

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Виды строительного-монтажных работ и технологических процессов и операций	6
2. Механизация строительства	8
3. Классификация, индексация и производительность строительных машин и оборудования	10
3.1. Классификация строительных машин	10
3.2. Индексация строительных машин.....	11
3.3. Производительность машин	11
4. Механизация земляных работ в строительстве и её особенности.....	13
4.1. Земляные сооружения, состав и способы производства работ	13
5. Основные физико-механические свойства грунтов.....	16
6. Кусторезы.....	20
6.1. Назначение, классификация, элементы конструкции	20
6.2. Технологии производства работ кусторезами	21
6.3. Производительность кустореза за смену	22
7. Корчеватели	23
7.1. Назначение, классификация, элементы конструкций	23
7.2. Технологии производства работ корчевателями	24
7.3. Производительность корчевателя-собиравателя	25
8. Навесные рыхлители.....	26
8.1. Назначение и классификация, элементы конструкций	26
8.2. Технология производства рыхлительных работ	29
8.3. Производительность рыхлителя	30
9. Машины послойного фрезерования грунтов	32
9.1. Назначение, классификация, элементы конструкции	32
9.2. Технология производства землеройно-фрезеровочными машинами.....	33
9.3. Производительность машин послойного фрезерования грунтов	33
10. Бульдозеры	34
10.1. Назначение и классификация, элементы конструкции	34
10.2. Технология разработки грунтов бульдозерами	37
10.3. Эксплуатационная производительность бульдозера.....	40
11. Скреперы	42
11.1. Назначение и классификация, элементы конструкции	42
11.2. Технология производства работ скреперами	46
11.3. Производительность скреперов	47
12. Автогрейдеры.....	48
12.1. Назначение, классификация, элементы конструкции	48

12.2. Технология производства работ автогрейдером.....	50
12.3. Производительность автогрейдеров	53
13. Грейдеры-элеваторы	54
13.1. Назначение, классификация и элементы конструкции	54
13.2. Технология производства работ грейдер-элеватором.....	56
13.3. Производительность грейдер-элеватора.....	57
14. Одноковшовые экскаваторы.....	58
14.1. Назначение, классификация.....	58
14.2. Рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов	60
15. Гидравлические полноповоротные экскаваторы	62
15.1. Рабочее оборудование и механизмы полноповоротных гидравлических экскаваторов	62
16. Траншейные экскаваторы	65
16.1. Назначение, классификация, элементы конструкции	65
16.2. Технологии производства работ траншейными экскаваторами	67
16.3. Производительность траншейных экскаваторов	68
17. Одноковшовые погрузчики	69
17.1. Назначение и классификация, элементы конструкции	69
17.2. Технологии производства погрузочных работ	71
17.3. Производительность одноковшового фронтального погрузчика	72
18. Машины для уплотнения грунтов, дорожных оснований и покрытий	73
18.1. Способы механического уплотнения грунтов	73
18.2. Назначение и классификация машин для уплотнения грунтов, дорожных оснований и покрытий	74
18.3. Машины статического действия для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов	77
18.4. Машины динамического действия для уплотнения материалов	78
18.5. Техническая производительность катков	80
Список литературы.....	82

ВВЕДЕНИЕ

Изучение строительного производства невозможно представить без освоения вопросов механизации. Качественное решение задач в области капитального строительства возможно при определении оптимального парка машин для обеспечения необходимых технологических процессов. Выбор техники должен быть направлен на повышение эффективности и производительности работ.

В данном учебном пособии изложены основные виды строительных машин и оборудования. Рассмотрены вопросы классификации машин, их конструктивных и эксплуатационных особенностей, а также уделено внимание технологическим аспектам выполнения работ.

В представленном виде пособие по механизации строительства может использоваться студентами, магистрами, преподавателями, а также широким кругом специалистов, занимающихся проектированием, производством и эксплуатацией машин. Представленная информация поможет обучающимся получить основные сведения по строительным машинам и оборудованию для механизации строительного производства, изучить технологию производства работ, производительность представленной в учебном пособии техники.

