

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Строительные и дорожные машины»

МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-36 11 01
«Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование»

Под редакцией В. В. Яцкевича

Минск
БНТУ
2012

УДК 624.132.3(076.5)

ББК 38.623я7

М38

Составители:

В. В. Яцкевич, А. А. Бежик, Ю. В. Соколовский

Рецензенты:

доцент кафедры «Горные машины» Белорусского национального технического университета, канд. техн. наук *Г. В. Казаченко*;
заведующий кафедрой «Теоретическая механика и теория машин и механизмов» Белорусского государственного агротехнического университета, д-р техн. наук, профессор *А. Н. Орда*

М38 **Машины** для земляных работ : лабораторный практикум для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» / В. В. Яцкевич, А. А. Бежик, Ю. В. Соколовский ; под ред. В. В. Яцкевича. – Минск : БНТУ, 2012. – 94 с.

ISBN 978-985-525-899-6.

Лабораторный практикум содержит задания, описания устройства и работы машин для земляных работ, их сменных рабочих органов и технические характеристики этих машин.

Лабораторный практикум предназначен для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», также может быть рекомендован для студентов других машиностроительных специальностей.

УДК 624.132.3(076.5)

ББК 38.623я7

ISBN 978-985-525-899-6

© Белорусский национальный
технический университет, 2012

ВВЕДЕНИЕ

Инженерному персоналу строительных и проектных организаций необходимо знать парк машин для земляных работ, уметь выбирать оптимальные режимы технологических процессов и необходимые сменные рабочие органы в конкретных производственных условиях, а также правильно подбирать комплекты машин для механизированных процессов в строительстве дорог и земляных сооружений.

В лабораторном практикуме приведен материал, необходимый студентам для аудиторных занятий и самостоятельного практического изучения машин для земляных работ.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БУЛЬДОЗЕРОВ

Задание

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу бульдозеров, их технические характеристики.
2. Описать назначение и устройство бульдозеров, их рабочий процесс.
3. Вычертить схемы бульдозеров с неповоротным и поворотным отвалами, описать их устройство.
4. Изучить основные типы и характеристики бульдозерного оборудования и вычертить его схему.

Бульдозеры представляют собой самоходные землеройно-транспортные машины, предназначенные в основном для срезания, планировки и перемещения грунтов и материалов на расстояние до 150 м (60–80 м – гусеничные бульдозеры, 80–150 м – колесные бульдозеры). В настоящее время на земляных работах бульдозеры выполняют 30–40 % общего объема всех работ.

Классификация. Бульдозеры классифицируют по следующим основным признакам:

– *по назначению*: *бульдозеры общего назначения*, используемые для выполнения основных видов землеройно-транспортных и вспомогательных работ в различных грунтовых и климатических условиях, и *специальные*, применяемые для выполнения целевых работ в специфических грунтовых или технологических условиях (к ним относятся бульдозеры-толкачи, подземные и подводные бульдозеры);

– *по тяговому классу (номинальному тяговому усилию) базовых машин*: *малогабаритные* (до 0,9 т), *легкие* (1,4–4 т), *средние* (6–15 т), *тяжелые* (25–35 т) и *сверхтяжелые* (свыше 35 т);

– *по типу ходового устройства*: *гусеничные* и *пневмоколесные*;

– *по типу конструкции рабочего органа*: *с неповоротным в плане отвалом*, постоянно расположенным перпендикулярно продольной оси базовой машины, и *с поворотным отвалом*, который может устанавливаться перпендикулярно или под углом до 53° в обе стороны к продольной оси машины.

По типу системы управления отвалом различают бульдозеры с гидравлическим и механическим (канатно-блочным) управлением. При гидравлической системе управления подъем и опускание отвала осуществляются принудительно одним или двумя гидроцилиндрами двустороннего действия. Бульдозеры с механическим управлением в настоящее время промышленностью не выпускаются.

Рассмотрим устройство бульдозера с неповоротным отвалом (рисунок 1.1). На базовом тракторе 1, снабженном гидросистемой и гидроцилиндрами 2, с помощью опорных шарниров 8 установлен отвал 3 с козырьком 4, ножами 5 и толкающими брусьями 6. Верхняя часть отвала соединена с толкающими брусьями винтовыми раскосами 7, обеспечивающими возможность поперечного перекоса отвала и изменения его угла резания в небольших пределах.

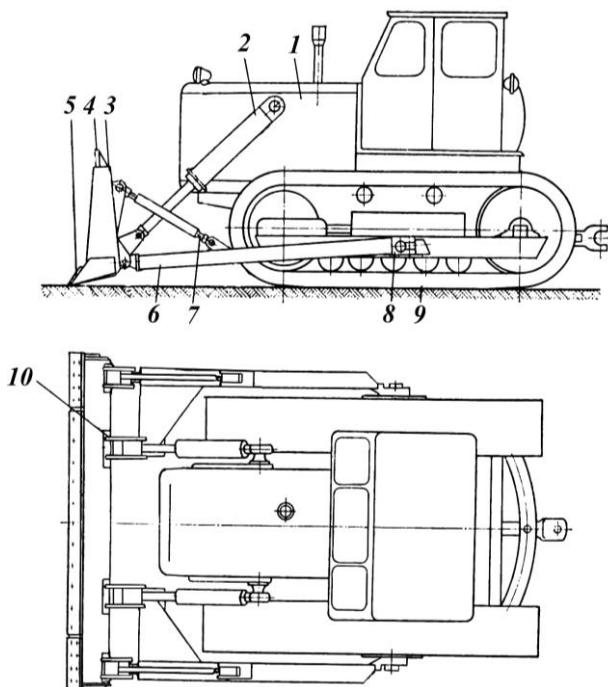


Рисунок 1.1 – Устройство бульдозера с неповоротным отвалом:
 1 – базовый трактор; 2 – гидроцилиндр; 3 – отвал; 4 – козырек; 5 – ножи;
 6 – толкающий брус; 7 – раскос; 8 – опорный шарнир; 9 – плита с пальцами;
 10 – шарнирный палец

Для соединения с толкающими брусьями на рамах гусеничных тележек установлены плиты 9 с опорными пальцами. Соединение штоков гидроцилиндров с проушинами на отвале снабжено шаровыми подшипниками.

В опорных шарнирах брусьев предусмотрен определенный зазор. Благодаря такому соединению толкающих брусьев и штоков гидроцилиндров обеспечивается не только нормальная работа отвала при качании гусениц, но также возможность перекоса отвала в поперечной плоскости за счет определенной свободы в шарнирах и некоторого изгиба отвала. Шарнирные пальцы 10 при перекосе отвала могут поворачиваться, уменьшая тем самым напряженное состояние его конструкции. Отвал 3 в нижней части снабжен тремя ножами: средним, левым и правым. В последнее время отвалы оборудуют двумя средними ножами.

Толкающий брус 6 имеет коробчатое сечение. Спереди он снабжен проушиной и кронштейном, на конце которого во втулке установлен поворотный шарнирный палец. Положение этого пальца можно регулировать. Это необходимо для того, чтобы обеспечить возможность поворота отвала вокруг этой оси при изменении угла резания или перекосе отвала. Для соединения с винтовым раскосом 7 толкающий брус 6 сверху снабжен кронштейном.

Раскос 7 состоит из винта с проушиной и собственно раскоса с проушиной и трубой, в которую вварен цилиндрический вкладыш с внутренней резьбой. Внутренняя часть винта смазывается через масленку. Вытеканию смазочного материала из внутренней полости препятствует уплотнение. В средней части трубы раскоса сделаны отверстия, с помощью которых ее можно поворачивать рычагом или ломиком. Изменением длины раскосов в одну сторону регулируют угол резания отвала, а в разные – его перекося в ту или другую сторону. От произвольного развинчивания раскос фиксируется стопорным болтом.

Гидроцилиндры двустороннего действия 2 обеспечивают подъем, опускание, фиксацию в необходимом положении и «плавающее» положение отвала. В этом случае он может под действием силы тяжести занимать любое положение, опираясь ножами на поверхность грунта.

Управляют гидроцилиндром из кабины с помощью гидрораспределителя гидросистемы трактора, с которой он соединен гибкими рукавами.

При длительных переездах гидроцилиндр может разгружаться с помощью транспортной подвески, которая представляет собой скобу, шарнирно закрепленную на кронштейне гидроцилиндра. На кронштейне отвала, используемом для соединения со штоком гидроцилиндра, снизу сделан выступ, на который при транспортном положении отвала надевают скобу.

Кронштейн гидроцилиндра выполнен сварным в виде двух продольных балок, соединенных спереди стойками и поперечиной с кронштейном в середине. Продольные балки снабжены упорами и плитами с отверстиями для крепления к переднему брусу рамы трактора. В кронштейне на поперечине выполнены отверстия с втулками для установки рамы крепления гидроцилиндра. Для соединения с рамой на гильзе гидроцилиндра приварены цапфы, которые входят во втулки, помещающиеся в отверстиях рамы.

Шарнирные соединения гидроцилиндра с рамой и рамы с кронштейном расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях и вместе образуют универсальный шарнир, позволяющий гидроцилиндру качаться в продольном и поперечном направлениях. Благодаря такому креплению гидроцилиндр разгружен от каких-либо поперечных нагрузок, которые могли бы возникнуть из-за неточности изготовления и внецентренных нагрузок на отвал.

Технические характеристики бульдозеров с неповоротным отвалом представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технические характеристики бульдозеров с неповоротным отвалом

Параметр	Марка машины			
	ДЗ-42Г	ДЗ-110В	ДЗ-24	ДЗ-118
Тяговый класс трактора	3	10	15	25
Базовый трактор	ДТ-75	Т-130МГ-1	Т-180Г	ДЭТ-250М
Мощность двигателя, кВт	66	118	132	243
Размеры отвала, мм:				
– длина	2520	3220	3920	4310
– высота	800	1300	1350	1550
Наибольший подъем отвала, мм	830	955	960	970

Окончание таблицы 1.1

Параметр	Марка машины			
	ДЗ-42Г	ДЗ-110В	ДЗ-24	ДЗ-118
Наибольшее заглубление отвала, мм	410	400	320	550
Угол установки отвала в плане, град	90	90	90	90
Угол резания, град	55	55	45–55	45–62
Угол поперечного перекоса отвала, град	–	±6	±4	±12
Наибольшие преодолеваемые уклоны, град	20	–	–	–
Объем грунта, перемещаемого отвалом, м ³	1,63	–	4,5	7,5
Скорость движения, км/ч:				
– вперед	5,30–11,18	3,70–10,27	–	1,14–19
– назад	4,54	3,56–9,9	–	1,14–19
Габаритные размеры бульдозера, мм	4980 × 2520 × × 2650	5500 × 3300 × × 3300	6590 × 3920 × × 3300	7600 × 4540 × × 3300
Масса, кг:				
– эксплуатационная бульдозера	7080	16 600	18 340	36 440
– бульдозерного оборудования	890	1910	2900	4900

Рассмотрим устройство бульдозера с поворотным отвалом (рисунки 1.2). Основные сборочные единицы бульдозерного оборудования – универсальная рама 7 и отвал 5. Рама 7 опорными шарнирами 8 и опорами 9 соединена с рамами гусеничных тележек базового трактора 1, а через кронштейны в ее передней части – с головками штоков гидроцилиндров 2. Отвал 5 с козырьком 4 и ножами 6 соединен с рамой 7 толкателями 3 и шаровым гнездом 10. Отвал представляет собой сварную коробчатую конструкцию с криволинейным лобовым листом. Универсальная рама 7 представляет собой сварную подковообразную конструкцию из двух согнутых брусьев коробчатого сечения, сваренных из швеллеров и листов или уголков.

Универсальной рама называется потому, что ее используют не только для бульдозеров с гидравлическим управлением, но также

для других видов навесного оборудования (кусторезов, корчевателей, снегоочистителей).

Толкатели 3 служат для крепления отвала к раме и изменения его положения при работе. Они выполнены в виде брусьев коробчатого или трубчатого сечения и винтовых раскосов. Раскосы связаны между собой шарнирными соединениями, которые позволяют изменять расстояние между местами крепления к раме и отвалу. Угол резания и перекос в ту или иную сторону изменяют регулированием длины раскосов толкателей, а угол в плане – перестановкой шкворней толкателей в различные кронштейны на раме. Технические характеристики бульдозеров с поворотным отвалом представлены в таблице 1.2.

Бульдозеры оснащаются различными типами отвалов (рисунок 1.3).

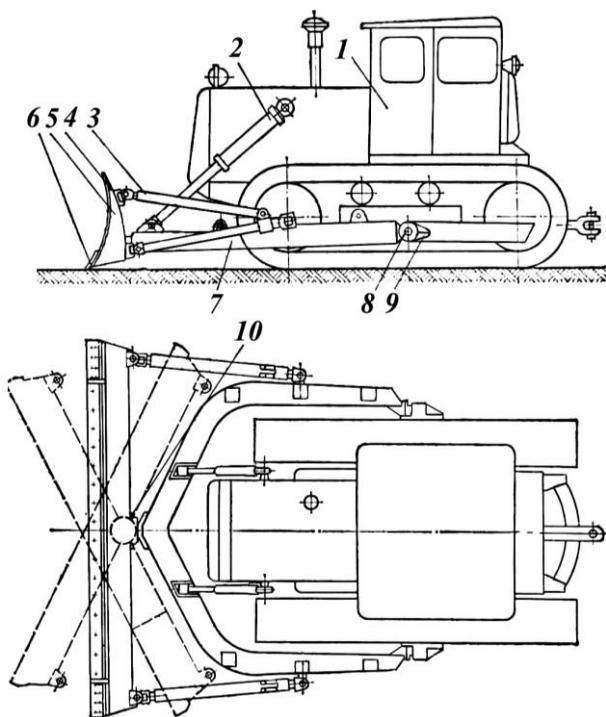


Рисунок 1.2 – Бульдозер с поворотным отвалом:

- 1 – трактор; 2 – гидроцилиндр; 3 – толкатель; 4 – козырек; 5 – отвал; 6 – нож;
- 7 – универсальная рама; 8 – опорный шарнир; 9 – опора; 10 – шаровое гнездо

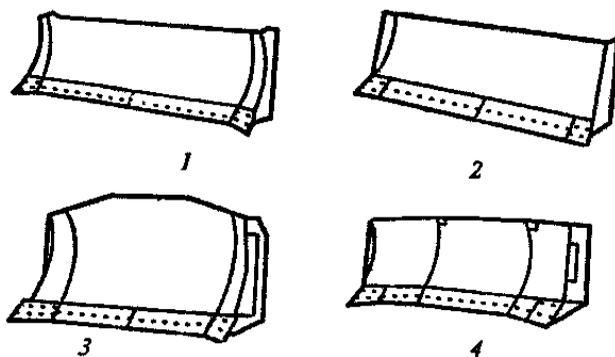


Рисунок 1.3 – Основные типы отвалов бульдозеров:
 1 – прямой поворотный; 2 – прямой неповоротный; 3 – полусферический;
 4 – сферический

Таблица 1.2 – Технические характеристики бульдозеров с поворотным отвалом

Параметр	Марка машины			
	ДЗ-101А	ДЗ-109Б	ДЗ-25	ДЗ-60ХЛ
Тяговый класс трактора	4	10	15	35
Базовый трактор	Т-4АП2-С1	Т-130МГ-1	Т-180ГП	Т-330
Мощность двигателя, кВт	95,6	118	132	250
Размеры отвала, мм:				
– длина	2600	4120	4430	5480
– высота	950	1140	1200	1420
Наибольший подъем отвала, мм	700	935	900	1118
Наибольшее заглубление отвала, мм	310	535	300	790
Угол установки отвала в плане, град	63-90	53-90	70-90	53-90
Угол резания, град	55	55	45-55	45-60
Угол поперечного перекоса отвала, град	±6	±6	±5	±6
Наибольшие преодолеваемые уклоны, град	20	–	–	–
Объем грунта, перемещаемого отвалом, м ³	1,7	–	4,5	8
Скорость движения, км/ч:				
– вперед	2,20–9,30	3,70–10,27	–	4,70–16,40
– назад	4,00–6,10	3,56–9,90	–	3,90–13,70

Окончание таблицы 1.2

Параметр	Марка машины			
	ДЗ-101А	ДЗ-109Б	ДЗ-25	ДЗ-60ХЛ
Габаритные размеры бульдозера, мм	4650 × 2680 × × 2510	5800 × 4200 × × 3130	7000 × 4430 × × 3300	7300 × 5480 × × 3450
Масса, кг:				
– эксплуатационная бульдозера	10 400	16 443	19 320	44 690
– бульдозерного оборудования	1440	2193	3960	8420

Рабочий цикл бульдозера представлен на рисунке 1.4: при движении машины вперед отвал с помощью системы управления заглубляется в грунт, срезает ножами слой грунта и перемещает впереди себя образовавшуюся грунтовую призму волоком по поверхности земли к месту разгрузки; после отсыпки грунта отвал поднимается в транспортное положение, машина возвращается к месту набора грунта, после чего цикл повторяется.

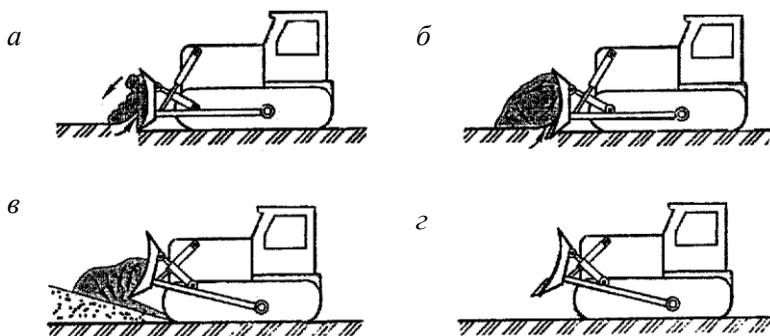


Рисунок 1.4 – Рабочий цикл бульдозера:

a – резание; *б* – транспортирование с подрезанием; *в* – отсыпка;
з – возврат назад (холостой ход)

Максимально возможный объем призмы волочения современные бульдозеры набирают на участке длиной 6–10 м. Экономически целесообразная дальность перемещения грунта не превышает 60–80 м для гусеничных бульдозеров и 80–150 м для пневмоколесных машин. Преимущественное распространение получили гусеничные

бульдозеры, обладающие высокими тяговыми усилиями и проходимостью. Чем выше тяговый класс машины, тем больший объем земляных работ она способна выполнять и тем более прочные грунты способна разрабатывать.

К основным параметрам бульдозерного оборудования (рисунок 1.5) относятся высота без козырька H и длина B отвала (м), радиус кривизны отвала r , основной угол резания δ , задний угол отвала α , угол заострения ножей β , угол перекоса отвала ε и угол поворота (у поворотных машин) отвала в плане γ (град), высота подъема отвала h_1 над опорной поверхностью h_2 и глубина опускания отвала ниже опорной поверхности (м), напорное T и вертикальное P усилия на режущей кромке (кН), скорости подъема v_n и опускания v_o отвала (м/с).

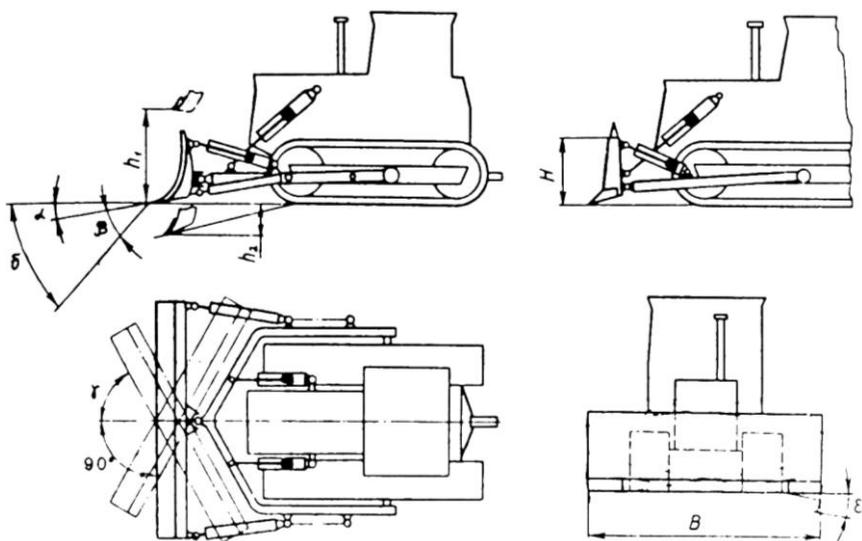


Рисунок 1.5 – Основные параметры бульдозерного оборудования

Бульдозеры-рыхлители. Часто бульдозеры оборудуются дополнительным рабочим оборудованием – рыхлителем (рисунок 1.6), который предназначен для рыхления прочных и мерзлых грунтов и представляет собой навесное или прицепное оборудование к гусеничным тракторам или базовым тягачам различной мощности и с разным тяговым усилием.

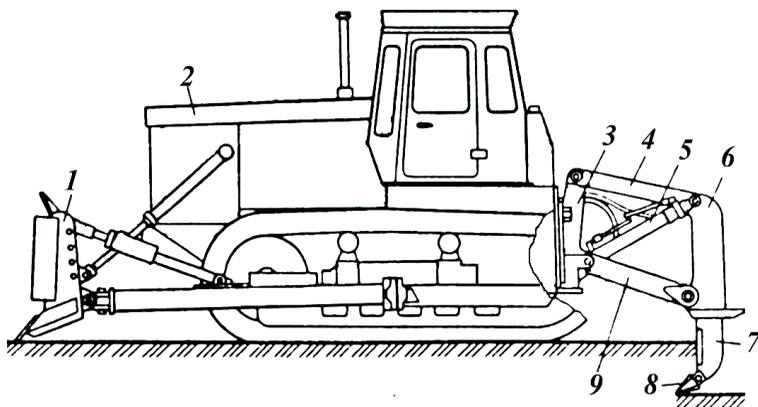


Рисунок 1.6 – Бульдозер-рыхлитель:
 1 – бульдозерный отвал; 2 – базовый трактор; 3 – навеска; 4, 9 – тяги;
 5 – гидроцилиндр; 6 – рама; 7 – зуб; 8 – наконечник

Бульдозеры-рыхлители эффективно разрабатывают мерзлые и многие крепкие грунты. Кроме того, используются специальные машины-рыхлители при установке рыхлительного оборудования на базовой машине-тягаче. Технические характеристики бульдозеров рыхлителей представлены в таблице 1.3.

