаемых в дробилку (они не должны превышать 0,85 ширины отверстия).

Щековые дробилки выпускают для крупного дробления с размером загрузочного отверстия: 900×1200, 1200×1500 и для среднего дробления – 400×600 и 600×900 мм.

Конусные дробилки изготавливают следующих типов: ККД – крупного дробления с одним и двумя двигателями на приводе; КСД – среднего дробления в двух исполнениях: грубого дробления (Гр), тонкого дробления (Т); КМД – мелкого дробления в двух исполнениях: грубого дробления (Гр) и тонкого дробления (Т, Т₁, Т₂).

Дробилки типа ККД выполняют с крутым конусом, типов КСД и КМД – с пологим.

Достоинство конусных дробилок – меньший удельный расход энергии и лучшее качество продукта дробления, чем у щековых дробилок, недостатки – большая высота загрузки и забивание при дроблении вязких, мокрых материалов.

Типоразмер конусных дробилок характеризует у типа ККД – ширина приемной щели (наибольшее расстояние между подвижным и неподвижным конусом вверху, в месте максимального отхода подвижного конуса); у типов КСД и КМД – диаметр основания (нижней части) подвижного (дробящего) конуса.

Наибольший размер материала, загружаемого в конусные дробилки (кусков питания) мм: 400...1200 типа ККД, 60...500 – КСД, 40...180 – КМД.

Валковые дробилки состоят из двух гладких или зубчатых валков, вращающихся навстречу друг другу. Камень, загружаемый через воронку, защемляется рабочими поверхностями валков, увлекается в сужающееся пространство между ними, измельчается и выпадает вниз. Один из валков делают подвижным с упором в пружины. При попадании в дробилку кусков прочнее, чем может измельчить дробилка, подвижный валок отодвигается, сжимая пружины, и пропускает этот кусок вниз между валками нераздробленным. Затем, под действием пружин, подвижный валок устанавливается в первоначальное положение.

Валковые дробилки рассчитаны на дробление материала прочностью до 130 МПа. Их недостаток – сравнительно большое число длинных тонких кусков (лещадок), непригодных для строительства.

Дробление в молотковых и роторных дробилках основано на ударе кусков дробимого материала молотками, шарнирно подвешенными на роторе или жестко закрепленными молотками-билами.

Мельницы и бегуны применяют для тонкого помола. В барабанных мельницах материал загружают в барабан, заполненный металлическими шарами или стержнями. При вращении барабана материал измельчается свободно перекатывающимися шарами или стержнями.

Сортировка – разделение сыпучей смеси строительных материалов по крупности на требуемые сорта (фракции). Выполняют ее на сортировочных машинах – *грохотах*, рабочим органом которых служит просеивающая поверхность – колосниковая решетка, одно или несколько сит (сеток, сплетенных из проволок), одно или несколько решет (листовая сталь с отверстиями). Сита (решета) располагают в одной плоскости одно под другим и комбинированно. Частицы размером меньше отверстий сит (решет) проходят через них, составляя более мелкий сорт, а частицы больших размеров сходят с просеивающей поверхности и составляют более крупный сорт.

Число сортов материала после сортировки всегда на единицу больше числа сит (решет), установленных на машине.

Сортировку можно вести сухим (чаще, при разделении на крупные и мелкие фракции) и мокрым (при разделении мелких фракций и когда в материале имеются примеси глины, пыли) способами. Машины для сортировки делят на грохоты с неподвижной (колосниковая решетка, сито, решето, установленное под углом 30...50° к горизонту) и подвижной просеивающей поверхностью, на эксцентриковые и инерционные, вибрационные.

Гравий при содержании глины, ила и других примесей до 5 % общей массы можно *промыть* на грохотах одновременно с сортировкой. Для этого над просеивающей поверхностью грохота устанавливают для подачи воды трубу с отверстиями, расположенными в шахматном порядке. При загрязнении от 5 до 8 % гравий промывают в *гравиемойках-сортировках*, а более 8 % – в специальных цилиндрических или *лопастных гравиемойках*.

Для выполнения дробления и сортировки строительных материалов во временных карьерах, близко расположенных к строительным объектам, используются *передвижные дробильно-сортировочные установки*. Они классифицируются по следующим признакам: *по степени универсальности* – универсальные, выпускающие различные сорта щебня, и специализированные, выпускающие продукцию одного сорта; *по производительности* – малой, средней и большой производительности; *по количеству стадий дробления* – одно-, двух- и трехстадийное дробление с открытым или закрытым циклом.

В состав установки входят агрегаты первичного и вторичного дробления и сортировки. Оба агрегата могут работать в общей технологической связи и раздельно.

Промышленность выпускает установки производительностью 10, 30, и 40...70 т/ч.

Вопрос 19.3 Назначение, классификация машин для приготовления бетонных смесей и растворов

Бетонную смесь и растворы высокого качества готовят на стационарных и передвижных инвентарных сборно-разборных бетонных заводах и в бетонорастворосмесительных установках, рабочее оборудование которых обеспечивает: подачу компонентов из места складирования; дозирование всех компонентов; подачу в смесители и тщательное перемешивание; выдачу готового замеса.

Для получения заданных свойств бетонных смесей и растворов входящие в них компоненты (вяжущие, заполнители, вода и добавки) должны быть тщательно отдозированы с погрешностью, соответствующей ГОСТ 7473-61: $\pm 1\%$ – для цемента, воды и добавок; $\pm 2\%$ – для заполнителей.

Различают три способа дозирования: объемный, весовой и смешанный. *По характеру работы* дозаторы бывают циклического и непрерывного действия; *по способу управления* – с ручным, автоматическим и дистанционным управлением.

Дозаторы сыпучих материалов выполняют в виде мерной емкости с устройствами для облегчения загрузки и выгрузки и контроля за размером порции.

Для дозирования воды и жидких добавок применяют водомерные баки сифонного действия и дозаторы турбинного типа с расходом до 10 м³/ч и погрешностью ± 2 %. Рабочим органом дозаторов типа ДВК служит турбинка, под действием потока воды вращающаяся с частотой, пропорциональной расходу, регистрируемому цифровым указателем.

Непрерывные объемные дозаторы для воды с погрешностью не более ± 2 % выполняют в виде плунжерных насосов (дозаторы типа **СБ-32** и **СБ-34** с дистанционным управлением и производительностью 6 и 12 м³/ч) и применяют на бетоносмесительных установках непрерывного действия производительностью 30 и 60 м³/ч.

Весовые дозаторы основаны на порционном или непрерывном взвешивании материалов и применяются на автоматизированных заводах железобетонных изделий и в бетонорастворосмесительных установках и узлах, работающих в автоматическом и полуавтоматическом режиме. Они допускают быструю переналадку на новый рецепт масс.

Бетонорастворосмесители предназначены для высококачественного перемешивания компонентов с целью равномерного их распределения по объему, равномерного увлажнения и обволакивания заполнителей вяжущими материалами, удаления воздуха, предупреждения образования комков и дробления зерен заполнителей.

Качество смешивания зависит от относительной скорости рабочих органов смесителя и смеси, объема смешиваемого материала и продолжительности перемешивания.

Перемешиванию материалов противодействуют силы инерции, внутреннего и внешнего трения и тяжести, которые стремятся опустить материал вниз и способствуют расслоению смеси.

По характеру работы бетоносмесители подразделяют на:

– машины циклического действия (главный параметр – объем готового замеса; в соответствии с ГОСТ 16349-70 он равен 65, 165, 330, 500, 800, 1000, 1600, 2000 и 3000 л)

– непрерывного действия (главный параметр – производительность: 5, 15, 30, 60, 120 и 240 м³/ч).

По режиму эксплуатации бетоносмесители могут быть стационарными и передвижными.

По способу перемешивания бетоносмесители бывают гравитационные (цилиндрические, грушевидные и двухконусные (**СБ-91** и **СБ-153**)) и принудительного перемешивания (с горизонтальной и вертикальной осью вращения лопастей).

Циклические бетоносмесители делят на следующие типы:

БП – бетоносмесители принудительного действия роторные для приготовления жестких и подвижных бетонных смесей и растворов, а также смесей из сухих составляющих;

БГ – бетоносмесители гравитационные для приготовления подвижных бетонных смесей;

БП-2Г – бетоносмесители принудительного действия с двумя горизонтальными валами;

РН – растворосмесители низкооборотные для приготовления всех видов растворов, за исключением специальных;

РВ – растворосмесители высокооборотные для приготовления строительных растворов (кроме быстросхватывающихся и специальных), а также конструктивно-теплоизоляционных керамзитобетонных смесей.

При перемешивании материалов более мелкие заполнители занимают промежутки между крупными, из пор вытесняется воздух, и происходит самоуплотнение приготавливаемой смеси. Это характеризуется *коэффициентом выхода бетонной смеси* – отношением объема готового замеса к суммарному объему загружаемых материалов. Он всегда меньше единицы и для бетонных смесей составляет 0,65...0,67, а для строительных растворов с однородными заполнителями – 0,85...0,95.

Время перемешивания материалов в бетоносмесителях зависит от состава смеси, емкости барабана и его конструктивных особенностей, служит технологическим параметром и определяется лабораторным методом. Его нельзя уменьшать для повышения производительности, так как при этом ухудшается качество товарного бетона. В различных условиях эксплуатации оно составляет 60...300 с.

Техническая производительность гравитационных смесителей циклического действия ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$П_T = V_3 \cdot n / 1000,$$

где $V_3 = V_6 \cdot K$ – объем готового замеса, л;

V_6 – вместимость смесительного барабана по загрузке составляющих (полезный объем барабана, л);

K – коэффициент выхода готовой смеси;

n – число замесов, выдаваемых смесителем в течение 1 ч,

$$n = 3600 / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4),$$

где t_1, t_2, t_3, t_4 – продолжительность загрузки, смешивания, выгрузки и возврата в исходное положение, с.

Бетоносмесители принудительного перемешивания имеют чашеобразный барабан с вертикальной осью. Внутри барабана могут располагаться симметрично или эксцентрично один, или несколько лопастных валов с прямоточным, противоточным, роторным и планетарно-роторным движением.

В противоточных бетоносмесителях, кроме вращения ротора, каждый лопастный вал вращается вокруг своей оси поэтому весь объем материала

интенсивно перемешивается. В планетарно-роторных бетоносмесителях, кроме сложного движения лопастей, смесительный барабан вращается в противоположную сторону.

Разновидностью бетоносмесителей принудительного перемешивания являются вибросмесители с передачей колебательных движений частицам смеси через корпус барабана (безлопастный вибросмеситель) или через вращающийся лопастный вал, на котором или внутри которого устанавливают неуравновешенную массу или дебалансный вал. Применяют одно- и двухчастотные вибровозбудители, последние, несмотря на конструктивную сложность, обеспечивают высокое качество приготовления жестких бетонных смесей.

В вибрационных бетоносмесителях происходит активизация частиц цемента, что увеличивает прочность бетона на 10...15 %.

Техническая производительность смесителей непрерывного действия ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$P_T = 3600 \cdot S \cdot v,$$

где $S = K_n \pi d^2 / 4$ – средняя площадь поперечного сечения потока смеси в корпусе смесителя, м^2 ;

K_n – коэффициент наполнения сечения корпуса смесителя, м^2 , $K_n = 0,28 \dots 0,34$;

d – диаметр лопастей смесителя, м ;

$v = s \cdot n$ – скорость движения смеси в направлении продольной оси корпуса смесителя, $\text{м}/\text{с}$,

s – шаг лопастей, м ;

n – частота вращения лопастного вала, $\text{об}/\text{мин}$.

Вопрос 19.4 Назначение, классификация машин для транспортирования бетонных смесей

Приготовленную бетонную смесь или раствор транспортируют к месту укладки различными способами с применением автомобильного, железнодорожного, плавучего, конвейерного, кранового, насосного, пневматического и другого транспорта в зависимости от дальности расположения сооружаемого объекта, условий местности, интенсивности и принятой технологии бетонирования и т. д. При транспортировании бетонная смесь и раствор должны сохранять свое качество (то есть однородность, консистенцию, заданный состав и температуру, не расслаиваться), быть защищены от воздействия солнца и осадков. Сроки транспортирования должны обеспечить укладку и уплотнение бетонной смеси до начала схватывания.

В тело сооружения бетонную смесь укладывают с транспортных средств или с перегрузкой в бадьи, спускные желоба, виброхоботы, ленточные и вибрационные конвейеры и другое оборудование. В случае расслоения перед

укладкой бетонную смесь перемешивают до полного восстановления однородности.

Автобетоновозы предназначены для доставки бетонной смеси на расстояние до 30 км, в зависимости от объема перевозимой смеси их емкости монтируют на автомобилях различной грузоподъемности. Закрытая сверху емкость специальной формы может поворачиваться относительно шасси автомобиля на расчетный угол при выгрузке, встряхиваться, останавливаться и возвращаться в транспортное положение гидроподъемной системой. Серийные автобетоновозы с объемом перевозимой смеси 1,5 и 4 м³ монтируют на базе автомобилей модели ЗиЛ и КамАЗ.

Авторастворовозы служат для перевозки строительных растворов подвижностью 5...13 см с периодическим или непрерывным перемешиванием его в пути и порционной выдачей на строительных объектах. Рабочей емкостью служит цистерна, внутри которой установлен вал побудителя с гидроприводом; сзади машины имеется разгрузочное устройство с фланцем для крепления затвора.

Автобетоносмесители предназначены для доставки готовых бетонных смесей или приготовления бетонной смеси из сухих отдозированных компонентов, загружаемых на бетонных заводах, в пути или по прибытии на строительный объект; для этой цели их оборудуют баками воды. В зависимости от объема перевозимой бетонной смеси их монтируют на различных типах шасси грузовых автомобилей.