1. ВИДЫ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОПЕРАЦИЙ

Основное значение строительных машин и оборудования для механизации строительства заключается в том, что производительность труда по сравнению с производительностью при ручных работах возрастает в десятки, сотни и тысячи раз, а также значительно сокращаются сроки и во много раз снижается стоимость строительства.

Основными видами строительно-монтажных работ являются: подготовительные, земляные, подъемно-транспортные, погрузочно-разгрузочные, бетонные, свайные, монтажные и другие. К каждому виду работ относится один или несколько технологических процессов. В свою очередь процессы состоят из отдельных операций, производимых в определенной последовательности, образующей повторяющиеся циклы (циклические процессы). Например, земляные работы в общем виде состоят из подготовки площадки, разработки определенного объема грунта, перемещения его к месту укладки, укладки его в насыпь и уплотнения насыпи.

Несколько операций образуют процесс: при производстве земляных работ первоначально необходимо подготовить площадку для работы путем ее очистки и рыхления, а затем грунт разрабатывается экскаватором или бульдозером. Все эти операции образуют в целом процесс по земляным работам.

Если отдельные операции процесса весьма разнообразны по технологии, то в этих случаях целесообразно применять различные машины, образующие *комплекс*. При этом разные машины, входящие в комплекс, должны быть увязаны по производительности, чтобы обеспечить непрерывный поток обрабатываемого материала без потерь и задержек, вызываемых переходом его с машины на машину.

В тех случаях, когда технологический процесс состоит из операций, имеющих технологическую общность, может возникнуть возможность создания машины, выполняющей все операции. Примером являются землеройно-транспортные машины, у которых общность технологических операций проявляется в том, что перемещение машины имеет место как при копании, так и при транспортировании и разгрузке грунта. При этом различают землеройно-транспортные машины как непрерывного действия, когда операции производятся одновременно и непрерывно (автогрейдер), так и прерывного или циклического действия (скрепер, бульдозер).

Большинство строительных машин выполняет одну или несколько операций процесса, значительно реже машина выполняет все операции данного технологического процесса. В связи с этим обычно одна операция является главной для данной машины, а остальные служат только вспомогательными для передачи материала на другую машину. Так, экскаваторы, работая со спецтранспортными средствами для перемещения грунта, осуществляют почти все опе-

рации процесса земляных работ: копание грунта, перемещение его на выгрузку в транспорт. Однако экскаваторы выполняют только копание, а остальные их операции являются вспомогательными и с точки зрения эффективности процесса неэкономичными, так как удельная стоимость их выше, чем стоимость работ специальных средств транспортирования грунта. Поэтому экскаваторы, работая с перемещением грунта в отвал без использования специальных транспортных средств, выполняют все операции процесса более эффективно.

Многие существующие машины имеют сменное рабочее, силовое или ходовое оборудование, позволяющее выполнять разнообразные операции и процессы. Это расширяет возможности их использования и обеспечивает их универсальность. У некоторых машин комплекты сменного рабочего оборудования насчитывают десятки видов.

Каждому виду строительных работ присущи один или несколько технологических процессов. В свою очередь процессы состоят из отдельных операций, производимых либо в определенной последовательности, образующие повторяющиеся циклы — циклические процессы, либо одновременно — непрерывные процессы.

Технологические операции обычно элементарные, например разгрузка составляющих бетонной смеси в бетоносмеситель или уплотнение бетона, грунта и т. п. В то же время несколько операций, выполняемых друг за другом, могут образовывать технологические процессы, например подготовка площадки на земляных работах, которая может включать в себя валку леса, корчевку пней, рыхление грунта и очистку территории. Перемещение разработанного грунта может являться элементарной операцией, если она производится, например, ковшем экскаватора, и процессом, если грунт перемещается бульдозером в бункер, который загружает специальные транспортные средства.

2. МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Все строительные работы осуществляются на основании типовых схем соответствующими комплексами машин, предназначенными для конкретных технологических процессов. Чтобы правильно выбрать строительную технику и эффективно использовать её при производстве заданных процессов, необходимо знать основные характеристики строительного объекта. Например, при разработке грунта, в первую очередь, необходимо определить и знать его физико-механические свойства, номер группы грунта при разработке данной машиной. Затем выбор машины производят по виду производимых земляных работ: для выравнивания и планирования строительной площадки могут потребоваться, в зависимости от местности, следующие машины: корчеватели пней или валунов; рыхлители; бульдозеры или грейдеры; экскаваторы и т. п.

При выборе конкретной машины необходимо ознакомиться с её назначением, в котором указывается рабочий процесс, для которого служит данная машина, условия её работы, и характеризовать их влияние на производительность машины. К ним относятся режим работы и условия рабочей среды. В сведения о рабочем материале включены данные, которые могут влиять и определять характеристику рабочего органа машины. Например, категория грунта для подъемно-транспортных машин, величина кусков камня, загружаемых в дробилках.

Высокий уровень строительства и эксплуатации сооружений обеспечивается рациональным выбором номенклатуры и типоразмера машины. Для выполнения ряда технологических операций, например дорожного строительства, с успехом можно использовать машины общестроительного назначения для выполнения подготовительных и земляных работ общего характера, а также для уплотнения грунтов и др. В то же время работы по строительству покрытий, эксплуатации дорожных сооружений и другие содержат специфические операции, которые не могут быть выполнены машинами общестроительного назначения, а требуется наличие специальных машин и оборудования.

Машины для земляных работ состоят из ряда основных подсистем: технологических, включающих рабочие органы и движители; энергетической (двигатель); управления и обслуживающего персонала; рамы определенной конструкции для размещения рабочих органов на базе трактора, тягача или шасси грузового автомобиля.

При выполнении земляных работ бульдозеры используют для планировки, разработки выемок, сооружения котлованов и каналов, возведения насыпей, пробивки полок и террас на склонах и засыпке оврагов, срезании холмов и т. д.

Планировку производят на сравнительно ровной местности с засыпкой впадин и срезкой бугров, а также на неровном рельефе при засыпке оврагов, срезании холмов и т. д.

Разработку выемок обычно осуществляют продольным перемещением грунта. При больших размерах выемки и пологих склонах ее разработку можно вести и поперечным способом. Продольным перемещением выемку разрабатывают как в одну, так и в обе стороны. Работа поперечным способом рациональна только в том случае, если требуются пологие откосы в готовой выемке.

Сооружение каналов и котлованов осуществляется, как правило, траншейным способом с поперечным перемещением грунта. Разработку русла котлована и канала ведут поперечным способом параллельными траншеями с перемычками шириной около 0,5 м. При большой глубине траншеи перемычки удаляют, как только появляется опасность их обвала. Удалять перемычки можно двумя бульдозерами, идущими параллельно. Грунт набирают под уклон, а на подъем его только перемещают.

Возведение насыпей бульдозерами осуществляется поперечным перемещением грунта из резервов или продольным перемещением грунта из выемок. Можно использовать и поперечно-продольный способ работы, когда грунт доставляют при поперечном проходе бульдозера к месту будущей насыпи, а затем при продольном проходе вдоль нее перемещают на нужное место. Грунт из выемки в насыпь можно перемещать в одну или две стороны в зависимости от рельефа местности, на которой выполняются работы, и объемов грунта в выемке и насыпи.

На косогорах при разработке террас и полков используют преимущественно бульдозеры с поворотным отвалом, значительно реже бульдозеры с неповоротным отвалом. На пологих склонах с сооружением террасы грунт разрабатывают бульдозерами с любым отвалом поперечными проходами с послойной отсыпкой грунта. Разрабатываемая терраса или полка должна иметь обратный уклон для того, что бульдозер не мог сползти вниз по склону. На крутых склонах террасы разрабатывают продольными проходами со сталкиванием грунта поворотом бульдозера вниз по склону.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ, ИНДЕКСАЦИЯ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Классификация строительных машин

В основу классификации строительных машин и оборудования положены следующие признаки: по назначению, рабочему оборудованию, виду силового оборудования, количеству двигателей, режиму работы, принципу действия, степени подвижности, рабочим параметрам и др.