Рыхлители классифицируют:

– *по максимальной силе тяги по сцеплению базового трактора: легкие* (тяговое усилие – 30–100 кН, глубина рыхления – до 400 мм), *средние* (100–150 кН, глубина рыхления – до 500 мм), *тяжелые* (150–250 кН, глубина рыхления – до 700 мм) и *сверхтяжелые* (свыше 250 кН, глубина рыхления – свыше 700 мм);

– *по мощности двигателя базовой машины: легкие* (меньше 120 кВт), *средние* (120–250 кВт), *тяжелые* (250–500 кВт) и *сверхтяжелые* (500–1000 кВт).

Применяют три основные схемы навесных устройств рыхлителей (рисунок 1.7), которые отличаются механизмами опускания зубьев при заглублении и их подъеме (выглублении): *радиальную* (трехзвенную), *параллелограммную* (четырёхзвенную), *параллелограммную регулируемую*. Основным отличием этих схем является траектория движения режущей части рабочего органа.

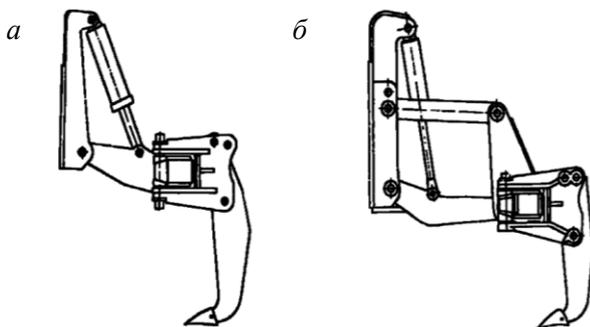


Рисунок 1.7 – Схемы устройства навесных рыхлителей:
а – радиальная (трехзвенная); *б* – параллелограммная (четырёхзвенная)

По радиальной схеме (рисунок 1.7, *а*) острие наконечника зуба перемещается при подъеме и опускании рамы по дуге. Угол рыхления (резания) изменяется от 60° до 80° , вследствие чего требуется большое усилие при заглаблении. При наибольшей глубине рыхления рама занимает горизонтальное положение. Угол рыхления должен иметь возможность изменяться при рыхлении в пределах $30\text{--}60^\circ$, что при радиальной схеме требует перестановки зуба, для чего изменяется его вылет относительно поперечной балки, а следовательно, меняется и глубина.

Таблица 1.3 – Технические характеристики бульдозеров-рыхлителей

Параметр	Марка машины			
	ДЗ-117А	ДЗ-116В	ДЗ-126А	ДЗ-95С
Тяговый класс трактора	10	10	25	35
Базовый трактор	Т-130МГ-1	Т-130МГ-1	ДЭТ-250М	Т-330
Мощность двигателя, кВт	118	118	243	250
Бульдозерное оборудование	ДЗ-109	ДЗ-110В	ДЗ-118	ДЗ-60ХЛ
Рыхлительное оборудование	ДП-29С	–	ДП-9С	ДП-10С
Тип навески	Четырёхзвенная			
Число зубьев	1	1	1–3	1–3
Угол рыхления, град	45	48	50	45
Расстояние между осями зубьев, мм	–	–	1020	850

Окончание таблицы 1.3

Параметр	Марка машины			
	ДЗ-117А	ДЗ-116В	ДЗ-126А	ДЗ-95С
Ширина наконечника зуба, мм	60	60	105	114
Глубина рыхления, мм	450	450	700	700
Скорость движения, км/ч: – вперед – назад	3,70–10,27 3,56–9,90	2,37–10,50 3,32–12,60	1,14–19,0 1,14–19,0	4,70–16,40 3,90–13,70
Габаритные размеры бульдозера, мм	6700 × 4200 × × 3300	6400 × 3235 × × 3300	8950 × 4310 × × 3180	9130 × 5480 × × 3450
Масса, кг: – эксплуатационная бульдозера – бульдозерного оборудования	17 856 1400	17 800 1400	40 715 5925	49 930 5240

Параллелограммная схема рабочего оборудования рыхлителя приведена на рисунке 1.7, б. В этом рыхлителе поперечная балка, в которой устанавливается зуб, крепится к четырехточечной подвеске, представляющей собой параллелограмм.

При работе бульдозера-рыхлителя одновременно с перемещением машины зубья заглубляются в грунт. После заглубления их на глубину, обеспечивающую движение трактора на оптимальной скорости, машина продолжает перемещаться с сохранением этой глубины, затем зубья выглубляются до выхода из грунта. После проходки участка определенной длины рыхлитель поворачивают и повторяют процесс в обратном направлении. При небольшой длине участка работу осуществляют без разворота трактора. Длину каждой проходки выбирают в зависимости от условий работы и от того, в сочетании с какими машинами работает рыхлитель. При разработке пород в карьерах значительной глубины их рыхлят послойно. После рыхления грунта осуществляется его перемещение бульдозерным отвалом.

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ предназначены бульдозеры?
2. По каким признакам классифицируются бульдозеры?
3. Какие вы знаете основные узлы бульдозеров?

4. Какие вы знаете основные типы рабочего оборудования бульдозеров?
5. Какие вы знаете основные параметры базовых машин и рабочего оборудования бульдозеров с неповоротным отвалом?
6. Какие вы знаете основные параметры базовых машин и рабочего оборудования бульдозеров с поворотным отвалом?
7. Какие типы бульдозерных отвалов вы знаете?
8. Перечислите геометрические параметры отвалов.
9. Какие основные операции рабочего цикла бульдозера вы можете назвать?
10. Каким дополнительным оборудованием могут оснащаться бульдозеры?
11. По каким признакам классифицируются бульдозеры-рыхлители?
12. Какие схемы устройства навесных рыхлителей вы знаете?
13. Какие основные технические характеристики бульдозеров-рыхлителей вы можете перечислить?
14. Каким образом осуществляется рабочий процесс рыхлителя?

Лабораторная работа № 2

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА СКРЕПЕРОВ

Задание

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу скреперов, их технические характеристики.
2. Вычертить принципиальные компоновочные схемы скреперов.
3. Описать назначение и классификацию скреперов, их рабочий процесс.
4. Вычертить основные этапы рабочего цикла самоходного скрепера.
5. Вычертить схему прицепного скрепера, описать его устройство.

Скрепер является самоходной или прицепной (к гусеничному или колесному трактору, колесному тягачу) землеройно-транспортной машиной, рабочим органом которой служит ковш на пневмоколесах, снабженный в нижней части ножами для срезания слоя грунта. Скреперы предназначены для послойного копания, транспортирования, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов I–IV категорий при инженерной подготовке территории под застройку, планировке кварталов, возведении насыпей, разработке широких траншей и выемке под различные сооружения и искусственные водоемы и др. Наиболее эффективно скреперы работают на непереувлажненных средних грунтах (супесях, суглинках, черноземах), не содержащих крупных каменистых включений. При разработке скреперами тяжелых грунтов их предварительно рыхлят на толщину срезаемой стружки. Главным параметром скреперов является геометрическая вместимость ковша (м^3), которая лежит в основе типоразмерного ряда этих машин.

Скреперы классифицируют:

– *по вместимости ковша*: машины *малой* (до 5 м^3), *средней* ($5\text{--}15 \text{ м}^3$) и *большой* (свыше 15 м^3) вместимости;

– *по способу загрузки ковша*: с *пассивной* загрузкой движущим усилием срезаемого слоя грунта, с *принудительной* загрузкой с помощью скребкового элеватора.

В скреперах с пассивной загрузкой (рисунок 2.1, *а, б, в, е, ж*) грунт отделяется от массива и поступает в ковш со свободным заполнением за счет тягового усилия. Заполняется ковш в результате продвижения стружки сквозь грунт, уже накопившийся в нем.

В скреперах с принудительной загрузкой (рисунок 2.1, *г, д*) грунтовая стружка отделяется также за счет тягового усилия, но подается в ковш элеватором. Скреперы с элеваторной загрузкой наиболее рационально используются на сыпучих грунтах при выполнении небольших объемов работ;

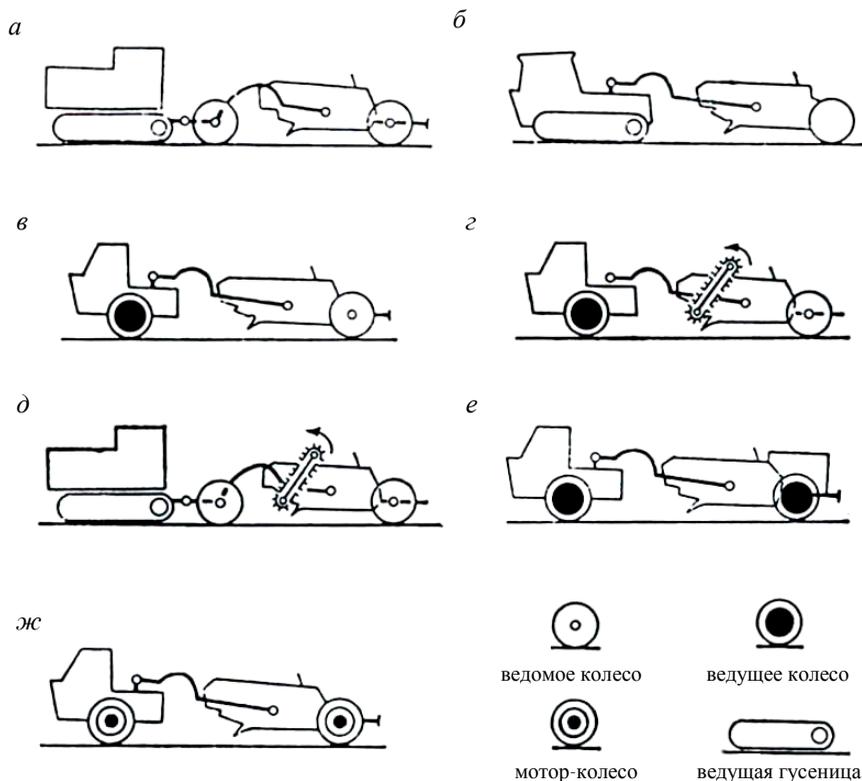


Рисунок 2.1 – Компоновочные схемы скреперов:

- а* – прицепной с гусеничным трактором; *б* – полуприцепной с гусеничным трактором;
- в* – самоходный; *г* – самоходный с принудительной элеваторной загрузкой;
- д* – прицепной с принудительной элеваторной загрузкой; *е* – двухдвигательный с одноосным тягачом; *ж* – дизель-электрический четырехколесный

– *по способу разгрузки ковша*: с *принудительной* разгрузкой при выдвигении стенки ковша вперед (основной способ) (рисунок 2.2), со *свободной* (самосвальной) разгрузкой опрокидыванием ковша вперед по ходу машины.

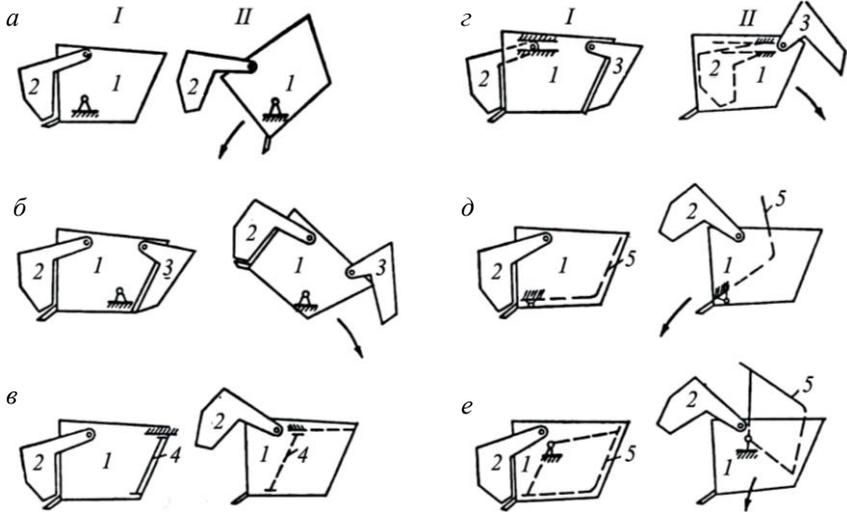


Рисунок 2.2 – Способы разгрузки скреперов в транспортном (I) и разгрузочном (II) положении;

a – свободная, наклоном вперед; *б* – свободная, наклоном назад;

в – принудительная, движением вперед задней стенки;

г – принудительная, движением назад передней заслонки;

д – полупринудительная, наклоном вперед днища и задней стенки;

е – полупринудительная щелевая, наклоном вперед днища и задней стенки;

1 – ковш; 2 – передняя заслонка; 3 – задняя заслонка; 4 – подвижная задняя стенка;

5 – подвижные днище и задняя стенка

Свободная разгрузка характерна для машин малой мощности, хотя определенным недостатком ее является неполное опорожнение ковша, особенно при разработке липких грунтов. Принудительная и полупринудительная разгрузка, обеспечивающая наилучшее опорожнение ковша, применяется главным образом в машинах средней и большой вместимости;

– *по способу агрегатирования с тяговыми средствами*: *прицепные* (см. рисунок 2.1, *а*) к гусеничным тракторам и двухосным колесным тягачам; *полуприцепные* (см. рисунок 2.1, *б*) и *самоходные*,

агрегатируемые с одноосными (см. рисунок 2.1, в) и двухосными колесными тягачами.

Прицепные скреперы в агрегате с базовыми гусеничными тракторами используют при дальности транспортирования от 150 м до 1 км.

Полуприцепные и самоходные скреперы, агрегатируемые с базовыми быстроходными колесными тягачами применяют при дальности транспортирования от 300 м до 3 км и более (в условиях бездорожья их использование рентабельнее автосамосвалов). При дальности транспортирования на расстояние более 3 км при наличии хороших дорог обычно применяются автосамосвалы, груженные экскаватором.

При наполнении ковша скорость движения скреперов составляет 2–4 км/ч, при транспортном передвижении – 0,5–0,8 максимальной скорости трактора или тягача;

– *по способу управления рабочим органом*: с канатно-блочным (механическим) – сейчас не используются, гидравлическим и электрогидравлическим управлением.

Выпускаемые в настоящее время скреперы имеют гидравлическую или электрогидравлическую систему управления рабочим органом, которая обеспечивает принудительное опускание, подъем и разгрузку ковша, изменение глубины резания, подъем и опускание передней заслонки ковша с помощью гидроцилиндров двойного действия. Принудительное заглубление ножей ковша в грунт позволяет довольно точно регулировать толщину срезаемой стружки, сокращать время набора грунта и эффективно разрабатывать плотные грунты.

В строительстве используются: прицепные скреперы ДЗ-111А с ковшом вместимостью 4,5 м³, ДЗ-149-5 с ковшом 8 м³, ДЗ-77А, ДЗ-77-1, ДЗ-77-2 и ДЗ-172 с ковшом 8,8 м³, ДЗ-79 с ковшом 16,2 м³; полуприцепные и самоходные скреперы ДЗ-87-1А с ковшом вместимостью 4,5 м³, МоАЗ-6014 с ковшом 8,3 м³, ДЗ-13А с ковшом 15 м³, ДЗ-13Б с ковшом 16 м³, ДЗ-115 с ковшом 16,2 м³, ДЗ-107-1 и ДЗ-107-2 с ковшом 25 м³ и др.

На скреперах (например, ДЗ-115 и ДЗ-107-2) (рисунок 2.1, е, ж) может быть установлен второй дополнительный задний двигатель для привода задних колес через гидромеханическую трансмиссию, что позволяет выполнить все колеса машины ведущими. Управление дополнительным двигателем и гидромеханической трансмиссией синхронизировано с управлением тягачом и ведется из кабины

машиниста. Одновременную работу обоих двигателей используют при заполнении ковша и транспортировании грунта к месту разгрузки; при выгрузке ковша и обратном ходе используется один двигатель тягача.

Технические характеристики прицепных и самоходных скреперов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики самоходных скреперов

Параметр	Марка машины						
	ДЗ-111А	ДЗ-77А	ДЗ-79	ДЗ 87-1А	МоАЗ-6014	ДЗ-115	ДЗ-1071 ДЗ-1072
Тип скрепера	Прицепной			Самоходный			
Вместимость ковша, м ³	4,5	8,8	18	4,5	8,3	16,2	25
Грузоподъемность, т	6	16	29	9	15	30	50,4
Базовый тягач	Т-4АП2	Т-130М	Т-330	Т150К	МоАЗ-6442	БелАЗ-531Б	Специальное одноосное шасси
Количество двигателей	–	–	–	1	1	2	2
Мощность силовой установки, кВт	95,6	118	250	121	165	2 × 265	2 × 405
Колесная схема	–	–	–	6 × 4	4 × 2	4 × 4	4 × 4
Способ разгрузки ковша	Принудительный						
Управление рабочим органом	Гидравлическое						
Ширина резания, мм	2430	2754	3020	2430	2820	3120	3800
Наибольшее заглубление, мм	130	150	310	135	200	300	400
Толщина отсыпаемого слоя грунта, мм	400	400	500	415	450	450	600
Дорожный просвет под ножами, мм	510	510	560	390	475	600	600

Окончание таблицы 2.1

Параметр	Марка машины						
	ДЗ-111А	ДЗ-77А	ДЗ-79	ДЗ87-1А	МоАЗ-6014	ДЗ-115	ДЗ-1071 ДЗ-1072
Колея передних (задних) колес скрепера, мм	1300 (2000)	1500 (1900)	2210 (2410)	1870	2480	2530	2825
База, мм	4400	6300	775	—	8480	8770	10 000
Радиус поворота, м	—	—	—	12,2	9,45	13,5	14,85
Наибольшая скорость движения, км/ч	9,3	12,6	16,0	30,0	45,0	52,5	50,0
Габаритные размеры, мм	7480 × × 2922 × × 2520	9980 × × 3150 × × 2750	11 870 × × 3610 × × 3600	10 730 × × 2925 × × 2840	11 000 × × 3242 × × 3525	13 900 × × 3610 × × 3800	16 415 × × 4450 × × 4400
Масса, кг	4374	10 100	18 600	12 300	20 000	44 300	68 750

Прицепной скрепер (рисунок 2.3) представляет собой двухосную машину с передними 2 и задними 10 колесами, соединяемую прицепным устройством 1 с трактором или тягачом. Сила тяги трактора передается на тяговую раму 3 скрепера, соединенную с передней осью колес 2 при помощи универсального шарнира 14. Для толкания скрепера бульдозером-толкателем в процессе набора грунта имеется буфер 11.

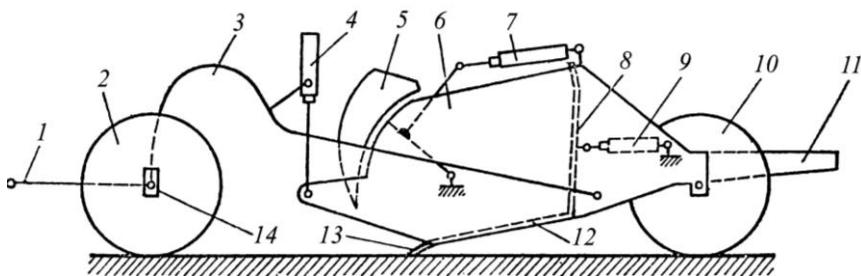


Рисунок 2.3 – Схема прицепного двухосного скрепера:

- 1 – прицепное устройство; 2 – передние колеса; 3 – тяговая рама;
 4 – гидравлический цилиндр для подъема и опускания ковша; 5 – заслонка; 6 – ковш;
 7 – гидравлический цилиндр управления заслонкой; 8 – выдвижная задняя стенка;
 9 – гидравлический цилиндр управления задней стенкой; 10 – задние колеса;
 11 – буфер; 12 – днище ковша; 13 – нож; 14 – универсальный шарнир

Рабочим органом скрепера является ковш *б* с двумя боковыми стенками и днищем *12*. К подножевой плоскости ковша крепят сменные двухлезвийные ножи: два боковых и средние *13*. Ковш снабжен выдвижной задней стенкой *8* для принудительной разгрузки, а в передней части – заслонкой *5*, поднимающейся при наборе и выгрузке грунта. Заслонка служит для регулирования щели при загрузке ковша и закрывает его при транспортировке грунта. Управление рабочим оборудованием обеспечивается гидроцилиндрами *4* и *7* подъема-опускания ковша и заслонки и гидроцилиндром *9* выдвижения задней стенки *8*. Гидрооборудование прицепных скреперов работает от гидросистемы трактора и управляется из кабины машиниста с помощью золотниковых гидрораспределителей.

Рабочее оборудование прицепных и самоходных скреперов одинаково по конструкции и максимально унифицировано.

Рабочий процесс скрепера (рисунок 2.4) состоит из следующих последовательно выполняемых операций: резание грунта и наполнение ковша, транспортирование грунта в ковше к месту укладки, выгрузка и укладка грунта, обратный (холостой) ход машины в забой.

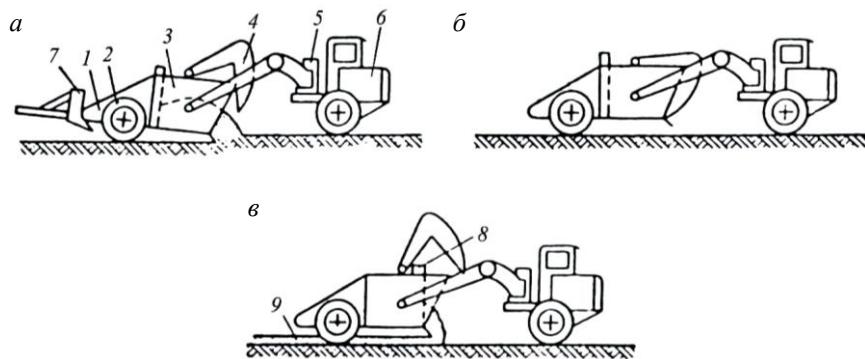


Рисунок 2.4 – Рабочий цикл самоходного скрепера с пассивной загрузкой:

а – загрузка ковша; *б* – транспортное положение; *в* – разгрузка ковша:

1 – буфер; *2* – заднее колесо; *3* – ковш; *4* – передняя заслонка;

5 – поворотно-сцепное устройство; *6* – одноосный тягач;

7 – толкающее устройство; *8* – разгрузочное устройство;

9 – слой выгруженного и спланированного грунта

При наборе грунта (рисунок 2.4, *а*) ножи опущенного на грунт ковша *2* срезают слой грунта толщиной *h*, который поступает в

ковш при поднятой подвижной заслонке 3. Наполненный грунтом ковш на ходу поднимается в транспортное положение (рисунок 2.4, б), а заслонка 3 опускается, препятствуя высыпанию грунта из ковша. При разгрузке ковша (рисунок 2.4, в) заслонка 3 поднята, а грунт вытесняется принудительно из приспущенного ковша выдвигаемой вперед его задней стенкой 5, причем регулируемый зазор между режущей кромкой ковша и поверхностью земли определяет толщину с укладываемого слоя грунта 4, который разравнивается (планируется) ножами ковша и частично уплотняется колесами скрепера. При холостом ходе порожний ковш поднят в транспортное положение, а заслонка опущена. Для увеличения тягового усилия скрепера при наполнении ковша в плотных грунтах обычно используют бульдозер-толкач. Время и степень заполнения ковша грунтом влияют на производительность скреперов, поэтому целесообразно в определенных условиях агрегатировать скреперы с машинами-толкачами.

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ предназначены скреперы?
2. По каким признакам классифицируются скреперы?
3. Какие вы знаете компоновочные схемы скреперов?
4. Какие способы загрузки скреперов вы можете назвать?
5. Какие основные способы разгрузки скреперов вы можете перечислить?
6. Назовите главный параметр скрепера.
7. Какие основные технические характеристики базовых машин и скреперов вы знаете?
8. Какие типы скреперных ковшей вы можете назвать?
9. Какие основные узлы скреперного ковша вы знаете?
10. Какие основные операции рабочего цикла скрепера вы можете назвать?
11. Как производится предварительное уплотнение грунтов скрепером?

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА АВТОГРЕЙДЕРОВ

Задание

1. Изучить назначение, техническую характеристику и общее устройство автогрейдера.
2. Вычертить его принципиальную схему с обозначениями узлов.
3. Изучить основное и дополнительное оборудования автогрейдера и их устройство. Вычертить схему тяговой рамы автогрейдера.

Автогрейдер – универсальная землеройно-транспортная машина, обеспечивающая полный цикл земляных работ при строительстве дорог, которая предназначена для послойного срезания и бокового перемещения грунта на расстояние до 10 м. Автогрейдер может применяться для перемещения и разравнивания грунта и дорожно-строительных материалов, профилирования откосов при возведении насыпей и отрывке выемок, устройства корыта и боковых канав, смешивания грунта с добавками и вяжущими материалами на полотне дороги, очистки дорог от снега и льда и других работ.

Грейдеры бывают *прицепными* (работающими в сцепе с гусеничными тракторами) и *самоходными* (автогрейдеры).

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

Технические характеристики автогрейдеров представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики автогрейдеров

Параметр	Марка автогрейдера				
	ДЗ-99А	ДЗ-143	ДЗ-122А	ДЗ-98А	ДЗ-140
Двигатель	А-41	А-01МС	А-01МС	У1Д6-250ТК	ЯМЗ-240
Мощность, кВт	66,2	99,4	99,4	184,0	220,0
Размеры грейдерного отвала, мм: – длина	3040	3740	3724	4250	4830

– высота	500	620	620	720	800
----------	-----	-----	-----	-----	-----

Окончание таблицы 3.1

Параметр	Марка автогрейдера				
	ДЗ-99А	ДЗ-143	ДЗ-122А	ДЗ-98А	ДЗ-140
Наибольшая транспортная скорость, км/ч:					
– вперед	35(ГМ)*	43(ГМ)	43(ГМ)	40	40 (ГМ)
– назад	20,02	25,2	25,2	47	24
Рыхлительное (кирковочное) оборудование:					
– ширина рыхления, мм	970	1300	1490	1265	1785
– глубина рыхления, мм	150	250	250	250	250
– число зубьев	5	3	4	5	5
Длина бульдозерного отвала, мм	2235	2475	2480	–	2475
Система автоматизации управления отвалом	Профиль – 10	Профиль – 10	Профиль – 30	Профиль – 20	Профиль – 30
Габаритные размеры, мм:					
– длина	8650	9760	9450	10 300	11500
– ширина	2300	2500	2500	2800	3220
– высота	2985	3200	3250	3920	3955
Масса, кг	9500	13 500	14 370	19 500	26 600

* Гидромеханическая трансмиссия.

Автогрейдеры классифицируют:

– *по массе*: *легкие* (до 9 т), *средние* (до 13 т) и *тяжелые* (19 т и более);

– *по мощности двигателя*: *легкие* (75–90 кВт), *средние* (120–150 кВт) и *тяжелые* (250–300 кВт);

– *по типу трансмиссии*: *с механической и гидромеханической трансмиссиями* (гидромеханическая трансмиссия обеспечивает автоматическое и плавное изменение скорости движения автогрейдера, механическая – ступенчатое);

– *по системе управления рабочим органом*: *механические, гидравлические, комбинированные* (редукторно-гидравлические или пневмоэлектрические).

Легкие автогрейдеры применяют для профилировки грунтовых дорог; срезки неровностей, колеи и придания земляному полотну правильного поперечного профиля; для утюжки грунтовых дорог, планировки кюветов и обочин; патрульной снегоочистки. В районах

с повышенной влажностью эти автогрейдеры могут применяться для ремонта и содержания гравийных дорог.

Автогрейдеры среднего типа, кроме выполнения вышеперечисленных работ, используют для восстановления профиля грунтовых и гравийных дорог (с устройством боковых водоотводных канав), разравнивания песка и гравийно-щебеночных материалов при устройстве оснований, создания насыпи из боковых резервов в легких и средних грунтах и планировки откосов.

Автогрейдеры тяжелого типа наиболее целесообразны для устройства грунтовых и гравийных дорог и аэродромов с большим объемом работ, возведения насыпей из боковых резервов в тяжелых грунтах, устройства корыта в земляном полотне под дорожное основание, выполнения земляных работ при уширении проезжей части дорог.

Конструктивную компоновку автогрейдеров классифицируют по типу мостов с управляемыми и ведущими колесами и общему числу мостов. Наиболее распространенной является колесная схема (формула) $1 \times 2 \times 3$, т. е. автогрейдер имеет одну ось управляемую и две ведущие с общим числом осей – три. Данная схема наиболее распространена для автогрейдеров легкого и среднего типов. Для средних автогрейдеров в качестве дополнительных колесных схем предусматриваются двухосные машины со всеми ведущими и управляемыми мостами ($2 \times 2 \times 2$), а для тяжелых и сверхтяжелых – две модификации: трехосные со всеми ведущими и одним управляемым мостом ($1 \times 3 \times 3$) и трехосные машины со всеми ведущими и управляемыми мостами ($3 \times 3 \times 3$).

Автогрейдер – самоходная машина с собственной силовой установкой, основным рабочим оборудованием которого служит отвал со сменным ножом или другими видами дополнительного оборудования. Он состоит из двигателя, основной рамы, ходовой части, трансмиссии, основного и дополнительного рабочего оборудования, системы управления.

Общее устройство автогрейдера показано на рисунке 3.1. На основной раме 11 установлен дизельный двигатель 1 с муфтой сцепления 2 и коробкой передач 4, которая соединена с помощью карданных валов с муфтой сцепления 2 и редуктором заднего моста 3.

Силовая передача от двигателя на ходовую часть автогрейдера осуществляется через соединительную муфту, коробку передач, задний мост и редукторы балансиров.

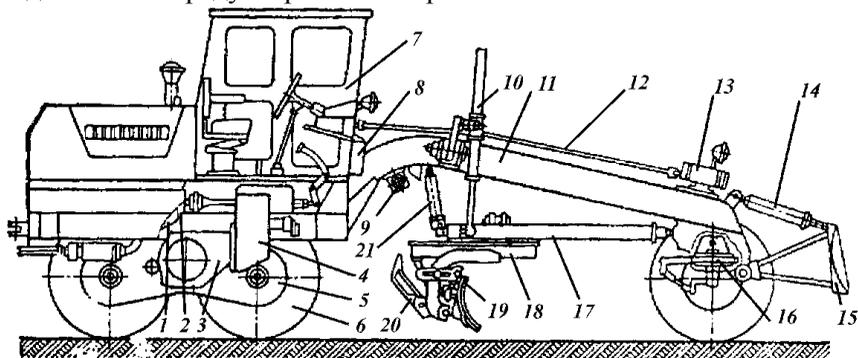


Рисунок 3.1 – Общий вид автогрейдера:

- 1 – двигатель; 2 – муфта сцепления или гидротрансформатор; 3 – задний мост; 4 – коробка перемены передач; 5 – балансирные тележки; 6 – ведущее колесо; 7 – кабина машиниста с рычагами управления; 8 – система гидравлического управления; 9 – система автоматического управления; 10 – гидроцилиндр подъема отвала; 11 – основная рама; 12 – карданная передача; 13 – рулевой механизм с гидроусилителем; 14 – гидроцилиндр подъема бульдозерного отвала; 15 – бульдозерный отвал; 16 – передний мост; 17 – тяговая рама; 18 – поворотный круг; 19 – грейдерный отвал; 20 – кирковщик; 21 – гидроцилиндр выноса тяговой рамы

Рабочий орган автогрейдера – грейдерный отвал 19 с ножами – имеет с тыльной стороны верхний и нижний направляющие стержни, которыми отвал соединяется с кронштейнами поворотного круга 18.

Отвал можно устанавливать под различными углами резания, что достигается изменением места крепления зубчатых гребенок на кронштейнах поворотного круга, к которым они присоединяют верхнюю часть отвала.

Поворотный круг 18 подвешен на кронштейнах к тяговой раме 17, продольная балка которой в передней части присоединена шаровым шарниром к основной раме 11, а в задней – подвешена к ней с помощью гидравлических цилиндров 10. Два гидравлических цилиндра 10, работающих независимо друг от друга, обеспечивают подъем передней части тяговой рамы и ее перекося, а гидроцилиндр выноса 21 – ее вынос в сторону от продольной оси автогрейдера. Вращением поворотного круга 18 автогрейдера с жестко закрепленными

кронштейнами обеспечивается установка отвала в плане. Благодаря такой подвеске отвал может быть установлен горизонтально или наклонно к вертикальной плоскости, под любым углом наклона в плане, располагаться в полосе колеи машины или быть вынесенным за ее пределы, быть опущенным ниже уровня поверхности, по которой перемещается машина, или поднятым над ней.

С тыльной стороны отвала *19* на трубе, приваренной к кронштейнам поворотного круга *18*, подвешены зубья кирковщика *20*. В транспортном положении и при работе только отвалом они фиксируются в поднятом состоянии специальными пальцами. При рыхлении плотных грунтов эти пальцы вынимаются, и автогрейдер должен двигаться на задней рабочей скорости с опущенным отвалом. Впереди основной рамы *11* навешивается дополнительное оборудование – бульдозерный отвал *15*.

Как уже было сказано выше, основным рабочим оборудованием автогрейдера (рисунок 3.2) является грейдерный отвал *7* с ножами, который с помощью двух кронштейнов *8* крепится к установленному на тяговой раме *1* поворотному кругу *2*. Тяговая рама с помощью шарового шарнира *6* крепится к основной раме, а с помощью шаровых шарниров *4* – к средней части основной рамы. На тяговой раме размещен механизм *5* поворота отвала, обеспечивающий поворот отвала на 360° , а на поворотном круге – механизм *9* изменения угла резания.

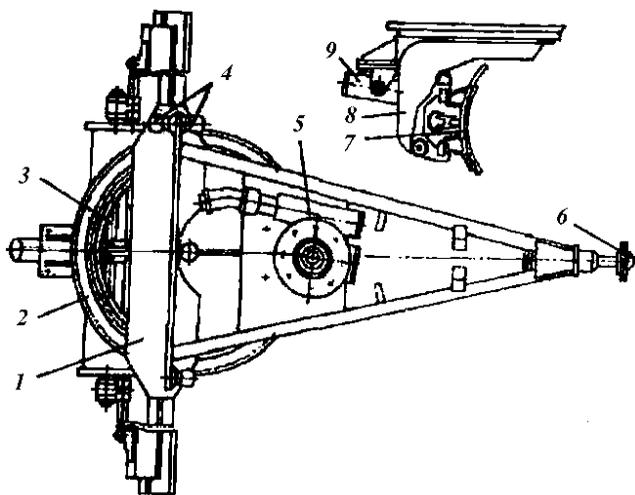


Рисунок 3.2 – Тяговая рама с грейдерным отвалом:

1 – тяговая рама; 2 – поворотный круг; 3 – гидроцилиндр выноса отвала в сторону; 4, 6 – шаровые шарниры; 5 – механизм поворота отвала; 7 – грейдерный отвал; 8 – кронштейны; 9 – механизм изменения угла резания

Как видно из рисунка 3.2, тяговая рама вместе с поворотным кругом служит для монтажа основного рабочего оборудования. Соединение тяговой рамы с основной рамой автогрейдера и поворотным кругом выполнено таким образом, что позволяет производить необходимые пространственные манипуляции, связанные с изменением положения рабочего оборудования для выполнения автогрейдером различных видов работ.

Для расширения области применения и повышения производительности на автогрейдерах устанавливается ряд дополнительных видов оборудования: рыхлитель, бульдозер, удлинитель отвала, откосник, уширитель отвала, планировщик откосов, снегоочиститель и т. д.

Рыхлитель автогрейдера (рисунок 3.3) состоит из литой стальной рамы с приваренными к ней кронштейнами и проушинами. Рама имеет пять окон для зубьев, которые снабжены наконечниками и закрепляются в раме при помощи клиньев. Рыхлитель соединяется с основной рамой при помощи рычагов и тяг. Расположение рыхлителя впереди основной рамы позволяет обеспечить поворот отвала на 360° , а также увеличивает дорожный просвет машины.

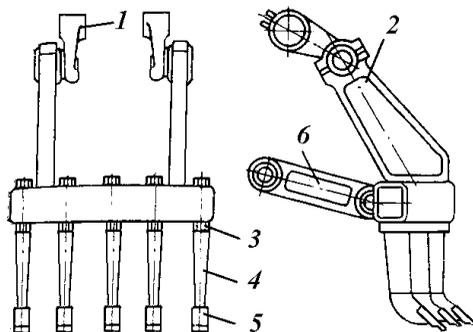


Рисунок 3.3 – Рыхлитель автогрейдера:
 1 – рычаг; 2 – рама; 3 – клин; 4 – зуб; 5 – наконечник; 6 – тяга

Механизм управления рыхлителем состоит из червячного редуктора, укрепленного на головке основной рамы, и цилиндрической пары шестерен и рычагов, которые упираются в упоры, приваренные к головке. Привод механизма управления кирковщиком осуществляется от коробки управления при помощи карданной передачи.

Бульдозер устанавливается на автогрейдере для продольного перемещения грунта и сыпучих строительных материалов на небольшие расстояния (до 100 м), а также для засыпки рвов, котлованов, траншей, для выполнения планировочных работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог.

Монтируется бульдозер впереди автогрейдера и крепится к основной раме (рисунок 3.4). Он состоит из отвала 5 с приваренными к нему кронштейнами и стойками, гидроцилиндра 2 подъема и опускания отвала, который крепится к кронштейну 1, деталей крепления. К нижней кромке отвала болтами с потайными головками крепится съемный нож 6 отвала.

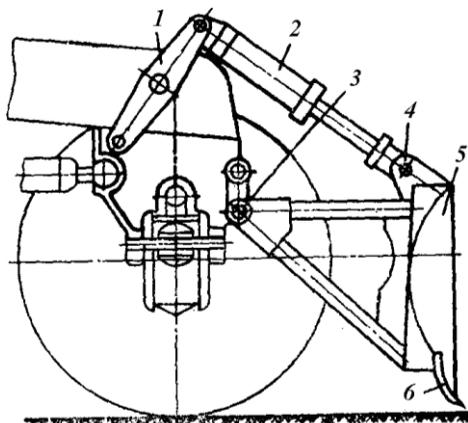


Рисунок 3.4 – Бульдозерное оборудование автогрейдера:

- 1 – кронштейны крепления гидроцилиндров;
- 2 – гидроцилиндр подъема-опускания отвала;
- 3 – ось крепления отвала к нижней раме;
- 4 – палец; 5 – отвал; 6 – нож

Удлинитель отвала крепится к левому концу отвала и служит для увеличения его длины. Автогрейдеры с удлинителем отвала применяются при разработке легких грунтов, при этом их производительность увеличивается до 25 % за счет захвата большего участка обрабатываемой поверхности.

Откосник применяется для обработки кюветов. Он состоит из двух частей. Горизонтальная часть служит для планировки дна кювета, а наклонная – для срезания наружного откоса кювета или резерва. Откосник крепится к правому концу отвала при помощи центрального и фиксирующего болтов и поддерживается цепной растяжкой, прикрепляемой к раме автогрейдера.

При обработке кюветов треугольного профиля (рисунок 3.5, а) левая часть откосника устанавливается таким образом, чтобы она находилась на одной линии с отвалом, являясь его продолжением. Для трапециевидального профиля кювета (рисунок 3.5, б) фиксация отвала и откосника производится так, чтобы образовать нужный профиль кювета.

а

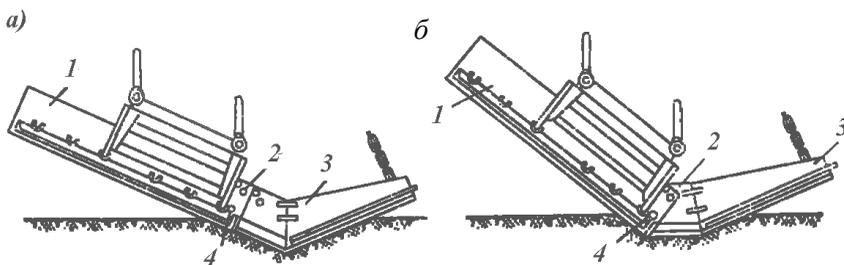


Рисунок 3.5 – Откосник автогрейдера:

а – треугольного профиля; *б* – трапецидального профиля:

1 – отвал; 2 – фиксирующий болт; 3 – откосник; 4 – центральный болт

Планировщик откосов применяется для срезки и отделки откосов возводимых насыпей. Он представляет собой отвал длиной 1,5 м, который шарнирно устанавливается на правом конце отвала автогрейдера. Для придания жесткости во время работы планировщик при помощи тяги крепится к основной раме автогрейдера. Крепление осуществляется хомутом и крюками с натяжными болтами. Планировщик откосов может поворачиваться вниз от горизонтального положения на угол до 45° .

Снегоочиститель. Кроме перечисленного навесного оборудования, на автогрейдере может устанавливаться снегоочиститель, который предназначается для очистки дорог от снега.

Отвал 1 снегоочистителя (рисунок 3.6) монтируется на универсальную раму 3, которая шарнирно крепится к головной отливке основной рамы автогрейдера. При работе отвал опирается на две лыжи, имеющие регулирующее устройство, для установки отвала на различную высоту по отношению к поверхности основания дороги и в зависимости от условий работы. Снегоочиститель имеет два пружинных амортизатора, предохраняющих отвал и раму от перегрузок. Подъем и опускание отвала снегоочистителя и подвеска его на раме автогрейдера осуществляются так же, как и для отвала бульдозера.

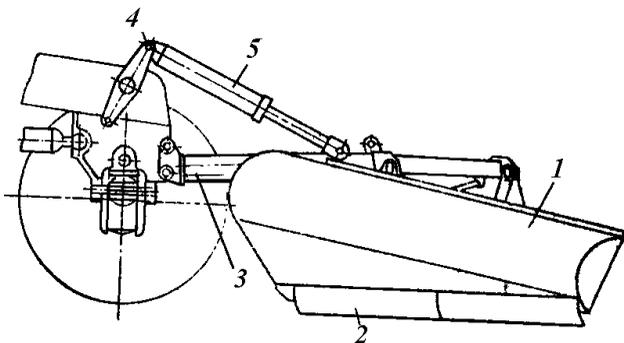


Рисунок 3.6 – Отвал снегоочистителя:
 1 – отвал; 2 – нож отвала; 3 – универсальная рама;
 4 – палец крепления гидроцилиндра;
 5 – гидроцилиндр управления снегоочистителем

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ предназначены автогрейдеры?
2. По каким признакам классифицируются автогрейдеры?
3. Какие вы знаете основные узлы автогрейдера?
4. Назовите типы рабочего оборудования автогрейдера.
5. Какие вы знаете виды дополнительного оборудования автогрейдеров?
6. Какие вы знаете основные параметры автогрейдеров и их рабочего оборудования?
7. В чем заключается особенность рабочего процесса автогрейдера?
8. Какие основные узлы рабочего оборудования автогрейдера вы можете назвать?
9. В чем конструктивная особенность механизма поворота отвала автогрейдера в плане?
10. Как соединяется тяговая рама автогрейдера с основной?
11. Какие основные технические характеристики автогрейдеров вы знаете?
12. В чем заключаются конструктивные особенности переднего управляемого моста автогрейдера?
13. В чем состоит особенность конструкции заднего моста автогрейдера?

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Задание

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу одноковшовых строительных экскаваторов, их технические характеристики.
2. Описать назначение и устройство одноковшовых экскаваторов, их рабочий процесс.
3. Вычертить схему экскаватора с рабочим оборудованием «обратная лопата».
4. Изучить основные виды рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов.
5. Вычертить схемы рабочего оборудования прямой лопаты, грейфера и драглайна и описать их устройство.
6. Изучить схемы соединения элементов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов.

Строительными называют одноковшовые универсальные экскаваторы с основными ковшами вместимостью 0,25–2,5 м³, оснащаемые различными видами сменного рабочего оборудования. Строительные экскаваторы предназначены для земляных работ в грунтах I–IV категорий. С помощью унифицированного сменного рабочего оборудования (до 40 видов) они могут выполнять также погрузочно-разгрузочные, монтажные, сваебойные, планировочные, зачистные и другие работы.

Классификация и индексация. Одноковшовые строительные экскаваторы классифицируют по следующим признакам:

– *по типу ходового устройства*: гусеничные с нормальной и увеличенной опорной поверхностью гусениц; пневмоколесные; на специальном шасси автомобильного типа; на шасси грузового автомобиля или трактора;

– *по типу привода*: с *одномоторным* (механическим и гидромеханическим) и *многомоторным* (гидравлическим и электрическим) приводом;

– по исполнению опорно-поворотного устройства: *полноповоротные* (угол поворота рабочего оборудования в плане не ограничен) и *неполноповоротные* (угол поворота рабочего оборудования в плане ограничен 270°);

– по способу подвески рабочего оборудования: с *гибкой подвеской* на канатных полиспадах и с *жесткой подвеской* с помощью гидроцилиндров;

– по виду исполнения рабочего оборудования: с *шарнирно-рычажным* и *телескопическим* рабочим оборудованием.

Действующая система индексации по ГОСТ 17343–83 предусматривает следующую структуру индексов (рисунок 4.1), дающую более полную характеристику эксплуатационных возможностей машины. Буквы ЭО означают экскаватор одноковшовый универсальный.

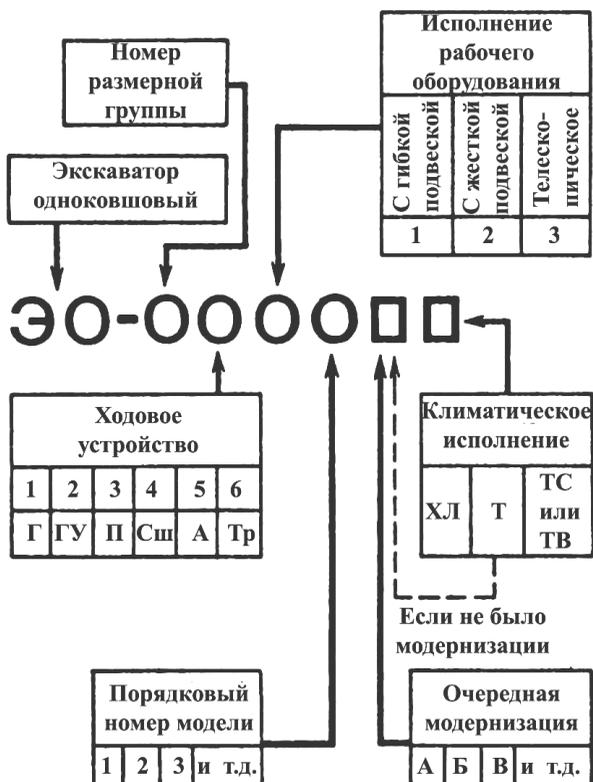


Рисунок 4.1 – Структура индексов одноковшовых универсальных экскаваторов

Четыре основные цифры индекса последовательно означают: размерную группу машины, тип ходового устройства, конструктивное исполнение рабочего оборудования (вид подвески) и порядковый номер данной модели. Восемь размерных групп экскаваторов обозначаются цифрами с 1 по 8. Размер экскаватора характеризуется массой машины и мощностью основного двигателя, а также геометрической вместимостью основного ковша.

В настоящее время серийно выпускаются экскаваторы 2–6-й размерных групп. В стандартах на экскаваторы для каждой размерной группы обычно приводится несколько вместимостей ковшей: основного и сменных повышенной вместимости – причем для последних предусмотрены меньшие линейные параметры и более слабые грунты, чем при работе с основным ковшом. Основным считается ковш, которым экскаватор может разрабатывать грунт IV категории на максимальных линейных рабочих параметрах (глубина и радиус копания, радиус и высота выгрузки и т. п.). Вместимость основных ковшей экскаваторов составляет: для 2-й размерной группы – 0,25–0,28 м³, 3-й – 0,4–0,65 м³, 4-й – 0,65–1,0 м³, 5-й – 1,0–1,6 м³, 6-й – 1,6–2,5 м³, 7-й – 2,5–4,0 м³.

Тип ходового устройства указывается цифрами с 1 по 9. Цифра 1 означает гусеничное ходовое устройство (Г), 2 – гусеничное уширенное (ГУ), 3 – пневмоколесное (П), 4 – специальное шасси автомобильного типа (СШ), 5 – шасси грузового автомобиля (А), 6 – шасси серийного трактора (Тр), 7 – прицепное ходовое устройство (Пр), 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. Первая из дополнительных букв после цифрового индекса (А, Б, В и т. д.) означает порядковую модернизацию данной машины, последующие – вид специального климатического исполнения (С или ХЛ – северное, Т – тропическое, ТВ – для работы во влажных тропиках). Например, индекс ЭО-5123ХЛ расшифровывается так: экскаватор одноковшовый универсальный, 5-й размерной группы, на гусеничном ходовом устройстве, с жесткой подвеской рабочего оборудования, третья модель в северном исполнении. Экскаватор оборудуется основным ковшом вместимостью 1,0 м³,

соответствующим 5-й размерной группе, и сменными ковшами вместимостью 1,25 и 1,6 м³.

Основными частями строительных экскаваторов (рисунок 4.2) являются гусеничное или пневмоколенное ходовое устройство, поворотная платформа (с размещенными на ней силовой установкой, механизмами, системой управления и кабиной машиниста) и сменное рабочее оборудование. Поворотная платформа опирается на ходовое устройство через унифицированный роликовый опорно-поворотный круг и может поворачиваться относительно него в горизонтальной плоскости.

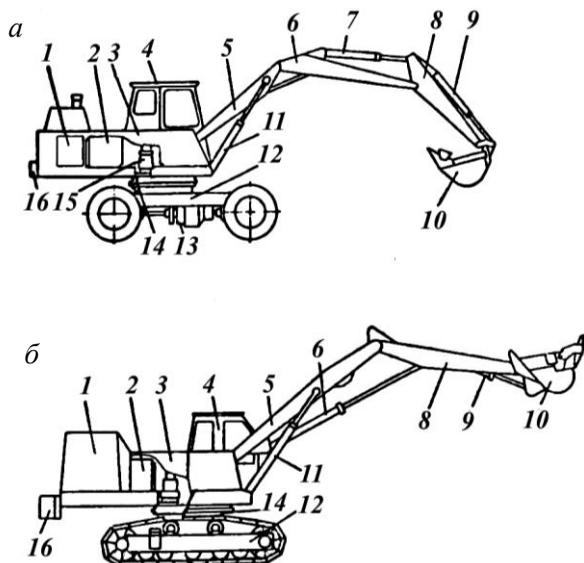


Рисунок 4.2 – Схемы полноповоротных гидравлических экскаваторов:
а – ЭО-3322 с оборудованием «обратная лопата» и ковшом емкостью 0,6 м³;
б – ЭО-4121 с оборудованием «прямая лопата» и ковшом емкостью 1,0 м³.
 1 – силовая установка; 2 – бак гидросистемы; 3 – капот; 4 – кабина;
 5 – нижняя часть стрелы; 6 – верхняя часть стрелы; 7 – гидроцилиндр рукояти;
 8 – рукоять; 9 – гидроцилиндр ковша; 10 – ковш; 11 – гидроцилиндр стрелы;
 12 – ходовая тележка; 13 – механизм хода; 14 – роликовый опорно-поворотный круг;
 15 – механизм поворота платформы; 16 – противовес

К основным параметрам одноковшовых экскаваторов относятся: вместимость ковша, продолжительность рабочего цикла, радиусы копания и выгрузки, высота и глубина копания, высота выгрузки,

преодолеваемый экскаватором уклон пути, конструктивная и эксплуатационная массы машины, среднее давление на грунт у гусеничных машин и нагрузка на одно ходовое колесо у пневмоколесных, колея и база ходового устройства.

Универсальные одноковшовые экскаваторы могут иметь большое количество сменных ковшей различной вместимости и другого сменного рабочего оборудования (рисунок 4.3). Наиболее часто используемым рабочим оборудованием универсальных экскаваторов являются прямая лопата, обратная лопата, грейфер, драглайн.

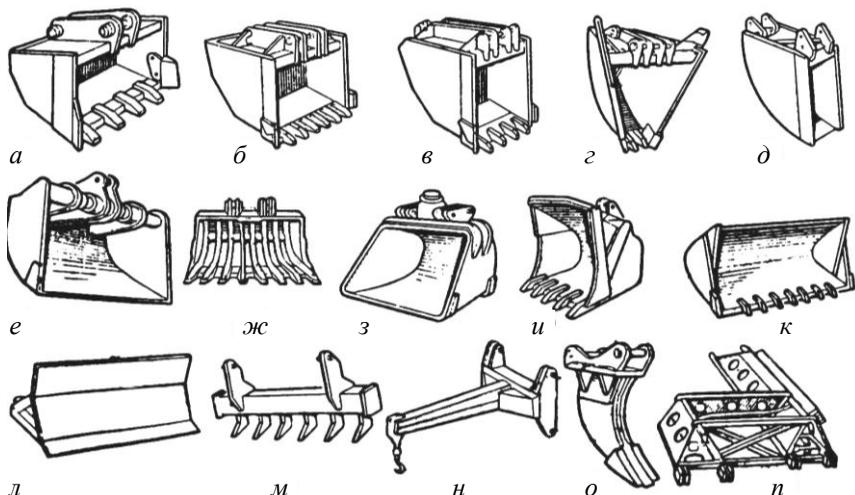


Рисунок 4.3 – Сменные рабочие органы для земляных и грузоподъемных работ:
 а–в – ковши обратных лопат; г – ковш для дренажных работ;
 д – ковш для рытья узких траншей; е – ковш для планировочных работ;
 ж – зачистной ковш; з–к – погрузочные ковши; л – бульдозерный отвал;
 м – многозубовый рыхлитель; н – крановая подвеска; о – однозубовый рыхлитель;
 п – надставка для бокового смещения ковша

Обратная лопата (см. рисунок 4.2, а) является самым распространенным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов и предназначена для копания выемок, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора.

Оборудование «обратная лопата» состоит из моноблочной или составной стрелы 5, 6, рукояти 8, поворотного ковша 10, гидроци-

линдров 11, 7, 9 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша соответственно. Копание грунта производят поворотом ковша относительно рукояти и поворотом рукояти относительно стрелы. Копание можно осуществлять только поворотом ковша относительно неподвижной рукояти, что позволяет вести работы в стесненных условиях, а также в непосредственной близости от подземных коммуникаций. Выгрузку грунта и зачистку основания забоя также осуществляют поворотом ковша.

Толщину срезаемой при копании стружки регулируют путем подъема или опускания стрелы. Составная стрела дает возможность изменять глубину H_k и радиус R_k копания (а также высоту выгрузки H_B), что в сочетании со сменными профильными ковшами различной вместимости позволяет расширить область применений экскаватора и использовать его с максимальной производительностью в различных грунтовых условиях.

Технические характеристики экскаваторов с оборудованием «обратная лопата» приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технические характеристики экскаваторов с оборудованием «обратная лопата»

Параметр	Марка экскаватора								
	ЭО-2621В-2	ЭО-3122				ЭО-3322Д			
		Рукоять				Стрела			
		основная		удлиненная		составная с уменьшенным вылетом, моноблочная		составная с полным вылетом	
Вместимость ковша q_2 , м ³	0,28	0,63	0,5; 0,4; 0,25	0,5; 0,4; 0,25	0,5	0,63	0,4	0,2	
Категория разрабатываемого грунта	I–IV	I–IV			I–IV	I–III	I–IV	I–IV	
Радиус копания R_k , м	5,8	7,8	7,6	8,2	7,5	7,6	8,2		
Глубина копания H_k , м	4,18	4,8	4,7/4,6	5,2	4,3		5,0	5,1	
Высота выгрузки H_B , м	3,2	4,5	4,6	4,8	4,8	4,7	5,2	5,0	
Усилие на режущей кромке F_k , кН	26	98	104	100	90				
Продолжительность рабочего цикла $T_{ц}$, с	16,0	16,3	15,9		16,0				

Прямая лопата (см. рисунок 4.2, б) с поворотным ковшом широко применяется на экскаваторах 4–6-й размерных групп и предназначена для разработки грунта как выше (преимущественно), так и ниже уровня стоянки машины, а также для погрузочных работ.

Оборудование прямой лопаты включает стрелу 5, рукоять 8, ковш 10 и гидроцилиндры 11, 7, 9 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша соответственно. Копание грунта осуществляется поворотом рукояти и ковша, движущегося от машины в сторону забоя. Толщину стружки регулируют подъемом или опусканием стрелы. При разгрузке ковш поворачивают гидроцилиндром 9. Прямой лопатой с поворотным ковшом можно производить планирование и зачистку основания забоя.

Технические характеристики экскаваторов с оборудованием «прямая лопата» приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технические характеристики экскаваторов с оборудованием «прямая лопата»

Параметр	Марка экскаватора				
	ЭО-2621В-2	ЭО-3122		ЭО-4124, ЭО-4125	
		копающий	погрузочный	раскрывающийся	поворотный
Вместимость ковша q , м ³	0,25	0,63	1,2	1,0	1,0/1,2
Категория разрабатываемого грунта	I–III	I–IV	I–II	I–IV	
Радиус копания R_k , м	4,7	6,8	6,6	7,1/7,6	7,15/7,9
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки R_b , м	3,0	4,6	5,3	4,3/3,8	4,75/4,5
Высота выгрузки H_b , м	3,3	4,1	4,0	5,0/5,9	4,9/5,5
Глубина копания H_k , м	–	–	–	2,8/3,0	3,7
Кинематическая высота копания $H_{кв}$, м	4,7	7,3	7,4	7,2/8,2	7,8/8,3
Усилие на режущей кромке $F_{кз}$, кН	25	97	93	92/95	140
Продолжительность рабочего цикла $T_{ц}$, с	15	16	18	16/18	17

Существуют различные способы соединения элементов рабочего оборудования гидравлических одноковшовых экскаваторов (рисунок 4.4).

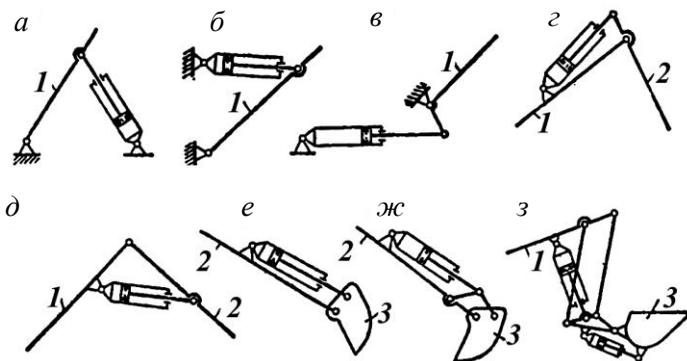


Рисунок 4.4 – Схемы соединения элементов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов:
a–в – гидроцилиндра со стрелой; *г, д* – гидроцилиндра с рукоятью;
е–з – гидроцилиндра с ковшом;
 1 – стрела; 2 – рукоять; 3 – ковш

Грейфер (рисунок 4.5) применяют для рытья котлованов, траншей, колодцев и при погрузочно-разгрузочных работах. Особенно эффективно использование такого оборудования при копании глубоких выемок, а также в стесненных условиях.

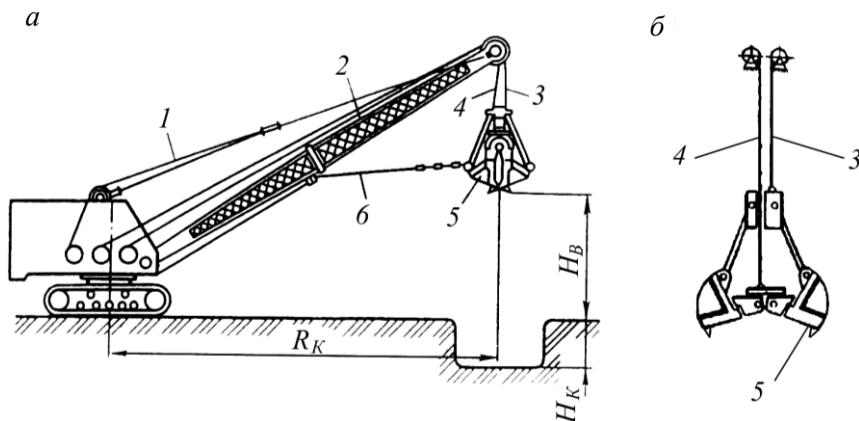


Рисунок 4.5 – Экскаватор с грейферным оборудованием:
a – схема экскаватора с грейферным оборудованием; *б* – схема грейфера:
 1 – канат подъема-опускания стрелы; 2 – решетчатая стрела; 3 – тяговый канат;
 4 – замыкающий канат; 5 – ковш; 6 – поддерживающий канат

При работе грейфером при расторможенных подъемном 3 и замыкающем 4 канатах ковш грейфера с раскрытыми челюстями опускается на грунт. Зубья и режущие кромки челюстей частично врезаются в него. При натягивании замыкающего каната 4 ковш закрывается и поднимается, затем осуществляется поворот экскаватора к месту разгрузки, где челюсти раскрываются и грунт высыпается. Далее осуществляется поворот в забой, и рабочий цикл экскаватора повторяется.

В гидравлических экскаваторах устанавливают жестко подвешенные грейферы, у которых необходимое давление на грунт при врезании создается принудительно с помощью гидроцилиндров рабочего оборудования. Это позволяет эффективно разрабатывать плотные грунты независимо от массы грейфера. Грейфер шарнирно крепят к рукоятке обратной лопаты вместо ковша таким образом, что возможно, его продольное и поперечное раскачивание.

Драглайн (рисунок 4.6) применяется при разработке грунта ниже уровня стоянки экскаватора с выгрузкой в отвал или на транспорт. В отличие от обратной лопаты драглайн оборудуется решетчатой стрелой с ковшом совкового типа, подвешенным к ней на специальной упряжи, что обеспечивает большие радиусы копания и выгрузки и большую глубину копания.

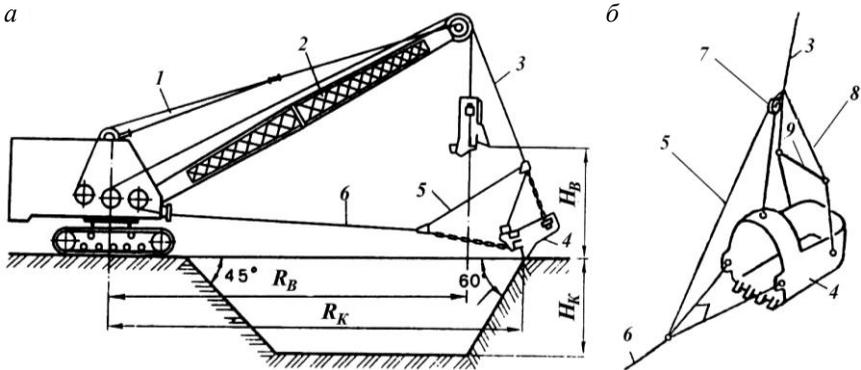


Рисунок 4.6 – Схема экскаватора с оборудованием драглайна:

- 1 – канат подъема-опускания стрелы; 2 – решетчатая стрела;
- 3 – поднимающий канат; 4 – ковш; 5 – упряжь; 6 – тяговый канат;
- 7 – уравнильный блок; 8 – цепи подвески ковша; 9 – распорка

Работа драглайном осуществляется следующим образом. При расторможенном тяговом канате б ковш 4 опускается в забой, подтягивается канатом снизу вверх под некоторым углом по забою. Грунт срезается режущей кромкой ковша и наполняет его. Наполненный грунтом ковш поднимается на требуемую высоту, после чего осуществляется поворот экскаватора к месту разгрузки, и тяговый канат растормаживается. Ковш повисает режущей кромкой вниз, в результате чего грунт высыпается. После этого осуществляется поворот экскаватора в забой, и рабочий цикл повторяется.

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ предназначены одноковшовые строительные экскаваторы?
2. По каким признакам классифицируются одноковшовые экскаваторы?
3. Назовите главный параметр одноковшовых экскаваторов?
4. Какие параметры входят в понятие размерной группы экскаватора?
5. Какие вы знаете виды основного рабочего оборудования одноковшовых экскаваторов?
6. Назовите основные параметры рабочего оборудования экскаваторов.
7. Какие основные узлы экскаваторов и их рабочего оборудования вы можете перечислить?
8. Какие вы знаете основные механизмы одноковшовых экскаваторов?
9. Какие схемы соединения элементов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов вы можете назвать?
10. В чем заключается отличие оборудования «прямая» и «обратная лопата»?
11. Назовите особенности конструкции ковша с прямой лопатой?
12. Для каких видов работ предназначен грейфер?
13. В чем заключается особенность рабочего оборудования экскаватора «драглайн»?
14. Какие основные технические характеристики одноковшовых экскаваторов вы знаете?

Лабораторная работа № 5

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА МНОГОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Задание

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу многоковшовых экскаваторов, их технические характеристики.
2. Описать назначение и устройство многоковшовых экскаваторов, их рабочий процесс.
3. Вычертить схемы цепного и роторного траншейных экскаваторов и описать их устройство.
4. Изучить устройство и назначение землеройно-фрезерных машин, их технические характеристики.

Многоковшовыми экскаваторами непрерывного действия называют машины, предназначенные для непрерывной выемки грунта с одновременной транспортировкой в отвал или транспортное средство.

Классификация и индексация. Траншейные экскаваторы классифицируют по следующим основным признакам:

- **по типу рабочего органа:** *цепные (ЭТЦ) и роторные (ЭТР);*
- **по способу соединения рабочего оборудования с базовым тягачом:** *с навесным и полуприцепным рабочим оборудованием;*
- **по типу ходового устройства базового тягача:** *гусеничные и пневмоколесные;*
- **по типу привода:** *с механическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводом.*

Наибольшее распространение получили гусеничные траншейные экскаваторы с комбинированным приводом.

В индексе траншейных экскаваторов (рисунок 5.1) первые две буквы ЭТ означают экскаватор траншейный, а третья – тип рабочего органа (Ц – цепной, Р – роторный). Первые две цифры индекса означают наибольшую глубину отрываемой траншеи (в дм), третья – порядковый номер модели. Первая из дополнительных букв после цифрового индекса (А, Б, В и т. д.) означает порядковую модернизацию машины, последующие – вид специального климатического исполнения (ХЛ – северное, Т – тропическое, ТВ – для работы во

влажных тропиках). Например, индекс ЭТЦ-252А означает: экскаватор траншейный цепной, глубина копания – 25 дм, вторая модель – 2, прошедшая первую модернизацию – А.

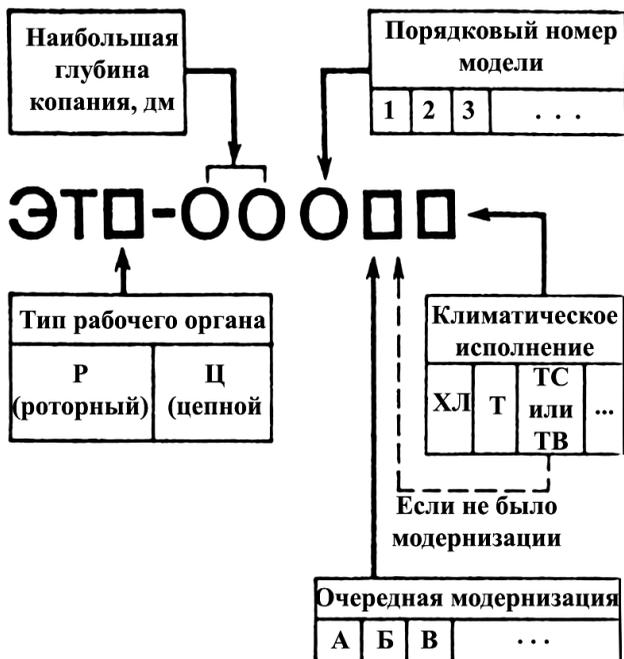


Рисунок 5.1 – Система индексации траншейных экскаваторов

Каждый траншейный экскаватор состоит из трех основных частей: базового пневмоколесного или гусеничного тягача, обеспечивающего поступательное движение (подачу) машины; рабочего оборудования, включающего рабочий орган для копания траншей и поперечное (к продольной оси движения машины) отвальное устройство для эвакуации разработанного грунта в отвал или транспортные средства; вспомогательного оборудования для подъема-опускания рабочего органа и отвального устройства.

Параметры траншейных экскаваторов определены ГОСТ 19618–85. Главным параметром экскаваторов является номинальная глубина отрываемой траншеи.

Ширина отрываемых рабочими органами ЭТЦ и ЭТР траншей прямоугольного профиля зависит от ширины ковша или скребков, – расположенных на рабочих органах режущих элементов. На один и тот же базовый тягач могут быть навешены сменные рабочие органы, отличающиеся шириной и количеством ковшей (скребков), для рытья траншей с различными параметрами профиля.

Для получения траншей трапецеидального профиля рабочие органы ЭТЦ и ЭТР оборудуют активными и пассивными откосообразователями. Активные откосообразователи двухцепных экскаваторов представляют собой наклонно расположенные цепи с поперечными резами, совершающие возвратно-поступательное движение. Пассивные откосообразователи роторных машин выполнены в виде двух наклонных сменных ножей, жестко закрепленных по бокам рамы ротора. Откосообразователи применяют при работе в немерзлых грунтах с низкой несущей способностью.

Цепные траншейные экскаваторы выпускаются на базе пневмоколесных и гусеничных тракторов и оснащаются одноцепным (ЭТЦ-165А) и двухцепным (ЭТЦ-151, ЭТЦ-252А) скребковым рабочим органом для разработки немерзлых грунтов, а также специальным цепным рабочим органом с резами (ЭТЦ-208В) для разработки мерзлых грунтов.

Цепной экскаватор на гусеничном ходу устанавливают на базе трелевочного или промышленного гусеничного трактора. Рабочим органом цепных экскаваторов (рисунок 5.2) является однорядная или двухрядная свободно провисающая бесконечная цепь 5, огибающая наклонную раму 7 и несущая на себе ковши 6 или скребки.

Цепь приводится в движение приводной ведущей звездочкой 4, ковши 6 врезаются в грунт и транспортируют его вверх, где он при опрокидывании ковша сыпается на ленточный конвейер 3, который сыпает его вдоль траншеи (иногда вместо конвейера используется шнек 9). Подъем рабочего органа осуществляется с помощью механизма подъема 2 при помощи гидроцилиндров 1. Для получения траншей трапецеидального профиля применяются рабочие активные или пассивные откосообразователи 8.

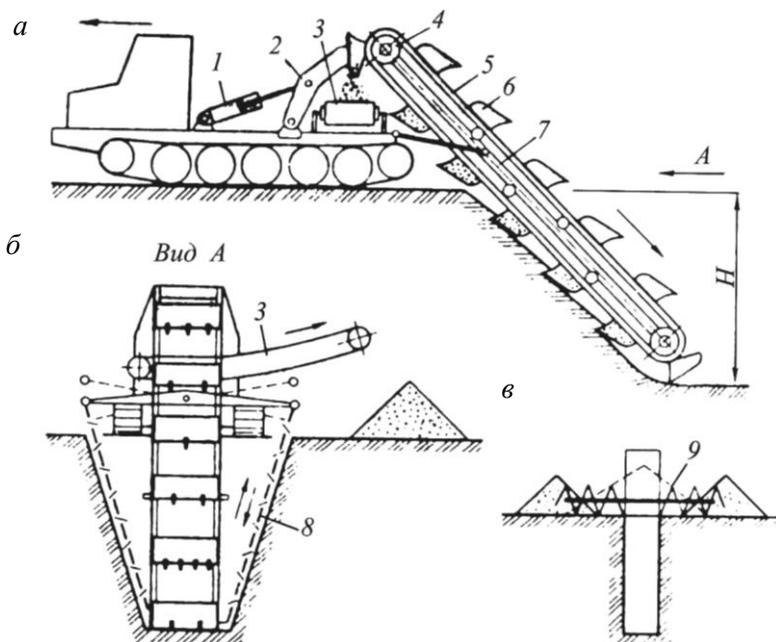


Рисунок 5.2 – Схема цепного траншейного экскаватора:

a – схема цепного траншейного экскаватора;

б – траншейный экскаватор (вид сзади); *в* – шнек;

1 – гидроцилиндр; 2 – механизм подъема и опускания рабочего оборудования;

3 – ленточный конвейер; 4 – ведущая звездочка; 5 – цепь; 6 – ковш;

7 – стрела рабочего органа; 8 – откосообразователи; 9 – шнек

Технические характеристики цепных траншейных экскаваторов приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Технические характеристики цепных траншейных экскаваторов

Параметр	Марка машины		
	ЭТЦ-165А	ЭТЦ-151	ЭТЦ-252А
Базовый трактор	МТЗ-82	ТТ-4 84	
Мощность двигателя, кВт	59	84	
Размеры отрываемой траншеи, мм:			
– наибольшая глубина	1,6	1,5	2,5; 3,5
– ширина по дну	0,2; 0,27	0,8	0,8; 1,0
– ширина по верху	0,4	3,8; 4,5; 5,3	0,8; 1 (2,8)

Окончание таблицы 5.1

Параметр	Марка машины		
	ЭТЦ-165А	ЭТЦ-151	ЭТЦ-252А
Категория разрабатываемого грунта	I–III		
Техническая производительность, м ³ /ч	85	155	220
Рабочие скорости, м/ч	20–800	5–150	
Транспортные скорости, км/ч	1,89–33,4	2,25–9,75	3,1–5,25
Рабочий орган:			
– тип	Скребковый	Скребковый	Скребковый
– шаг цепи, мм	100	190	190
– число скребков (резцов)	18/20	15	21
– шаг скребков (резцов), мм	400	760	760
– скорость цепи, м/с	0,8; 1,2; 1,5; 2,1	0,8; 1,25	0,8; 1,25
Конвейер:			
– тип	Отвальный шнековый	Ленточный дугобразный	
– ширина ленты (скребка), мм	–	650	
– скорость ленты (цепи), м/с	–	2,5–4,5	
Ходовое устройство	Колесное	Гусеничное	
Габаритные размеры в транспортном положении, мм	7200 × 2290 × × 3200	8000 × 3000 × × 3300	10 200 × 3450 × × 3500
Масса, т	6,25	19,80	19,50

Экскаватор ЭТЦ-252А (рисунок 5.3, а) предназначен для рытья траншей прямоугольного и трапецеидального профиля глубиной до 3,5 м, шириной по дну 0,8 и 1,0 м и шириной по верху до 2,8 м в талых грунтах I–III категорий с каменистыми включениями размером до 200 мм. Экскаватор ЭТЦ-151 является модификацией экскаватора ЭТЦ-252А и применяется для рытья кюветов и каналов трапецеидального профиля глубиной до 1,5 м, шириной по дну 0,8 м и шириной по верху 3,8–5,3 м. Экскаваторы имеют механический привод рабочего органа, бесступенчатое регулирование скоростей рабочего хода гидромеханическим ходоуменьшителем, гидравлический привод отвального конвейера и механизма подъема-опускания рабочего органа.

Рабочий орган экскаватора ЭТЦ-252А включает наклонную раму 12 коробчатого сечения, шарнирно прикрепляемую сзади к тягачу 1, и обегавшие раму замкнутые пластинчатые цепи 6, к которым

на одинаковом расстоянии друг от друга крепятся режущие элементы скребкового типа 8 и транспортирующие заслонки 9, образующие подобие ковшей. В передней части рамы смонтирован приводной (турасный) вал с двумя ведущими звездочками 5 цепей и предохранительной муфтой предельного момента, в задней – натяжные звездочки 10 цепей с винтовым натяжным устройством. На раме установлены также промежуточные ролики 11, поддерживающие рабочие ветви цепей и уменьшающие провисание их холостых ветвей. Для увеличения глубины копания раму рабочего органа удлиняют дополнительной вставкой, увеличивают длину цепей и количество скребков.

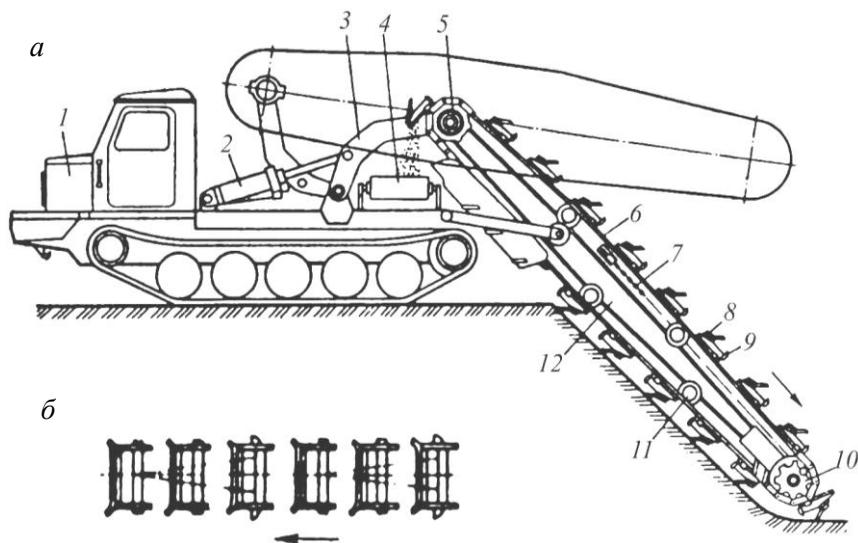


Рисунок 5.3 – Экскаватор траншейный цепной:

а – ЭТЦ-252А:

- 1 – тягач; 2 – гидроцилиндр; 3 – рычаги; 4 – ленточный конвейер;
 5 – ведущие звездочки; 6 – пластинчатая цепь; 7 – откосообразователи;
 8 – скребки; 9 – транспортирующие заслонки; 10 – натяжные звездочки;
 11 – промежуточные ролики; 12 – рама;

б – схема размещения скребков на рабочем органе ЭТЦ-252А

Скребки на рабочем органе размещены по специальной схеме (рисунок 5.3, *б*), обеспечивающей наименьшую энергоемкость про-

цесса копания. При движении тягача вперед и одновременном движении скребковой цепи относительно наклонной рамы скребки отделяют грунт от массива, а заслонки поднимают его из траншеи на высоту приводных звездочек цепи, при огибании которых грунт выгружается на поперечный (к продольной оси движения машины) ленточный конвейер 4 и отбрасывается им в сторону от траншеи. Глубина отрываемой траншеи зависит от угла наклона рамы рабочего органа и регулируется механизмом ее подъема, включающим два гидроцилиндра 2 и два рычага 3. При копании траншей с наклонными стенками на рабочем органе устанавливаются активные цепные откосообразователи 7. Верхние концы цепей шарнирно прикреплены к качающемуся балансирному рычагу с центральным шарниром, нижние – к эксцентрично установленным пальцам натяжных звездочек 10 рабочего органа, сообщающих откосообразователям возвратно-поступательное движение.

Грунт, отделяемый цепями от целика, обрушивается на дно траншеи, откуда выносятся на поверхность транспортирующими заслонками рабочего органа. Сменное рабочее оборудование экскаватора для разработки мерзлых грунтов, промерзших на глубину до 1,2 м, монтируется на основной раме рабочего органа и представляет собой скребковый рабочий орган, оснащенный зубьями с износостойкой наплавкой.

Экскаватор ЭТЦ-165А (рисунок 5.4) на базе колесного трактора МТЗ-82 предназначен для рытья траншей прямоугольного профиля глубиной до 1,6 м и шириной 0,2–0,4 м в однородных, без каменистых включений, грунтах I–III категорий под укладку кабелей различного назначения и трубопроводов малых диаметров. Наиболее эффективно экскаватор используется при выполнении рассредоточенных земляных работ небольшого объема на предварительно спланированных площадках. Экскаватор оснащен поворотным гидроуправляемым бульдозерным отвалом 11 для несложных планировочных работ и засыпки траншей после укладки в них коммуникаций. На экскаватор вместо основного рабочего может быть навешено сменное баровое оборудование (инструмент «баровые цепи») для нарезания щелей шириной 0,14 м и глубиной до 1,3 м в мерзлых грунтах.

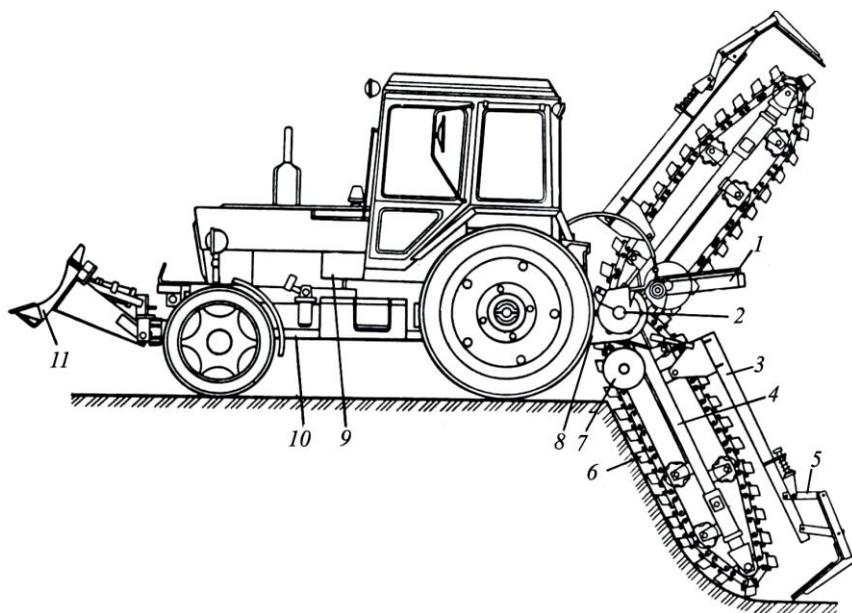


Рисунок 5.4 – Экскаватор ЭТЦ-165А:

- 1 – механизм подъема-опускания рабочего органа; 2 – приводной вал;
 3 – дополнительная рама; 4 – рабочий орган; 5 – зачистной башмак;
 6 – рабочая цепь; 7 – шнек; 8 – редуктор привода рабочего органа;
 9 – ходоуменьшитель; 10 – трактор; 11 – бульдозерный отвал

Роторные траншейные экскаваторы

В качестве базовой машины 1 роторного траншейного экскаватора чаще всего используется гусеничный трактор (рисунок 5.5). Рабочим органом роторных экскаваторов является жесткий ротор (колесо) 12 с ковшами 11 или скребками, вращающийся на роликах 8 рамы 9. Ковши 11 врезаются в грунт 6 и транспортируют его вверх, где он высыпается на ленточный конвейер 7, установленный внутри рамы 9 ротора 12. Подъем и опускание рабочего оборудования осуществляется гидроцилиндрами 2 и 3 при помощи цепей 4 и 5. На раме ротора установлены пассивные откосообразователи (ножевые откосники) 13. Технические характеристики роторных траншейных экскаваторов приведены в таблице 5.2.

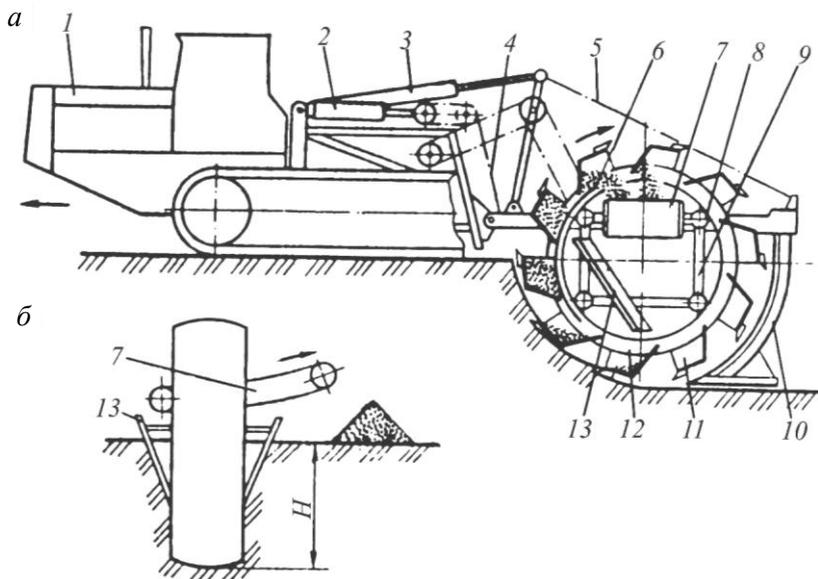


Рисунок 5.5 – Схема роторного траншейного экскаватора:

а – вид сбоку; *б* – вид сзади:

1 – трактор; 2, 3 – гидроцилиндры; 4, 5 – цепи; 6 – грунт; 7 – ленточный конвейер;
8 – опорные ролики; 9 – рама; 10 – зачистное устройство; 11 – ковш; 12 – ротор;
13 – ножевой откосник

Таблица 5.2 – Технические характеристики роторных траншейных экскаваторов

Параметр	Марка машины	
	ЭТР 204А	ЭТР-254 Л
Наибольшая техническая производительность, м ³ /ч	650	1200
Категория разрабатываемого грунта	I–IV, мерзлые грунты при глубине промерзания до 1,2 м	I–IV, мерзлые грунты при глубине промерзания до 2,5 м
Размеры разрабатываемой траншеи, м:		
– глубина	2,0	2,5
– ширина по дну	1,2	1,8; 2,1
– ширина по верху (с откосами)	2,3	2,7–3,8

Окончание таблицы 5.2

Параметр	Марка машины	
	ЭТР 204А	ЭТР-254 Л
Рабочее оборудование (тип)	Навесное	Полуприцепное
Базовая машина	Тягач с использованием трактора Т-130МГ	К-701 и Т-130МГ
Мощность двигателя, кВт	118	240
Диапазон скоростей рабочего хода, м/ч	10–300	20–500
Транспортные скорости, км/ч	1,5–6,2	0,5–5,6
Диаметр ротора по зубьям ковшей, мм	3550	4350
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	7,8; 9,6	7,7
Число ковшей (зубьев)	14	24
Вместимость ковша, л	140	148
Ширина ленты конвейера, мм	800	1200
Скорость ленты конвейера, м/с	3,9–5,0	3,5–5,0
Среднее давление на грунт, МПа	0,06	0,08
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:		
– длина	11 100	13 450
– ширина (без конвейера)	3200	4610
– высота	4200	4770
Масса экскаватора, кг	18 300	49 500

Экскаватор ЭТР-204А (рисунок 5.6) состоит из гусеничного тягача 1 и навесного рабочего органа для рытья траншей и отброса грунта, шарнирно соединенных между собой в вертикальной плоскости. Рабочий орган машины – опирающийся на четыре пары роликов 13 жесткий ротор 12 с ковшами 11, внутри которого помещен поперечный двухсекционный ленточный конвейер 10, состоящий из горизонтальной и наклонной (откидной) секций. Позади ротора установлен зачистный башмак 9 для зачистки и сглаживания дна траншей. У тягача уширен и удлинен гусеничный движитель для повышения устойчивости и проходимости машины и исключения возможного обрушения стенок траншеи при движении над ней тягача.

Рама имеет две наклонные направляющие 14, по которым с помощью пары гидроцилиндров 3 и двух пластинчатых цепей 4 гидравлического подъемного механизма перемещаются ползуны 15 переднего конца рамы 8 рабочего органа при переводе его из транспортного положения в рабочее и наоборот. Подъем и опускание задней части ра-

бочего органа осуществляется парой гидроцилиндров 5, штоки которых шарнирно прикреплены к верхней части стоек 16, связанных с задним концом рамы 8 цепями 6. При копании траншей задняя часть рабочего органа находится в подвешенном состоянии. Установка откидной части ленточного конвейера в наклонное рабочее положение и опускание ее при транспортировке машины производится гидроцилиндром. Изменением угла наклона откидной части конвейера достигается различная дальность отброса грунта в сторону от траншеи.

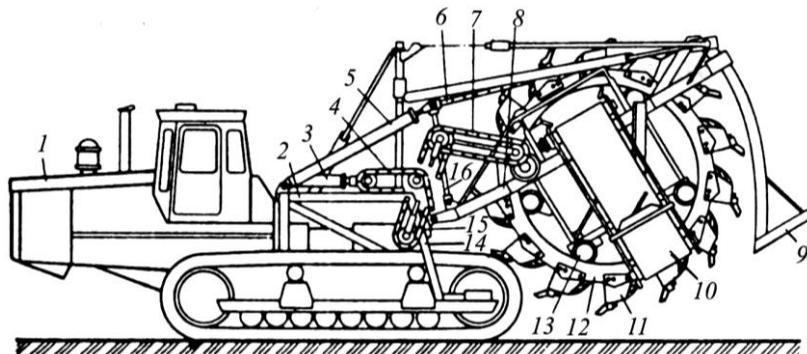


Рисунок 5.6 – Экскаватор ЭТР-204А:

- 1 – тягач; 2 – дополнительная рама; 3, 5 – гидроцилиндры; 4, 6 – пластинчатые цепи; 7 – привод механизма подъема-опускания рабочего оборудования; 8 – рама; 9 – зачистный башмак; 10 – ленточный конвейер; 11 – ковш; 12 – ротор; 13 – ролики; 14 – направляющие; 15 – ползуны; 16 – стойки

Землеройно-фрезерные машины

Землеройно-фрезерные машины (ЗФМ) применяют для послойной разработки (фрезерования) мерзлых грунтов и твердых пород при выполнении планировочных работ, отрывке корыт под внутриквартальные дороги, трамвайные и подкрановые пути, а также для разрушения асфальтобетонных покрытий с последующей экскавацией разрушенных материалов бульдозерным отвалом.

Главным параметром ЗФМ является ширина фрезеруемой за один проход полосы в мм. ЗФМ базируются на серийных гусеничных бульдозерах тягового класса 10–15, оборудованных гидромеханическими ходоуменьшителями для получения пониженных рабочих скоростей передвижения, бесступенчато регулируемых в диапазоне 0–500 м/ч. Конструкции современных ЗФМ имеют мало различий.

Рабочий орган ЗФМ – фреза диаметром 900–1020 мм – представляет собой горизонтальный полый вал с приваренными перпендикулярно его оси кронштейнами, которые оснащены сменными режущими наконечниками (клыками) с износостойкой твердосплавной наплавкой. Число кронштейнов составляет 21–26, расположены они на валу по одной или двум винтовым линиям, расходящимся от середины вала. Такая расстановка кронштейнов обеспечивает определенную последовательность работы каждого резца, минимальную энергоемкость процесса фрезерования, ровность планируемой поверхности, а также транспортирование части разрушенного грунта к краям обрабатываемой полосы.

Машина *послойного фрезерования* ДП-31АХЛ (рисунок 5.7) эффективно разрабатывает мерзлые грунты с температурой до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ прочностью по плотномеру ДорНИИ до 250 ударов с каменистыми включениями крупностью не более 50 мм.

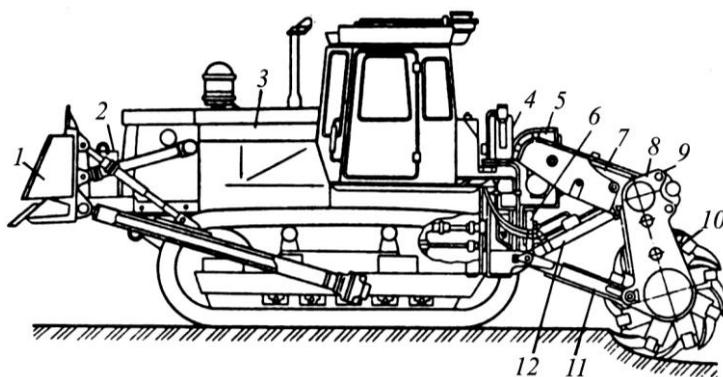


Рисунок 5.7 – Землеройно-фрезерная машина ДП-31АХЛ:

- 1 – бульдозерное оборудование; 2 – противовес; 3 – базовый трактор;
 4 – ходоуменьшитель; 5 – редуктор оборота мощности; 6 – муфта предельного момента;
 7 – цепная передача; 8 – бортовой редуктор; 9 – балка; 10 – фреза; 11 – рама;
 12 – гидроцилиндр

Машина состоит из базового трактора 3Т-130МГ-1 с бульдозерным оборудованием 1, управляемым гидроцилиндрами, рабочего органа фрезерного типа, силовой передачи для привода рабочего органа, навесного устройства, гидропривода подъема и опускания рабочего органа, гидромеханического ходоуменьшителя, системы управления и противовеса.

Привод фрезы 10 осуществляется от редуктора отбора мощности 5 через цепные передачи 7 и бортовые редукторы 8. Привод обеспечивает одну или две скорости резания в диапазоне 0,7–1,4 м/с и обору­дуется предохранительной муфтой предельного момента 6. Рабочий орган навешивается на базовый трактор с помощью четырех­звенного шарнирного механизма, образованного общим корпусом редуктора отбора мощности и ходоуменьшителя 4, тягами цепных передач, нижней рамой 11 и корпусами бортовых редукторов, жест­ко связанных между собой поперечной балкой 9. Перевод рабочего органа в транспортное и рабочее положение и удержание его на за­данной глубине фрезерования осуществляется двумя гидроцилин­драми 12, работающими от гидросистемы базового трактора 3. Для уравнивания массы навесного оборудования в передней части машины установлен противовес 2.

Современные ЗФМ за один проход обрабатывают полосу грунта шириной 2,6–3,4 м при глубине фрезерования до 0,25–0,35 м. После каждого прохода фрезой разрушенный грунт (материал) убирается бульдозерным отвалом 7. Производительность ЗФМ при разработке мерзлого грунта составляет 140–400 м³/ч.

Основным недостатком землеройно-фрезерных машин является интенсивный абразивный износ режущих элементов.

Технические характеристики ЗФМ приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Технические характеристики землеройно-фрезерных машин

Параметр	Марка машины	
	ЗФМ-2300А	ДП-31АХЛ
Глубина рыхления, м	0,35	0,3
Ширина рыхления, м	2,6	2,4
Базовый трактор	Т-100МГП	–
Мощность двигателя, кВт	80	–
Диаметр рабочего органа, мм	1000	1300
Частота вращения, мин ⁻¹	15; 23	12
Скорость резания, м/с	1; 1,3	0,8
Количество кронштейнов, шт.	26	21
Количество линий резания, шт.	13	21
Рабочая скорость передвижения, м/ч	20–210	0–200
Производительность, м ³ /ч	150	145
Масса навесного фрезерного оборудования, кг	6000	6300

Дискофрезерные землерезные машины нарезают в мерзлых грунтах щели шириной 0,04–0,28 м на глубину до 1,3 м с помощью одного или двух оснащенных резами дисков (роторов). Эти машины применяют также для рытья узких траншей прямоугольного профиля под кабели электропередачи и связи, трубопроводы малых диаметров и для вскрытия асфальтовых дорожных покрытий. Дискофрезерным рабочим оборудованием оснащаются траншейные экскаваторы, гусеничные бульдозеры и пневмоколесные тракторы, оборудованные ходоуменьшителями и механизмами привода и управления рабочим органом. Привод рабочего органа может быть механическим и гидравлическим.

У землерезных машин модульного типа сменный дискофрезерный рабочий орган может быть навешен вместо режущей цепи, что обеспечивает универсальность этих машин.

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ предназначены многоковшовые экскаваторы?
2. По каким признакам классифицируются многоковшовые экскаваторы?
3. Назовите главный параметр многоковшовых экскаваторов.
4. Какие вы знаете виды основного рабочего оборудования многоковшовых экскаваторов?
5. Назовите основные параметры рабочего оборудования цепных многоковшовых экскаваторов.
6. Назовите основные параметры рабочего оборудования роторных многоковшовых экскаваторов.
7. Какие основные узлы экскаваторов и их рабочего оборудования вы можете перечислить? Цепных? Роторных?
8. Какие вы знаете основные механизмы многоковшовых экскаваторов?
9. В чем заключается отличие оборудования цепных и роторных многоковшовых экскаваторов? Назовите их преимущества и недостатки?
10. Назовите особенности конструкции ковшей рабочего оборудования многоковшовых экскаваторов.

11. Какие технические характеристики многоковшовых экскаваторов вы можете назвать? Цепных? Роторных?

12. В чем заключается особенность рабочего оборудования землеройно-фрезерных машин?

13. Какой параметр является основным для землеройно-фрезерных машин?

14. В чем заключаются преимущества и недостатки землеройно-фрезерных машин.

15. Для чего предназначены дискофрезерные землерезные машины?

Лабораторная работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Задание

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу одноковшовых погрузчиков, их основные технические характеристики.
2. Описать назначение и классификацию одноковшовых погрузчиков, их рабочий процесс.
3. Изучить сменные рабочие органы одноковшовых погрузчиков, предназначенные для разработки и погрузки грунта.
4. Вычертить схему одноковшового погрузчика, описать его устройство.
5. Вычертить основные схемы работы одноковшового погрузчика.

Основное назначение одноковшовых погрузчиков в строительстве – выполнение различных погрузочных операций с сыпучими, кусковыми и штучными грузами. В настоящее время они успешно используются не только для погрузки в карьерах сыпучих, мелкокусовых и крупнокусовых грунтов, но и для некоторых видов земляных работ (например, для разработки с погрузкой в транспорт слабосвязных грунтов без крупных каменных включений). Поэтому некоторые типы одноковшовых погрузчиков можно отнести к машинам для земляных работ.

Одноковшовые погрузчики, используемые для земляных работ,

классифицируют по грузоподъемности, направлению разгрузки ковша, типу ходовой части, типу базовой машины и другим конструктивным признакам.

По грузоподъемности погрузчики делят на *малогобаритные* (грузоподъемность до 0,5 т), *легкие* (0,6–2 т), *средние* (2,1–4 т), *тяжелые* (4,1–10 т) и *большегрузные* (свыше 10 т).

По направлению разгрузки погрузчики могут быть с *передней* (фронтальные), *боковой* (полуповоротные) и *задней* (перекидного типа) *разгрузкой*. При этом погрузочное оборудование бывает *полуповоротное, комбинированное, перекидное* и *фронтальное*. Для полуповоротного оборудования характерна боковая разгрузка ковша; комбинированное оборудование позволяет производить и переднюю, и заднюю разгрузку, перекидное – только заднюю; при наиболее распространенном фронтальном оборудовании возможна разгрузка ковша только со стороны разработки материала.

По типу ходовой части различают погрузчики *гусеничные* или *пневмоколесные*. Для большегрузных машин, работающих на погрузке взорванной скальной породы, применяются пневмогусеничные колеса, сочетающие в себе достоинства колесного и гусеничного движителя (пневматическое колесо с металлическим гусеничным протектором).

По типу базовой машины погрузчики выпускаются на базе *специальных шасси и двухосных тягачей*, а также на *специальных модификациях промышленных тракторов*, которые удовлетворяют требованиям работы с погрузочным оборудованием.

Привод рабочего оборудования одноковшовых погрузчиков в основном осуществляется гидроцилиндрами.

По характеру воздействия гидроцилиндров на ковш механизмы погрузчиков разделяют на *безрычажные* и *рычажные*. Рычажные механизмы, в свою очередь, могут быть *одноступенчатыми* и *многоступенчатыми*.

Наиболее совершенными являются большегрузные фронтальные погрузчики на базе пневмоколесных или гусеничных тракторов с шарнирно сочлененной рамой (рисунок 6.1). Последние обладают большой маневренностью, поскольку угол поворота рабочего оборудования в обе стороны относительно продольной оси машины значителен за счет поворота передней полурамы. Для возможности работы в скальных обломочных грунтах колеса этих погрузчиков

снабжаются металлическим протектором гусеничного типа (пневмогусеничные колеса).

Погрузочное оборудование фронтального погрузчика шарнирно крепится к порталной раме базовой машины 7. Оно состоит из рабочего органа, стрелы, рычажного механизма и гидроцилиндров двустороннего действия. Рабочий орган погрузчика – ковш 1 – установлен на стреле 4 и управляется рычажным механизмом, состоящим из двух пар коромысел 3 и поворотных тяг 2, приводимых в движение двумя гидроцилиндрами 5 поворота ковша. Подъем и опускание стрелы осуществляются двумя гидроцилиндрами. Гидравлический привод рабочего оборудования позволяет плавно изменять скорости в широких пределах и надежно предохранять его от перегрузок.

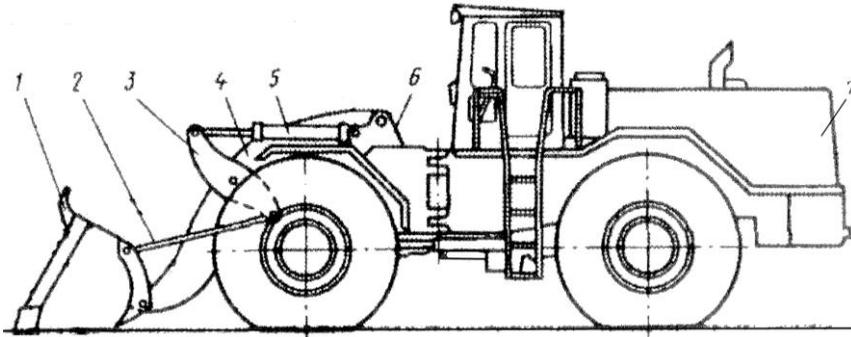


Рисунок 6.1 – Фронтальный одноковшовый погрузчик:

1 – ковш; 2 – поворотные тяги; 3 – коромысла; 4 – стрела; 5 – гидроцилиндр ковша;
6 – порталная рама; 7 – базовая машина

Благодаря простоте и надежности, одноковшовые фронтальные погрузчики широко применяются для всех видов работ по добыче и переработке сыпучих и кусковых материалов, при погрузке песка, гравия, щебня и других материалов в транспортные машины (самосвалы, вагонетки, железнодорожный транспорт), при укладке материалов в штабель и перегрузке их из штабеля в транспортные машины, контейнеры или бункеры, успешно заменяя на этих работах более дорогие одноковшовые экскаваторы.

Технические характеристики одноковшовых фронтальных погрузчиков приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технические характеристики одноковшовых фронтальных погрузчиков

Параметр	Марка машины				
	Амкодор-325 (ТО-18К)	Амкодор-333В (ТО-18БЗ)	Амкодор-342А (ТО-28А)	Амкодор-352	Амкодор-361
Грузоподъемность, кг	2500	3400	4000	5000	6000
Вместимость основного ковша, м ³	1,4	1,9	2,3	2,8	3,4

Окончание таблицы 6.1

Параметр	Марка машины				
	Амкодор-325 (ТО-18К)	Амкодор-333В (ТО-18БЗ)	Амкодор-342А (ТО-28А)	Амкодор-352	Амкодор-361
Вырывное усилие, кН	60	105	117	149	170
Статическая опрокидывающая нагрузка в сложенном положении ($\pm 40^\circ$), кг	5000	7000	8000	10 000	15 000
Ширина режущей кромки ковша, м	2,5	2,5	2,65	2,65	3,09
Высота разгрузки, м	2,63	2,8	3,07	3,07	3,215
Вылет, м	0,935	0,9	1,03	1,1	1,41
Двигатель	Д-245	Д-260.2	Д-260.1	Д-260.9	ЯМЗ-238М2
Эксплуатационная мощность, кВт	73,5	95	109	132	173
Трансмиссия	Гидромеханическая				
Скорость передвижения вперед/назад, км/ч:					
– первая	5,3/5,3	7,4/7,5	7,9/7,5	6,5/6,6	6,0/6,0
– вторая	10,1/16,4	14,4/23,5	14,4/23,0	12,7/20,0	10,2/10,2
– третья	16,2	23,0	20,6	20,0	21,9/21,9
– четвертая	25,0	36,0	36,2	35,0	36,0
Рулевое управление	Шарнирно сочлененная рама с гидравлическим приводом и гидравлической обратной связью				
Типоразмер шин	14,5–20	17,5–25	20,5–25	20,5–25	23,5–25
Радиус поворота, м	5,4	5,6	5,95	6,3	7,05
Длина, мм	6480	7200	7240	7900	8170
Ширина, мм	2500	2500	2650	2650	3090

Высота, мм	3300	3400	3450	3450	3815
Эксплуатационная масса, кг	8700	10 500	12 200	13 500	20 500

Полуповоротные погрузчики (рисунок 6.2), в отличие от фронтальных, обеспечивают разгрузку ковша и сменных рабочих органов впереди и на обе стороны на угол 90° от продольной оси. Это сокращает время на развороты и позволяет использовать их для работы в стесненных условиях.

Конструктивно полуповоротные погрузчики отличаются от фронтальных тем, что погрузочное оборудование, состоящее из стрелы 2, рычажного механизма 3 и ковша 4, управляемого гидроцилиндрами 1 и 5, монтируется на поворотной колонне 6, которая, в свою очередь, через опорно-поворотное устройство 7 опирается на ходовую раму базовой машины 8.

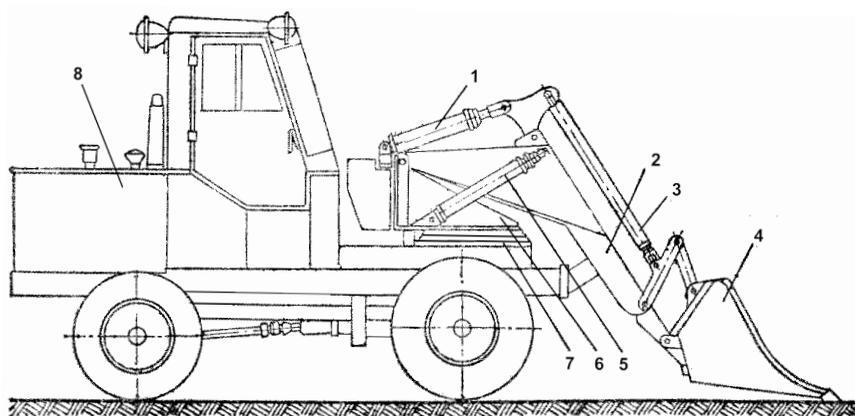


Рисунок 6.2 – Полуповоротный одноковшовый погрузчик:

- 1 – гидроцилиндр поворота ковша; 2 – стрела; 3 – рычажный механизм; 4 – ковш;
 5 – гидроцилиндр подъема стрелы; 6 – поворотная колонна;
 7 – опорно-поворотное устройство; 8 – базовая машина

При полуповоротном рабочем оборудовании, когда стрела с ковшом устанавливается на поворотной платформе, маневрирование погрузчиков с грузом значительно сокращается. Однако конструкция таких погрузчиков сложна, а вместимость ковшей невелика.

Наиболее распространенным механизмом управления рабочим органом погрузчиков является одноступенчатый рычажный механизм с перекрестной системой рычагов и механической системой слежения (рисунок 6.3). Поворот ковша 1 относительно стрелы 2 производится гидроцилиндром 5, подъем ковша со стрелой – гидроцилиндром 6. Точки крепления рычагов и гидроцилиндров при этой системе рычагов выбираются так, чтобы при подъеме и опускании положение ковша относительно горизонта оставалось почти неизменным, что устраняет потери грунта и освобождает машиниста от слежения за положением ковша. Разгрузка погрузчика (постепенная или единовременная) осуществляется поворотом ковша гидроцилиндром относительно стрелы.

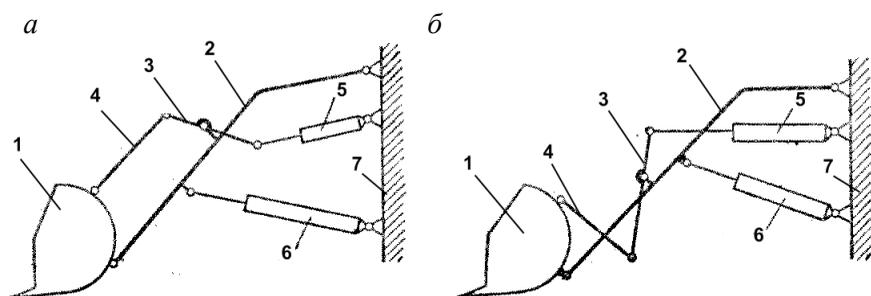


Рисунок 6.3 – Схема рабочего органа погрузчика в виде одноступенчатого рычажного механизма:

а – прямой; *б* – перекрестный;

1 – ковш; 2 – стрела; 3 – коромысло; 4 – поворотная тяга;

5 – гидроцилиндр поворота ковша; 6 – гидроцилиндр подъема стрелы;

7 – порталная рама

Для производства работ в разных условиях погрузчики целесообразно снабжать сменными ковшами: для карьерных работ и для работы в забое – ковшами с зубьями (рисунок 6.4, *а*), для выполнения погрузочно-разгрузочных складских операций – ковшами погрузочного типа (рисунок 6.4, *б*). При универсальном использовании погрузчика эффективен двухчелюстной ковш (рисунок 6.4, *в*), передняя часть которого, поднимаясь при повороте гидроцилиндрами 2 вокруг шарнира, превращает ковш в отвал бульдозера. Этот же ковш при опускании передней части может захватывать штуч-

ные грузы (крупные камни, бревна и т. д.), превращаясь в ковш, подобный грейферному.

Производительность одноковшовых погрузчиков во многом определяется приемами выполнения рабочих операций и расположением нагружаемых транспортных средств.

В зависимости от свойств черпаемого материала применяют раздельный, совмещенный или экскавационный способы черпания.

Раздельный способ характерен внедрением в материал горизонтально установленного на уровне опорной поверхности ковша за счет поступательного перемещения погрузчика с последующим поворотом ковша без продвижения погрузчика.

Совмещенный способ отличается от предыдущего тем, что после горизонтального внедрения ковша на небольшую величину производят постепенный поворот и подъем ковша без прекращения движения погрузчика. При этом режущая кромка ковша должна перемещаться параллельно образующей штабеля или забоя, обеспечивая максимальное заполнение ковша.

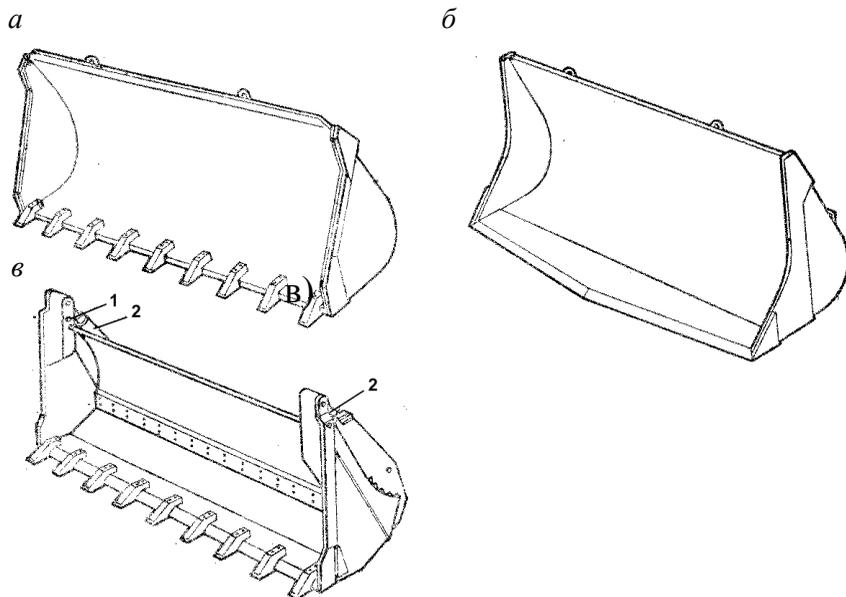


Рисунок 6.4 – Сменные ковши погрузчиков:

- a* – карьерный; *б* – погрузочный; *в* – двухчелюстной;
 1 – шарнир поворота передней части ковша;
 2 – гидроцилиндры поворота передней части ковша

Экскавационный способ отличается от совмещенного тем, что ковш заполняется при перемещении погрузчика и постепенном подъеме ковша без его поворота. Поворот же ковша производится при выходе режущей кромки ковша из забоя или штабеля для транспортировки к месту разгрузки.

При разработке грунта в забое наиболее рациональны совмещенный и экскавационный способы черпания.

После зачерпывания грунта ковш со стрелой поднимают над поверхностью, и погрузчик задним ходом перемещают к месту разгрузки, после чего ковш поднимают на необходимую высоту, погрузчик передним ходом подходит к месту разгрузки и разгружается над кузовом, бункером или отвалом. Чтобы потери времени на повороты и развороты были минимальны, необходимо применять рациональные V-образный и челночный способы организации погрузки.

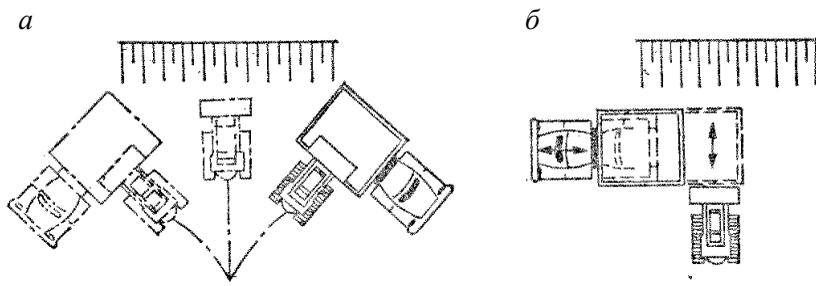


Рисунок 6.5 – Схемы работы одноковшового фронтального погрузчика:
a – V-образная; *б* – челночная

При V-образном способе (рисунок 6.5, *a*) самосвал располагают у забоя под углом к погрузчику на небольшом расстоянии от него. Погрузчик после зачерпывания движется задним ходом, затем поднимает ковш и движется вперед с поворотом вправо или влево на разгрузку.

При челночном способе (рисунок 6.5, *б*) погрузчик с заполненным ковшом отходит на некоторое расстояние от забоя задним ходом по прямой. Потом под ковш задним ходом подают самосвал.

После разгрузки ковша самосвал несколько подают вперед, освобождая путь погрузчику к забою. Это повторяют до полной загрузки самосвала. По этой же схеме можно нагружать и автопоезда.

При правильной организации работ погрузчик успешно конкурирует при работе в карьере с экскаватором за счет своей малой стоимости и простоты конструкции, что обеспечивает более низкую стоимость единицы продукции.

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ предназначены одноковшовые погрузчики?
2. По каким признакам классифицируются одноковшовые погрузчики?
3. Назовите главный параметр одноковшовых погрузчиков?
4. Какие вы знаете виды основного рабочего оборудования одноковшовых погрузчиков?
5. Назовите основные параметры рабочего оборудования одноковшовых погрузчиков.
6. Какие основные узлы одноковшовых погрузчиков и их рабочего оборудования вы можете перечислить?
7. Какие вы знаете основные механизмы одноковшовых погрузчиков?
8. Какие схемы рабочих органов одноковшовых погрузчиков вы можете назвать?
9. Какие виды сменного рабочего оборудования одноковшовых погрузчиков применяются?
10. Какие схемы движения используются при работе одноковшовых погрузчиков?
11. Какие основные технические характеристики одноковшовых погрузчиков вы знаете?

Лабораторная работа № 7

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БУРИЛЬНО-КРАНОВЫХ МАШИН

Задание

1. Изучить назначение, классификацию, устройство и работу бурильно-крановых машин.
2. Описать назначение и устройство бурильно-крановой машины.
3. Вычертить схему бурильно-крановой машины с рабочим оборудованием и кинематическую схему ее привода.

Самоходные бурильно-крановые машины широко применяются в промышленном и гражданском строительстве при устройстве свайных оснований и сооружений, опор мостов, трубопроводов, линий электроснабжения и связи, колодцев, а также при обустройстве дорог, посадке деревьев и кустарников. Они представляют собой совместно действующее бурильное и специальное крановое оборудование, смонтированное на шасси серийных автомобилей и тракторов, привод которого осуществляется от двигателя базовой машины или самостоятельной силовой установки. Бурильным оборудованием проходят посредством механического вращательного бурения вертикальные и наклонные скважины в талых и несильно промерзающих грунтах, а специальным буровым – устанавливают в пробуренные скважины сваи, столбы, железобетонные опоры, блоки железных облицовок и другие элементы.

Бурильно-крановые машины классифицируют по следующим основным признакам:

- *по типу буровой машины*: автомобильные и тракторные;
- *по принципу действия бурильного оборудования*: циклического и непрерывного действия;
- *по типу привода бурильного и кранового оборудования*: с механическим, гидравлическим и смешанным (гидромеханическим) приводом;
- *по виду исполнения бурильно-кранового оборудования*: совместное (бурильное и крановое оборудование смонтированы на одной мачте) и раздельное (бурильное оборудование смонтировано на мачте, крановое – на стреле);

– по возможности поворота рабочего оборудования в плане: неповоротные и поворотные;

– по расположению рабочего оборудования на базовом шасси: с задним и боковым расположением у неповоротных машин, на поворотной платформе – у поворотных.

В настоящее время нет единой системы индексации бурильно-крановых машин.

Главный параметр бурильно-крановых машин – максимальная глубина разбуриваемой скважины в метрах. К основным параметрам относятся: диаметр бурения (скважины), угол бурения (угол наклона оси скважины к горизонту), грузоподъемность кранового оборудования.

Бурильно-крановая машина БМ-305А (рисунок 7.1) состоит из базового трактора 2, бульдозерного оборудования 1, рамы 11, опорной стойки 4, бурильно-кранового оборудования, гидравлического механизма установки бурильной мачты, выносных опор с гидродомкратами 12, трансмиссии 7, гидросистемы и электрооборудования.

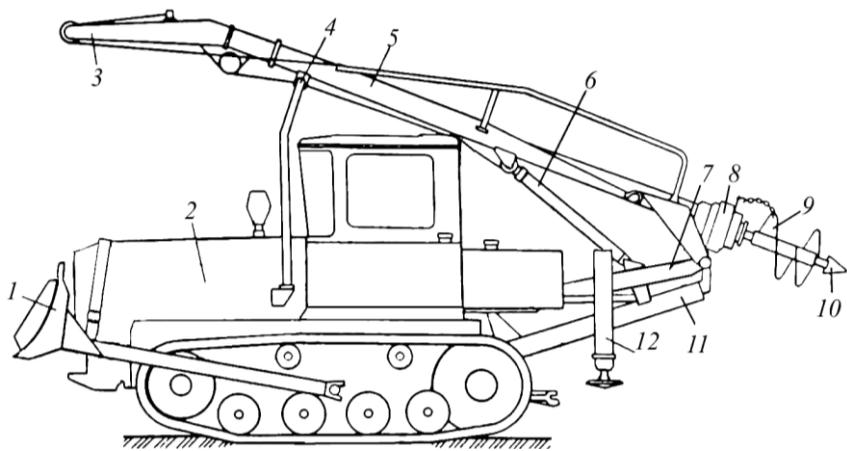


Рисунок 7.1 – Бурильно-крановая машина БМ-305А:

- 1 – бульдозерное оборудование; 2 – базовый трактор; 3 – гусек; 4 – стойка;
5 – мачта; 6 – гидроцилиндр; 7 – трансмиссия; 8 – вращатель; 9 – бур;
10 – забурник; 11 – рама; 12 – гидродомкраты

Бурильно-крановое оборудование шарнирно крепится к раме 11, присоединенной к раме базового трактора, и может поворачиваться

в продольной вертикальной плоскости машины при установке в рабочее и транспортное положения двумя гидроцилиндрами 6. В транспортном положении бурильное оборудование укладывается на опорную стойку 4. Бурильно-крановое оборудование обеспечивает подачу на забой и извлечение из скважины бурильного инструмента и установку опор. Оно включает бурильную мачту 5 с неповоротным гуськом 3 кранового устройства; бурильную штангу, на нижнем конце которой крепится сменный короткошнековый бур 9 с забурником 10 и резцами; гидравлический механизм подачи бура, помещенный внутри бурильной мачты; вращатель 8 штанги с буровым инструментом; червячную реверсивную лебедку для установки опор в пробуренные скважины. На барабан лебедки навивается канат грузового полиспаста с крюковой подвеской.

Вращатель штанги представляет собой одноступенчатый конический редуктор и приводится в действие от коробки передач трактора с помощью механической трансмиссии 7, в состав которой входят соединительная муфта, карданные валы и раздаточная коробка с фрикционом для включения и выключения привода бурильного инструмента. От раздаточной коробки осуществляется привод выполненной с ней заодно крановой лебедки. Раздаточная коробка обеспечивает три частоты вращения бурового инструмента (1,7; 2,35 и 2,95 с⁻¹) в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемого грунта, а также реверс бура и барабана лебедки. При бурении скважин и установке столбов машина дополнительно опирается на две выносные плиты с гидродомкратами 12, установленными на раме 11. Неповоротный бульдозерный отвал управляется одним гидроцилиндром. Гидроцилиндры механизмов установки мачты и подачи бурильного инструмента, бульдозерного оборудования, выносных опор и управления фрикционом обслуживаются двумя гидронасосами гидросистемы базового трактора. Управление бурильно-крановым оборудованием осуществляется из кабины трактора.

Бурильно-крановая машина БКМ-1501 (рисунок 7.2) с поворотным в плане рабочим оборудованием смонтирована на шасси автомобиля КрАЗ-250 (КрАЗ-250К) и предназначена для бурения скважин диаметром 0,63 м на глубину до 15 м в талых и мерзлых грунтах.

На раме базовой машины 3 смонтированы насосная станция 4, выносные гидроуправляемые опоры 13 и опорная стойка 2 мачты. На поворотной платформе 8 с роликовым опорно-поворотным

устройством 14 размещены бурильно-крановое оборудование, лебедка 5 спуско-подъемного механизма, гидравлический механизм 6 подъема-опускания мачты, механизм 7 поворота платформы, указатель 12 центра скважины и кабина 10 машиниста. Поворотное в плане рабочее оборудование обеспечивает быструю наводку оборудования на точку бурения и возможность бурения нескольких скважин с одной позиции машины, что существенно повышает ее производительность. Буровое оборудование машины включает шарнирно закрепленную на поворотной платформе мачту 1, на которой смонтированы вращатель 9, телескопическая штанга со сменным буровым инструментом – шнековым буром – и гидравлический механизм подачи бурового инструмента на забой и извлечения его из скважины. Подъем мачты в вертикальное (рабочее) и опускание ее в горизонтальное (транспортное) положения относительно оси поворота производится двумя гидроцилиндрами.

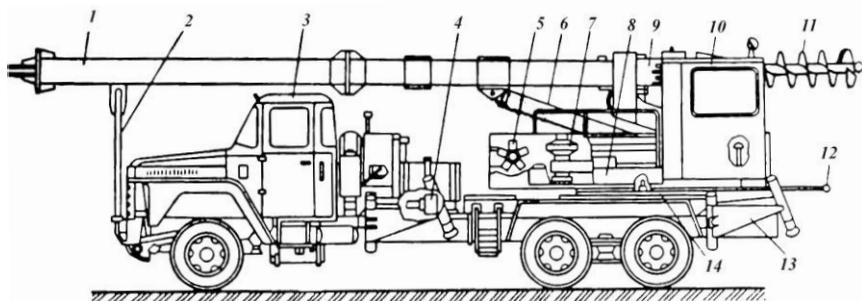


Рисунок 7.2 – Бурильно-крановая машина БКМ-1501:

- 1 – мачта; 2 – стойка; 3 – базовая машина; 4 – насосная станция; 5 – лебедка;
- 6 – механизм подъема-опускания мачты; 7 – механизм поворота;
- 8 – поворотная платформа; 9 – вращатель; 10 – кабина; 11 – шнековый бур;
- 12 – указатель центра скважины; 13 – выносные опоры;
- 14 – опорно-поворотное устройство

Телескопическая штанга 9 (рисунок 7.3), на нижнем конце которой крепится сменный шнековый бур 10, пропущена через вращатель и шарнирно соединена с вертлюгом 5. Она служит для направленного перемещения штанги. Вертлюг подвешен на канате, сходящем с барабана 3 лебедки. Вращатель обеспечивает вращение штан-

ги от двух гидромоторов 11 через двухскоростной одноступенчатый редуктор 8.

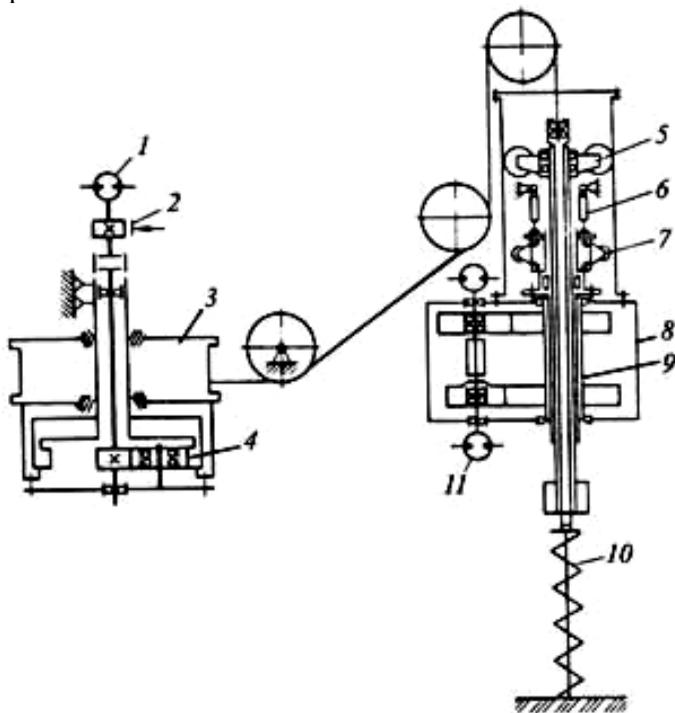


Рисунок 7.3 – Кинематическая схема бурильно-кранового оборудования БКМ-1501:
 1, 11 – гидромотор; 2 – тормоз; 3 – барабан лебедки; 4 – планетарный редуктор;
 5 – вертлюг; 6 – гидроцилиндр; 7 – патрон; 8 – редуктор;
 9 – телескопическая штанга; 10 – шнековый бур

Принудительная подача бурового инструмента в забой производится гидравлическим механизмом зажима и подачи штанги, основным узлом которого является патрон 7, подвешенный к штокам двух гидроцилиндров 6. В процессе бурения патрон зажимает штангу, а гидроцилиндры подают ее в забой. Скорости подачи и вращения бура меняются с помощью гидравлического привода бесступенчато в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемого грунта.

Подъем и опускание штанги с буровым инструментом при бурении скважин и выемке грунта обеспечиваются однобарабанной лебедкой, привод барабана 3 которой осуществляется от высококомментного гидромотора 1 через одноступенчатый планетарный редуктор 4. Лебедка оснащена ленточным тормозом 2.

Поворот платформы с бурильно-крановым оборудованием в плане обеспечивается механизмом поворота, включающим высококомментный гидромотор, ленточный тормоз и одноступенчатый зубчатый редуктор, на выходном валу которого закреплена поворотная шестерня, входящая в зацепление с зубчатым венцом опорно-поворотного круга.

При бурении скважин машина опирается на выносные опоры, каждая из которых снабжена опорным гидродомкратом и гидроцилиндром поворота опоры.

Гидромоторы лебедки, вращателя и механизма поворота, гидроцилиндры подъема-опускания мачты, механизма подачи бурового инструмента, выносных опор и переключения передач вращателя обслуживаются тремя гидронасосами насосной станции, привод которых осуществляется от раздаточной коробки базовой машины через карданный вал и одноступенчатый редуктор. Включение привода насосной станции осуществляется из кабины автомобиля, а управление процессом бурения и установки машины – из кабины машиниста.

Наиболее часто применяется рабочее оборудование бурильно-крановых машин двух типов (рисунок 7.4). Лопастной бур состоит из корпуса 1 с двумя копающими лопастями в виде двухзаходного винта забурника 4 и заслонки 2. Лопасти оснащены сменными резцами 3, разрыхляющими грунт. Забурник, расположенный на конце бурильной головки, создает бур направление и удерживает его по оси бурения. Заслонки, шарнирно прикрепляемые к лопастям, препятствуют просыпке грунта при его выемке из скважины. Бур крепится к нижнему концу бурильной штанги с помощью пальца.

Шнековый (винтовой) бур представляет собой трубчатый остов с одной (у однозаходных шнеков) или двумя (у двухзаходных шнеков) винтовыми транспортирующими грунт спиралями 6 в виде сплошной ленты. Шнек имеет хвостовик 5 для крепления на конце бурильной штанги. К шнеку с помощью пальца 8 крепится сменная бурильная головка 7 с резцами 10 и забурником 9. У обоих типов буров при

разработке немерзлых грунтов используют резцы и забурники, изготовленные из износостойких легированных сталей.

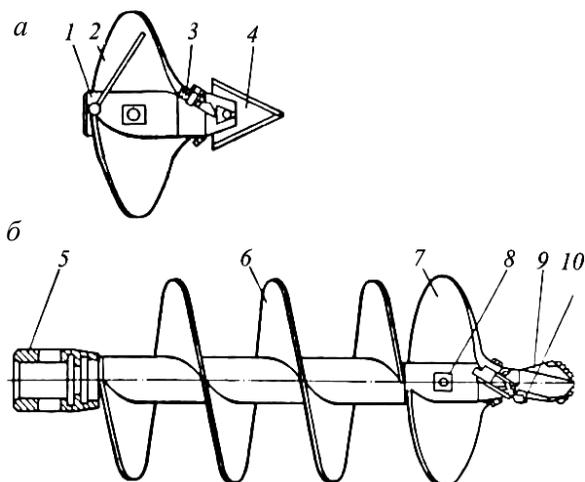


Рисунок 7.4 – Рабочее оборудование бурильно-крановых машин:
 1 – корпус; 2 – заслонка; 3, 10 – сменные резцы; 4, 9 – забурник; 5 – хвостовик;
 6 – винтовая спираль; 7 – бурильная головка; 8 – палец

Контрольные вопросы

1. Для каких видов работ предназначены бурильно-крановые машины?
2. По каким признакам классифицируются бурильно-крановые машины?
3. Назовите главный и основные параметры бурильно-крановых машин.
4. Какие виды рабочего оборудования бурильно-крановых машин вы знаете?
5. Какие основные узлы бурильно-крановых машин и их рабочего оборудования вы можете перечислить?
6. В чем заключаются конструктивные особенности привода рабочего оборудования бурильно-крановых машин?
7. Какие вы знаете основные механизмы бурильно-крановых машин?
8. Каким образом осуществляется процесс бурения?
9. Какими устройствами обеспечивается устойчивость бурильно-

крановых машин во время рабочего процесса?

10. Какое оборудование наиболее часто применяется в бурильно-крановых машинах?

Лабораторная работа № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Задание

1. Изучить методику определения производительности машин для земляных работ.
2. Выполнить расчет производительности указанной машины в соответствии с вариантом задания.

Определение производительности бульдозера

Исходные данные к расчету производительности бульдозера приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Исходные данные к расчету

Показатель	Обозначение	Номер варианта					
		1	2	3	4	5	6
Размеры отвала, м:							
– длина	L	2,56	3,97	2,60	4,12	3,64	2,86
– высота	H	0,80	1,00	0,90	1,00	1,23	0,954
Угол резания, град	β	55	55–60	55	55	45–55	55
Угол установки отвала в плане, град	φ	90	63 и 90	90	63 и 90	90	63 и 90
Угол поперечного перекоса отвала, град	δ	–	±5	±6	±6	±4	±6
Скорости движения, км/ч:							
– передним ходом	1	2,42	2,36	3,47	3,2	2,85	3,47
– задним ходом	2	3,04	3,78	4,66	3,92	5,04	4,66
	3	3,65	4,51	6,35	4,54	6,95	6,35
Средняя глубина копания, м	h	0,07	0,16	0,12	0,18	0,20	0,15
Путь транспортирования, м	$l_{тр}$	30	60	70	80	50	100
Угол наклона местности, град;							
подъем, спуск	α	+5	–5	+10	–10	+15	–15
Длина планируемого участка, м	l	60	70	90	70	100	80

Род грунта		ПС	СП	СЛ	ПК	СТ	Р
------------	--	----	----	----	----	----	---

Время на укладку грунта в расчете цикла не учтено, т. к. оно обычно совмещается с временем транспортирования.

Длительность основных операций рабочего цикла – копания, транспортирования и обратного хода определяется с учетом пути и скорости передвижения бульдозера на этих операциях соответственно:

$$t_k = \frac{l_k}{V_k}, \text{ с}; \quad t_{тр} = \frac{l_{тр}}{V_{тр}}, \text{ с}; \quad t_o = \frac{l_k + l_{тр}}{V_o}, \text{ с}.$$

В эти формулы путь подставляется в метрах, а скорость – в м/с. Копание грунта обычно осуществляется на первой передаче в коробке передач трактора, транспортирование – на второй, а обратный ход – на третьей или задним ходом.

Путь копания зависит от объема грунта q , накапливаемого перед отвалом, и глубины копания h :

$$l_k = \frac{q}{hL}, \text{ м}.$$

$$q = \frac{LH^2 k_{ог}}{2 \text{tg} c_o k_p}, \text{ м}^3,$$

где L, H – длина и высота отвала (таблица 8.2);

$k_{ог}$ – коэффициент уменьшения объема призмы грунта (таблица 8.2);

c_o – угол естественного откоса грунта (таблица 8.3);

k_p – коэффициент разрыхления (таблица 8.3).

Таблица 8.2 – Ориентировочные значения коэффициента уменьшения объема призмы грунта $k_{ог}$ с учетом его вязкости и отношения H/L

H/L	Несвязные грунты	Связные грунты
0,15	0,64	0,97
0,20	0,63	0,93

0,25	0,62	0,89
0,30	0,61	0,85
0,35	0,58	0,82
0,40	0,54	0,78

Таблица 8.3 – Значение угла естественного откоса ρ_0 и коэффициента разрыхления k_p

Род грунта	Сокращенное обозначение	c_0 , град	k_p
Песок средний	ПС	35	1,08–1,17
Песок крупный	ПК	32	1,08–1,17
Супесь	СП	34	1,08–1,17
Суглинок тяжелый	СТ	40	1,24–1,30
Суглинок легкий	СЛ	30	1,15–1,28
Растительный	Р	35	1,24–1,30

Эксплуатационная производительность бульдозера определяется с учетом количества грунта перед отвалом q , времени цикла $T_{ц}$ и поправочных коэффициентов по формуле

$$П_э = \frac{3600q}{T_{ц}} k_{п} k_{у} k_{в}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $k_{п}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта от дальности транспортирования:

$$k_{п} \approx 1 - 0,005/l_{тр};$$

$k_{у}$ – коэффициент, учитывающий изменения производительности в зависимости от угла наклона местности α к горизонту;

$k_{в}$ – коэффициент использования машины по времени; $k_{в} = 0,8-0,9$.

Таблица 8.4 – Значение коэффициента $k_{у}$ в зависимости от угла наклона местности α к горизонту

α , град	0	подъем			спуск		
		+5	+10	+15	-5	-10	-15
$k_{у}$	1	0,8	0,5	0,45	1,3	1,8	2,3

Для увеличения производительности бульдозера при копании

легких грунтов с обоих концов отвала устанавливают сменные уширители, открылки и удлинители, применяют сферические и полусферические отвалы. Для уменьшения потерь грунта при транспортировании используют следующие технологические приемы:

- перемещение с непрерывным дополнительным подрезанием грунта на глубину 5–10 см для компенсации потери;

- перемещение в ранее сооруженной с помощью двух валиков грунта траншее, которая предохраняет призму грунта от потерь;

- перемещение с промежуточным накоплением грунта, который подхватывается отвалом при последующих проходах и восполняет потери.

Эксплуатационная производительность бульдозера при планировочных работах находится по формуле

$$P_3 = \frac{3600 / L - b k_B}{n_{пр} / V_{пл} + t_{пов}}, \text{ м}^2/\text{ч},$$

где l – длина участка, м;

b – ширина перекрытия, м; $b = 0,2-0,3$ м;

$n_{пр}$ – число проходов;

$V_{пл}$ – скорость на планировке, м/с;

$t_{пов}$ – время поворота, с; $t_{пов} = 5-10$ с.

Определение производительности скрепера

Исходные данные к расчету производительности скрепера приведены в таблице 8.5.

Таблица 8.5 – Исходные данные к расчету

Показатель	Номер варианта				
	1	2	3	4	5
Вместимость ковша, м ³	3,0	4,5	7,0	10,0	8,0
Ширина резания, мм	2100	2420	2650	2650	2700
Наибольшая глубина резания, мм	200	250	300	300	350
Наибольшая толщина отсыпаемого слоя, мм	300	400	250	250	250

Скорость передвижения, км/ч:					
– v_1	5,15	3,47	2,36	3,16	3,16
– v_{II}	6,39	4,66	4,51	4,53	4,53
– v_{III}	7,90	6,35	6,45	6,58	6,58
– v_{IV}	10,85	8,53	10,18	8,88	8,88

Основными показателями режима работы скреперов являются: толщина срезаемой стружки, коэффициент наполнения, скорости движения при выполнении операций рабочего цикла, длина пути копания и длина пути разгрузки.

Эксплуатационная производительность скрепера определяется по формуле

$$P_э = \frac{3600qk_n k_p}{T_{ц}k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – геометрическая вместимость ковша, м^3 ;

k_n – коэффициент наполнения ковша скрепера (таблица 8.6);

k_p – коэффициент разрыхления грунта (таблица 8.6).

Продолжительность рабочего цикла скрепера определяется по формуле

$$T_{ц} = \frac{l_k}{v_1} + \frac{l_{II}}{v_2} + \frac{l_p}{v_3} + \frac{l_1 + l_2 + l_3}{v_4} + 2t_{пов} + nt_{пер}, \text{ с},$$

где l_k – длина пути копания (наполнения), м;

l_{II} – дальность перемещения грунта, м;

l_p – длина пути разгрузки, м.

$v_1; v_2; v_3; v_4$ – скорости передвижения соответственно при ризании (копании), перемещении груженого скрепера, разгрузке и передвижении порожнего скрепера, м/с;

$t_{пов}$ – время, затрачиваемое на один поворот, с; $t_{пов} = 15-20$ с;

$t_{пер}$ – время переключения передачи, с; $t_{пер} = 5-6$ с;

n – число переключений передач соответственно принятым скоростям движения за один рабочий цикл.

Таблица 8.6 – Значение γ , k_n , k_p для некоторых грунтов

Род грунта	Объемная масса грунта γ , кг/м ³	Коэффициент разрыхления грунта k_p	Коэффициент наполнения ковша скрепера k_n
Песок влажностью 12–15 %	1600–1700	1,1–1,2	0,6–0,7
Супеси, суглинки влажностью 4–6 %	1600–1800	1,2–1,4	0,7–0,9

Значения скоростей принимаются на основании расчетов на ЭВМ в зависимости от выбора режима работы. При отсутствии возможности выполнения таких расчетов рекомендуется принимать

$$v_1 = (0,65–0,80) v_i;$$

$$v_2 = v_{II}; v_{III};$$

$$v_3 = v_2;$$

$$v_4 = v_{III}; v_{IV},$$

где v_i , v_{II} , v_{III} , v_{IV} – скорости передвижения соответственно на первой, второй, третьей, четвертой скорости трактора-тягача.

Длина пути копания определяется по формуле

$$l_k = \frac{qk_n k'_n}{0,7 B h k_p} + 0,5,$$

где k'_n – коэффициент, учитывающий объем срезанного грунта, идущего на образование призмы волочения и боковых валков; при $k_n = 1$ принимается из таблицы 8.7, при $k_n < 1$ следует принимать $k'_n = k_n k'_n$;

0,7 – коэффициент, учитывающий неравномерность толщины стружки, срезаемой в начале и конце копания;

B – ширина резания (захвата), м (см. таблицу 8.5);

h – толщина отсыпаемого слоя, м (см. таблицу 8.5).

Таблица 8.7 – Средние значения k'_n

Вместимость ковша, м ³	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
6	1,26	1,22	1,10	1,10
10	1,28	1,17	1,10	1,05
15	1,32	1,16	1,09	1,05

Длина пути разгрузки определяется по формуле

$$l_p = \frac{\Phi K_H}{Bh}, \text{ м.}$$

Результаты расчетов скрепера сводятся в таблицу, и строится графическая зависимость производительности от дальности транспортировки (таблица 8.8)

Таблица 8.8 – Результаты определения $T_{ц}$ и Π_3 скрепера

Показатель	Дальность перемещения грунта, м						
	100	250	500	750	1000	1500	2000
Продолжительность рабочего цикла $T_{ц}$, с							
Эксплуатационная производительность Π_3 , м ³ /ч							

Определение производительности автогрейдера

Исходные данные к расчету производительности автогрейдера приведены в таблице 8.9.

Таблица 8.9 – Исходные данные к расчету

Показатель	Номер варианта					
	1	2	3	4	5	6
Длина рабочего участка дороги L , км	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,5
Ширина земляного полотна средняя $B_{ср}$, м	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0
Высота насыпи H , м	0,30	0,35	0,94	0,50	0,60	0,70
Глубина резания h , м	0,035	0,040	0,050	0,060	0,070	0,080
Угол захвата при резании	30	32	35	37	40	45

грунта α , град						
Угол резания δ , град	45	43	40	35	32	30
Коэффициент перекрытия проходов при зарезании k_{Π}	1,2	1,2	1,3	1,35	1,4	1,5
Средняя длина перемещения грунта l_0	5	6	7	9	9	11

Земляные полотна профилируют в два повторных хода – зарезание и перемещение. При этом отвал устанавливается под разными углами (таблица 8.10).

Таблица 8.10 – Углы установки отвала и глубина резания при профилировании земляного полотна

Номер прохода	Угол установки отвала, град			Глубина резания, мм
	захвата	резания	наклона	
Зарезание	35	28	9	200
Перемещение	50	41	1	–

Эксплуатационная производительность автогрейдера при возведении насыпей из резервов может быть определена по выражению

$$\Pi_9 = \frac{1000T_c L F_n k_b}{2L \left(\frac{n_p}{v_1} + \frac{n_{\Pi}}{v_{\Pi}} + \frac{n_0}{v_0} \right) + 2t_{\text{пов}} (n_p + n_{\Pi} + n_0)}, \text{ м}^3/\text{см},$$

где T_c – продолжительность смены, ч; $T_c = 8,2$ часа;

L – длина рабочего участка, км;

F_n – площадь сечения насыпи, м²;

n_p – число проходов при зарезании грунта;

n_{Π} – число проходов при перемещении грунта;

n_0 – число проходов при отделочных работах;

v_1 – скорость движения автогрейдера при зарезании, км/ч (I передача) $v_1 = 2,5-4,1$ км/ч;

v_{Π} – скорость движения автогрейдера при перемещении грунта, км/ч (II передача) $v_{\Pi} = 4,2-5,5$ км/ч;

v_0 – скорость движения автогрейдера при отделочных работах, км/ч (III передача) $v_0 = 8,0-9,2$ км/ч.

Число проходов при зарезании грунта

$$n_p = \frac{F_n k_{\Pi}}{2F_{\text{стр}}},$$

где k_{Π} – коэффициент перекрытия проходов при зарезании (см. таблицу 8.9);

$F_{\text{стр}}$ – площадь поперечного сечения стружки грунта, м².

$$F_n = B_{\text{ср}} H,$$

где $B_{\text{ср}}$ – средняя ширина земляного полотна, м;

H – высота насыпи, м.

$$F_{\text{стр}} = h L_0 \sin \alpha \sin \delta, \text{ м}^2,$$

где h – глубина резания, м;

L_0 – длина отвала, м;

δ – угол захвата при резании грунта, град;

α – угол резания, град.

Число проходов по перемещению грунта

$$n_{\Pi} = n_p \frac{l_0}{l_{\Pi}} k_{\text{пп}},$$

где l_0 – средняя длина перемещения грунта, м (см. таблицу 8.9);

l_{Π} – длина перемещения за 1 проход, м ($l_{\Pi} = L_0 \sin \alpha$);

$k_{\text{пп}}$ – коэффициент перекрытия проходов при перемещении ($k_{\text{пп}} = 1,15$).

Число отделочных проходов можно принять равным:

$$n_0 \cong 0,5n_{II}$$

Определение производительности одноковшового экскаватора

Исходные данные к расчету производительности одноковшового экскаватора приведены в таблице 8.11.

Таблица 8.11 – Исходные данные к расчету

Показатель	Номер варианта					
	1	2	4	5	6	7
Тип рабочего оборудования	Прямая лопата	Обратная лопата	Прямая лопата	Обратная лопата	Прямая лопата	Обратная лопата
Вместимость ковша, м ³	0,40	0,40	0,65	0,65	1,25	1,40
Высота резания, м	6,2	–	6,0	–	5,0	–
Глубина копания, м	–	4,2	–	3,0	–	5,0
Скорость подъема блока ковша, м/с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Угол поворота поворотной платформы, град	120	90	90	150	120	90
Скорость поворота платформы, об/мин	2,99	6,91	3,54	4,59	3,40	6,00
Продолжительность разгрузки, с	0,3	0,5	0,8	1,2	0,8	0,5
Категория грунта	IV	III	II	IV	III	IV
Наименование грунта	Глина	Глина	Супесь	Глина	Глина	Глина
Коэффициент влияния трудности разработки k_T	0,7	0,8	0,9	0,7	0,8	0,7

Основными показателями эффективности применения одноковшового экскаватора является его эксплуатационная производительность

$$P_0 = \frac{60qnk_H k_T k_B}{k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – вместимость ковша, м³;

n – число рабочих циклов в минуту;

k_n – коэффициент наполнения ковша (таблица 8.12);

k_p – коэффициент разрыхления грунта (таблица 8.12);

k_T – коэффициент влияния трудности разработки (см. таблицу 8.11).

Таблица 8.12 – Средние значения k_p и наибольшие значения k_n

Наименование грунтов	Категория грунтов	Коэффициент разрыхления k_p	Коэффициент наполнения k_n
Песок и гравий сухие	I	1,12	0,95–1,02
Песок и гравий влажные	I	1,15	1,15–1,23
Супеси, легкие суглинки	II	1,22	1,05–1,12
Глина средняя	III	1,27	1,08–1,18
Глина тяжелая	IV	1,35	1,00–1,10

Число рабочих циклов в минуту определяется по формуле

$$n = \frac{60}{T_{\text{ц}}},$$

где $T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла в секундах.

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{п}} + t_{\text{в}} + t_{\text{пз}},$$

где $t_{\text{к}}$ – время копания;

$t_{\text{п}}$ – время поворота на выгрузку;

$t_{\text{в}}$ – время выгрузки;

$t_{\text{пз}}$ – время поворота в забой.

Продолжительность копания ковшем «прямая лопата» с учетом подъема его над забоем (для безопасности поворота) ориентировочно определяется по формуле

$$t_{\text{к}} \approx \frac{H + h}{V_{\text{п}}}, \text{ с,}$$

где H – высота резания, м;
 h – высота ковша, м; $h \approx 0,9$ м;

V_{Π} – скорость подъема блока ковша, м/с.

Аналогичным образом определяется продолжительность копания обратной лопатой.

Время поворота на выгрузку t_{Π} и обратно в забой $t_{\Pi\text{з}}$ определяется по формуле

$$t_{\Pi} = t_{\Pi\text{з}} \frac{60\beta}{360n_{\Pi}},$$

где β – угол поворота поворотной платформы, град;

n_{Π} – скорость поворота платформы, об/мин (при $\beta \leq 90^{\circ}$ – на первой передаче, при $\beta \geq 90^{\circ}$ – на второй передаче).

Определение производительности многоковшового экскаватора

В общем случае эксплуатационная производительность траншейных экскаваторов как машин непрерывного действия пропорциональна площади поперечного сечения отрываемой траншеи и поступательной скорости рабочего перемещения экскаватора:

$$P_3 = 3600 B H V_3 k_B, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где B – ширина отрываемой траншеи, м;

H – глубина отрываемой траншеи, м;

V_3 – рабочая скорость экскаватора, м/с.

Коэффициент использования рабочего времени машины в течение смены рекомендуется принимать $k_B \approx 0,85$.

Цепные многоковшовые траншейные экскаваторы

Исходные данные к расчету производительности цепных многоковшовых траншейных экскаваторов приведены в таблице 8.13.

Таблица 8.13 – Исходные данные к расчету

Параметр	Номер варианта						
	1	2	3	4	5	6	7
Глубина траншеи, м	1,6	1,5	1,5	2,5	2,5	3,5	3,5
Ширина траншеи, м:							
– по дну	0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0
– по верху	0,4	1,0	2,0	3,0	2,8	1,5	2,8
Скорость цепи, м/с	0,8	1,0	1,2	1,5	2,1	0,8	1,25
Число ковшей	18	20	15	21	21	21	21
Шаг ковшей, м	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,8
Вместимость ковша, л	60	80	150	140	160	250	250

Для цепных многоковшовых траншейных экскаваторов как машин непрерывного действия с порционной выдачей продукции эксплуатационная производительность будет определяться по формуле

$$\Pi_3 = \frac{3600 q v_{\text{ц}} k_{\text{н}} k_{\text{в}}}{a_{\text{к}} k_{\text{р}}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – объем ковша, м³;

$v_{\text{ц}}$ – скорость цепи экскаватора, м/с;

$a_{\text{к}}$ – шаг ковшей, м;

$k_{\text{н}}$ – коэффициент наполнения ковша; $k_{\text{н}} = 0,85-1,1$;

$k_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта (таблица 8.14).

Таблица 8.14 – Коэффициент разрыхления грунта $k_{\text{р}}$

Категория грунта	Тип грунта	Разрыхление $k_{\text{р}}$	
		первоначальное	повторное
I	Песок, супесь	1,08–1,17	1,01–1,02
II	Растительный грунт	1,20–1,30	1,03–1,04
III	Суглинок средний	1,14–1,26	1,02–1,05
III	Жирная глина, тяжелый суглинок	1,24–1,30	1,04–1,07
IV	Ломовая глина	1,26–1,32	1,06–1,09

Отношение $n = \frac{v_{\text{ц}}}{a_{\text{к}}}$ представляет собой число разгрузок ковшей за единицу времени.

Рациональное соотношение поступательных скоростей экскаватора и ковшовой цепи обеспечивает расчетное заполнение ковша, при этом скорость цепи экскаватора будет определяться по формуле

$$V_{ц} = \frac{V_3 B H a_k k_H}{q k_H},$$

где B – ширина траншеи, м;

H – глубина траншеи, м.

Скорость экскаватора

$$V_3 = \frac{V_{ц} q k_H}{B H a_k k_p}, \text{ м/с.}$$

Эксплуатационная производительность скребкового траншейного экскаватора определяется по формуле

$$П_3 = \frac{3600 b_c h_c V_{ц} k_H k_B}{k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где b_c – ширина скребка, м;

h_c – высота скребка, м.

Коэффициент наполнения для скребкового экскаватора k_H может быть принят из соотношения

$$k_H \cong \frac{16}{\beta},$$

где β – угол наклона рабочего органа к горизонту.

Коэффициент использования машины по времени для скребкового траншейного экскаватора составляет $k_B = 0,4-0,6$.

Коэффициент разрыхления грунта k_p приведен в таблице 8.14.

Процесс разработки грунта у скребковых экскаваторов отличается от ковшовых. Скорость грунта, заключенного между скребками, несколько ниже скорости цепи. Плотность грунта в потоке меньше плотности грунта, находящегося в ковшах при разработке грунта многоковшовым экскаватором. Обусловленный этими двумя при-

чинами коэффициент наполнения скребкового экскаватора зависит от угла наклона рабочего органа к горизонту β .

При заданной глубине траншеи угол β равен

$$\beta = \arcsin \frac{a + H - h_c - r_2}{l}, \text{ град.}$$

где a – высота оси ведущей звездочки над поверхностью грунта, м;

$a = 0,6$ м;

H – глубина траншеи, м;

r_2 – радиус делительной окружности ведомой звездочки, м; $r_2 = 0,13$ м;

l – расстояние между осями ведущей и ведомой звездочки, м; $l = 2,41$ м.

Производительность многоковшового экскаватора может быть посчитана также по размерам отрываемой им траншеи:

$$P_3 = 3600 h_c H v_3 k_B, \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Для нормальной работы экскаватора производительность, посчитанная по параметрам рабочего органа экскаватора и по параметрам отрываемой траншеи, должна быть одинаковой.

Из этого равенства находится требуемая величина рабочей скорости экскаватора

$$v_3 \approx \frac{3600 h_c v_{ц} k_H}{H k_p}, \text{ м/с.}$$

Роторные многоковшовые траншейные экскаваторы

Исходные данные к расчету производительности роторных многоковшовых траншейных экскаваторов приведены в таблице 8.14.

Таблица 8.14 – Исходные данные к расчету

Параметр	Номер варианта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Глубина траншеи, м	1,3	2,0	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Ширина траншеи, м: – по дну	0,28	1,20	1,50	0,85	2,10	1,50	1,80	2,10

– по верху	0,28	2,30	2,60	1,85	3,20	2,70	3,00	3,80
Частота вращения ротора, мин ⁻¹	13,2	7,8	9,6	9,0	9,6	7,2	7,4	7,7
Диаметр ротора (по зубьям ковшей), м	2,36	3,55	3,83	3,83	4,50	4,35	4,50	4,50
Объем ковша, м ³	18	14	14	16	14	16	24	24
Вместимость ковша, м ³	140	140	160	85	150	250	150	150
Ширина ленты конвейера, м	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2
Максимальная скорость ленты конвейера, м/с	3,9–5,0	3,5–5,0	5,0	3,5	5,0	3,5	5,0	5,0

Эксплуатационная производительность роторного траншейного экскаватора как машины непрерывного действия с порционной выдчей продукции определяется по формуле

$$P_3 = \frac{3600 q \omega_p n_k k_n k_v}{2\pi k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где ω_p – угловая скорость ротора, с⁻¹;

n_k – число ковшей; $n_k = 12-14$ шт.

Рациональное соотношение скоростей вращения ротора и экскаватора будет определяться из условия заполнения каждого ковша за время его продвижения в траншее до поверхности:

$$\omega_p = \frac{2\pi v_3 B H k_p}{q n_k k_n}, \text{ с}^{-1},$$

$$\text{или } v_3 = \frac{\omega_p q n_k k_n}{2\pi B H k_p}, \text{ м/с}.$$

Производительность отгрузочного конвейера траншейного экскаватора P_k должна быть выше производительности рабочего органа:

$$P_k = \frac{3600 b_k^2 \text{tg} \varphi v_k}{4}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где b_k – ширина ленты конвейера, м;
 φ – угол естественного откоса, град; $\varphi = 28-45^\circ$;
 v_k – скорость ленты конвейера, м/с.

Контрольные вопросы

1. Каким образом определяется производительность машин для земляных работ циклического действия?
2. Каким образом определяется производительность машин для земляных работ непрерывного действия?
3. Каким образом определяется производительность машин для земляных работ с порционной выдачей продукции?
4. Как определяется производительность бульдозера при перемещении грунта?
5. Как определяется производительность бульдозера на планировочных работах?
6. Как определяется производительность скрепера?
7. Как определяется производительность автогрейдера?
8. Как определяется производительность одноковшового экскаватора?
9. Как определяется производительность многоковшового цепного траншейного экскаватора?
10. Как определяется производительность многоковшового роторного траншейного экскаватора?
11. Назовите основные факторы, влияющие на производительность машин для земляных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева, Т. В. Машины для земляных работ / Т. В. Алексеева, К. А. Артемьев. – М. : Машиностроение, 1975. – Ч. 1. – 502 с. Машины для земляных работ / Ю. А. Ветров [и др.]. – Киев : Вища школа, 1981. – 343 с.
2. Гаркави, Н. Г. Машины для земляных работ / Н. Г. Гаркави, В. И. Аринченкова, В. В. Карпов. – М. : Высшая школа, 1982. – 335 с.
3. Дорожные машины / Н. Я. Хархута [и др.]. – Ленинград : Машиностроение, 1968. – 415 с.
4. Крупченко, А. И. Механизация мелиоративных и водохозяйственных работ : учебное пособие / А. И. Крупченко, А. В. Вавилов. – Мозырь : Белый ветер, 2000. – 287 с.
5. Строительные машины и оборудование : справочник / сост. С. С. Добронравов. – М. : Высшая школа, 1991. – 456 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Лабораторная работа № 1 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БУЛЬДОЗЕРОВ	4
Лабораторная работа № 2 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА СКРЕПЕРОВ	17
Лабораторная работа № 3 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА АВТОГРЕЙДЕРОВ	25
Лабораторная работа № 4 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ	34
Лабораторная работа № 5 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА МНОГОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ	44
Лабораторная работа № 6 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОДНОКОВШОВЫХ ПОГРУЗЧИКОВ	59
Лабораторная работа № 7 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА БУРИЛЬНО-КРАНОВЫХ МАШИН	68
Лабораторная работа № 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ	75
ЛИТЕРАТУРА	92

Учебное издание

МАШИНЫ ДЛЯ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-36 11 01
«Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование»

Составители:

ЯЦКЕВИЧ Владимир Владимирович

БЕЖИК Александр Александрович

СОКОЛОВСКИЙ Юрий Викторович

Редактор *В. О. Кутас*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 10.08.2012. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,46. Уч.-изд. л. 4,27. Тираж 100. Заказ 383.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.