При приготовлении бетонной смеси смесительные барабаны вращаются с частотой 0,2...0,3 рад/с, при транспортировании для исключения расслоения бетонной смеси барабан периодически вращается с частотой 0,07...0,10 рад/с, а при выгрузке вращается в обратном направлении с частотой 0,1...0,2 рад/с, обеспечивая темп выгрузки 0,5...2,0 м³/мин при подвижности смеси 2...8 см.

Техническая производительность автобетоносмесителя, м³/ч

$$P_T = 60VK_{об}K_{вых}/T_{ц},$$

где V – вместимость барабана, м³;

$K_{об}$ – коэффициент использования геометрического объема, представляющий отношение объема сухих составляющих, загружаемых в барабан, к его геометрическому объему;

$K_{вых}$ – коэффициент выхода смеси ($K_{вых} = 1$ при перевозке готовой смеси);

$T_{ц}$ – продолжительность цикла автобетоносмесителя, мин

$$T_{ц} = 60L(v_{гр}+v_{пор})/(v_{гр} \cdot v_{пор})+t_3+t_p+t_{п},$$

где L – дальность перевозки смеси, км;

$v_{гр}$ и $v_{пор}$ – скорость движения автобетоносмесителя в груженом и порожнем состояниях, км/ч;

t_3 , t_p , $t_{п}$ – продолжительность, соответственно, загрузки барабана сухими составляющими, разгрузочных и промывочных операций, мин.

Бетонорастворонасосные установки позволяют существенно снизить стоимость и трудоемкость бетонных работ, максимально исключить применение ручного труда на всех этапах технологического процесса, совместить горизонтальный и вертикальный транспорт в стесненных и труднодоступных местах, исключить потери при транспортировании и сохранить качество смеси. Принцип работы этих установок основан на перекачивании по трубам смеси с помощью поршневых, беспоршневых, диафрагменных и ротационных бетонорастворонасосов, устанавливаемых стационарно на салазках или автомобильном шасси. Дальность транспортирования по горизонтали до 300 м, по вертикали до 40 м.

При большом объеме работ бетононасосы с гидроприводом устанавливают на строительной площадке стационарно (бетононасос **СБ-95** производительностью до 25 м³/ч и рабочим давлением до 4 МПа). При рассредоточенных объектах бетононасосы монтируют на шасси автомобиля. Автобетононасос **СБ-126А** на базе автомобиля КамАЗ-53213 имеет производительность до 65 м³/ч и рабочее давление до 6 МПа.

Общие недостатки бетонорастворонасосов: ограниченный радиус действия, невозможность транспортирования смесей с крупными заполнителями, резкое возрастание энергоемкости при переходах на вертикальные участки транспортирования, необходимость тщательной промывки при прекращении работы.

Установки для торкретирования служат для одновременного транспортирования цементно-песчаного раствора или мелкозернистой бетонной смеси и нанесения их на поверхности при возведении (с односторонней опалубкой) тонкостенных железобетонных конструкций, замоноличивания швов, безопалубочного закрепления туннельных выработок, устранения дефектов в бетоне при ремонтно-восстановительных работах на гидротехнических сооружениях. Толщина слоя, наносимого за один проход, составляет 1,5...2 см; покрытие отличается повышенным качеством, обладает водонепроницаемостью, износостойкостью и огнестойкостью. Бункер торкретной установки можно загружать сухими и влажными смесями, для ускорения схватывания в смесь вводят специальные добавки.

Вопрос 19.5 Назначение, классификация машин для уплотнения бетонных смесей

Уплотнение бетонной смеси после укладки ее в тело сооружения или форму подразделяют на вибрационное, укатыванием, центрифугированием, прессованием, виброштампованием, вакуумированием и др. Вибрационное воздействие на бетонную смесь – одно из наиболее распространенных эффективных мероприятий по ее уплотнению. Уплотнение ведут до полной осадки смеси с прекращением выделения пузырьков воздуха и появления на поверхности цементного молока.

По способу вибрационных воздействий на бетонную смесь различают вибраторы глубинные, поверхностные и наружные (опалубочные или тисковые); по типу вибровозбудителя – дебалансные и бегунковые; по типу привода – электрические, пневматические, гидравлические и моторные; по расположению двигателя – со встроенным двигателем и с гибким валом.

Пневматические вибраторы абсолютно безопасны в работе, эффективно уплотняют малоподвижные бетонные смеси (осадка конуса 1...3 см), но требуют повышенного расхода воздуха (0,5...1,5 м³/мин) при давлении 0,4...0,6 МПа. Пневматические глубинные вибраторы выпускают с наружным диаметром корпуса 34, 50, 75 и 110 мм с низкой частотой колебания – 40...53, 33...50, 25...45 и 22...37 рад/с и высокой частотой соответственно 200...257, 167...250, 134...234 и 117...200 рад/с.

Кроме ручных глубинных вибраторов, при больших объемах работ применяют подвесные (к кранам) или навесные (на малогабаритных электрических тракторах) пакетные двухчастотные электромеханические вибраторы типа **ИВ-90** и **С-649** с диаметром корпуса 133 и 194 мм при частоте колебаний 134 и 92 рад/с.

Наружные вибраторы служат для изготовления сложных, тонкостенных, монолитных, высокоармированных железобетонных изделий. Колебания частицам бетонной смеси передаются через металлическую опалубку многоразового пользования, на которой с помощью тисковых зажимов устанавливают различные вибраторы: пневматические высокочастотные **ИВ-28, ИВ-29, ИВ-30 и ИВ-31** с высокой (234, 200, 167 и 133 рад/с) и низкой (43, 37, 30 и 22 рад/с) частотой колебаний, электромеханические или электромагнитные ударного действия. Электромагнитные вибраторы не имеют трущихся деталей и просты по устройству. Недостаток их – повышенный шум в процессе работы.

Тема лекции 20. Машины и оборудование для свайных работ

Вопросы:

20.1 Сваепогружающее оборудование.

20.2 Копры и копровое оборудование сваебойных установок.

20.3 Основные параметры молотов и вибропогружателей.

Литература

1. Строительные машины и основы их автоматизации / В. М. Помазан [и др.]; под ред. В. М. Помазана. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 351 с.

2. Гальперин, М. И. Строительные машины: учебник / М. И. Гальперин, Н. Г. Домбровский. – Москва : Высш. школа, 1980. – 344 с.

В практике современного строительства широкое распространение получили свайные фундаменты, позволяющие значительно (в 2–3 раза) уменьшить объем земляных работ, сократить (в 1,5–2 раза) расход бетона, снизить трудоемкость работ нулевого цикла. При устройстве свайных фундаментов сокращаются сроки строительства, работы проводятся круглогодично. Свайные фундаменты менее чувствительны к изменениям состояния грунта основания, вызванном, например, колебаниями уровня грунтовых вод. В непосредственной близости от свайных фундаментов можно устраивать глубокие выемки, не опасаясь разрушения объекта.

Вопрос 20.1 Сваепогружающее оборудование.

Свайные погружатели предназначены для погружения в грунт свай, шпунта, труб и других несущих элементов строительных конструкций. Отдельные виды агрегатов используются также для извлечения ранее погруженных элементов (сваешпунтовыдергиватели).

По методу погружения различают оборудование: ударное, вибрационное, вращательное, смешанное.

По виду потребляемой энергии и конструкции сваепогружающее оборудование подразделяется: молоты механические, паровоздушные, дизельные, гидравлические, вибрационные и вибропогружатели.

По погружающей способности (масса ударной части, вынуждающая сила, мощность электродвигателя и т. п.).

Метод погружения свай выбирается в зависимости от плотности грунта и параметров погружаемых элементов.

Методы погружения можно разделить на:

1. Ударный (используются молоты для забивки свай в любые грунты).
2. Вибрационный (применяется при погружении свай в песчаных и водонасыщенных грунтах).
3. Завинчивание (осуществляется в грунты, не содержащие твердых включений).

4. Вдавливание и вибровдавливание (погружение коротких (до 6 м) свай в рыхлых и плотных грунтах).

В жилищном строительстве наиболее распространенным методом является способ забивки свай сваебойными молотами.

Паровоздушные молоты двойного действия устанавливаются на копре самоходного крана. Их можно использовать для забивки как вертикальных, так и наклонных свай.

Частота ударов по свае 100–300 в мин. Масса ударной части до 2550 кг.

Достоинства: относительно небольшие габариты; высокая производительность; автоматическое регулирование частоты и энергии ударов, надежное предохранение деталей молота от пыли.

Недостатки: значительная масса неподвижных частей; возможность погружения только легких шпунтов, деревянных свай, небольших железобетонных свай; большой расход энергоносителя.

Дизельными молотами называются СП, использующие в процессе работы энергию сгорающих газов. Они относятся к группе свободнопоршневых двигателей, у которых отсутствует КШМ и энергия расширяющихся газов передается непосредственно рабочему органу – ударной части молота.

Штанговые дизельные молоты могут быть легкого типа с массой ударной части до 250 кг и механическим (пружинным) буфером и подвижными штангами и тяжелыми с неподвижными штангами и массой ударной части 1800–2500 кг.

Трубчатые дизельные молоты представляют собой прямодействующие двухтактные ДВС, у которых ударная часть – поршень – двигается внутри цилиндра, неподвижно установленного на свае. Конструкция трубчатых молотов более совершенна: они обладают большей энергией удара, высокой долговечностью. Трубчатые молоты выпускаются в двух вариантах – с воздушным и водяным охлаждением.

Вибропогружатели представляют собой механизмы, передающие погружаемым (или извлекаемым) элементам колебания определенной частоты, амплитуды и направления, в результате которых обеспечивается их погружение. Работа вибропогружателей основана на резком снижении коэффициента трения между грунтом и поверхностью погружаемого элемента под действием возникающих колебаний.

Главным параметром вибропогружателей является мощность установленных электродвигателей. Кроме того, погружатели характеризуются вынуждающей силой, статическим моментом дебалансов, амплитудой и частотой колебаний.

По назначению различают ВП: низкочастотные (300...500 кол/мин – погружение элементов значительной массы и габаритов); высокочастотные (700...1500 кол/мин – погружение элементов небольшой массы с малым лобовым сопротивлением).

По типу привода: трансмиссионные и бестрансмиссионные.

По виду передаваемых колебаний – с колебаниями, направленными вдоль вертикальной оси и ВП комбинированного действия.

Выпускают ВП с возмущающей силой от 19,1 до 184 т с частотой вращения эксцентриков от 420 до 1500 в мин⁻¹, масса вибропогружателей от 2,5 до 11 т.

Вибромолот – это вибрационная машина, передающая погружаемому элементу колебательные и ударные импульсы. Вибромолоты применяют для погружения металлических свай, труб и шпунта в рыхлые и водонасыщенные средней плотности пески, а также в связные грунты текучей и текучепластичной консистенции.

По виду применяемого привода – электрические, гидравлические, пневматические и с ДВС.

По связи двигателя с вибровозбудителем – трансмиссионные и бестрансмиссионные.

По наличию упругой связи между вибровозбудителем и погружаемым элементом – пружинные и беспружинные.

Вибромолот отличается от вибропогружателя тем, что его корпус не имеет жесткой связи со свайей и тем, что при колебаниях корпуса возникают удары, воспринимаемые свайей.

Вопрос 20.2 Копры и копровое оборудование свайбойных установок.

Копры и копровое оборудование предназначены для перемещения свай к месту погружения, установки их в проектное положение и самого погружения. *Копры* представляют собой металлические конструкции, смонтированные на платформе с ходовой частью. Различают копры навесные (на тракторах, экскаваторах и автомобилях), рельсовые (на поворотных, неповоротных и траверсных тележках), мостовые (на рельсовом и гусеничном ходу). *Копровое оборудование* представляет собой копровые стрелы, навешиваемые в качестве сменного оборудования на строительные машины (краны, экскаваторы) без механизмов наведения свай.

По конструктивным признакам копры и копровое оборудование могут быть: *универсальное*, обеспечивающее во время работы машины полный поворот платформы с установленным на ней свайным погружателем, изменение вылета и рабочий наклон копровой стрелы для погружения наклонных свай; *полууниверсальное*, обеспечивающее только поворот платформы со свайным погружателем или только рабочий наклон копровой стрелы для погружения наклонных свай; *простое*, не имеющее механизмов для обеспечения поворота платформы, изменения вылета и рабочего наклона копровой стрелы.

Наиболее распространенным типом машин являются навесные копры. По своему исполнению они могут быть универсальными и полууниверсальными. Применение навесных копров, обладающих энергетической автономностью, высокой механизацией вспомогательных операций, мобильностью и маневренностью, позволяет совершенствовать технологию свайных работ, сократить продолжительность установки свай, повышать производительность и снижать стоимость сооружения свайных оснований.

Виброударные шпунтовыдергиватели составляют особую группу ударно-вибрационных машин. Как показал опыт, применение вибропогружателей для извлечения различного рода элементов из грунта не всегда бывает достаточно эффективно. Это касается тех случаев, когда извлечению подлежат элементы (механический шпунт и трубы), находящиеся по технологическим причинам в грунте длительное время, или, когда извлечение нужно вести из смерзшихся грунтов. В таких условиях сила сцепления сваи с грунтом значительно превышает вынуждающую силу вибропогружателя и извлечение становится практически невозможным.

Принципиальной особенностью конструкций виброударных шпунтовыдергивателей является то, что, удар этих машин направлен вверх и передается непосредственно извлекаемому элементу, а вниз направлена только реакция пружин, значение которой изменяется плавно по синусоиде, в то время как ударный импульс действует в малом промежутке времени и достигает большого значения.

Виброударный шпунтовыдергиватель **СП-83** предназначен для извлечения металлических балок и шпунта длиной до 17 м из грунтов различной плотности. Шпунтовыдергиватель используют с кранами и копрами грузоподъемностью не менее 20 т. Для уменьшения колебаний между крюком грузоподъемного устройства и выдергивателем расположен пружинный амортизатор.