По технологическому признаку, т. е. по назначению, машины подразделяются на: погрузочно-разгрузочные; грузоподъемные; транспортирующие; транспортные; землеройные; дорожные; для приготовления, транспортирования, укладки и уплотнения бетонных и растворных смесей для ремонта и содержания дорог; для свайных работ; для отделочных работ; ручные машины.

По рабочему оборудованию каждая из этих групп машин делится на подгруппы, например: в составе машин для земляных работ можно выделить бульдозеры, скреперы, экскаваторы и др., которые различаются конструкцией рабочего оборудования и принципами их работы. Машины близкие по конструкции могут отличаться по отдельным параметрам, например по вместимости ковша, размерам, мощности, производительности.

По виду силового оборудования машины бывают работающие от двигателей внутреннего сгорания и электрические. Имеется и комбинированный привод с использованием гидравлических и пневматических двигателей.

По количеству двигателей машины бывают одноmotorные и многоmotorные.

По режиму работы или принципу действия машины бывают циклического (периодического) и непрерывного действия. К первым относятся бульдозеры, экскаваторы, одноковшовые, монтажные краны и др. К машинам непрерывного действия относятся роторные экскаваторы, конвейеры, землесосные снаряды и др.

По степени подвижности машины делятся на передвижные, стационарные, переносные, прицепные и самоходные.

По типу ходового устройства машины подразделяются на машины на гусеничном, автомобильном рельсовом ходу, комбинированные и шагающие.

По степени универсальности машины бывают универсальные (многоцелевого назначения) и одноцелевые. К универсальным машинам относятся одноковшовые экскаваторы, имеющие различные виды съемных рабочих органов (прямая и обратная лопаты, драглайны, грейфер, кран и т. п.). К одноцелевым машинам — дробильные машины, бетоносмесители, растворонасосы и т. п.

3.2. Индексация строительных машин

Существует единая система индексации, в соответствии с которой каждой машине разработчиком присваивается индекс (марка), содержащий буквенное и цифровое обозначения. Буквы индекса, располагаемые перед цифрами, обозначают вид строительной машины, а цифровая часть индекса — технические её характеристики. Например, буквенная часть индекса землеройно-транспортных машин содержит буквы ДЗ, машины для подготовительных работ и разработки мерзлых грунтов — ДП, машины для уплотнения грунтов и дорожных покрытий — ДУ, оборудования для погружения свай — СП, кранов стреловых самоходных — КС, строительных башенных кранов — КБ, бурильных и бурильно-крановых машин — БМ, машин для отделочных работ — СО, лебедок — ТЛ, ручных роторов — ИВ, одноковшовых строительных экскаваторов — ЭО, экскаваторов траншейных роторных — ЭТР, цепных — ЭТЦ и т. п.

На примере индексации одноковшовых универсальных экскаваторов можно рассмотреть более подробно структурную схему индексации. Рассмотрим индекс ЭО — 5123Х.Л. Четыре основные цифры индекса (5123) последовательно означают размерную группу экскаватора — 5; тип ходового устройства — 1 (гусеничное); конструктивное исполнение рабочего оборудования — 2 (с жесткой подвеской); порядковый номер данной модели — 3 (третья модель). Буквенное обозначение после цифр (ХЛ) обозначает вид специального климатического исполнения. В данном случае ХЛ — северное исполнение. Такое же исполнение обозначается буквой С. Тропическое исполнение обозначается буквой Т, а для работы во влажных тропиках буквами — ТВ. Следует отметить, что первые буквы А, Б, В и т. д. после цифрового индекса означают порядковую модернизации данной машины.

Существуют восемь размерных групп экскаваторов, которые обозначаются и цифрами от 1 до 8. Каждая размерная группа характеризуется вместительностью основных ковшей экскаваторов, например для 5-й размерной группы вместительность ковша составляет 1,00–1,60 м³.

Тип ходового устройства экскаватора указывается цифрами с 1 по 9: 1 — гусеничное; 2 — гусеничное уширенное; 3 — пневмоколенное; 4 — специальное шасси автомобильного типа; 5 — шасси грузового автомобиля; 6 — шасси серийного трактора; 7 — прицепное ходовое устройство; 8, 9 — резерв.