Наибольшее распространение в практике строительства получили шпунтовыдергиватели **Ш-2** и **МШ-2М**.

Вопрос 20.3 Основные параметры молотов и вибропогружателей.

Эффективность погружения сваи в грунт зависит от типа свайного погружателя и ряда условий.

Для свайных молотов должны выполняться следующие условия:

1) Соотношение массы сваи m_c и массы ударной части молота m_m должно быть в диапазоне

$$0,5 \leq m_c / m_m \leq 2,5,$$

при $m_c/m_m > 2,5$ эффект погружения сваи снижается.

2) Величина скорости соударения ударной части молота с шаботом не должна превышать $v_c \leq 6$ м/с. При $v_c > 6$ м/с происходит разрушение наголовника и головки сваи.

3) Частота ударов молота n_m должна быть $n_m \geq 30$ мин⁻¹.

Для вибропогружателей эффективность погружения зависит от величины вынуждающей силы, кН, и амплитуды колебаний, мм.

Величина вынуждающей силы определяется по формуле

$$F = me\omega^2,$$

где m – суммарная масса дебалансов;

e – эксцентриситет (расстояние от центра масс до оси вращения);

ω – угловая скорость дебалансов.

Амплитуда колебаний

$$a = M / m_{\kappa},$$

где M – статический момент дебалансов, $M = me$;

m_{κ} – масса колеблющейся конструкции.

Для вибромолотов эффективность погружения зависит от величины энергии удара, Дж.

$$E = (mv^2) / 2(1-R),$$

где m – масса ударной части молота, кг;

v – ударная скорость вибромолота, м/с, $v \leq 2$ м/с;

R – условный коэффициент восстановления скорости при ударе, $-1 \leq R \leq +1$

Тема лекции 21. Машины для строительства каналов (каналокопатели)

Вопросы:

21.1 Назначение, основные требования и классификация.

21.2 Экскаваторы-каналокопатели с активными рабочими органами.

21.3 Каналокопатели с пассивными рабочими органами.

Литература

1. Васильев, Б. А. Мелиоративные и строительные машины / Б. А. Васильев [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 224 с.

2. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. – 307 с.

21.1 Назначение, основные требования и классификация.

В соответствии с ГОСТ 26333-84 «Машины мелиоративные. Термины и определения» *каналокопатель* – это мелиоративная машина для рытья открытых каналов пассивным рабочим органом.

Экскаватор-каналокопатель – мелиоративная машина для рытья открытых каналов активным рабочим органом.

Обычно это машины непрерывного действия, которыми роют каналы глубиной до трех метров. Более глубокие каналы роют универсальными землеройными машинами.

Экскаваторами-каналокопателями разрабатывают грунт в выемках или насыпях для образования канала, перемещают грунт в сторону для образования кавальеров или разбрасывают его по прилегающей к каналу площади с обеих или одной стороны.

При прокладке оросительных каналов они должны разрабатывать канал проектного сечения в насыпи, полувыемке, полунасыпи или в выемке. Канал должен иметь спланированное дно и откосы. Каналокопатель при необходимости должен формировать дамбы, укладывать кавальеры или очищать бермы, не допуская осыпания грунта на дно и откосы канала. При прокладке должен обеспечиваться требуемый уклон дна канала.

Экскаваторы-каналокопатели для прокладки осушительных каналов должны разрабатывать каналы требуемого поперечного сечения с ровными откосами и дном, разрезать дерн и погруженные древесные остатки, иметь достаточную проходимость при движении по грунтам с низкой несущей способностью, разбрасывать извлекаемый из канала грунт слоем определенной ширины, обеспечивать требуемый уклон дна канала.

Классифицировать экскаваторы-каналокопатели и каналокопатели можно следующим образом.

По форме поперечного сечения каналов – для прокладки каналов трапецидального, параболического и комбинированного сечений.

По способу использования энергии основным рабочим органом различают каналокопатели и экскаваторы-каналокопатели с активным, пассивным и активно-пассивным рабочим органом.

По способу выгрузки грунта бывают с инерционной и гравитационной выгрузкой.

Инерционная выгрузка, т.е. выгрузка или отбрасывание грунта обеспечиваются при достаточно высоких окружных скоростях рабочего органа, превышающих обычно 6...7 м/с. Рабочий орган в этом случае считается фрезерным. При меньших окружных скоростях преобладающей силой, предопределяющей выгрузку грунта, становится сила его тяжести. Рабочие органы в этом случае относят к роторным.

По типу рабочего органа их делят на машины с плужным, отвальным, двухфрезерным, двухроторным, фрезерным с копирующей фрезой, фрезерным с отражающими щитами, шнеко-роторным, плужно-фрезерным или плужно-роторным и прочими рабочими органами.

По способу агрегатирования рабочего органа с базовой машиной они бывают с навесным, полунавесным, прицепным и полуприцепным рабочим оборудованием.

По типу ходового оборудования различают гусеничные, в том числе, четырехгусеничные, колесные, гусенично-колесные.

По типу привода рабочего органа бывают с механическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводами.

21.2 Экскаваторы-каналокопатели с активными рабочими органами.

Системой машин предусмотрено применение экскаваторов-каналокопателей, приведенных в таблице.

Двухфрезерные экскаваторы-каналокопатели применяются в основном в зоне осушения. Это обусловлено тем, что фрезы, благодаря высокой окружной скорости, разбрасывают извлеченный грунт достаточно тонким слоем рядом с каналом. Это позволяет попадать в канал поверхностным водам. Кроме того, высокая окружная скорость фрез позволяет работать в грунтах, содержащих погребенные древесные остатки, и покрытых дерном.

Двухфрезерные экскаваторы-каналокопатели используются для прокладки каналов *параболического поперечного сечения*. У таких каналокопателей фрезы наклонены под углом порядка 52° к горизонту и развернуты в плане на угол порядка 14° к оси разрабатываемого канала. Дно канала образуется пассивной частью рабочего органа.

Для предварительного осушения торфяников путем прокладки каналов с большим углом наклона откосов к горизонту могут использоваться фрезерные экскаваторы-каналокопатели с копирующей фрезой.

Экскаваторы-каналокопатели

Марка	Тип рабочего органа	Назначение	База, мощность, кВт	Глубина канала, м	Ширина канала по дну, м	Производительность, м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	7
ЭТР-206В	Шнеко-роторный	Открытие оросительных каналов в грунтах 1...3-й категорий	Перекомпонованный трактор Т-170М.01	2	0,6...1,5	300
ЭТР-207	Шнеко-роторный, параболический	То же	Перекомпонованный трактор Т-170М.01	2	–	300
ЭТР-208	Шнеко-роторный	То же	Унифицированное гусе-ничное шас-си, 220	2,5	0,8...2	580
ЭТР-125А	Двухфрезерный	Открытие осушительных каналов с заложением от-косов 1:1 в торфяных и минеральных грунтах 1-й категории	Трактор Т-170М.01	1,4	0,25	300
ЭТР-153	Двухфрезерный параболический	Открытие осушительных параболических каналов в торфяных и минеральных грунтах 1-й категории	Трактор Т-170М.01	1,5	–	350
ЭТР-173	Двухфрезерный	Открытие осушительных и оросительных каналов в торфяных и минеральных грунтах	Унифицированное гусе-ничное шас-си, 220	1,7		
МК-23	Плужно-фрезерный (плужно-роторный)	Открытие оросительных каналов с коэффициентом заложения откосов 1,0 в грунтах 1...3-й категорий с выбросом грунта на одну сторону	Трактор ДТ-75БВ-С4	0,5	0,4	210

Форма фрезы соответствует поперечному сечению будущего канала. Режуще-транспортирующими элементами являются чашечные ножи, устанавливаемые по спирали по всей поверхности корпуса фрезы.

Близкое назначение имеют *экскаваторы-каналокопатели с двухфрезерным рабочим органом с отражающими щитами*.

В зоне орошения для рытья каналов в минеральных грунтах применяются *двухроторные экскаваторы-каналокопатели*. Скорость вращения роторов не превышает 3...4 м/с, поэтому извлеченный грунт располагается рядом с каналом. В зависимости от ситуации грунт или разравнивается, или из него формируется дамба или, например, дорожная насыпь.

Экскаваторы-каналокопатели с комбинированными рабочими органами имеют большое количество конструктивных схем, однако в настоящее время наиболее распространенными являются шнекороторные с коническими шнеками и плужно-роторные или плужно-фрезерные экскаваторы-каналокопатели.

Плужно-фрезерные (плужно-роторные) экскаваторы-каналокопатели с односторонним выбросом грунта имеют рабочий орган, состоящий из наклонной фрезы и плуга с направляющим кожухом.

При движении машины плужный рабочий орган разрабатывает часть сечения канала глубиной 0,6...1,1 м, профилирует один из откосов и подает весь грунт к фрезе с осью вращения перпендикулярной откосу, находящейся впереди плужного рабочего органа. Фреза, снабженная режущими ножами, лопаткам и рушителями профилирует второй откос, выносит весь разработанный грунт из канала и частично разбрасывает его или образует кавальер с помощью направляющего кожуха.

21.3 Каналокопатели с пассивными рабочими органами.

Каналокопатели с пассивными рабочими органами используются в основном в зоне орошения. К ним относятся плужные и отвальные каналокопатели, бороздоделатели и ложбиноделатели.

Плужные каналокопатели предназначены для прокладки осушительных или оросительных каналов глубиной 0,4...1,2 м. Дно канала образуется плоским горизонтальным лемехом. С лемехом симметрично сопряжены две криволинейные подъемно-отвальные поверхности, поднимающие грунт вверх и выворачивают его на бермы канала. Над криволинейными подъемно-отвальными поверхностями устанавливаются верхние отвалы, раздвигающие поднятый грунт в стороны. Для очистки бермы осушительные каналы оснащаются бермоочистителями, а оросительные, для образования дамб – открьлками.

Отвальные каналокопатели прокладывают за несколько проходов каналы глубиной до 2,4 м. Они являются прицепными и в процессе прокладки канала буксируются несколькими тягачами. Рабочий орган состоит из двух симметричных групп отвалов грейдерного типа. Каждая из них состоит плужка, горизонтального отвала, наклонного отвала и бермоочистителя или дамбообразователя. Плужки и горизонтальные отвалы послойно разрабатывают грунт на дне канала, а наклонные – на откосах. Последние также перемещают грунт вверх по откосам на берму. Бермоочистители разравнивают кавальеры и планируют бермы. Дамбообразователи при необходимости формируют дамбы.

Бороздоделатели прокладывают одну или три трапециевидные борозды шириной по дну 0,1...0,2 м глубиной 0,2...0,5 м при коэффициенте заложения откосов – 1,0. Борозды предназначены для отвода поверхностных вод или являются временными оросителями или отводными бороздами. Бороздоделатели являются, как правило, плужными рабочими органами.

Для образования гребней, удерживающих воду на орошаемом напуском воды участке (полосе), применяются палоделатели, отвальными рабочими органами формирующие земляные валики. По окончании оросительного сезона

их разравнивают *мала-выравнивателями*, *заравнивателями* или перенастраиваемыми *палоделателями*.

Ложбиноделатели предназначены для нарезки неглубоких каналов (до 0,5 м) с очень пологими откосами, так называемых ложбин. Коэффициент заложения откосов обычно равен пяти, а ширина по дну 0,5...0,6 м. Каналы с такими параметрами предназначены для местного отвода поверхностных вод. Благодаря пологим откосам они не препятствуют движению сельскохозяйственных машин.

Плужные каналокопатели просты по конструкции, имеют небольшую массу, обладают большой производительностью, однако они имеют очень высокое тяговое сопротивление, неудовлетворительно работают в грунтах с каменистыми и древесными включениями, не всегда обеспечивают требуемое качество работ.

Тема лекции 22. Машины для разравнивания кавальеров, планировки дна, откосов каналов и стабилизации откосов

Вопросы:

22.1 Машины для разравнивания кавальеров, планировки дна и откосов каналов. Назначение, основные требования и классификация.

Литература

1. Васильев, Б. А. Мелиоративные и строительные машины / Б. А. Васильев [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 224 с.
2. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. – 307 с.

22.1 Машины для разравнивания кавальеров, планировки дна и откосов каналов. Назначение, основные требования и классификация.

После прокладки осушительных каналов машинами, не разбрасывающими грунт, необходимо разравнивать образующиеся кавальеры.

Дно и откосы планируют после прокладки каналов машинами циклического действия, особенно в тех случаях, когда укладывают антифильтрационную облицовку любого вида или проводят одерновку откосов или стабилизацию травосеянием.

Машины бывают на гусеничном, рельсовом и колесном ходу. Применяют машины с активными рабочими органами непрерывного действия – цепными многоковшовыми, скребковыми и шнековыми, комбинированными шнекороторными; циклического действия – одноковшовыми или скребковыми; с пассивным рабочим органом – отвалом.

Машины для разравнивания кавальеров движутся вдоль канала и сдвигают грунт кавальера в сторону от бровки с одновременным его разравниванием за один или несколько проходов. Основные требования к машинам заключаются в том, чтобы при разравнивании не было осыпания грунта в канал, а также повреждения рабочим органом верхней части откосов, бровки и дернового покрова бермы канала. Ширина захвата рабочего органа должна быть такой, чтобы перекрыть след движущейся машины.

Наиболее эффективно разравнивание кавальеров машинами с пассивным отвальным рабочим органом, установленным под углом захвата 42...45° для торфа и 48...50° для минеральных грунтов. Применяют машины главным образом с передним отвалом со складной и поворотной рамами.

Наиболее современные конструкции кавальероразравнивателей оборудованы механизмами изменения угла зарезания и угла захвата отвала с гидравлическим управлением из кабины, а также противовесом.

Машины для планировки дна и откосов каналов предназначены для выравнивания поверхности дна и откосов каналов с целью снижения ее шероховатости и подготовки к укладке антифильтрационных облицовок или

стабилизации откосов. Эти машины должны работать без переборов и недоборов грунта, осыпания его в канал; обеспечивать высокое качество спланированной поверхности без доделочных работ; иметь высоту неровностей обработанной поверхности грунта не более ± 5 см, а для укладки антифильтрационных облицовок $\pm 2...3$ см.

Планировщики делят *по выполняемому технологическому процессу (назначению)* на машины для раздельной планировки откосов или откосов с частью дна (неполнопрофильные планировщики или откосопланировщики) и для планировки всего периметра сечения каналов (профилировщики). В качестве рабочих органов для планировки дна и откосов канала можно применять многоковшовый и скребковый непрерывного действия, шнекороторный, отвальный и планировочный скребок или ковш циклического действия.

По ходовому оборудованию машины бывают на рельсовом, гусеничном, колесном ходу. Планировщики на гусеничном (и иногда колесном) ходу оборудуют многокомпонентной системой уклона, при рельсовом ходе уклон и толщина срезаемого слоя обеспечивают прокладкой рельсового пути под нивелир.

Отвальные откосопланировщики с пассивным рабочим органом бывают с откосопланировочным отвалом (откосником) на основном рабочем органе и на специальной раме на тракторе или автогрейдере. Откосопланировочный отвал (откосник), смонтированный на отвале бульдозера, устанавливают в рабочем положении с углом захвата $40...70^\circ$. Грунт, как правило, он перемещает вниз по откосу, берме или дну канала. Откосник может поворачиваться в вертикальной плоскости и фиксироваться под углом $32...60^\circ$ ниже или $57...80^\circ$ выше опорной поверхности машины. Управление рабочим органом гидравлическое. Планировка откоса осуществляется за два-четыре прохода. Аналогично устанавливают откосники на отвалы грейдеров и автогрейдеров. Откосы канала планируют сначала верхними, затем нижними продольными проходами машин.

Планировка откосов с верхними и нижними проходами автогрейдерами или бульдозерами с откосниками позволяет обрабатывать откосы каналов глубиной до 3,5 м. Недостаток этого способа – необходимость удаления грунта в процессе работы у основания откоса.

Отвальные откосопланировщики с рабочим органом (отвалом), смонтированным на специальной раме на тракторах и на автогрейдерах, осуществляют планировку поверхности с подъемом срезанного грунта вверх по откосу на берму канала.

Тема лекции 23. Машины для устройства закрытого дренажа

Вопросы:

23.1 Классификация дренажных машин.

23.2 Назначение и общие требования к дренажным машинам. Основные типы дренажных машин.

Литература

1. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. – 307 с.

2. Мажугин, Е. И. Эксплуатация экскаваторов-дреноукладчиков / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. – 102 с.

Вопрос 23.1 Классификация дренажных машин.

Дренажные машины *по типу прокладываемых дрен* делятся на машины для строительства трубчатого, кротового, щелевого дренажа и для повышения водопроницаемости грунта.

По ширине прокладываемой траншеи дреноукладчики делятся на широкотраншейные, узкотраншейные и бестраншейные.

По типу рабочего органа дреноукладчики, машины для прорезания щелей и траншеекопатели подразделяются на многоковшовые цепные, скребковые цепные, многоковшовые роторные, шнековые, баровые, шнековые, ножевые, комбинированные и другие.

Баровые в основном используются для прорезания одной, двух или одновременно трех щелей в твердых грунтах и имеют обычно цепной или фрезерный рабочий орган.

По способу реализации энергии двигателя основным рабочим органом рабочие органы делят на пассивные, активные и активно-пассивные.

По способу удаления грунта от траншеи – без удаления, шнеком, поперечным скребковым конвейером, поперечным ленточным конвейером, метателем, сдуванием.

По способу привода рабочего органа – с механическим или гидравлическим приводом.

По способу перемещения рабочего органа с целью изменения глубины дрены или траншеи различают машины:

с поворотом рабочего органа вокруг поперечного горизонтального вала;

с плоскопараллельным перемещением рабочего органа;

с комбинированным подъемом на рычагах и с поворотом вокруг поперечного вала;

с накаткой лебедкой по направляющим;

с изменением положения рабочего органа относительно опор рабочего оборудования.

Кроме того, бывают с дополнительной кабиной, с перемещаемой кабиной, гусеничные, колесные, четырехгусеничные, с дополнительной опорой для рабочего органа.

Вопрос 23.2 Назначение и общие требования к дренажным машинам. Основные типы дренажных машин.

Закрытый дренаж – эффективное мероприятие по регулированию водно-воздушного режима почв и борьбе с засолением орошаемых участков.

К дренажным машинам предъявляют следующие требования:

- прокладка дренажа с заданным уклоном при любом рельефе местности с минимально допустимыми отклонениями линии дрены по вертикали и горизонтали и исключением обратных уклонов;
- строительство дренажа при высоком уровне грунтовых вод, в обрушающихся, неустойчивых, липких, сыпучих и мерзлых грунтах, в грунтах с низкой несущей способностью при большом содержании каменных и древесных включений;
- правильное сопряжение дрен с закрытыми и открытыми коллекторами, исключение смещения дрен в стыках, при необходимости обработка стыков или всей дрены фильтрующими материалами;
- прокладка дрен на расчетную глубину (1,5...2,5 м в зонах осушения и до 2,5...4,5 м и более, в зонах орошения), требуемого диаметра (50...300 мм и более) из различных материалов (керамические, пластмассовые, асбоцементные, керамзитобетонные и др.);
- постоянный контроль за качеством дренажной линии с предварительной присыпкой и окончательной засыпкой;
- полная механизация производственных процессов и соблюдение специальных агротехнических и мелиоративных требований.

Различают дренажные машины для устройства материального, щелевого и кротового дренажа.

Машины для устройства горизонтального материального дренажа имеют землеройный и трубоукладочный рабочие органы, совмещаемые в траншейных (ширина траншей 0,5 м и более), узкотраншейных (0,2...0,4 м) и бестраншейных (менее 0,2 м) дреноукладчиках. Кроме этого, существует полумеханизированный способ строительства дренажа, основанный на прокладке дренажных траншей различными траншекопателями или отрывке

траншей с полкой одноковшовым экскаватором с последующей ручной укладкой дренажных труб.

При высоком уровне грунтовых вод и неустойчивых грунтах применяют предварительное водопонижение.

При траншейном способе строительства дренажа используют экскаваторы-дреноукладчики с ковшовым землеройным рабочим органом (**ЭТЦ-202Б, ЭТЦ-2011, ЭТЦ-406, ЭТЦ-206**).

При узкотраншейном способе строительства дренажа в качестве землеройного рабочего органа применяют скребковую или баровую цепь.

Экскаватор-дреноукладчик **ЭТЦ-2010** со скребковым землеройным рабочим органом по многим сборочным единицам унифицирован с экскаватором ЭТЦ-202Б и отличается скребковой цепью, обеспечивающей разработку и вынос грунта на поверхность, где далее он смещается в стороны от оси дренажной траншеи двухсторонним шнековым транспортером. Глубина траншеи до 1,7 м, ширина – 0,25 м. Рабочий орган работает в грунтах до II категории включительно с содержанием камней размером до 0,1 м. Автоматическое и ручное управление уклоном дрены такое же, как у ЭТЦ-202Б. Так как с изменением глубины траншеи высотное положение шнеков относительно поверхности грунта изменяется, то для его регулирования применен гидроцилиндр, смещающий шнек вдоль рамы рабочего органа.

Экскаватор-дреноукладчик с баровым землеройным рабочим органом обеспечивает прокладку дренажных траншей глубиной до 2,5 м и шириной 0,14...0,20 м, выполнен навесным на базе трактора класса 10 и имеет механический привод рабочего органа отвала отбора мощности трактора.

Рассмотренные узкотраншейные экскаваторы-дреноукладчики применяют в зонах осушения.

Системой машин предусмотрено внедрение узкотраншейного экскаватора-дреноукладчика **ДУ-251** для зон орошения, который перемещается по спланированной под заданный уклон трассе. Производительность его до 100 м/ч дренажа в устойчивых и обрушивающихся грунтах до IV категории включительно, глубина укладки дрен до 3,5 м.

Бестраншейный способ строительства материального дренажа при высоком уровне грунтовых вод перспективен и высокоэффективен при осушении беспнистых и без крупных каменистых включений торфяных и минеральных грунтов, а в зонах орошения – в сложных гидрогеологических условиях.

Достоинства бестраншейного способа строительства дренажа; высокая скорость укладки (500...2000 м/ч); резкое сокращение объемов земляных работ; сохранение пахотного слоя при минимальном выносе минерального грунта на поверхность; простота и надежность конструкции при высоком уровне механизации производственных процессов; не требуется обратная засыпка дрен.

Недостатки: пассивные землеройные рабочие органы требуют значительных тяговых усилий; ограничения в диаметрах закладываемых труб уменьшают междренные расстояния; повышенные требования к защитно-фильтрующим рулонным материалам и песчано-гравийным смесям вследствие снижения водопримной способности придренной зоны из-за уплотнения стенок щели ножом; затруднен контроль за качеством дренажа.

Бестраншейный дреноукладчик **МД-12, МД-13, БДМ-301А** выполнены в виде навесного оборудования на трактор.

На основе итальянского оборудования Кохановским экскаваторным заводом выпускается машина дренажная ирригационная **МДИ**. Она агрегируется с трактором БЕЛАРУС-3022 и предназначена для укладки полиэтиленовых дренажных труб наружным диаметром до 65 мм на глубину до 1 м. Масса оборудования 2500 кг. Схема оборудования, опирающегося на грунт, приведена на рис. 2.26.

Кротодренажные машины служат для прокладки кротовых дрен в минеральных и беспнистых торфяных грунтах.

Рабочими органами кротодренажной машины служат нож и дреноер. Нож прорезает узкую щель и передает тяговое усилие дреноеру, который формирует полость дрены.

Наиболее распространены навесные кротодренажные машины, обеспечивающие дренирование с заданным уклоном. При прокладке кротовых дрен с заданным уклоном трактор работает с ходоуменьшителем, а глубину хода рабочего органа регулирует оператор по визиркам. При прокладке аэрационного дренажа трактор работает без ходоуменьшителя.

В минеральных грунтах применяют дреноер диаметром до 100 мм в торфяных – до 270 мм. Дренаж, заложенный на глубину 0,3...0,5 м, регулирует воздушный режим, на глубину 0,7...1,2 м – водный режим почв.

Недостатки кротового дренажа: малый срок службы, низкая прочность и устойчивость кротовин.

Кротодренажные машины **МД-1, МД-9** прокладывают кротовые дрены со скоростью до 1,2 до 2,9 км/ч. Для увеличения аэрации почвы применяют кротователи на сельскохозяйственных плугах на глубину 30...40 см от поверхности через 1...1,5 м.

Кротовый дренаж является самым простым и дешевым при его строительстве. Он прокладывается на глубине от 0,3 до 1,3 м, диаметр дрен от 50 до 250 мм. Дрены меньшего диаметра прокладываются в плотных минеральных грунтах, а большего – в торфяных.

Основным недостатком кротового дренажа является его короткий срок службы, составляющий 2...3 года. Для повышения срока службы в кротовины вносят растворы-крепители, вяжущие материалы или осуществляют обжиг поверхности.

Дренажно-щелевые машины применяют для осушения пнистых торфяных грунтов с большим количеством погруженной древесины. В таких условиях могут работать только активные рабочие органы с большими скоростями резания (до 20 м/с), например, баровые цепи, диски и винты. Основные недостатки их: быстрый абразивный износ режущих элементов, особенно при встрече минеральных прослоек грунта, малая надежность.

Серийная дренажно-щелевая машина **ТМТ-101** выпускается на базе трактора ДТ-75Б с механическим приводом рабочего органа, выполненного в виде дисковой фрезы диаметром 2,5 м, вращающейся с окружной скоростью 18 м/с. Чтобы получить щель глубиной 1 м, шириной вверху 5...8 см, внизу 15 см, диску сообщается колебательное движение. Все рабочее оборудование смонтировано на общей раме, соединяемой через стандартную навесную систему с трактором. Производительность машины при работе на переувлажненных торфяниках пнистостью 4 % составляет до 600 м/ч. Щель сверху смыкается самостоятельно, образуя удобную полость для регулирования водно-воздушного режима почвы.

Имеются дренажно-щелевые машины на базе тракторов класса 3...10, рабочие органы которых могут вести фрезерование мерзлого торфяника, что особенно важно, так как несущая способность торфяников в летнее время нередко ниже 0,02 МПа, а это делает их непроходимыми для современных машин.

Тема лекции 24. Машины для эксплуатации и ремонта мелиоративных и водохозяйственных объектов

Вопросы:

24.1 Виды эксплуатационно-ремонтных работ и их особенности. Виды применяемых машин.

24.2 Назначение, классификация и основные требования, предъявляемые к каналоочистителям.

24.3 Машины для удаления растительности из канала. Машины для очистки и ремонта дрен.

Литература

1. Строительные машины для механизации гидромелиоративных работ / В. В. Суриков [и др.]; под ред. В. В. Сурикова. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Васильев, Б. А. Мелиоративные и строительные машины / Б. А. Васильев [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 224 с.

3. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. – 307 с.

Вопрос 24.1 Виды эксплуатационно-ремонтных работ и их особенности. Виды применяемых машин.

На мелиоративных осушительных и оросительных системах важнейшим их составным элементом, во многом определяющим функционирование всей системы, является сеть каналов.

В результате ошибок при проектировании, нарушений технологии строительства, влияния различных природных факторов, нарушений правил эксплуатации они теряют свою работоспособность.

В зависимости от причин утраты работоспособности для ее восстановления наиболее часто выполняются следующие *основные операции*: углубление и очистка русел каналов от наносов и заиления, удаление посторонних предметов, уход за сеяной травой, скашивание (уничтожение) сорной травянистой растительности на дне, откосах и бермах, срезание травы и древесно-кустарниковой растительности, ремонт крепления русел и откосов, восстановление профиля и крепления.

Очистка каналов может производиться гидравлическим, гидромеханическим, химическим, биологическим, газодинамическим, механическим и механическо-пневматическим способами.

Гидравлическая очистка (промывка) применяется, как правило, для удаления наносов в облицованных каналах путём организации течения воды с повышенными размывающими скоростями.

Гидромеханический способ заключается в применении земснарядов или землесосов для удаления илистых или песчаных отложений.

Химический способ служит для уничтожения растительности путём обработки канала веществами, уничтожающими или подавляющими растительность (гербицидами, дефолиантами, арборицидами).

Биологический способ предназначен для борьбы с сорной растительностью в периметре канала и заключается в ее подавлении путем засева откосов каналов кормовыми травами (люцерна, житняк), затенении приканальными древесными насаждениями и уничтожении растительности зарыблением каналов и водоемов белым амуром, карпом, толстолобиком.

При *газодинамическом способе* загрязнения из сухого облицованного канала выдуваются высокоскоростными газовыми струями.

Механический способ состоит в применении для содержания, ремонта и реконструкции каналов и других мелиоративных объектов общестроительных и специализированных эксплуатационных машин с механическим рабочим оборудованием.

Механическо-пневматический способ заключается в применении машин с механическим отделением удаляемой среды и пневматическом ее транспортировании за пределы канала.

Вопрос 24.2 Назначение, классификация и основные требования, предъявляемые к каналочистителям.

Каналоочистителями удаляют из каналов наносы и растительность, исправляют деформированные сечения каналов; удаленный наносный грунт и растительность распределяют или разбрасывают по площади, прилегающей к каналу.

По назначению каналочистители делятся на машины для удаления наносов, восстановления поперечного сечения каналов, многоцелевые.

По характеру выполнения рабочего процесса каналочистители подразделяются на машины циклического и непрерывного действия.

Каналоочистители циклического действия обычно имеют одноковшовый рабочий орган с различными типами стрел и ковшей. *Стрелы бывают навешенными* спереди, сбоку, сзади, на поворотной платформе, на дополнительном ходовом устройстве.

Каналоочистители непрерывного действия *по виду рабочего органа* делятся многоковшовые цепные, многоковшовые роторные, скребковые цепные, шнековые, фрезерные, отвально-фрезерные, водоструйные, комбинированные, со сменными рабочими органами и другие.

По зоне рабочего передвижения различают береговые, внутриканальные (внутрирусловые) и надканальные или седлающие каналочистители, движущиеся по откосу, берме и откосу, откосу и дну, двум откосам, со сменными зонами.

По типу ходового устройства каналоочистители классифицируют как гусеничные, колесные, гусенично-колесные, с дополнительным опорным устройством, плавучие.

По способу агрегатирования каналоочистители делятся на навесные, полунавесные, прицепные, полуприцепные, самоходные.

По направлению рабочего передвижения режущих или копающих элементов различают каналоочистители продольного, поперечного и изменяемого направления копания или черпания.

По расположению оси вращения основного рабочего органа каналоочистители непрерывного действия делят на каналоочистители с вертикальной, горизонтальной, наклонной, регулируемой осями вращения и др.

В последнее время все большее распространение находят *многоцелевые каналоочистители*.

Основными требованиями к каналоочистителям являются следующие: достаточная проходимость, мобильность, возможность очистки каналов разных размеров, способность очищать канал без доделочных работ, возможность очищать дно и откосы одновременно, а при необходимости только дно или только откос, соблюдение требуемых параметров канала, способность удалять наносы от бровки канала, возможность очистки каналов в торфяных и минеральных грунтах, каналов сухих и с водой, в том числе, с наличием растительных остатков и каменистых включений, высокая надёжность, низкая себестоимость работ.

Для одноковшовых экскаваторов с оборудованием драглайн и обратная лопата создан набор ковшей, ковши можно разделить на три группы:

Первая группа – ковши, предназначенные для черпания наносов из-под воды: это перфорированные и решетчатые ковши, грейфер-ковш, с принудительно закрываемыми створками.

Вторая группа – профильные ковши. Они позволяют сохранить профиль канала при очистке.

Ковши третьей группы отличаются от обычных ковшей параметрами, то есть имеют увеличенную ширину. Такие ковши применяют для удаления разжиженных наносов и срезанной растительности. Часть из них являются поворотными. Поворотные ковши в процессе удаления донных наносов не повреждают придонную часть откосов канала.

Вопрос 24.3 Машины для скашивания и удаления растительности из канала. Машины для очистки и ремонта дрен.

Машины данной группы предназначены для срезания травянистой растительности и кустарниковой поросли, и растительности на бермах, откосах и дне каналов, извлечения ее из каналов или уничтожения непосредственно в канале.

Как правило, данные машины относятся к машинам непрерывного действия с активным рабочим органом.

Классифицировать их можно по следующим признакам.

По технологическому назначению машины делятся на косилки, подборщики срезанной растительности, косилки-подборщики, плавучие комбайны, косилки-измельчители, опрыскиватели, машины для электроискрового угнетения растительности, ручные косилки.

По типу воздействия на растительность – механического, химического, электроискрового действия.

По виду базовой машины – навешенные на трактор колесный или гусеничный, специальное шасси, мотоблок, автомобиль, мотобот.

По месту навешивания рабочего органа – с фронтальной, передней боковой, боковой, задней боковой и задней схемой навешивания, а также навешенные на дополнительную опору, поворотную платформу или поворотную колонку.

Зоной их передвижения могут быть берма, откос, берма и откос, берма и дно, откос и дно, два откоса, русло канала (плавучие).

По обрабатываемому элементу поперечного сечения канала – для обработки бермы, откоса, дна, откоса и дна, полнопрофильные.

По типу режущего аппарата – с сегментым, сегментно-пальцевым, ротационным с роторным, цепным или барабанным режущим аппаратом и др.

Роторные косилки могут быть одно-, двух-, трех- и многороторные.

По виду взаимодействия режущих элементов со скашиваемой растительностью – косилки безнапорного (рубящего или инерционного), опорного и ударно-скользящего действия.

Для удаления растительности из канала широко применяются мелиоративные косилки (сегментно-пальцевые **ККД-1,5**, **РР-26**; однороторные – **КР-1,3**, **КРЛ-2,0**; двухроторные – **КРН-2**, **К-78**; трех- и многомоторные – **К-78М**, **КРД-1,5**, **АС-1**, **КРН-2,1**, **КРД-2,4**), ручные моторизованные кусторезы, ручные моторизованные косилки (триммеры).

Лодка-косилка 6400 предназначена для скашивания водной растительности на глубине до 1,5 м.

Для борьбы с кустарниковой растительностью по берегам мелиоративных каналов предназначен тракторный опрыскиватель **ЗУБР НШ.2М «МЕЛИО»**. Его основным назначением является обработка гербицидами мелиоративных каналов, полос отчуждения линий электропередач, трасс газо- и нефтепроводов, дорожных обочин и т. п.

24.4 Причины нарушения и способы восстановления работоспособности дренажа. Машины для очистки и ремонта дрен.

Типичными и наиболее часто встречающимися причинами нарушения работоспособности закрытого трубчатого дренажа являются:

- ошибки при проектировании (недостаточный уклон или неправильно назначенная конструкция дрены);
- нарушения технологии строительства (отклонение от требуемого уклона, несоблюдение прямолинейности дна траншеи, несоблюдение величины зазора в стыках керамических трубок, неправильная укладка фильтрующих материалов, сдвигание, передавливание и разрушение труб и др.);
- заиливание;
- зарастание, т. е. проникновение в полость дрены корней растений;
- заохривание, т. е. заполнение сечения дрены карбонатами железа, алюминия, кремния, марганца;
- изменение соосности или уклона дрены в результате проседания грунта;
- подмывание дрены (суффозия);
- забивание (кольматации) водоприемных отверстий и пор фильтрующих материалов.

В зависимости от причин нарушения работоспособности дрен и особенностей дренажной сети применяются *химический, биохимический, механический, гидравлический, гидромеханический и ультразвуковой (гидроакустический) способы очистки.*

Химическая очистка основана на введении в дренаж химических элементов, переводящих водонерастворимые соединения алюминия, железа и марганца в растворимую форму.

Механический способ основан на внедрении в дренаж быстро соединяемых стержней длиной 10...30 м и диаметром 8...32 мм с вращающимся наконечником в виде бурава, ерша или рыхлителя. Разрыхленные наносы выносятся потоком воды.

При гидравлической очистке создают напор, обеспечивающий высокие скорости движения воды в дрене, или протаскивают шланг по дрене. В первом случае требуется большое количество воды для промывки, во втором – в полость дрены вводят гибкий шланг, имеющий на конце головку с фронтальными и тыловыми отверстиями (соплами). Подаваемая по шлангу под большим давлением вода, выходящая из сопел, размывает наносы и создает реактивную силу для передвижения шланга по дрене. Недостатки этого метода: низкая производительность, ограниченная реактивная тяга, размывающая и выносная способность струи, большая потребность в воде.

Наибольшее распространение получили дреноочистные машины **УПД-120, МР-18, ДП-10 и ПДТ-125** производительностью в пределах от 110 до 300 м/ч, предназначенные для промывки заиленных керамических и пластмассовых дрен диаметром до 300 мм.

Тема лекции 25. Машины для подготовки земель к освоению и производства культуртехнических работ

Вопросы:

25.1 Классификация машин и требования к ним.

25.2 Машины для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности и камней.

25.3 Машины для первичной обработки почвы.

Литература

1. Скотников, В. А. Мелиоративные машины для осушения болот / В. А. Скотников [и др.]. – Минск : Вышэйшая шк., 1988. – 308 с.

2. Васильев, Б. А. Мелиоративные и строительные машины / Б. А. Васильев [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 224 с.

3. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. – 307 с.

Вопрос 25.1 Классификация машин и требования к ним.

Культуртехнические машины, используемые при мелиорировании земель, подразделяются на машины для *подготовительных работ* и для *первичной обработки почвы*.

В зависимости от способа расчистки земель от ДКР машины для подготовительных работ делятся:

1) на машины для срезания кустарника и мелкокося (кусторезы, плоскорезы);

2) машины для корчевания растительности (корчеватели, корчеватели-собиратели, корчевальные агрегаты и бороны, кустарниковые грабли, машины для сплошной раскорчевки погребенной древесины (пней) на торфяниках, подборщики пней);

3) машины для фрезерования закустаренных земель, лугов и пастбищ (фрезерные машины, фрезеры, фрезы болотные);

4) машины для корчевания, измельчения и утилизации растительности (корчеватели-измельчители, рубильные машины);

5) орудия для уничтожения растительности химическим способом (опрыскиватели, траловые цепи);

6) орудия для сжигания растительности;

7) орудия для запашки кустарниковой растительности (кустарниково-болотные плуги);

8) машины для уборки камней (корчеватели-погрузчики, лыжи-самосвалы, металлические листы, камнеуборочные машины, прицепы);

9) машины для выравнивания и планирования мелиорируемых земель (бульдозеры, планировщики).

В группу машин для первичной обработки почвы входят кустарниково-болотные плуги, болотные фрезы, тяжелые дисковые и мелиоративные бороны, кочкорезы, а также водоналивные болотные катки.

По способу агрегатирования машины для культуртехнических работ делятся на прицепные и навесные, а по принципу действия – на машины активного и пассивного действия.

Качество работы культуртехнических машин и их эксплуатационные свойства определяются рядом требований, предъявляемых к определенной группе машин.

Основное требование, предъявляемое к кусторезам и корчевателям – высокие показатели агротехнических свойств, а именно максимальное сохранение естественного плодородия осваиваемых земель.

При освоении закустаренных земель с использованием фрезерных машин предъявляются определенные требования к самому объекту. Древесно-кустарниковая растительность может быть различных пород, но диаметр стволов не должен превышать 12 см, причем в обрабатываемом слое почвы недопустимы каменистые включения. Машина должна измельчать кустарник и мелколесье, а также погребенную древесину вместе с корневой системой, перемешивать измельченную древесную массу с почвой на глубину обработки и прикатывать обработанный слой почвы. Фрезерные машины должны за один проход производить обработку закустаренных земель, образуя слой почвы, пригодный для посева и посадки сельскохозяйственных культур без какой-либо дополнительной обработки.

К камнеуборочным машинам предъявляется ряд требований, зависящих от того, для чего в дальнейшем будут использоваться сельскохозяйственные угодья. При возделывании картофеля необходимо убирать все камни диаметром более 3 см в пахотном слое почвы, а при возделывании зерновых и других посевных культур достаточно убрать камни, лежащие на поверхности.

Первичная обработка мелиорируемых земель включает отвальную вспашку почвы кустарниково-болотными плугами, разделку пласта тяжелыми дисковыми бороны и прикатывание почвы водоналивными болотными катками.

Глубина первичной вспашки на торфяных почвах – 35...40 см, а на минеральных – 15...25 см. Оборот пласта должен быть не менее 145° с полной заделкой под пласт древесных остатков. Разделку пласта тяжелыми дисковыми бороны за два прохода на минеральных почвах необходимо производить на глубину до 16 см, на торфяно-болотных – до 25 см, причем содержание крупных почвенных частиц (5...10 см) не должно превышать 10...15 % от общей массы пласта. Кроме того, надо обеспечить выровненную поверхность пашни. Торфяные почвы после первичной обработки прикатываются для предупреждения пересыхания и воздушной эрозии грунта.

Вопрос 25.2 Машины для расчистки земель от древесно-кустарниковой растительности и камней.

При выполнении комплекса культуртехнических работ на мелиорируемых землях одними из основных, являются работы по расчистке земель от древесно-кустарниковой растительности.

В соответствии с ГОСТ 26333-84 машины данной группы имеют следующие определения, обозначающие назначение машин.

Кусторез – мелиоративная машина для срезания надземной части древесно-кустарниковой растительности.

Корчеватель – мелиоративная машина для извлечения пней, кустарника вместе с корневой системой, скрытых древесных остатков и валунных камней.

Кустарниковые грабли – мелиоративная машина для сбора и транспортирования срезанной растительности.

Мелиоративный плоскорез – мелиоративная машина для подрезания слоя почвы с растительностью.

Фрезерная мелиоративная машина – машина для измельчения древесно-кустарниковой растительности и скрытых древесных остатков.

Кусторезы классифицируются по следующим признакам:

по типу рабочего органа – с пассивными ножевыми (одноотвальным и двухотвальным рабочим органом), активными сегментными и ротационными рабочими органами;

по способу агрегатирования кусторезы как правило навесные;

по типу привода – с механическим, и гидравлическим приводом.

В настоящее время применяются навесные кусторезы с пассивным рабочим органом агрегируемые, как правило, с гусеничными тракторами тягового класса 10.

Для сводки мелкоколосья применяются машины с активным ротационным рабочим органом.

Корчеватели классифицируются по следующим признакам:

по назначению – подразделяются на корчеватели отвальные – машины циклического действия, имеющие только один пассивный рабочий орган, агрегаты корчевальные циклического действия с набором пассивных рабочих органов и корчеватели роторные непрерывного действия с активными рабочими органами;

по типу рабочего органа – подразделяются на зубовые, рычажные, роторные, вибрационные, манипуляторные, с корчующей плитой;

по способу агрегатирования рабочего органа – навесные, прицепные;

по типу соединения рабочего органа с толкающей рамой – с жестким и шарнирным соединением;

по расположению рабочего органа относительно трактора – с передним и задним расположением.

В настоящее время широко применяются корчеватели, агрегаты корчевальные, корчеватели роторные, агрегируемые с гусеничными тракторами тягового класса 10.

При освоении торфяно-болотных и минеральных земель, заросших кустарником и мелкоколесьем, применяют прицепные, полунавесные и навесные *фрезерные машины*. Эти машины за один проход выполняют все операции по освоению земель, заменяя комплекс машин, состоящий из кусторезов, корчевателей, кустарниковых граблей, кустарниково-болотных плугов и дисковых тяжелых борон.

Фрезы ФБН-2, ФБ-2 и ФБК-2 по конструктивной схеме в основном аналогичны между собой. У фрезы ФБК-2 регулировка глубины осуществляется за счет изменения положения опорного катка, расположенного за фрезой. Опорный каток одновременно служит для изменения глубины обработки и прикатывания расфрезерованного слоя почвы.

Агрегат для ускоренного залужения АЗ-2,4 представляет машину, состоящую из почвообрабатывающей и посевной частей, соединенных сцепным устройством, с общей гидросистемой. Составные части агрегата (фрезу и сеялку) можно использовать и отдельно.

Недостатком фрезерно-барабанных машин является ограниченная область их использования, так как на каменистых грунтах ножи быстро изнашиваются. Кроме того, не всегда оправдано перемешивание грунта с древесной массой, которую целесообразно использовать в качестве топлива, для приготовления древесностружечных и древесноволокнистых плит и т. п.

Корчеватели-измельчители и рубильные предназначены для одновременной корчевки и измельчения древесины (корчеватели-измельчители) или только для измельчения древесины (рубильные машины).

Для заготовки щепы на расчищаемом участке создаются рубильные машины двух типов: мобильные измельчители кустарника, ветвей и хвороста диаметром до 15 см и стационарные измельчители бревен, хлыстов и деревьев диаметром до 50 см. Передвижные рубильные машины **МТП-82** на базе трактора К-703 состоят из двух основных механизмов, расположенных на раме: механизма резания и механизма подачи.

Производительность передвижных рубильных машин при переезде от одного места складирования растительности к другому (на расстоянии 40 и 60 м) соответственно равна 0,93 и 1,35 м³/ч.

К рубильным агрегатам, производящим переработку на щепу крупных деревьев (диаметром до 50 см) относятся лесозаготовительные агрегаты, состоящие из подающего механизма в виде лотковой бревнотаски, последовательно скомпонованных окорочной и рубильной машин и пневматических устройств для выгрузки щепы. Установка перемещается эпизодически от одного объекта работ к другому.

Для обслуживания лесозаготовительных агрегатов используются лесовалочные пакетирующие машины **ЛП-2** и **ЛП-19** [10]. Первая создана на базе трелевочного трактора ГДТ-55, вторая – гидравлического экскаватора ЭО-4121А и специального гусеничного шасси, сконструированного из сборочных единиц трактора ТТ-4. Машинами ЛП-19 разрабатывается просека шириной 14...15 м, с

одной установки спиливается и укладывается в пачку 5...10 деревьев.

В комплексе культуртехнических работ наиболее трудоемкой операцией является *уборка камней*. Обычно эта работа проводится на осушенных минеральных землях и на землях, не требующих осушения. В настоящее время уборка камней производится по трем технологическим схемам: уборка крупных камней; средних; выборка мелки: камней из пахотного слоя.

Для выполнения комплекса рабе по очистке осваиваемых земель от камней используются как корчеватели так и специальные камнеуборочные машины и транспортные средства

Крупные поверхностные и частично скрытые в почве камни убирают при помощи мощных корчевателей ДП-25, МП-7А, МП-2В, ЛД-9 и др. Для уборки средних поверхностных камней используются машины КСП-20, ПСК-1, УКП-0,6. На выборке мелких камней из пахотного горизонта применяется машина УКП-0,6, а также специальные камнеуборочные машины МКП-1,5, КБМ-1,4 и др. Для вывозки крупных и средних камней используются самосвальные лыжи ЛС-4А, ЛС-8, ЛС-10, а на вывозке средних и мелких камней – прицепы ПВК-5, 2ПТО-8 и др.

Для погрузки мелких камней из куч в транспортные средства применяется погрузочный ковш К-20, монтируемый на рукояти стрелы одноковшовых экскаваторов ЭО-2621 и ЭО-2621 А.

Корчеватель-собиратель поворотный КСП-20 к погрузчику-бульдозеру ПБ-35, используемый на уборке средних камней, выпускается в двух вариантах: корчевателя и погрузчика. Основной вариант – погрузчик с грейферным захватом. Машина КСП-20 работает в комплексе с прицепом ПВК-5.

Наиболее совершенной *машиной для уборки средних камней является подборщик ПСК-1*, которым собираются поверхностные камни и вывозятся к местам складирования.

Машина состоит из погрузочного ковша и саморазгружающегося полуприцепа, состоящего из рамы, ходовой части, кузова и двух гидроцилиндров. На заднюю навесную систему трактора устанавливается опорная балка с гидроцилиндром, с помощью которого производится подъем и разгрузка ковша.

Камнеуборочной машиной УКП-0,7 осуществляется уборка средних камней размером 0,12...0,65 м с поверхности поля. Агрегатируется с энергетическим модулем класса 1,4. Машин представляет раму на колесном ходу, в передней части которой вмонтирована гребенка из девяти рабочих зубьев и прицепное устройство, а в задней части – бункер-накопитель.

Уборка камней со вспаханного поля производится циклически. Если же засоренность камнями большая, поле прочесывают. Камни, захваченные зубьями гребенки, загружают в бункер, который после заполнения разгружается.

Вопрос 25.3 Машины для первичной обработки почвы.

Первичная обработка мелиорируемых земель в основном проводится кустарниково-болотными плугами с последующей разделкой пласта тяжелыми

дисковыми боронами и планировкой поверхности планировщиками.

Для вспашки вновь осваиваемых земель, как заросших кустарником, так и после их расчистки от древесно-кустарниковой растительности и камней, применяют навесные и прицепные кустарниково-болотные плуги **ПБН-100А, ПБН-75** и **ПКБ-75Г**.

Для вспашки луговых болот, свободных от кустарника и погребенной древесины, а также для старопахотных торфяников используются плуги **ПБН-3-50** и **ПБН-6-50**.

В комплект однокорпусных плугов ПБН-100А, ПБН-75 и ПКБ-75Г входят три ножа: черенковый для работы на раскорчеванных от древесины почвах, плоский с опорной лыжей для работы на запашке кустарника и дисковый – на запашке луговых болот.

Навесные кустарниково-болотные плуги агрегируются с тракторами, механизм навески которых налажен по двухточечной схеме.

Для разработки пластов, первичной вспашки, поднятых кустарниково-болотными плугами на минеральных и торфяных почвах, используют тяжелые и мелиоративные дисковые бороны.

При освоении земель под сельскохозяйственное использование необходимо выполнять планировочные работы с использованием бульдозеров и длиннобазовых планировщиков (планировщики-выравниватели **ПВМ-3, ПВМ-4, ПВМ-5**).

Тема лекции 26. Машины и установки для орошения сельскохозяйственных культур

Вопросы:

26.1 Назначение, общая классификация и основные требования к машинам для орошения.

26.2 Дождевальные насадки и аппараты: классификация, основные параметры работы, особенности конструкции и область применения.

26.3 Дождевальные машины позиционного действия и работающие в движении фронтального и кругового действия, шлейфовые дождеватели).

26.4 Общие сведения о синхронно-импульсном дождевании, подпочвенном и капельном орошении.

26.5 Производительность дождевальных машин.

Литература

1. Васильев, Б. А. Мелиоративные и строительные машины / Б. А. Васильев [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 224 с.

2. Мажугин, Е. И. Мелиоративные машины : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / Е. И. Мажугин, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2018. – 307 с.

Вопрос 26.1 Назначение, общая классификация и основные требования к машинам для орошения

В настоящее время на территории Республики Беларусь введена в сельскохозяйственное использование примерно одна треть всей территории. Значительная часть сельскохозяйственных угодий требует периодического орошения.

Современный полив, и как следствие поддержания оптимального водно-воздушного баланса в корневой системе растений, является гарантом получения стабильных урожаев, не зависящих от изменения погодно-климатических условий.

Для достижения вышеозначенной цели используется широкий спектр типов дождевальных машин и систем полива, нашедших широкое применение в сельскохозяйственном земледелии. В природно-климатической зоне, в которую входит территория Республики Беларусь около 90 % орошаемых земель орошается методом дождевания, поэтому модернизация действующих типов машин и разработка новых, более совершенных является актуальной задачей.

В зависимости от способа полива различают:

- а) дождевальные машины и установки;
- б) поливные машины и оборудование;
- в) машины для внутрпочвенного орошения.

Ко всем машинам, предназначенным для полива, предъявляются следующие требования: машины и установки для орошения должны обеспечивать подачу воды в определённые сроки и в необходимом количестве к

растениям при минимальных потерях воды. Полив должен быть механизирован, т. е. подготовительные и вспомогательные операции должны быть ограничены присоединением машины к гидранту или установкой всасывающих устройств. Машины должны обеспечивать минимальные энергоёмкость и трудоёмкость полива. При этом в создавшихся экономических условиях машина не должна иметь высокую стоимость в целом и отдельных малогабаритных дорогостоящих устройств.

Выбор техники и способов полива зависит от ряда условий, к которым относятся: климатические, почвенные, рельефные, гидрогеологические, биологические, водохозяйственные и экономические. Так, при скорости ветра более 2 м/с нецелесообразно применять дальнеструйные дождевальные машины, а при скорости ветра больше 5 м/с дождевальные машины применять запрещено. Решающим фактором при определении способа и техники полива является рельеф – уклон поверхности и протяженность склонов. Орошение дождеванием применяют на уклонах до 0,05, в то время как при поверхностном поливе (борозды, полосы) уклон не должен быть больше 0,001.

Из биологических факторов влияние на выбор поливной техники оказывает глубина корневой системы поливаемых культур. Так, при небольшой глубине корневой системы растений целесообразнее применять дождевальную технику, а при большой глубине – поливную технику. Дождевание эффективно при частых поливах и небольших поливных нормах.

На выбор техники полива влияет также водообеспеченность оросительной системы (при низкой водообеспеченности применяется дождевальная техника); величина поливных и оросительных норм (большая величина при поверхностном поливе); коэффициент земельного использования орошаемой площади; размеры поливных участков. На выбор техники полива большое влияние оказывает также их экономическая эффективность.

Дождевальные машины – это комплект оборудования, состоящий из водопроводящего трубопровода и дождевальных аппаратов (водовыпусков) работающий от насосной станции. Перемещают по полю такие установки либо вручную, либо с помощью средств механизации (трактором). С помощью этих машин оросительная вода подается к растениям в виде дождя.

Поливные машины – машины, применяемые при поверхностном поливе и предназначенные для подачи и распределения воды в поливную сеть (борозды, полосы, чеки).

Машины для внутрпочвенного полива – машины, подводящие оросительную воду непосредственно к корням сельскохозяйственных культур.

Дождевальные машины классифицируются по следующим признакам:

1. по конструкции дождевальных аппаратов – короткоструйные, среднеструйные, дальнеструйные;
2. по технологическому процессу – позиционного действия и работающие в движении;
3. по способу забора воды – из открытого канала, из трубопроводов;

4. по числу опор – одноопорные, многоопорные;
5. по направлению движения – фронтальные, круговые;
6. по способу перемещения – переносные, перекатываемые, самоходные;
7. по типу привода опорных колес – механический, электрический, гидравлический;
8. по расположению относительно водоподающего канала – береговые (односторонние); седлающие.

Поливные машины классифицируются:

1. по материалу трубопровода – гибкие, жесткие;
2. по конструкции – разборные и не разборные;
3. по способу перемещения – колесные, с ручной раскладкой, стационарные.

Индекс (марка) дождевальных и поливных машин и установок состоит из буквенной и цифровой частей, иногда названия.

Буквенная часть индекса расшифровывается следующим образом. Первая буква соответствует назначению машины (Д – дождевальная, П – поливная). Вторая буква – это начальная буква слова, характеризующего конструктивные особенности (К – колесный, Д – двухконсольный, Ф – фронтальный, Ш – шлейф, М – машина, Т – трубоукладчик). Третья буква и все последующие отражают технологические и др. особенности (Н – навесной, А – агрегат, Ш – широкозахватный).

Цифровая часть обозначает среднюю секундную подачу воды (л/с) базовой модели машины или агрегата.

Большинство современных дождевальных и поливных машин имеют различные названия: «Волжанка», «Фрегат», «Днепр», «Кубань», «Роса», «Тимирязевец», «Радуга» и др.

Вопрос 26.2 Дождевальные насадки и аппараты: классификация, основные параметры работы, особенности конструкции и область применения

Для создания искусственного дождя применяют устройства, которые делятся на две группы:

- не имеющие частей, перемещающихся относительно друг друга – *насадки*;
- имеющие подвижные элементы – *дождевальные аппараты*.

Дождевальные аппараты бывают:

- короткоструйные (радиус действия – до 10 м),
- среднеструйные (радиус действия до 35 м),
- дальнеструйные (радиус действия свыше 35 м).

Расход воды, проходящий через насадки, определяется напором воды и площадью поперечного сечения отверстия насадки.

Дождевальные насадки бывают:

- дефлекторного типа,

- щелевые,
- центробежные.

Дефлекторные насадки применяются при поливе цветников и в теплицах. Их устанавливают также на дождевальными машинами ДДА-100МА.

Насадку навинчивают на конец патрубка, по которому от насоса под напором подводится вода. При проходе через насадку вода встречает препятствие, поставленное поперек потока, – дефлектор и, ударяясь о него, вытекает из насадки в виде пленки, которая легко распадается на капли.

Дефлекторы бывают: плоские, ложкообразные, конусные, подвижные, неподвижные.

Наилучший дефлектор – это конус с углом 120° , обращенным к входному отверстию в форсунку.

Насадки дефлекторного типа равномерно распыляют воду, дробя ее на капли диаметром 0,9...1,1 мм. Радиус действия этих насадок находится в пределах 4...8 м.

При прохождении через щелевой насадок вода, ударяясь о заглушку на выходе, вынуждена вытекать через щелевое отверстие в стенке и дробиться на капли. Щелевые насадки по качеству дождя уступают дефлекторным и не нашли широкого применения.

Центробежные насадки имеют корпус плоский улиткообразной формы, в который эксцентрично подводится вода. Истечение воды происходит в верхней части корпуса в виде кольцевого потока. По мере удаления от отверстия, коническая пленка воды распадается на капли. Эти насадки применяют для полива цветников, скверов и др.

В современных дождевальных машинах применяют главным образом среднеструйные и дальнеструйные аппараты.

В зависимости от конструкции, дождевальные аппараты могут иметь от одного до трех сопел, что дает большую равномерность площади полива. Наиболее распространены среднеструйные аппараты «Роса», представленные тремя модификациями.

Дальнеструйные дождевальные аппараты бывают:

- с приводом механизма вращения от активной гидравлической турбины (тип ДД),
- коромысловые (тип ДА) и с приводом от теплового двигателя базового трактора (тип ДДН).

Дальнеструйные аппараты могут работать с вращением ствола, как по кругу, так и по сектору.

В аппаратах типа ДД привод вращения ствола осуществляется от активной турбины, лопатки, которой вводятся в струю воды на 7...10 мм. Для предотвращения проворачивания храпового колеса при холостом ходе собачки установлен тормоз.

Дальнеструйные аппараты типа ДД выпускают в четырех модификациях: ДД-15, ДД-30, ДД-50 и ДД-80 (цифры – расход в л/с).

Аппараты типа ДА имеют коромысло с лопатками, которые периодически входят в поток воды, обеспечивая реактивным усилием поворот ствола на 2...5°.

Аппараты типа ДДН применяют преимущественно в навесных дождевальных машинах, агрегируемые с гусеничными и пневмоколесными тракторами.

Вопрос 26.3 Дождевательные машины позиционного действия и работающие в движении фронтального и кругового действия, шлейфовые дождеватели)

Двухконсольные дождевательные агрегаты ДДА-100М и ДДА-100МА имеют ширину захвата 120 м и обеспечивают производительность соответственно 0,6 и 0,8 га/ч при поливной норме 500 м³/га. Их применяют для полива овощных, кормовых, зерновых и технических культур. Они работают в движении с забором воды из открытых каналов.

Дождевательный агрегат состоит из двухконсольной пространственной фермы, навешенной на гусеничный трактор ДТ-75МХ-С4 (агрегат ДДА-100МА, расход 130 л/с).

На тракторе смонтированы центробежный насос, гидросистема, управляющая выравниванием фермы и подъемом всасывающего клапана, а также гидроподкормщик.

Вода забирается центробежным насосом из канала и подается в нижние трубы фермы, а затем по трубам открьлков поступает к дождевальным насадкам.

Широкозахватные многоопорные дождевательные машины работают позиционно (ДКШ-64 «Волжанка», ДФ-120 «Днепр») и в движении («Фрегат», «Кубань»).

Дождевательная машина ДКШ-64-800 «Волжанка» – это базовая модель, предназначена для полива зерновых, технических культур, многолетних трав и некоторых видов, овощебахчевых культур. Ширина ее захвата 800 м, расход воды 64 л/с, производительность 0,385 га/ч при поливной норме 600 м³/га.

Машина состоит из двух поливных крыльев, которые располагаются по обе стороны закрытого оросительного трубопровода. Каждое крыло представляет собой трубопровод, который установлен на металлических колесах и служит для них осью вращения. Один конец трубопровода закрывают заглушкой, на другой – устанавливают телескопический трубопровод узла присоединения, которым основной трубопровод присоединяется к гидранту на трубопроводе оросительной сети.

Основной трубопровод машины состоит из 32 секций труб длиной по 12,6м, диаметром 130 мм. Общая длина крыла 395,8 м. На основанном трубопроводе установлены 32 среднеструйных дождевательных аппарата с помощью механизма самоустановки, обеспечивающего их вертикальное положение.

Перемещение машины с позиции на позицию осуществляется с помощью двигателей «Дружба-4», установленных на приводных тележках в середине каждого крыла.

Дождевальную машину «Волжанка» выпускают в нескольких модификациях в зависимости от ширины от 300 до 800 м.

Дождевальная машина ДФ-120 «Днепр» имеет многоопорную конструкцию. Водопроводящий трубопровод опирается на 17 двухколесных опорных тележек велосипедного типа. На каждой тележке установлены по два открьлка, на которых расположены дождевальные аппараты «Роса-3», электрический мотор-редуктор, передающий через цепную передачу движение на ходовые колеса тележки.

Мотор-редукторы питаются от передвижной электрической станции, смонтированной на тракторе ЮМЗ-6Л с ходоуменьшителем. Мотор-редукторы крайних тележек управляются с пульта, смонтированного в кабине трактора.

Машина ДФ-120 «Днепр» фронтально-позиционного действия с питанием от гидранта закрытой оросительной сети, устанавливаемых на расстояниях 54 м, предназначена для полива различных сельскохозяйственных культур (включая кукурузу) на участках с уклоном не более 0,02; производительность ее 0,73 га/см (при поливной норме 600 м³/га), расход – 120 л/с, ширина захвата – 460 м.

С позиции на позицию машина перемещается фронтально, с участка на участок – буксированием в продольном направлении.

Многоопорная автоматизированная самоходная машина ДМ-454-100 «Фрегат» кругового действия предназначена для полива зерновых, овощных и технических культур, лугов и пастбищ при уклонах, не более 0,05. Базовая модель – машина ДМ-454-100 с трубопроводом длиной 454 м, расходом 100 л/с и поливной нормой от 240 до 1200 м³/га, с регулируемой частотой вращения. Воду машина забирает от гидранта, которому она подается от стационарной или передвижной насосной станции. Во время работы машина движется вокруг гидранта.

По конструкции дождевальная машина «Фрегат» представляет собой трубопровод, опирающийся на самоходные тележки, имеется гидропривод, работающий от воды, поступающей из поливного трубопровода. Гидропривод обеспечивает вращение колес тележек и движение машины. На машине предусмотрены две системы защиты – механическая и электрическая, которые останавливают машину при недопустимом изгибе трубопровода. Механическая система позволяет тормозить концевые тележки, давая возможность остальным тележкам выпрямить трубопровод. На трубопроводе установлены среднеструйные дождевальные аппараты четырех типоразмеров и один концевой дальнеструйный аппарат.

Машины «Фрегат» выпускают в различных модификациях с длиной машины от 119 до 571,9 м: ДМУ-А (число тележек 7...16) и ДМУ-Б (число тележек 13...20).

В настоящее время большое распространение получили также машины **ДДН-150-70** и **ДДН-100**. Машину **ДДН-70** навешивают на трактор **ДТ-75**, **ДДН-100** – на тракторы: **Т-150**, **Т-150К**, **Т-4А** и **ДТ-75М**. Привод машин осуществляется от вала отбора мощности трактора через карданную передачу. Для работы **ДДН-70** требуется напор 52 м. **ДДН-100** – 65 м – расход воды соответственно – 70 и 100 л/с, радиус действия – 70 и 85 м. Машины работают по кругу, при сильном ветре – по сектору. Площадь полива за сезон 60...70 и 100...150 га.

Вопрос 26.4 Общие сведения о синхронно-импульсном дождевании, подпочвенном и капельном орошении

Кроме рассмотренных дождевальных машин, применяют: комплект ирригационный **КИ-50А «Радуга»** для полива дождеванием различных сельскохозяйственных культур на площади до 50 га (состоит из насосной станции, разборных трубопроводов, дожде вальных аппаратов «Роса-3» и различной арматуры); комплекты оборудования синхронного импульсного дождевания **КСИД-10** и **КСИД-30**, представляющие автоматически действующие оросительные системы для полива площадей 10 и 30 га (состоит из насосных станций, трубопроводов, импульсных дождевателей, системы управления и другой аппаратуры) (и дождевальный шлейф **ДШ-25/300** для полива культурных пастбищ, лугов и садов (расход 25 л/с, площадь полива с одной позиции 0,9 га).

Для механизации поверхностного полива выпускается несколько типов поливных машин. Наиболее распространен поливной передвижной агрегат **ППА-165У**. Он предназначен для полива по бороздам пропашных культур и состоит из насосной станции **ПНС-165**, навешенной на трактор и забирающий воду из каналов и лотков. На трактор навешен барабан с намотанным на него поливным шлангом. Для намотки и раскладки шланга в конструкции агрегата предусмотрен механизм, приводимый в движение от гидросистемы трактора. Поливной шланг диаметром 300 мм и длиной 400 м имеет через 60...90 см водовыпускные отверстия. **ППА-165У** агрегируется с трактором **Т-28**, производительность до 0,95 га/ч при поливной норме 600 м³/га.

Вопрос 26.5 Производительность дождевальных машин

Производительность дождевальных машин и установок определяется по следующим формулам:

часовая производительность (га/ч):

$$П = 3,6Q\beta/m,$$

где Q – расход дождевальной машины (установки), л/с;

m – поливная норма, м³/га,

β – коэффициент, учитывающий потери воды на испарение во время дождевания,

($\beta = 0,7 \dots 0,95$).

Сменная производительность (га):

$$\Pi = 3,6Qt_{\text{см}}K_{\text{см}}\beta/m,$$

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

$K_{\text{см}}$ – коэффициент использования рабочего времени смены, принимается в соответствии с использованием дождевальных машин и установок в различных зонах.

Суточная производительность (га):

$$\Pi_{\text{сут}} = 86,4QK_{\text{сут}}\beta/m,$$

где $K_{\text{сут}}$ – коэффициент использования смен в сутки;

$$K_{\text{см}} = nt_{\text{см}}K_{\text{см}}K_0/24,$$

где n – число рабочих смен в сутки;

K_0 – коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени суток, $K_0 = 0,95$.

Тема лекции 27. Общие сведения о технической эксплуатации машин

Вопросы:

27.1 Основные понятия технической эксплуатации и показатели надежности машин. Система технического обслуживания и ремонта строительных машин.

27.2 Особенности эксплуатации машин в условиях отрицательных температур.

27.3 Влияние работы машин на окружающую среду. Сбор отработанных масел и технических жидкостей. Экологические аспекты эксплуатации машин.

Литература

1. Купченко, А. И. Эксплуатация мелиоративных и строительных машин: учеб. пособие / А. И. Купченко, В. Д. Прудников. Минск : Ураджай, 2000. – 157 с.

2. Суриков, В. В. Эксплуатация мелиоративных машин в зимних условиях : справочник / В. В. Суриков. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 240 с.

Вопрос 27.1 Основные понятия технической эксплуатации и показатели надежности машин. Система технического обслуживания и ремонта строительных машин

Техническая эксплуатация машин – это комплекс технических, экономических, организационных и других мероприятий, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном, исправном состоянии, предупреждение их простоев из-за технических неисправностей.

Техническая эксплуатация включает: обкатку, техническое обслуживание, заправку, хранение, технические осмотры, диагностирование машин и предупреждение или устранение неисправностей.

Работоспособность и эффективность использования строительной машины во многом зависят от надежности ее агрегатов, сборочных единиц и деталей. Надежность важна как для новой машины, так и для капитально отремонтированной.

По мере эксплуатации под действием нагрузок и окружающей среды постепенно:

- искажаются формы рабочих поверхностей деталей;
- увеличиваются зазоры в подвижных и нарушаются натяги в неподвижных соединениях;
- теряется упругость и другие свойства деталей;
- нарушается взаимное расположение деталей, вследствие чего ухудшаются условия зацепления шестерен, возникают дополнительные нагрузки и вибрации;
- образуются нагар и накипь, ухудшающие отвод тепла от теплонагруженных деталей, и т. п.

В результате снижается работоспособность и ухудшаются основные показатели надежности машин.

Надежностью называется свойство машины или ее составных частей выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих режимам и условиям их использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

В понятие надежность входят *безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость* как машины в целом, так и отдельных ее частей.

Безотказность – свойство машины непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность – свойство машины сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтпригодность – свойство машины, заключающееся в приспособлении его к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Сохраняемость – свойство машины непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние.

Работоспособное состояние (работоспособность) – состояние машины, при котором она способна выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией. Заданными параметрами могут быть мощность двигателя, расход топлива или масла и др.

Неработоспособное состояние (неработоспособность) – состояние машины, при котором хотя бы один заданный параметр не соответствует требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

Для оценки надежности машины или другого объекта используются *единичные и комплексные показатели*.

К *единичным показателям* относят безотказность работы, наработку на отказ, среднюю наработку на отказ, интенсивность отказов и параметр потока отказов.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности машины. (Нельзя путать отказ с неисправностью.) Например, трещины, вмятины в кабине или оперении машины, подтекание охлаждающей жидкости из радиатора или масла через сальник и т. п. являются неисправностями, так как не нарушают работоспособности машины, а трещина или поломка питательной трубки, прокол шины и т. п. вызывают отказ.

Наработка – продолжительность или объем работы машины. Нарботка измеряется в часах, километрах, гектарах и других единицах. В процессе

эксплуатации различают суточную, сменную, месячную или годовую наработку, до первого отказа или между отказами, межремонтную и т. п.

Технический ресурс (ресурс) – наработка машины от начала эксплуатации или ее возобновление после капитального ремонта до наступления предельного состояния.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации машины или возобновление ее после капитального ремонта до наступления ремонтного состояния. (Нельзя путать срок службы с ресурсом.) Например, ресурс двух тракторов одной марки одинаков, а срок службы их будет разным, если один из них будет работать в две смены, а второй – в одну.

Комплексные показатели (коэффициент готовности, коэффициент технического использования, коэффициент оперативной готовности, средние суммарные и удельные суммарные трудоемкости и стоимость технического обслуживания и ремонта) применяют для более полной оценки надежности.

Процесс определения технического состояния составных частей и машин в целом с целью установления необходимого их технического обслуживания или ремонта, а также для контроля качества выполненных работ, называется *техническим диагностированием*. Оно является составной частью технического обслуживания и ремонта машин.

Стенды, станки, различные приспособления, передвижные мастерские и другое оборудование, используемое при техническом обслуживании и ремонте машин, называются *средствами технического обслуживания и ремонта*.

Исполнители и средства технического обслуживания и ремонта, используемые в процессе поддержания и восстановления работоспособности или исправности машин согласно положениям и нормам, установленным нормативно-технической документацией, составляют *систему технического обслуживания и ремонта машин*.

Мероприятия по поддержанию и восстановлению работоспособности или исправности машин, предусмотренные системой технического обслуживания и ремонта, выполняют в плановом порядке. Основной их целью является предупреждение чрезмерного износа деталей машин. Поэтому система технического обслуживания машин называется *планово-предупредительной*. Она состоит из пяти подсистем: планирования, организации, технологии, материально-технического обслуживания и исполнителей работ.

Техническое обслуживание и ремонт машин – составные части эксплуатации, к которой также относятся ввод машин в эксплуатацию, их использование, транспортирование и хранение. Эксплуатация в свою очередь является стадией жизненного цикла машины. Чем совершеннее система технического обслуживания и ремонта машин, тем длительнее их жизненный цикл, тем меньше требуется средств на приобретение новой техники.

Техническое обслуживание и ремонт машин в зависимости от этапа эксплуатации, периодичности, объема работ, условий эксплуатации и других признаков подразделяются на *виды технического обслуживания или ремонта*.

Техническое обслуживание выполняется на различных этапах эксплуатации машин: *при эксплуатационной обкатке, при использовании машин и подразделяется на ежесменное (ЕТО), сезонное (СО) и периодические технические обслуживания (ТО). Последнее включает первое (ТО-1), второе (ТО-2) и третье (ТО-3) технические обслуживания.*

Ремонт машин по объему работ разделяют на текущий и капитальный. Восстановление работоспособности машины путем замены или восстановления ее отдельных составных частей называют текущим ремонтом (Т). Восстановление исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса машины с заменой или восстановлением большего количества составных частей, включая базовые, называют капитальным ремонтом (К).

Интервал времени между отдельными видами технического обслуживания или ремонта называется периодичностью технического обслуживания или ремонта. Главное требование к периодичности технических обслуживания и ремонтов машины – это *кратность*. Периодичность капитального ремонта должна быть кратной периодичности текущего ремонта, а она – кратной периодичности ТО-3, периодичность ТО-2 – кратной периодичности ТО-1.

Для большинства машин периодичность технических обслуживаний ТО-1 установлена 125 мото-ч, ТО-2 – 500 и ТО-3 – 100, текущего ремонта – 2000, капитального – 6000 мото-ч. В зависимости от конкретных условий использования машин допускается отклонение от установленной периодичности выполнения технических обслуживания в пределах $\pm 10\%$, а текущего ремонта $\pm 5\%$.

Наименьший повторяющийся интервал времени, в течение которого выполняются все установленные виды периодического технического обслуживания в определенной последовательности в соответствии с требованиями и нормативно-технической документацией, называют *циклом технического обслуживания*.

Установление периодичности технического обслуживания и ремонта в мото-часах позволяет выполнять работы в более точные сроки, когда этого требует техническое состояние машин.

Нарушение установленной периодичности технического обслуживания вызывает увеличение затрат труда, времени и денежных средств не только на обслуживание машин, но и на их ремонт.

При нарушении периодичности обслуживания в сторону увеличения возрастают объемы работ по обслуживанию и ремонту машин, что влечет за собой удлинение простоев машин в ремонте и на обслуживании. При этом потребитель несет дополнительные затраты от увеличенных простоев машин.

Ухудшаются и показатели работы машин при несоблюдении установленной периодичности технического обслуживания.

Другие виды технического обслуживания выполняют не через установленный интервал времени, а в зависимости от периода или этапа

эксплуатации машины. Так, *ежесменное техническое обслуживание* выполняют в начале, в течение или в конце рабочей смены.

Сезонное техническое обслуживание проводят с целью подготовки машин к предстоящему сезону эксплуатации. Критерием проведения сезонного технического обслуживания служит температура окружающего воздуха. При установившейся температуре воздуха свыше $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ машины готовят к весенне-летнему периоду эксплуатации, а при температуре воздуха ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ – к осенне-зимнему периоду эксплуатации. Сезонное техническое обслуживание совмещают с очередным плановым техническим обслуживанием.

Техническое обслуживание при эксплуатационной обкатке выполняют во время ввода в эксплуатацию новых или капитально отремонтированных машин.

Техническое обслуживание при транспортировании выполняют перед началом, в течение и в конце периода транспортирования машины.

Техническое обслуживание при хранении проводят при подготовке машины к хранению, в процессе ее хранения и при снятии с хранения.

Трудоемкость технического обслуживания и ремонта машин представляет собой затраты труда на выполнение одного вида технического обслуживания или ремонта машины.

Продолжительность технического обслуживания и ремонта – время проведения одного вида технического обслуживания и ремонта машины. Оба показателя являются основными для системы технического обслуживания машины, так как необходимы при планировании потребности в рабочих, оборудовании, передвижных мастерских и производственных площадях стационарных мастерских для технического обслуживания и ремонта машин.

Вопрос 27.2 Особенности эксплуатации машин в условиях отрицательных температур

Зимним периодом эксплуатации называется такой период, когда температура окружающего воздуха устанавливается ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Эксплуатация машин в зимних условиях затрудняется из-за низких температур воздуха, наличия снежного покрова, сильных ветров и метелей, а также сокращения светлого времени суток.

Низкая температура окружающего воздуха *затрудняет пуск двигателя*, оказывает отрицательное влияние на работу всех его систем и поддержание нормального теплового режима. Вследствие низких температур окружающего воздуха значительно ухудшается испаряемость бензина и увеличивается плотность воздуха, что приводит к значительному обеднению горючей смеси и плохому ее воспламенению при пуске карбюраторных двигателей. В дизелях вследствие повышения вязкости топлива и снижения температуры воздушного заряда в цилиндрах нарушаются условия смесеобразования и ухудшается самовоспламенение дизельного топлива.

Переохлаждение двигателя в процессе его работы приводит к *ухудшению смесеобразования и усилению конденсации горючего*, в результате чего увеличивается его расход и снижается мощность двигателя. Конденсат горючего смывает масляную пленку со стенок цилиндров и разжижает масло в картере, что приводит к резкому нарастанию износов деталей двигателя и сокращению срока его службы. Особенно сильно изнашиваются детали при пуске холодных двигателей.

Повышение вязкости масла при низких температурах воздуха вызывает резкое увеличение сопротивления вращению коленчатого вала, что затрудняет достижение требуемой для пуска двигателя частоты вращения коленчатого вала.

Низкая температура окружающего воздуха приводит к *увеличению вязкости электролита аккумуляторных батарей*, снижению их емкости и способствует быстрому разряду батарей при пользовании стартером.

Особого внимания в зимний период требует система охлаждения. Это связано с опасностью размораживания блока цилиндров и радиатора при использовании воды в качестве охлаждающей жидкости.

Понижение температуры окружающего воздуха способствует *увеличению вязкости трансмиссионного масла*, что приводит к значительному увеличению потерь на трение в агрегатах и механизмах трансмиссии и ходовой части машин.

В тормозах с пневматическим приводом при низких температурах воздуха *ухудшается герметичность тормозной системы*, повышается жесткость диафрагм, происходит скопление конденсата в воздушных цилиндрах, пневмоцилиндрах и фильтрах, в результате чего возможно его замерзание и образование ледяных пробок, которые могут вызвать отказ тормозов.

Работоспособность рулевого управления и амортизаторов ухудшается из-за *увеличения вязкости гидравлических жидкостей*, снижения прокачиваемости жидкостей через калиброванные отверстия, фильтрующие элементы и трубопроводы гидроусилителя, затруднения перемещения золотникового механизма и клапанов.

Под действием низких температур теряют упругие свойства детали, изготовленные из резины, а на их поверхности образуются трещины.

В условиях низкой температуры, снега и ветра:

- затрудняются техническое обслуживание и ремонт вследствие низкой температуры инструмента и агрегатов машин, опасности обморожения, неудобства работы в зимней одежде и уменьшения светлого времени суток;
- снег проникает через малые отверстия и щели в кабины, кузова и внутрь агрегатов, происходят заносы машин снегом на стоянках;
- затрудняются движение и управление машинами на скользких и разбитых дорогах, на крутых подъемах и спусках;
- снижается видимость и ухудшается ориентирование на местности;

Техническое обслуживание машин в зимний период также отличается рядом особенностей. Машины должны заправляться закрытой струей и обязательно через установленные в баках топливные фильтры. Топливные баки машин (особенно дизельных) должны заправляться полностью во избежание инееобразования на их стенках.

Существуют *два способа пуска двигателей*: с предварительным разогревом и без предварительного разогрева, или холодный пуск двигателя. Более целесообразным является первый способ, при котором обеспечивается надежный и быстрый пуск двигателей с наименьшим износом их деталей при любой низкой температуре наружного воздуха.

Средства, обеспечивающие пуск двигателей с предварительным разогревом, подразделяются на групповые и индивидуальные.

К групповым средствам, обеспечивающим одновременный разогрев большого количества двигателей в стационарных условиях, относятся: подогрев горячей водой, пароподогрев, воздухоподогрев, электроподогрев, подогрев инфракрасными излучателями.

Вопрос 27.3 Влияние работы машин на окружающую среду. Сбор отработанных масел и технических жидкостей. Экологические аспекты эксплуатации машин

В процессе работы механизмов смазка постепенно загрязняется продуктами износа, окисляется и теряет свои смазочные свойства. В процессе работы происходит старение смазочных материалов, которое сопровождается изменением их физико-химических свойств под воздействием высоких температур и кислорода воздуха, а также каталитического действия металлов и продуктов износа, особенно цветных металлов.

Глубокое окисление смазочных материалов наиболее интенсивно протекает при температуре выше 70 °С и приводит к образованию низкомолекулярных водорастворимых кислот, приводящих к коррозии металлических поверхностей, трудноудаляемых смолистых отложений, нерастворимых в смазке соединений, отлагающихся в картерах, на клапанах, поршневых кольцах и других деталях.

Отходы нефтепродуктов, в т. ч. отработанные масла – одна из самых многочисленных групп отходов, которые образуются как при эксплуатации машин, так и в других случаях экономической деятельности организаций. Отметим, что данные отходы не только опасны для окружающей среды и человека, но и являются ценным видом вторичного сырья. Организации, у которых образуются такие отходы, должны правильно организовать их учет и хранение.

В организации приказом руководителя должен быть назначен ответственный за обращение с отходами и должны быть определены его функции.

Уполномоченное лицо, отвечающее за обращение с отходами, должно быть указано в соответствующем разделе инструкции по обращению с отходами производства.

Если приказом назначено два и более уполномоченных лица, ответственных за организацию обращения с отходами производства, то приказом надо также назначить координатора (ответственного) по обращению с отходами производства.

Организация должна обеспечить ведение учета отходов в виде отработанных масел в книгах определенной формы.

Организация должна разработать и утвердить инструкцию по обращению с отходами производства.

Порядок разработки и утверждения такой инструкции определен Инструкцией о порядке разработки и утверждения инструкции по обращению с отходами производства, утвержденной постановлением Минприроды РБ от 22.10.2010 № 45.

Согласование инструкции по обращению с отходами производства осуществляет территориальный орган Минприроды.