Конструктивное исполнение рабочего оборудования указывается цифрами: 1 — с гибкой подвеской; 2 — с жесткой подвеской; 3 — телескопическое.

Последняя цифра индекса означает порядковый номер модели экскаватора.

3.3. Производительность машин

Производительность машины определяется количеством продукции, вырабатываемой в единицу времени, является основным технико-эксплуатационным показателем машины.

Существуют три категории производительности машин: конструктивная, техническая и эксплуатационная.

Конструктивная или теоретическая производительность является максимально возможной производительностью машины, которую получают с учетом расчетных скоростей рабочих движений и нагрузках на рабочий орган при полном отсутствии простоев при определенных условных факторах.

Эксплуатационная производительность определяется реальными условиями использования машины с учетом неизбежных технологических и организационных перерывов в её работе.

4. МЕХАНИЗАЦИЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЕЁ ОСОБЕННОСТИ

4.1. Земляные сооружения, состав и способы производства работ

Производство строительно-монтажных работ связано с большими объемами земляных работ, которые ежегодно увеличиваются. Следует отметить, что выполняют эти работы как в обычной, так и в сложной обстановке и условиях, например в зимний период, при разработке твердых, полускальных, скальных и обводненных грунтов, при реконструкции предприятий в стесненных условиях плотной городской застройки. Все это создает определенные трудности при работе землеройных, землеройно-транспортных машин и оборудования и приводит к необходимости применения их по специальным технологическим схемам.

Земляные сооружения, создаваемые в результате земляных работ, различают по расположению их относительно поверхности земли (выемки — углубления, насыпи — возвышения) и по функциональному и временному назначению (постоянные и временные).

Постоянные сооружения для длительной эксплуатации представляют собой плотины, дамбы, каналы, полотно дорог, площадки и т. д.

Временные сооружения рассчитаны на небольшие сроки эксплуатации. Такие сооружения используются для выполнения работ нулевого цикла, укладки инженерных коммуникаций, устройства фундамента.

Траншеей называют временную выемку шириной до 3 м и длиной, значительно превышающей ширину.

Котлованом называют выемку, длина которой равна ширине или не превышает десятикратной её величины.

Подземными выработками называют временные выемки, закрытые с поверхности и устраиваемые для сооружения транспортных или коммунальных тоннелей и других целей. Все эти выемки (котлованы и траншеи) имеют дно и боковые поверхности, наклонные откосы или вертикальные стенки.

Так называемые *пазухи* — это пространства между боковой поверхностью сооружения и откосом котлована или траншеи, куда грунт из отвала укладывается после устройства подземных сооружений и частей зданий.

Обратной засыпкой называют отсыпку грунта из обвала для полного закрытия подземного сооружения или коммуникаций.

В жилищно-гражданском и промышленном строительстве наиболее часто приходится выполнять работы, связанные с планировкой площадок, устройством котлованов и различных траншей.

Земляные работы являются по организационно-технологической структуре комплексным производственным процессом, включающим подготовительные, основные и вспомогательные работы. Состав, объем и очередность процессов, входящих в подготовительные, основные и вспомогательные работы, определяются на стадии проектирования организации строительства и производства работ.

Подготовительные работы выполняются до начала разработки грунта для возведения земляных сооружений. При этих работах производится подготовка территории к производству работ, включая очистку от кустарников, деревьев, пней, камней, снятие растительного слоя, осушения и водоотвод; подготовка к ведению земляных работ в зимних условиях и т. п.

Основные работы включают разработку, перемещение и укладку грунта при устройстве выемок, насыпей и планировке территорий для застройки.

Вспомогательные работы сопутствуют основным и выполняются на завершающей стадии возведения земляных сооружений. К таким работам относят подготовку забоя для работы землеройных машин, рыхление плотных и мерзлых грунтов, водоотлив, искусственное закрепление грунтов, устройство ограждений, переходов и другие мероприятия по охране труда, временное крепление стенок выемок и откосов, уплотнение грунта и т. п.

В строительстве практикуется несколько способов земляных работ: *механический*, когда грунты разрабатываются путем разрушения их режущими кромками рабочих органов или зубьями рыхлителей; *гидравлический* или *гидромеханический*, когда разработка грунтов производится струей воды под напором или засасывание грунтов с перемещением их во взвешенном состоянии; *взрывной*, когда разрушение грунта производится с помощью взрывчатых веществ; *комбинированный*, сочетающий механический с гидравлическим или взрывным способом в зависимости от условий разработки грунтов.

Проходят производственную проверку экспериментальные физические и химические способы разрушения и уменьшения прочностей грунтов. Для этих целей используют *ультразвуковые, плазменные, высокочастотные способы*.

Механический способ производства земляных работ в зависимости от вида ведущих машин имеет три разновидности: экскаваторы; землеройно-транспортный; землеройно-отвалный.

Экскаваторный способ, когда разработанные грунты одно- или многоковшовым экскаватором отгружаются в отвал или в транспортные средства.

Землеройно-транспортный способ, когда грунты разрабатываются землеройно-транспортными машинами, элеваторами и другими машинами, имеющими отвалный транспортер.

Гидравлический способ земляных работ в зависимости от вида ведущих машин имеет две разновидности: гидромониторный и землесосный.

Гидромониторный способ, когда ведущей машиной для разработки грунтов является гидромонитор, разрушающий их струей воды под большим давлением.

Землесосный способ, когда грунты разрабатываются плавучими или передвижными землесосными снарядами, имеющими фрезы и насосные установки для перемешивания смеси грунтов с водой для образования пульпы.

Взрывной способ земляных работ имеет две разновидности: взрывные работы для рыхления грунта и взрывные работы на выброс и сброс для перемещения грунта в нужном направлении.

5. ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

В общем случае грунт состоит из минеральных частиц (зерен), пространство между которыми в той или иной степени заполнено воздухом и водой. Свойства и вид грунтов характеризуют размеры и форма ее частиц, их прочность, расположение и взаимосвязь.

В зависимости от характера внутренних связей частиц различают грунты: рыхлые — песок, гравий, галечник; связные (глинистые и лёссовые) — суглинки, глины, бокситы, особенностью которых является высокая пластичность при насыщении водой; твердые (скальные и полускальные), с жесткой, но упругой связью между частицами — песчаники, известняки, цементированный галечник.

Следует также отметить, что грунты по характеру структурных связей подразделяются на два класса: нескальные и скальные. *Нескальные грунты* делятся на связные и несвязные. *Скальные грунты* характеризуются высокой прочностью связей между частицами.

Связность определяется сцеплением отдельных частиц грунта и характеризует его способность сопротивляться их разделению. *Несвязными* называют грунты, обладающие только силами сухого трения. К ним относятся гравелисто-галечные (крупнообломочные) и песчаные грунты. Грунты, характеризующиеся наличием сил сцепления между частицами, относятся к *связным*. Промежуточное значение занимают *мало связные грунты*, которые наряду с силами трения обладают слабо выраженными силами сцепления. К этой группе относятся супеси.

К основным физическим свойствам грунтов относят: плотность, влажность, пористость, углы естественного откоса и внутреннего трения; механическим свойствам — прочность, твердость, пластичность, сопротивление сдавливанию, разрыхляемость, уплотняемость и др.

Плотность определяется объемной массой γ твердой фазы по формуле

$$\gamma = \frac{\gamma'}{\left(1 + \frac{W}{100}\right)}, \quad (1)$$

где γ' — объемная масса влажного грунта; W — влажность грунта.

Влажность грунта (W) есть отношение веса содержащейся в грунте воды (g_b) к весу сухого грунта (g_r), выраженное в процентах:

$$W = \frac{g_b}{g_r} \cdot 100. \quad (2)$$

Грунты считаются сухими при заполнении водой не более 1/3 объема пор, влажными — при заполнении от 1/3 до 2/3 пор и мокрыми — при большой

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru