

7. Какими способами повышают износостойкость режущих инструментов? Что такое самозатачивание, какова его природа?

8. Как изменяются во времени сопротивления различных фунтов отделению от массива?

9. Что такое копание фунта, чем оно отличается от резания? Охарактеризуйте силовое взаимодействие землеройного рабочего органа с грунтом. Как определяют составляющие сопротивления грунта копанию и резанию (метод Домбровского—Горячкина)? Каков физический смысл удельного сопротивления грунта копанию?

10. Приведите общую классификацию машин и оборудования для разработки грунтов.

11. Как различаются между собой одноковшовые экскаваторы и экскаваторы непрерывного действия по материалоемкости, энергоемкости и использованию во времени?

Глава 9. Одноковшовые экскаваторы.

9.1. Общие сведения.

Одноковшовыми экскаваторами называют позиционные землеройные машины циклического действия, оборудованные ковшовым рабочим органом. Рабочий цикл одноковшового экскаватора состоит из последовательно выполняемых операций копания грунта, его перемещения к месту отсыпки, разгрузки ковша с отсыпкой грунта в отвал или транспортное средство и возвращения ковша на позицию начала следующего рабочего цикла. В совокупности перечисленные операции еще называют экскавацией. После отработки элемента забоя (части грунтового массива в пределах досягаемости рабочего оборудования или, по условиям эффективного использования технологических возможностей экскаватора, несколько меньше) экскаватор перемещают на новую позицию. Совокупность рабочих циклов на одной позиции экскаватора вместе с его перемещением на новую позицию образует большой цикл.

Одноковшовые экскаваторы классифицируют:

по назначению: строительные - для производства земляных работ, погрузки и разгрузки сыпучих материалов; строительно-карьерные - для тех же работ и, кроме того, для разработки карьеров строительных материалов и добычи полезных ископаемых открытым способом; карьерные - для работы в карьерах; вскрышные - для снятия

верхнего слоя грунта или горной породы перед карьерной разработкой; туннельные и шахтные - для работы под землей при строительстве подземных сооружений и разработке полезных ископаемых;

по виду рабочего оборудования: прямая и обратная лопаты - для разработки грунта соответственно выше и ниже уровня стоянки экскаватора; драглайн - для разработки котлованов, траншей и каналов, погрузки и разгрузки сыпучих материалов, вскрышных работ; грейфер - для отрывки глубоких выемок; планировщик - для планировки горизонтальных поверхностей и откосов;

по исполнению рабочего оборудования: канатные - с гибкой подвеской; гидравлические - с жесткой подвеской рабочего оборудования;

по виду ходовых устройств: пневмоколесные, в том числе с использованием автомобильной или тракторной баз, а также специальных шасси автомобильного типа; гусеничные; шагающие - для мощных драглайнов большой массы;

по возможности вращения поворотной части: полноповоротные и неполноповоротные;

по числу установленных двигателей - одно и много моторные.

Кроме перечисленных выше видов оборудования одноковшовые экскаваторы могут иметь крановое, сваебойное, трамбовочное и другое сменное оборудование. Экскаваторы, имеющие только один вид рабочего оборудования, называют специальными, а укомплектованные сменными видами рабочего оборудования - универсальными. К последним относится большинство строительных одноковшовых экскаваторов.

Строительные экскаваторы предназначены для разработки грунтов до IV категории включительно без предварительного разрыхления, а также более прочных грунтов, включая мерзлые и скальные, после их разрыхления другими средствами.

Жесткое сочленение элементов рабочего оборудования гидравлических экскаваторов позволяет более полно по сравнению с канатными экскаваторами использовать вес машины для реализации больших усилий на зубьях ковша при оборудовании обратной лопаты и грейфера, благодаря чему основным видом рабочего оборудования этих экскаваторов стала обратная лопата, а не прямая, как у канатных машин. Гидропривод обеспечивает рабочему оборудованию большую маневренность и универсальность, позволяет выбирать более рациональные рабочие движения, обеспечивает

передачу движения от двигателя рабочему органу, в том числе с преобразованием вращательного движения в поступательное. Благодаря существенным преимуществам перед канатными машинами гидравлические экскаваторы в общем объеме производства одноковшовых экскаваторов в нашей стране составляют более 80 %.

Гусеничные и шагающие ходовые устройства служат как для перемещения экскаватора на новую стоянку, так и в качестве опорной базы для передачи нагрузок на грунт при экскавации. Пневмоколесные ходовые устройства используют в основном только для передвижения, а при работе экскаватора его устанавливают на выносные опоры, разгружая ходовую часть.

Большинство одноковшовых экскаваторов являются полноповоротными. К неполноповоротным относятся экскаваторы небольшой мощности на базе пневмоколесных тракторов или коротко-базовых погрузчиков (в основном *миниэкскаваторы*), а также на базе универсальных мотоблоков (*микроэкскаваторы*).

Строительные экскаваторы оборудуют преимущественно однодвигательной силовой установкой с механической, гидромеханической или гидравлической трансмиссиями. Карьерные и вскрышные экскаваторы, а также шагающие драглайны оборудуют, в основном, многомоторным электроприводом постоянного тока с питанием от сети высокого напряжения.

Главным параметром одноковшового экскаватора является его масса, в соответствии с которой экскаваторы подразделяются на размерные группы, характеризующиеся определенными на котором основных параметров (мощностью силовой установки, вместимостью ковша, усилием на его зубьях, размерами рабочей зоны, продолжительностью рабочего цикла, скоростями передвижения, частотой вращения поворотной платформы, преодолеваемыми уклонами, удельным давлением на грунт или нагрузкой на ось, габаритными размерами и др.). Одноковшовые универсальные экскаваторы комплектуют несколькими сменными ковшами различных вместимостей для более полного использования энергетических возможностей силовой установки при разработке различных то прочности грунтов, а также другими видами сменного рабочих оборудования.

Техническую производительность одноковшовых экскаваторов как наибольшую среднюю производительность за 1 ч работы определяют по формулой:

$$P_T = \frac{3600 \cdot q \cdot \kappa_H}{t_{ц} \cdot \kappa_p} \quad (9.1)$$

где q - емкость ковша, м³; κ_H - коэффициент использования емкостью ковша; κ_p - коэффициент разрыхления грунта; $t_{ц}$ - продолжительность рабочего цикла, с.

Эксплуатационная производительность учитывает продолжительность периода работы экскаватора T_p и его использование во времени. (м³/сутки, м³/мес, м³/год);

$$P_{э} = P_m \cdot T_p \cdot \kappa_в \quad (9.2)$$

где T_p - продолжительность работы экскаватора, ч; $\kappa_в$ - коэффициент использования по времени $\kappa_в = 0,8...0,9$.

9.2. Строительные экскаваторы.

Основными рабочими органами гидравлических экскаваторов являются ковши *обратной* и *прямой лопат*, *погрузчика*, *грейфера*. Сменными рабочими органами, расширяющими номенклатуру выполняемых этими машинами работ, могут быть *бульдозерные отвалы* для грубой планировки земляных поверхностей, *однозубые* и *многозубые рыхлители* для рыхления прочных грунтов, пород и их прослоек, *взламывания асфальтовых покрытий* при ремонте автомобильных дорог, а также для корчевки пней при освоении рабочих площадок, *гидромолоты* для тех же работ, *крановые подвески*, различные модификации *грейферов* и *захватов* для работы экскаватора в режиме крана, *шнековые буры* для рытья колодцев небольших диаметров и др.

Экскаваторы канатно-блочными и гидравлическими управлениями с различным рабочим оборудованием показанно на рис.9.1.

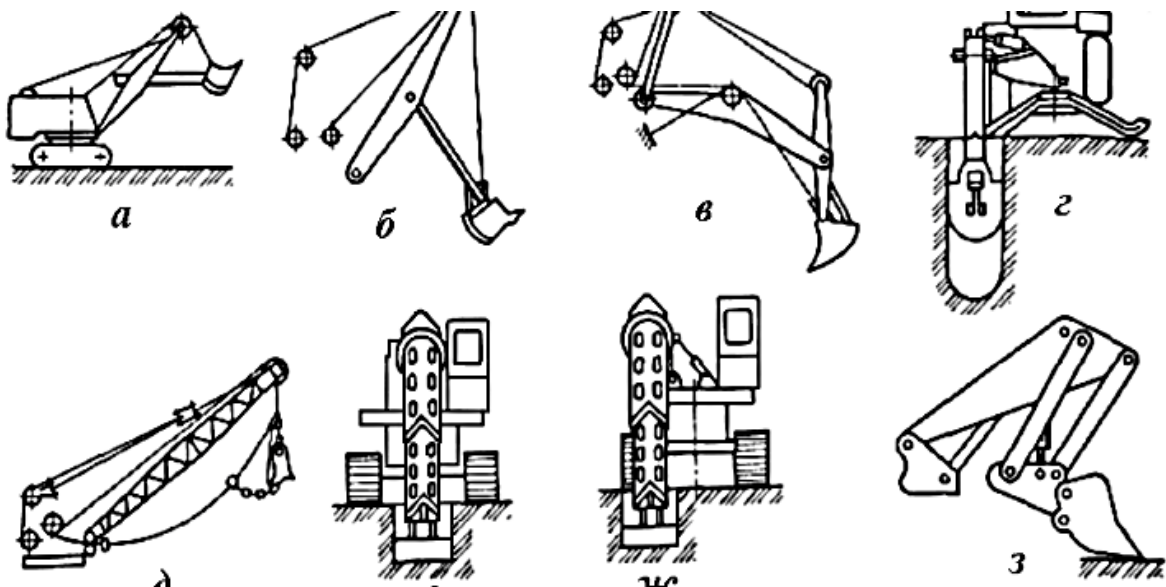


Рис. 9.1. Основные виды рабочего оборудования одноковшового экскаватора: *а* – прямая лопата с принудительным напором; *б* – маятниковая прямая лопата; *в* – обратная лопата; *г* – боковая обратная лопата; *д* – драглайн; *е* – планировочное телескопическое оборудование; *ж* – боковое телескопическое оборудование; *з* – погрузочное оборудование; *и* – грейфер на канатной подвеске; *к* – челюстной захват; *л* – кран; *м* – копер; *н* – грейфер на жесткой подвеске; *о* – молот; *п* – рыхлитель.

На экскаваторах устанавливают ковши различной вместимости: 0,015...10 м³ и массу 0,25...250 т, карьерные с ковшом вместимостью 2...20 м³ и массой 40...900 т, вскрышные с ковшом вместимостью 4...160 м³ и массой 170...13000 т, предназначенные для выполнения земляных работ больших объемов в горной промышленности, гидротехническом строительстве и т.п.

Ковши всех типов имеют одинаковые размеры профильной проекции и отличаются шириной и числом устанавливаемых на их передней стенке зубьев.

Строительные неполноповоротные (малые модели) и полноповоротные гидравлические экскаваторы являются самоходными машинами с пневмоколесным или гусеничным ходовым оборудованием. Пневмоколесные экскаваторы используют на рассредоточенных строительных объектах с небольшими объемами работ. Благодаря высокой скорости передвижения (на порядок выше, чем у гусеничных машин), они способны преодолевать большие расстояния при смене строительных объектов.

Гусеничные экскаваторы, обладая повышенной проходимостью, передвигаются со скоростью, не превышающей 4...6 км/ч. Этими

показателями predeterminedлена область использования гусеничных экскаваторов — (объекты с большими объемами земляных работ без специальной подготовки рабочих площадок, включая карьеры. Для перевозки этих машин на большие расстояния используют специальные транспортные средства (тяжеловозы, железнодорожный транспорт и т.п.). Экскаватор погружается на транспортное средство собственным ходом.

Полноповоротный пневмоколесный (рис. 9.2,а) или гусеничный гидравлический экскаватор (рис. 9.2,б) состоит из базовой части и рабочего оборудования. При замене последнего базовую часть обычно сохраняют в неизменном виде.

Базовая часть экскаватора включает в себя ходовую тележку с ней рамой 3 (см. рис. 9.2, а,б), опорно-поворотное устройство 7 и поворотную платформу 6 с расположенными на ней насосно-силовой установкой, узлами гидравлической системы привода и кабиной машиниста 15.

Ходовое оборудование пневмоколесного экскаватора состоит из сваркой рамы, опирающейся на два ведущих моста 2и4 (рис. 9.2, а). Для работы в режиме экскавации грунта экскаватор устанавливает на откидные опоры 5, закрепленные на поперечной балке рамы за задним мостом. Чаще в качестве передней опоры для работы в этом же режиме используют, кроме прямого назначения, бульдозерный отвал 1, установленный перед передним мостом и приводимый в движение гидроцилиндром. Малые модели пневмоколесных экскаваторов могут быть оборудованы только бульдозерным отвалом без задних откидных опор.

Колеса мостов приводятся обычно от низкомоментного гидромотора через двухскоростную коробку передач. Для передвижения по рабочей площадке используют малую, а при межобъектных переездах — повышенную скорость. Трансмиссия ходового устройства оборудована стояночным тормозом.

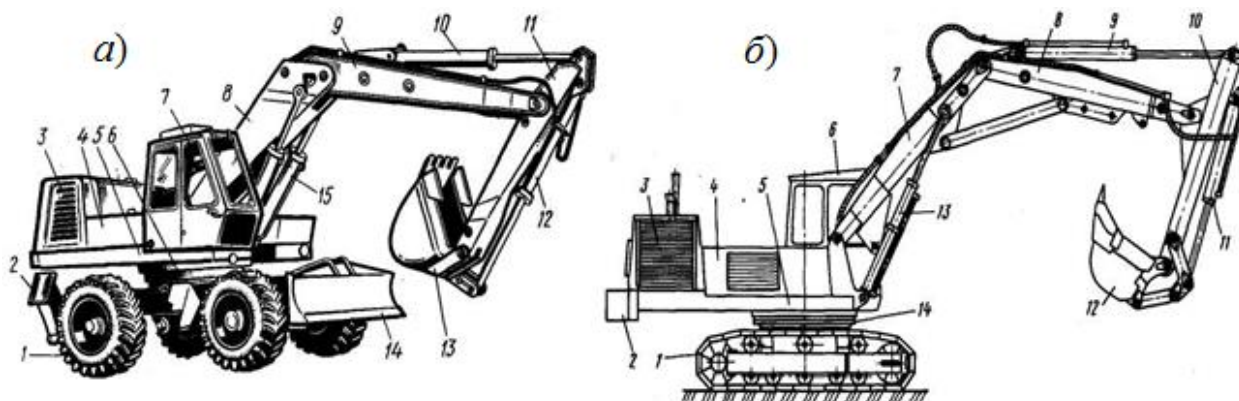


Рис. 9.2. Полноповоротные гидравлические одноковшовые экскаваторы: а — пневмоколесный; б — гусеничный.

Каждая их гусеничных тележек *16* (см. рис. 9.2, б) гусеничного экскаватора приводится в движение гидромотором и зубчатыми передачами. При совместной работе механизмов привода гусениц в одном направлении обеспечивается прямолинейное передвижение машины, а при их работе во взаимно противоположных направлениях или только одного механизма и заторможенной второй гусенице - поворотное движение (относительно центра опорного контура в первом или опорной поверхности заторможенной гусеницы - во втором случае). При работе экскаватора во избежание произвольного отката гусеничной тележки из-за реактивных нагрузок или уклона рабочей площадки механизм привода гусениц затормаживают или стопорят.

Опорно-поворотное устройство (ОПУ), как и у кранов, закрытого шарикового или роликового типа предназначено для передачи на нижнюю раму внешних нагрузок от поворотной части экскаватора и обеспечения вращения последней относительно первой. Механизм поворота состоит обычно из низкомоментного гидромотора и зубчатого редуктора, на выходном валу которого закреплена шестерня, обеспечивающая через неподвижный зубчатый венец на ОПУ вращение поворотной платформы. Известны также безредукторные устройства с высокомоментными гидромоторами. Привод поворотного механизма оборудован тормозом для полной остановки поворотной платформы в процессе экскавации, а также для ее стопорения при переездах.

Поворотная платформа выполнена в виде рамной конструкции, способной неограниченно вращаться относительно нижней рамы. Для уравнивания при работе экскаватора в ее хвостовой части устанавливают чугунный противовес. Для уменьшения последнего расположенные на поворотной платформе наиболее тяжелые агрегаты (насосно-силовая установка и др.) смещены в ее хвостовую часть. В передней части платформа оборудована стойками-пилонами для шарнирного соединения с ней стрелы, а также проушинами для установки одного или двух гидроцилиндров привода стрелы. Кабину машиниста с органами управления устанавливают с одной стороны поворотной платформы.

Гидравлическая система (рис. 9.3) - наиболее распространенная в экскаваторах, включает масляный бак 1, двухпоточный регулируемый аксиально-плунжерный насос 2, два блока гидрораспределителей 3 и 7, гидравлические цилиндры привода стрелы 10 и 11, рукояти 5 и ковша 12, гидромоторы привода поворотной платформы 8 и привода двух гусеничных 4 и 13 или только одного пневмоколесного движителей, калорифер 14 для охлаждения отработанной рабочей жидкости, фильтры 15 для ее очистки, гидролинии, предохранительные, переливные и обратные клапаны, центральный коллектор для подачи рабочей жидкости от источников на поворотной платформе к гидромоторам ходового механизма на неподвижной нижней раме.

Насос обеспечивает подачу рабочей жидкости по двум независимым напорным магистралям к двум блокам гидрораспределителей, от которых она поступает либо к двум исполнительным гидродвигателям (гидроцилиндрам или гидромоторам), либо, после объединения двух потоков, - к одному из них. Обычно потоки объединяются при выполнении наиболее энергоемкой операции рабочего цикла экскаватора - копания. На всех других операциях реализуется двухпоточная схема подачи рабочей жидкости к исполнительным гидродвигателям, обеспечивающая два независимых совмещаемых во времени рабочих движения: подъем или опускание стрелы с одновременным поворотом рукояти или ковша, либо одновременный поворот рукояти и ковша, и т. п.

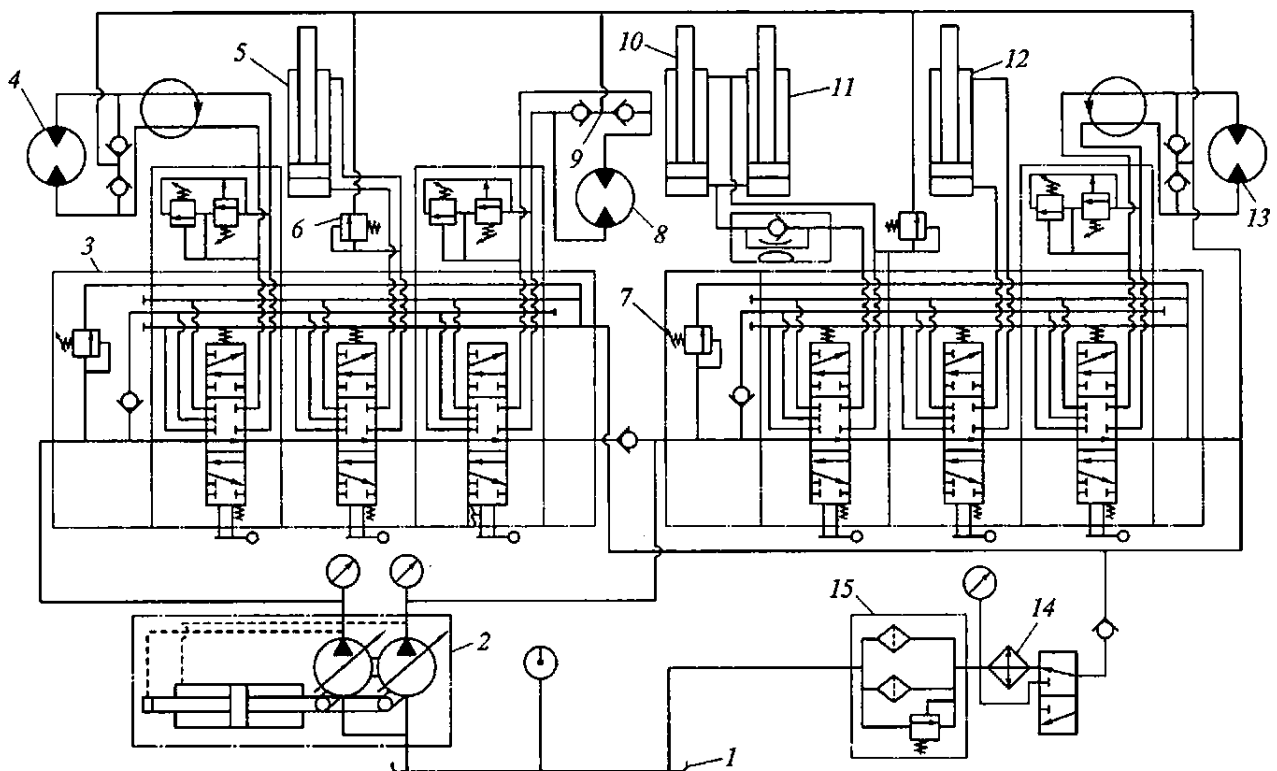


Рис 9.3. Принципиальная гидравлическая схема одноковшового экскаватора.

Качающие узлы насоса управляются автоматически установленным на нем регулятором мощности, стабилизирующим потребляемую мощность за счет изменения подачи насоса: возрастающей при убывании внешнего сопротивления, а следовательно, падении давления рабочей жидкости в напорных магистралях, и убывающей при возрастании внешнего сопротивления (давления рабочей жидкости). Так как подача прямо пропорциональна скорости рабочего движения, то использование такой схемы регулирования приводит к сокращению продолжительности рабочих движений, операций и рабочего цикла в целом и, в конечном счете, — к увеличению производительности экскаватора.

Обычно в приводе рукояти и ковша устанавливают по одному гидроцилиндру. В приводе же стрелы могут быть как один, так и два гидроцилиндра.

9.3. Гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата.

Общий вид гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата показан на рис.9.4.



Рис 9.4. Схема полноповоротного гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием обратная лопата.

Гусеничный экскаватор Liugong CLG925D – с рабочим органом обратной лопаты характеризуется высокой прочностью и надежностью, что гарантирует высокие эксплуатационные качества

при выполнении различных процессов. Он не требователен к климатическим условиям, сложности работ, условиям рабочей площадки, что делает строительную специальную технику незаменимым помощником. Экскаватор способен работать с переувлажненным грунтом и скальными породами, проявляя производительность и эффективность.

Норма расхода топлива экскаватора Liugong CLG925D снижена, что делает машину экономичной. Также этому способствует установка качественной системы охлаждения и дополнительных гидронасосов, которые повышают рабочие параметры.

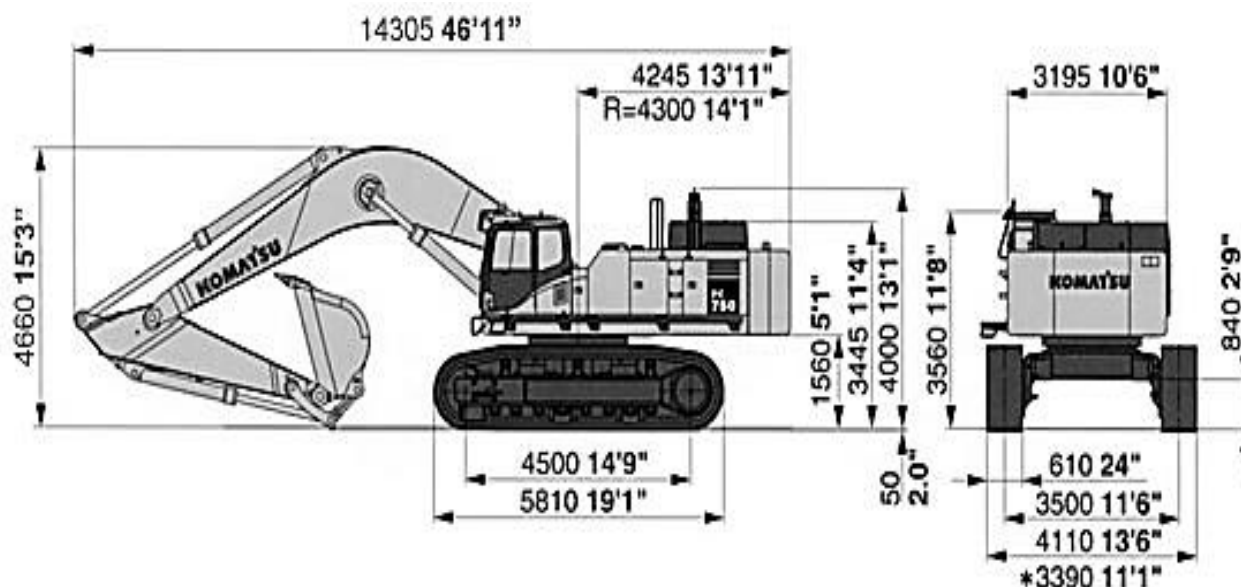
Особенности и преимущества На экскаватор Liugong CLG925D устанавливаются электронные системы, которых не было у предыдущих моделей. К ним относятся системы контроля над рабочими органами, контроля нагрузки на стандартный орган, гидросистемы и мотор, автоматическая настройка мощности силового агрегата. В стандартную комплектацию входит установка удлиненной гусеничной тележки. Гидравлическая система экскаватора и приборы производятся японскими компаниями Kawasaki и VDO соответственно, двигатель – английской Cummins, элементы ходовой части и гидравлические провода – итальянскими ITM и Manuli. Современная разработка для экскаватора Liugong 925 – система управления силовым агрегатом, отличающаяся повышенной надежностью и точностью. Рабочее оборудование усилено для возможности восприятия больших нагрузок. Технология производства техники соответствует современным стандартам качества – ISO 9001 и ISO 14001. Экскаватор имеет лицензию на производство работ в горной местности и в карьерах. Опционально система управления ISO заменяется на VHL. Точность работы оборудования обусловлена установкой функции антигрейдера.

Общий вид экскаватора Liugong CLG925D показан на рис.5, габаритные размеры экскаватора Liugong CLG925D показаны на рис.6.



Рис.9.5. Общий вид экскаватора Liugong CLG 925D.

Габаритные размеры Liugong CLG 925D составляют 9,96 м х 3,19 м х 3,04 м.



Основные технические характеристики экскаватора Liugong CLG925D показана в таблице 9.1.

Таблица 9.1.

Техническая характеристика экскаватора Liugong CLG 925D

Предельная высота рывтя	9,75 м
Предельная глубина рывтя	6,84 м
Высота разгрузки	7 м
Вместительность базового рабочего органа	1,2 м ³
Привод гусениц	
Макс. скорость хода	5,3 км/ч
Преодолеваемый уклон	35°
Тяговое усилие	195 кН
Ходовая тележка	
Ширина траков	600 мм

Количество траков гусениц	2x51
Количество нижних/верхних опорных катков	2x9 /2x2

Двигатель. На экскаватор устанавливается мотор мощностью 133 кВт. Четырехтактный агрегат 6BT5.9-C соответствует по качеству выхлопа нормам Евро 2, Tier 2 и Stage II. В стандартной комплектации оснащается системой водяного охлаждения и турбированным наддувом. Работает силовая установка на дизельном топливе. Оптимизация параметров мотора обеспечивается системой CAPS, также она отвечает за комплексную работу двигателя и гидросистемы. Это обеспечивает малый расход топлива гусеничного экскаватора Liugong 925D и высокую производительность работ. Система контролирует частоту вращения мотора и отслеживает другие его характеристики. При увеличении нагрузки на рабочий орган происходит повышение расхода гидронасоса и частоты вращения вала силового агрегата. Турбированный компрессор VGTTM регулирует подачу воздуха для охлаждения систем и поддержания высокой производительности машины. При бездействии в течение 7 секунд происходит переход на холостые обороты (1000 об/мин), что сокращает потребление дизеля и шумности от работы установки.

В качестве вспомогательного очистителя используется Sepac 2000, который в три ступени фильтрует дизельное топливо. В состав фильтра входит емкость для скопления конденсата и предпусковой нагреватель.

Бак для горючего экскаватора Лиугонг 925 вмещает 450 л жидкости, что обеспечивает длительную работу техники без необходимости дозаправки.

Ходовая часть. Несущий остов экскаватора существенно усилен, он выполнен из металлического замкнутого профиля. Также дополнительную прочность получили такие элементы, как ковш стандартной комплектации (за счет установки дополнительных ребер жесткости), стреловой механизм и поворотный агрегат производства компании Krupp.

Основные комплектующие экскаватора Liugong 925 изготовлены из цельного металла, при этом нагрузка распределяется более равномерно, что исключает концентрацию напряжений в местах соединения деталей. Он оснащен улучшенным стреловым механизмом, более прочной несущей конструкцией, это дает

возможность машине работать в любых условиях. При повороте экскаватора отклонение назад сведено к минимуму, что гарантирует безопасность и повышенную комфортность.

Трансмиссия Liugong CLG925D производится ведущей европейской компанией, обладает длительным сроком службы и простотой управления.

В стандартной сборке ширина гусеничной ленты составляет 0,6 м. Предельная скорость хода техники – 5,3 км/ч.

Гидравлическая система. Японские гидрораспределители и основной насос характеризуются большим ресурсом и надежностью. Основной гидравлический распределитель и гидроцилиндры оптимизированы с целью сокращения длительности рабочего цикла, повышения точности управления и эффективности работ. В емкость для заправки гидравлической системы вмещается 230 л жидкости, полностью система вмещает 330 л. Производительность главного гидронасоса 460 л/мин. Рабочее давление в гидросистеме 31,8/34,3 МПа.

Кабина оператора. Для удобства оператора экскаватора Liugong CLG 925D предусмотрена установка комфортабельной кабины с большим процентом остекления. Панорамная обзорность обеспечивает безопасность работ, делает управление техникой более легким и выделяет экскаватор среди конкурентов (рис.9.7 и рис 9.8).



Рис 9.7. Кресло оператора и система управления экскаватора.



Рис 9.8. Кабина управления.

К основным достоинствам кабины относятся:

- удобство самой кабины и комфортное расположение органов управления;
- большое количество свободного пространства для ног оператора;
- настраиваемое кресло оператора на механической подвеске, поглощающей колебания;
- звукоизоляционная обивка салона;
- система кондиционирования, обеспечивающая необходимый микроклимат и исключая запотевание и обледенение стекол;

- покрытие пола легко очищается от загрязнений, обладает износостойкостью;
- вместительные отсеки для личных вещей;
- монитор, на который выводится изображение с камеры заднего вида экскаватора Liugong 925. Для повышения видимости этой зоны предусмотрены четыре больших зеркала;
- системы отопления и климат-контроля;
- автомагнитола и акустическая система;
- элементы управления стандартной комплектации – джойстики;
- системы безопасности FOPS и ROPS, защищающие от падающих предметов и опрокидывания;
- наличие бортового компьютера.

На машину устанавливается настраиваемое рулевое колесо, кресло на гидравлических рессорах. Стекла в кабине покрыты защитным слоем, не пропускающим ультрафиолет.

Удобство обслуживания и эксплуатации. Для уменьшения длительности простоев предусмотрен легкий и удобный доступ к основным точкам техобслуживания. Моторный отсек скрыт за цельнооткидным капотом. Фильтр для очистки воздуха и блок предохранителей экскаватора Liugong CLG925D легкодоступен, что обеспечивает удобство ухода и контроля. В салоне предусмотрен отсек для хранения инструментария.

Основные параметры рабочего органа экскаватора Liugong CLG925D дано в таблице 9.2.

Таблица 9.2.

Основные параметры рабочего органа экскаватора Liugong CLG925D.

Рукоять	
Длина рукояти	2960 мм
Усилие резания, стандартный режим, ISO	105 кН
Усилие резания, режим форсирования, ISO	114 кН
Производительность ковша	

Стандартный объем с шапкой по SAE	1,2 куб. м.
Объем с заполнением 110%	1,3 куб. м.
Усилие внедрения в грунт, норм/наддув	149/160 кН

Модификации. Liugong 925D имеет две модификации. Индекс LL обозначает присутствие электронных систем, отвечающих за рабочие характеристики и правильную эксплуатацию машины. Индекс E вводится в обозначение экскаватора с увеличенной глубиной рытья – 6,6 м. Рабочее оборудование обратная лопата (см. рис. 9.6) включает в себя последовательно соединенные между собой шарнирами стрелу, рукоять и ковш. Стрела, кроме того, шарнирно соединена с поворотной платформой. Вместе с последней элементы рабочего оборудования образуют шарнирно-рычажный четырехзвенный механизм, позволяющий занимать ковшу и режущим кромкам его зубьев различные положения в пределах рабочей зоны экскаватора на всех (операциях его рабочего цикла). Рабочее оборудование обратная лопата предназначено для разработки грунта в основном ниже уровня стоянки экскаватора. Стрела может быть *моноблочной* и *составной*, состоящей из двух секций: корневой, шарнирно соединенной с поворотной платформой, и удлиняющей, соединяемой с корневой секцией болтами или шарниром и ригелем, перестановкой которого в проушины на удлиняющей секции можно изменять расстояние между концевыми шарнирами стрелы. Чаще составными стрелами комплектуют универсальные экскаваторы. При замене рабочего оборудования обратной лопаты на прямую сохраняют только корневую секцию, а удлиняющую секцию либо используют в качестве рукояти прямой лопаты, соответственно перемонтировав ее, либо заменяют новой. Моноблочная стрела коробчатого поперечного сечения, обычно с разнесенными шарнирами для соединения с поворотной платформой и вилкой на противоположном конце, в ее головной части, для соединения с рукоятью. Стрелу поднимают и опускают одним или двумя гидроцилиндрами, шарнирно соединенными с ней и с передней поперечной балкой поворотной платформы.

Рукоять, также коробчатого поперечного сечения, приводится в движение гидроцилиндр. На экскаваторах можно устанавливать различные по длине рукояти и удлиняющие секции стрелы.

Ковш в форме емкости, открытой с одной стороны, с зубьями, установленными в карманы на передней стенке, или без них (для разработки легких грунтов), соединен с рукоятью шарнирно в ее головной части и приводится шарнирно установленным одним концом на рукояти гидроцилиндром непосредственно или через шарнирно-рычажный механизм, состоящий из коромысли тяги и выполняющий функцию мультипликатора. Для предупреждения заклинивания ковшей в траншее на их боковых стенках устанавливают, кроме того, подрезные зубья. Кроме обычных экскавационных ковшей (основных, широких и узких) на экскаваторе могут быть установлены ковши для дренажных работ по форме профиля очищаемой выемки.

В зависимости от сочетаний рабочих движений (поворота ковша, рукояти и стрелы, а также вращательного движения поворотной платформы) режущие кромки зубьев ковша могут занимать различные положения в пространстве, совокупность которых называют *рабочей зоной экскаватора*.

Рабочая зона полноповоротного экскаватора представляется частью пространства, ограниченного тороидальной поверхностью, радиальное сечение которой, называемое *осевым продольным профилем рабочей зоны*, представлено на рис. 9.9. По осевому профилю определяют рабочие размеры: максимальную глубину копания $H_{x.max}$, радиус копания на уровне стоянки экскаватора $R_{к.сmax}$ высоту выгрузки $H_{э.max}$ и радиус выгрузки на этой высоте. Подземная часть рабочей зоны реализуется лишь частично в связи с тем, что по условиям безопасности ведения работ СНиП разрешают копать грунт не ближе 1 м от опорного контура экскаватора при внутреннем откосе KL , составляющем с горизонтом угол от 45° (при глубине выемки 3 м и более в песчаных и влажных гравийных грунтах) до 90° (при глубине до 1,5 м в суглинистых, глинистых и лессовидных грунтах).

Для каждой модели экскаватора существует своя оптимальная (по производительности) глубина копания, составляющая примерно $2/3$ максимальной кинематической глубины копания $H_{коп}$ в числе прочих факторов она определяется условиями разработки большего объема грунта с одной стоянки экскаватора, соответствующими минимальному числу его передвижек, а следованно, минимуму затрат времени на подготовку машины к передвижению и на ее установку на

новой позиции. Этот фактор особенно важен для пневмоколесных экскаваторов в связи с необходимостью поднимать выносные опоры перед передвижением опускать их на новой позиции.

Копают грунт либо поворотом рукояти при фиксированном на ней ковше от дна выемки вверх, либо поворотом ковша при фиксированных стреле и рукояти, либо одновременно поворотом рукояти и ковша. Чаще всего используют первый способ. В конце операции копания для предотвращения от просыпания грунта из ковша на следующей транспортной операции ковш подворачивают к рукояти, после чего рабочее оборудование поднимают стреловым гидроцилиндром. Поворотное движение платформы начинают после того как рабочее оборудование будет выведено из выемки. Одновременно с подъемом стрелы маневровыми движениями рукояти и ковша добиваются установки последнего в конце поворота платформы в положение выгрузки.

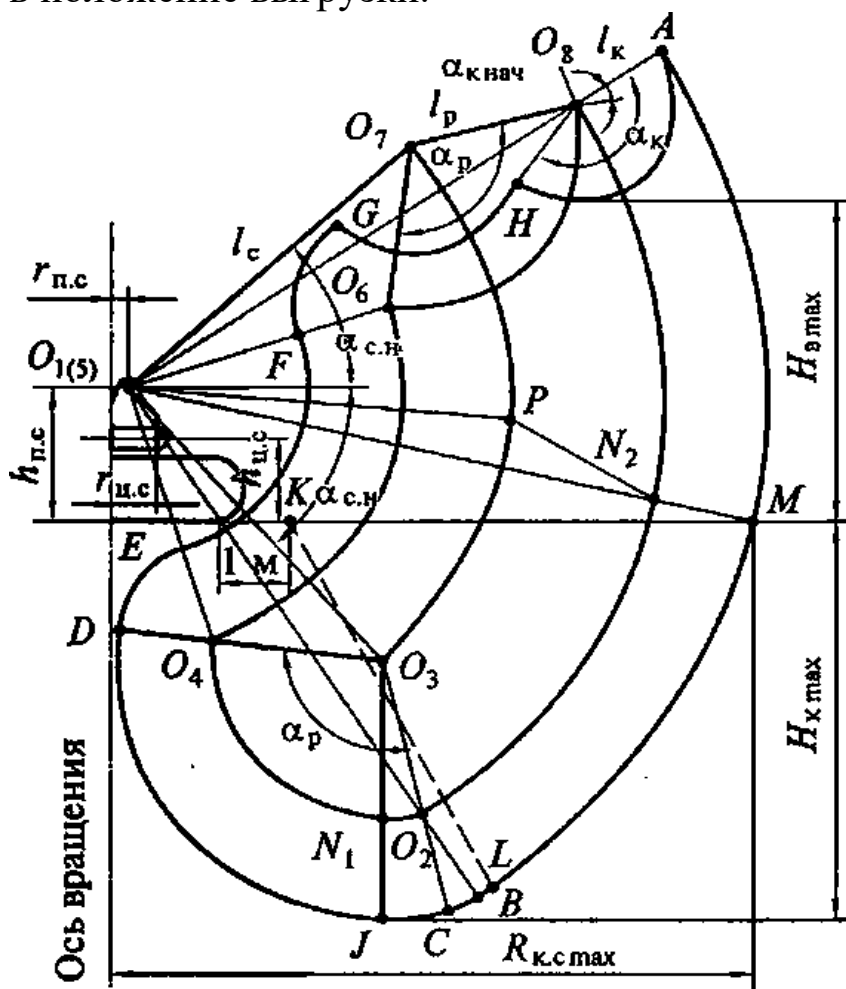


Рис. 9.9. Осевой продольный профиль рабочей зоны гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием обратная лопата.

Различают разгрузку в отвал и транспортное средство. В первом случае эта операция не требует полной остановки платформы: разгрузку начинают в конце поворотного движения в прямом направлении и заканчивают в начале возвратного. Во втором же случае во избежание просыпания грунта при его разгрузке требуется четкая координация ковша относительно кузова транспортного средства.

Для этого платформу останавливают и включают на возвратное движение только после полной выгрузки ковша. Разгрузка в транспортное средство требует большего времени чем разгрузка в отвал, а следовательно, она менее производительна по сравнению с последней.

После разгрузки ковша операция возврата рабочего оборудования на исходную позицию для следующего рабочего цикла аналогична операции транспортирования грунта на разгрузку, но выполняется в обратной последовательности указанных движений.

После отработки элемента забоя в пределах допустимой СНиПами части рабочей зоны экскаватора последний перемещают на новую стоянку (позицию), предварительно сориентировав рабочее оборудование вдоль гусениц. При межпозиционных передвижках пневмоколесных экскаваторов, кроме того, требуется поднять выносные опоры и бульдозерный отвал, если им оборудован экскаватор и на новой позиции установить эти устройства в рабочее положение.

Узбекско-китайское СП UzXCMG в Хорезмев республике Узбекистан

В 2014 году согласно Постановления Президента Республики Узбекистан за №ПП-2109 от 10.01.2014 года «О создании совместного предприятия с иностранными инвестициями ООО "UzXCMG"» с акциями в 51% в собственности Китайской стороны, была создано Совместное предприятия "UzXCMG". Согласно данного постановления было поручено создание Совместного предприятия с иностранными инвестициями в форме общества с ограниченной ответственностью "UzXCMG". СП ООО "UzXCMG" было зарегистрировано Хорезмским областным управлением Министерства Юстиций 6 февраля 2014 года.

При этом, для организации производства гидравлических экскаваторов, бульдозеров и другой строительной техники приобретены более 10 ед. современных оборудований, более 100 ед.

инструментов и вспомогательных материалов, а также организовано обучения с повышением квалификации персонала СП ООО «UzXCMG» в КНР и получены сертификаты на производства.

С 10 мая 2014 год в городе Ургенч организован этап производства крупно-узловой сборки (SKD). Достижение производственной мощности и развитие СП ООО «UzXCMG» запланировано в три этапа:

1. крупно-узловая сборка (SKD);
2. промышленная сборка (CKD);
3. локализация производства.

На первом этапе производство гидравлических экскаваторов, бульдозеров, дорожной и дорожно-строительной техники запланировано в виде крупно-узловой сборки.

В 2018 году для организации II и III этапов производство параллельно, а также во исполнение Постановление Президента Республики Узбекистан за №ПП-2698 от 26.12.2016 года «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017-2019 годы» от наших партнеров - корпорации «XCMG» были приобретены более 40% оборудование и инструментов для локализации частей (рама, поворотная платформа, стрела, рукоять, ковш) экскаваторов и линии для промышленной сборки.

Переход на второй и третий этапы даст возможность снижения себестоимости выпускаемой СП ООО «UzXCMG» техники, создания новых дополнительных рабочих мест и повышения ценовой конкурентоспособности продукции, экономии валютных средств за счет снижения импорта за счет локализации продукции, повышения доходов предприятия и укрепления позиции предприятия, как на внутреннем, так и на внешнем рынках, а также дальнейшего развития промышленного потенциала республики. Узбекско-китайское СП UzXCMG специализирующееся на производстве гидравлических экскаваторов и строительной техники, а также их обслуживании и до 2019 года было произведено и реализовано более 1000 ед. мелиоративной, строительной и дорожно-строительной техники.

В настоящее время осуществляются работы по приобретению 100% всего оборудования для организации II и III этапов производства и выполнения поставленных задач Правительством страны.



Рис 9.10. Одноковшовые гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата выпускаемых СП UzXCMG.

9.4. Гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием прямая лопата.

На гидравлический экскаватор для разработки грунтов выше уровня стоянки навешивают рабочее оборудование прямая лопата (рис. 9.11, *a*), состоящее из стрелы, рукояти 3 и ковша 5. Стрела здесь обычно короче, чем у обратной лопаты. Привод стрелы обеспечивается двумя гидроцилиндрами 8, а рукояти - гидроцилиндром 2.

Относительно рукояти ковши могут быть поворотными, неповоротными и челюстными. *Поворотный ковш* может изменять свое положение относительно рукояти, как для установки требуемого угла резания, так и для выгрузки фунта с помощью гидроцилиндра 4, коромысла 7 и тяги 6.

Неповоротные ковши (рис. 9.11, *б*) устанавливаются на рукояти с постоянным углом резания, который может быть изменен заменой тяги 10 соответствующей длины. В нижней части корпуса ковша на шарнире 11 установлено откидывающееся днище 13, закрываемое подпружиненной щеколдой 15. Для разгрузки грунта посредством гидроцилиндра 9 через рычаг 12 и цепь 14 щеколду вдергивают из своего гнезда на корпусе, после чего днище открывается под действием собственной силы тяжести. Захлопывается днище автоматически при опускании ковша в нижнее положение для начала копания.

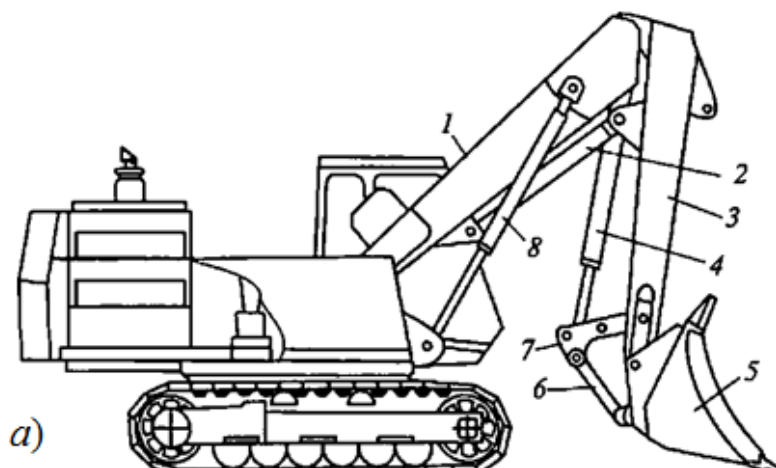


Рис. 9.11. Гидравлический одноковшовый экскаватор с рабочим оборудованием прямая лопата (а), неповоротный (б) и челюстной (в) ковши.

Челюстной ковш (рис. 9.11. в) состоит из шарнирно соединенных между собой двух челюстей - корпуса 1 и днища 17. В режиме копания и транспортирования грунта челюсти сомкнуты, а для разгрузки грунта они размыкаются гидроцилиндром 16, вмонтированным в днище ковша.

Экскаватор с рабочим оборудованием прямая лопата разрабатывает грунт движением ковша снизу (от уровня стоянки экскаватора) вверх (до верхнего обреза забоя). Максимальная кинематическая высота копания реализуется лишь для маневровых движений. Из-за опасности обрушения грунта копать на этой высоте нельзя. При копании на максимальном вылете ковша образуются навесы (kozyрьки), уже начиная с высоты оси пяты стрелы. Соблюдая требования безопасности, высоту забоя можно довести до 2/3 максимальной кинематической высоты. Хотя кинематика рабочего оборудования позволяет разрабатывать грунт ниже уровня стоянки экскаватора, реализовать это удастся крайне редко - лишь на последней по ходу движения позиции экскаватора, так как отрытая перед ним выемка не позволяет экскаватору перемещаться вперед «на забой».

Для копания грунта поворачивают рукоять относительно стрелы, а толщину грунтовой стружки регулируют кратковременными движениями стрелы с перемещением ковша «на забой» или от него. В случае использования поворотных и челюстных ковшей возможна разработка грунта поворотом ковша. Структура рабочего цикла такая же, как и у экскаватора с рабочим оборудованием обратная лопата.

9.5. Погрузочное рабочее оборудование.

Гидравлические экскаваторы с погрузочным оборудованием (рис. 9.12) применяют также для погрузки дробленых и сыпучих материалов. При загрузке ковша последний перемещают по подошве осыпающегося откоса штабеля, работая на малых вылетах. По условиям устойчивости машины и наилучшего использования энергетических параметров ее силовой установки на этих работах их ковши имеют повышенную вместимость (в 1,5...2 раза больше вместимости ковшей прямых лопат). Для погрузочного оборудования обычно используется корневая секция составной стрелы обратной лопаты 1. Она связана с подвеской бковша 4 посредством рукояти 2 и тяги 3. Рукоять, тяга, стрела и подвеска образуют шарнирный четырехзвенник (параллелограмм), благодаря которому при повороте рукояти относительно стрелы гидроцилиндром 8 подвеска с ковшом совершает плоско-параллельное движение. Дополнительно, управляя положением стрелы с помощью гидроцилиндра 7, можно добиться поступательного движения ковша по подошве штабеля, менее энергоемкого, чем при внедрении ковша в штабель движением всей машины.

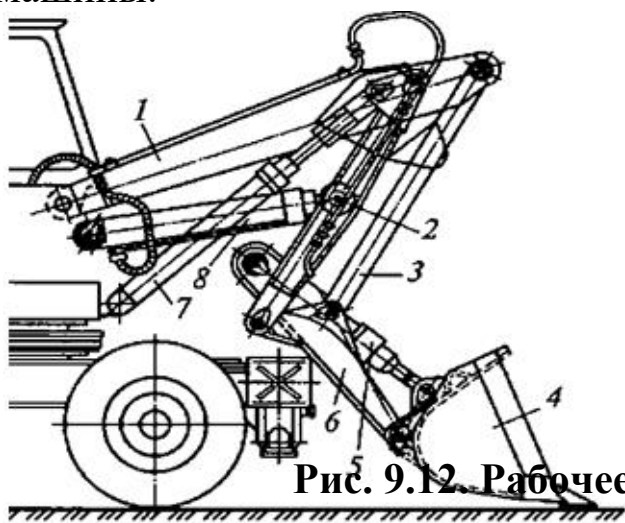


Рис. 9.12. Рабочее оборудование погрузчика.

Структурно рабочий цикл погрузочного оборудования такой же, как у прямой лопаты, но отличается характером рабочих движений. После описанной выше операции заполнения ковша его поворачивают гидроцилиндром 5 в положение транспортировки. Далее стреловым гидроцилиндром 7 поднимают рабочее оборудование с одновременным вращением поворотной платформы до положения разгрузки. Для разгрузки грунта поворачивают ковш, а рабочее оборудование возвращают на позицию следующего рабочего цикла, осуществляя теми же движениями в обратном порядке.

В ряде случаев, например, при разработке слежавшихся или смерзшихся в штабеле материалов, к ведению погрузочных работ предъявляют те же требования безопасности, что и при работе прямых лопат.

9.6. Гидравлические грейферы.

Грейферные экскаваторы имеют свободно подвешенный на стреле специальный ковш - грейфер объемом 1,25...3 м³. Грейферные экскаваторы применяют для погрузочных работ на усреднительных складах, а также для выемки горных пород из-под воды а также для отрывки глубоких котлованов, очистки водоемов и каналов, погрузки и разгрузки сыпучих материалов. Гидравлические грейферы за счет жесткого соединения его элементов между собой и с рукоятью базовой машины способны воздействовать на грунт с большими, чем канатные грейферы, усилиями, что позволяет им разрабатывать грунты с большими поперечными сечениями срезов, а также более прочные грунты без ограничения скорости сближения челюстей. По сравнению с канатными грейферами это позволяет сократить продолжительность рабочего цикла более чем на 30 % при одновременном увеличении объема разработанного за один рабочий цикл грунта и, в конечном счете, существенно повысить производительность этого вида рабочего оборудования.

Рабочее оборудование (рис.9.13). состоит из двухчелюстного ковша, установленного на нижнем конце штанги 8, которую подвешивают к рукояти 7 обратной лопаты на двух цилиндрических шарнирах 5 и 6, позволяющих ковшу занять отвесное положение. Челюсти 1 раскрываются либо одним, либо двумя гидроцилиндрами. В первом случае гидроцилиндр 3 (см. рис. 9.13. а), помещенный в поперечную штангу и шарнирно соединенный с ней, приводит в движение траверсу 2, по концам которой на шарнирах подвешены штанги 9, соединенные нижними концами с челюстями. При выдвинутом штоке гидроцилиндра челюсти сомкнуты, при втянутом штоке - разомкнуты. Для начала работы ковш с раскрытыми челюстями опускают на захватываемый материал, после чего их замыкают гидроцилиндром. При этом ковш внедряется в материал и заполняется им. В таком положении ковш поднимают рукоятью из выемки и последующим поворотом платформы устанавливают его в положение разгрузки.

Для разгрузки ковша размыкают челюсти. Для работы на больших глубинах штангу удлинняют вставками.

Двухцилиндровый грейфер (см. рис. 9.13.б) отличается от описанного двумя вместо одного гидроцилиндрами 10 привода челюстей, расположенными с двух сторон штанги и соединенными с ней гильзами шарнирно. Штоками гидроцилиндры соединены с челюстями. Относительно вертикальной оси ковш грейфера может быть *поворотными неповоротным*. Поворотный ковш более универсален. Он обладает лучшей маневренностью при копании и погрузочно-разгрузочных работах, способностью к установке в менее энергоемкое положение при разработке грунта. Поворот штанги обеспечивается механизмом 4 (см. рис. 9.13.а), состоящим из гидроцилиндра 11, рычага 13 и тяги 12.

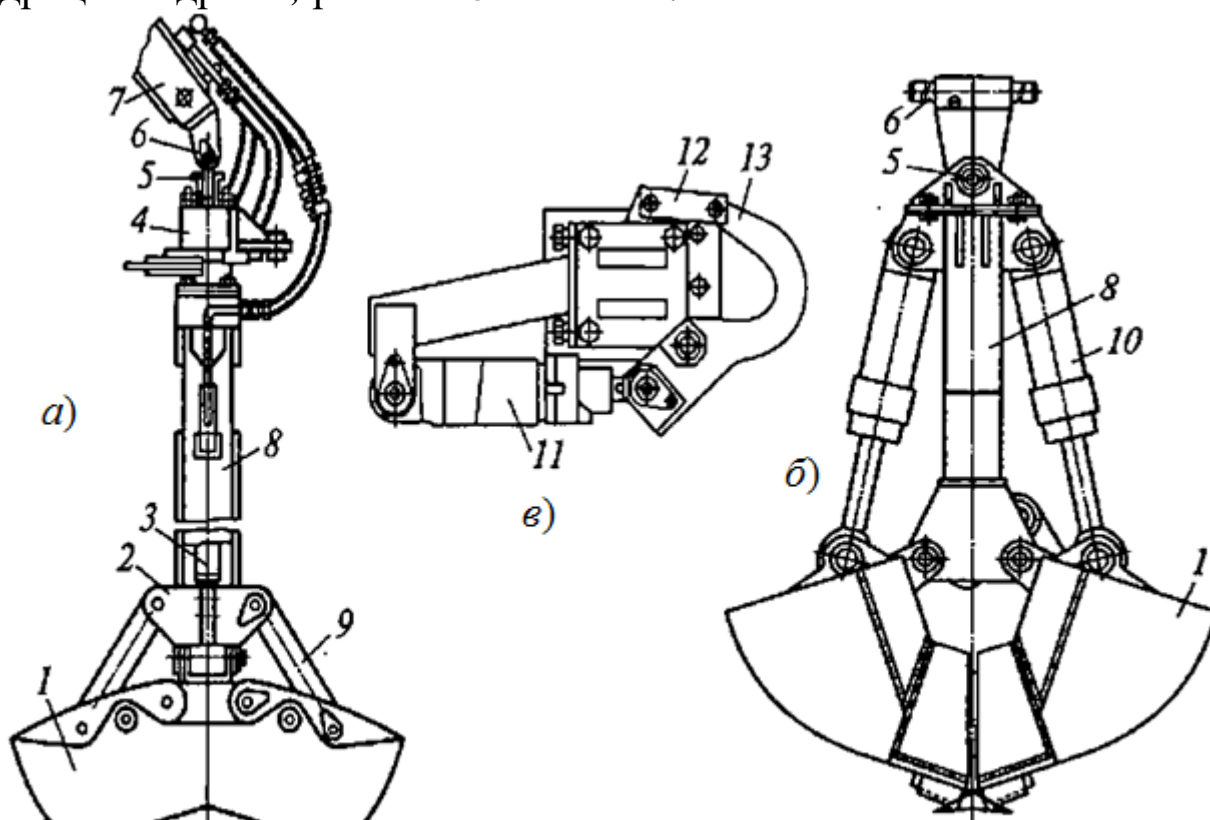


Рис 9.13. Рабочее оборудование грейфер с одним (а) и двумя (б) гидроцилиндрами; (в) механизм поворота штанги

Канатные грейферы при захвате грунта реализуют напорное усилие, равное разности силы тяжести ковша и усилия натяжения замыкающего каната, т.е. на разработку грунта реализуется только часть силы тяжести ковша. Кроме того, удовлетворяющая требованиям производства грейферных работ загрузка ковша

обеспечивается при низких скоростях сближения челюстей при действующих на грунт нагрузках, по значению близких к статическим.

С увеличением этих скоростей ковш отрывается от грунта, не успев заполниться. Эти факторы существенно снижают производительность канатного грейферного оборудования и не позволяют грейферу разрабатывать прочные грунты. Ковш грейфера (рис.9.15) состоит из двух челюстей 2, соединенных верхним 6 и нижним 3 шарнирами. На оси верхнего шарнира укреплены неподвижные блоки полиспаста замыкающего каната 8, а к нижнему шарниру прикреплена обойма 4, подвижных блоков полиспаста. Ковш тягами 5 и обоймой 7 подвешен к подъемному канату и снабжен успокоительным канатом 10 с грузом 11, который на тележке может перемещаться по направляющим внутри стрелы. При ослаблении замыкающего каната 8 половинки ковша раскрываются и ковш опускают на породу; при натяжении каната 8 ковш срезает породу зубьями и заполняется, смыкая челюсти. В таком виде его переносят к месту разгрузки и разгружают, ослабляя канат 8. Набор породы обеспечивается наклоном зубьев. Массу ковша увеличивают дополнительными грузами.

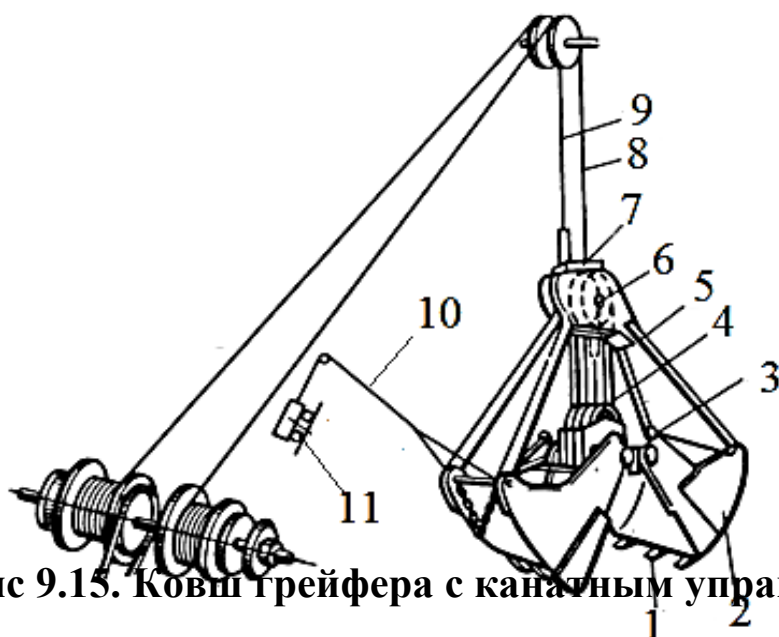


Рис 9.15. Ковш грейфера с канатным управлением.

Когда ковш находится у головы стрелы при натянутых подъемном и замыкающем канатах, он закрыт и его челюсти сведены (сомкнуты) (положение III). (Рис 9.16). Для заполнения ковш опускается на грунт на подъемном канате при ослабленном замыкающем. Раскрытие челюстей (положение I) происходит под действием их веса, т.к. центр тяжести находится около шарнира.

Захват грунта челюстями осуществляется после натяжения замыкающего и ослабления подъемного канатов (положение II). Заполненный грунтом ковш поднимается на замыкающем канате. Подъемный канат при этом натягивается лишь настолько, чтобы не образовывалось его провисание. Разгрузка ковша (положение IV) осуществляется при вывешивании его на подъемном канате и одновременном ослаблении замыкающего.

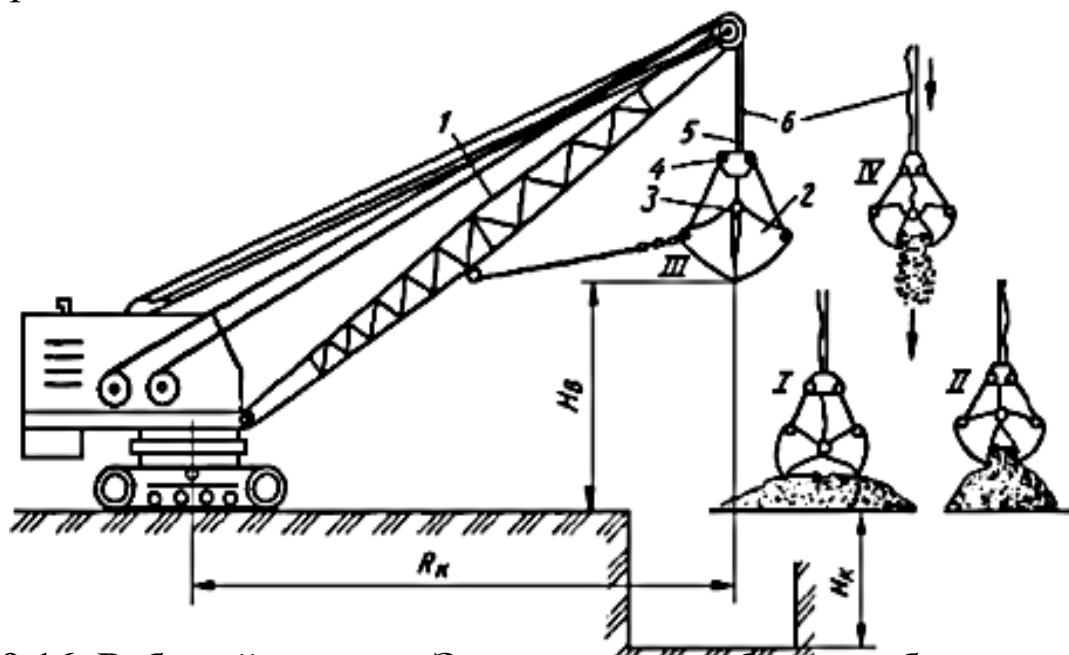


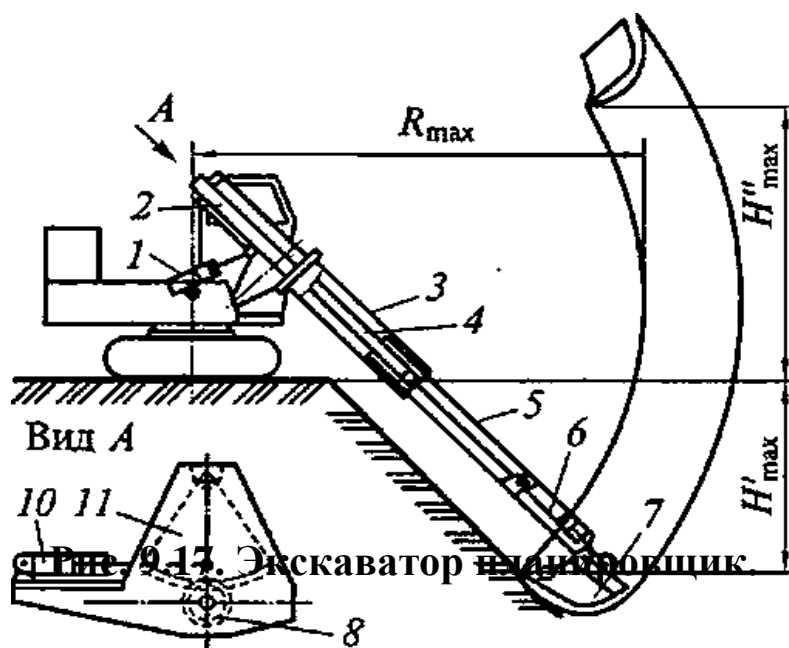
Рис 9.16. Рабочий процесс Экскаваторе рабочим оборудованием грейфера гибкой подвеской.

9.7. Экскаваторы-планировщики.

Экскаваторы-планировщики применяют для планировки горизонтальных земляных поверхностей и откосов, а также для обычных экскавационных работ. Эти экскаваторы имеют малую габаритную высоту, что позволяет эффективно использовать их в стесненных условиях городской и промышленной застройки, в труднодоступных местах, в частности, для разработки грунта под мостами, на участках пересечения коммуникаций, для зачистки дна и вертикальных стенок траншей и котлованов, подсыпки и разравнивания грунта под полы, фундаменты и подпольные каналы, засыпки пазух фундаментов, траншей и котлованов, подачи материалов через проемы в стенах под низкое перекрытие и т. п. Экскаваторы-планировщики широко применяют на рассредоточенных объектах малого объема как универсальные землеройные машины. Наиболее эффективно они работают на планировке и зачистке откосов с углами примерно 45°

ниже уровня стоянки при большой протяженности и ширине до 12 м, например, при сооружении откосов у дорог, каналов и т. п. Для этого машину устанавливают на верху у бровки откоса с возможностью передвижения вдоль него. Экскаватор работает позиционно с короткими передвижками.

Положение ковша в пространстве определяется сочетанием следующих движений: его поворота относительно стрелы, выдвижения (втягивания) подвижной секции стрелы, поворота неподвижной секции стрелы относительно собственной продольной оси, поворота рамы в вертикальной плоскости и поворота платформы экскаватора. Основное движение при планировке земляных поверхностей - втягивание подвижной секции стрелы при установленном в рабочее положение (с определенным углом резания) ковшом. Поворот неподвижной секции стрелы и вертикальные перемещения рамы являются корректирующими. По достижении ковшем крайнего положения (в случае планировки откосов - его бермы), во избежание просыпания грунта при его транспортировании в ковше, последний подворачивают к стреле, гидроцилиндром 6 (см. рис. 9.17) поднимают рабочее оборудование и поворачивают платформу с одновременными маневровыми движениями подвижной секции стрелы с таким расчетом, чтобы к концу поворотного движения ковш оказался в положении разгрузки. Возвращают ковш на исходную позицию следующего рабочего цикла теми же движениями в обратном порядке. Основными рабочими размерами экскаватора-планировщика являются: максимальные радиус копания R_{max} , глубина H'_{max} и высота H''_{max} копания, а также максимальная высота выгрузки грунта.



Применение рабочего оборудования на базе шарнирно-рычажных схем гидравлических экскаваторов для планировочных работ требует четкой координации нескольких простых движений, из которых может быть составлено прямолинейное движение режущей кромки ковша. Исключением является рабочее оборудование погрузчика, но оно имеет небольшие перемещения в направлении планируемой полосы. Более просто эта задача решается с помощью телескопического рабочего оборудования экскаватора планировщика (рис. 9.17), состоящего из рамы 2, двух секций стрелы - неподвижной 3 и подвижной 5 и ковша 7. Рама закреплена на поворотной платформе шарнирно и может поворачиваться в вертикальной плоскости гидроцилиндром 1. Неподвижная секция стрелы располагается внутри рамы и может поворачиваться относительно ее продольной оси с помощью установлен-

ного на тыльном торце рамы механизм, состоящим из приводимого гидроцилиндром 10 зубчатого сектора 11 и соединенного с секцией стрелы зубчатого колеса 8. Выдвижная секция стрелы 5 может выдвигаться из неподвижной секции и вдвигаться в нее длинноходовым гидроцилиндром 4, размещенным внутри стрелы. Ход стрелы обычно 3...4 м. Ковш 7 закреплен шарнирно на конце подвижной секции. Он может поворачиваться относительно последней гидроцилиндром 6. Основные виды сменных рабочих органов экскаваторов-планировщиков представлены на рис. 9.18.

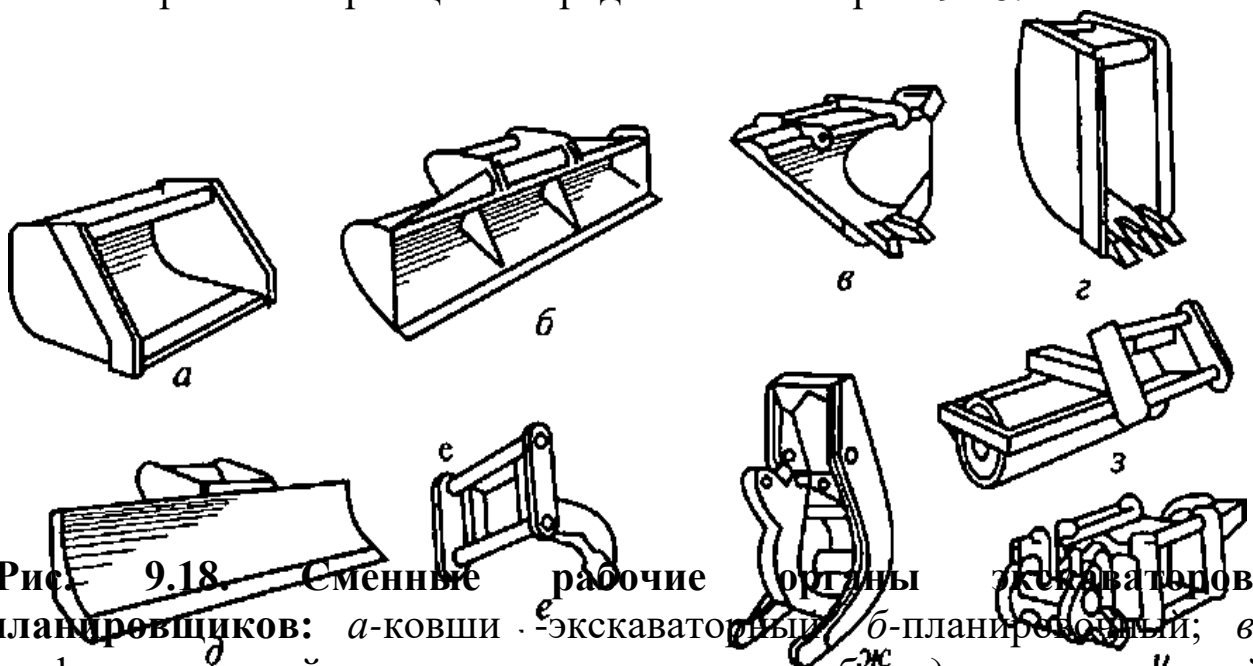


Рис. 9.18. Сменные рабочие органы экскаваторов-планировщиков: а-ковши экскаваторный; б-планировочный; в-профилировочный; г-ковши для дренажных работ; д - планировочный отвал; е -рыхлитель; ж-захватчик; з-уплотняющий каток; и - приспособление для бокового копания.

9.8. Оборудование для рыхления грунтов.

В качестве сменного рабочего оборудования для рыхления прочных, включая мерзлые, грунтов гидравлические экскаваторы комплектуют оборудованием *рыхлителя гидромолота*. Это оборудование используют также для разрушения скальных пород, взламывания асфальтового покрытия дорог при их ремонте и других работ. Его устанавливают на рукояти обратной лопаты вместо ковша.

Однозубый рыхлитель (рис. 9.19) состоит из литого зуба 1 со сменной коронкой 2, наплавленной твердым сплавом. *Гидромолот* 2 (рис. 9.19) с рабочим инструментом в виде клина 3 крепят к рукояти обратной лопаты с помощью переходного кронштейна 1.

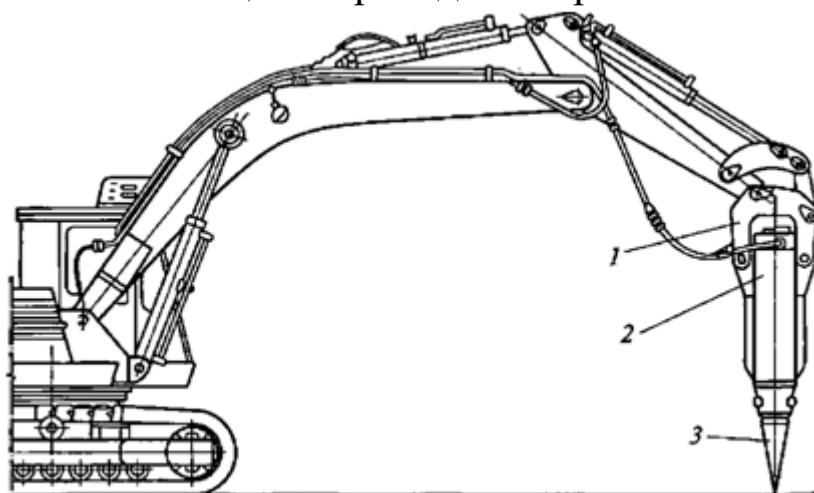


Рис. 9.19. Одноковшовый гидравлический экскаватор с рабочим оборудованием гидромолота.

Кроме однозубых рыхлителей для рыхления мерзлых грунтов, разборки старых зданий, взламывания и погрузки асфальтобетонных покрытий, снятия и укладки дорожных плит, труб, установки колодцев и т. п. применяют *рабочее оборудование захватно-клещевого типа*. Дополнительно к ковшу обратной лопаты на одной оси соединения ковша с рукоятью 2 устанавливают рычаг-рыхлитель с закрепленным на его конце двузубым наконечником. Управляют рычагом с помощью двух гидроцилиндров через тяги. При разработке прочных грунтов, требующих предварительного разрыхления, работают поочередно рычагом-рыхлителем и ковшом.

На первом этапе - разрыхлении грунта - ковш отводят в крайнее отвернутое от рукояти положение и работают рычагом-рыхлителем. На втором этапе рычаг переводят в крайнее подвернутое к рукояти

положение и загружают ковш разрыхленным грунтом, как обычной обратной лопатой. Возможна также разработка грунта одновременно ковшом и рыхлителем при их встречном движении.

9.9. Неполноповоротные гидравлические экскаваторы.

Экскаватор ЭО-2621В-3 (рис.9.20) является тракторной машиной и предназначен для земляных работ в грунтах I-III категорий и погрузочных работ на небольших строительных и других площадях. Машина имеет два вида рабочего оборудования - экскаваторное и бульдозерное.

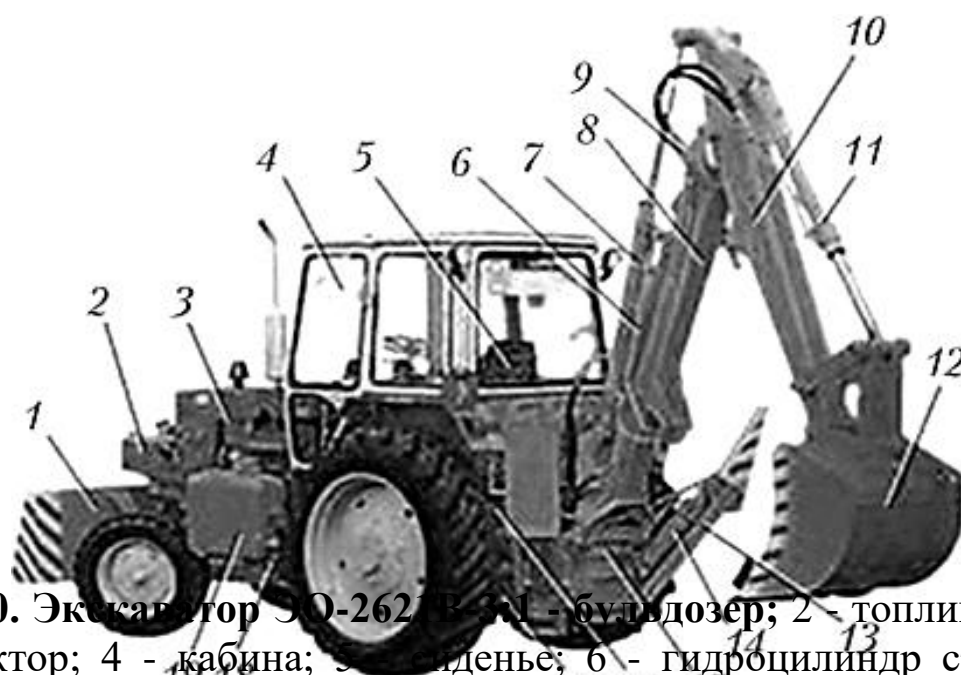


Рис 9.20. Экскаватор ЭО-2621В-3: 1 - бульдозер; 2 - топливный бак; 3 - трактор; 4 - кабина; 5 - сиденье; 6 - гидроцилиндр стрелы; 7 - гидроцилиндр рукояти; 8 - стрела; 9 - трубопроводы гидросистемы; 10 - рукоять; 11 - гидроцилиндр ковша; 12 - ковш; 13 - выносная опора; 14 - гидроцилиндр выносной опоры; 15 - поворотная колонна; 16 - механизм поворота; 17 - обвязочная рама; 18 - насосная установка; 19 - масляный бак.

Основным рабочим органом экскаваторного оборудования является унифицированный ковш прямой и обратной лопат. Кроме того, по специальному заказу экскаватор может быть оснащён погрузочным ковшом, крановой подвеской, вилами, грейфером и обратной лопатой со смещённой осью копания.

Бульдозерное оборудование, установленное в передней части трактора, используется для засыпки траншей, очистки дорог от снега,

сгребания строительного мусора, а также для работы с лёгкими грунтами.

На обвязочной раме 17, закреплённой на тракторе 3, смонтированы поворотная колонна 15 и механизм поворота 16 экскаваторного оборудования. Оно состоит из стрелы 8, рукояти 10 и ковша 12. Управление стрелой осуществляется гидроцилиндром стрелы 6, ковшом - гидроцилиндром ковша 11, а рукоятью - двумя гидроцилиндрами рукояти 7. Запас масла для работы гидросистемы находится в баке 19. Масло из масляного бака 19 гидросистемы к гидроцилиндрам 6, 7 и 11 подаётся под давлением от насосной установки 18 по металлическим трубопроводам гидросистемы 9 и по гибким шлангам, соединяющих трубопроводы.

Для повышения устойчивости экскаватора и уменьшения нагрузки на трактор во время работы используются две выносные опоры 13. Их опускание при работе экскаватора и подъём во время движения трактора обеспечивается с помощью двух гидроцилиндров выносных опор 14

Бульдозерное оборудование состоит из бульдозера 1, рамы, закреплённой в передней части трактора 3 и гидроцилиндра, с помощью которого отвал бульдозера может быть установлен на разной высоте. Крепление бульдозера выполнено таким образом, чтобы разгрузить остов трактора. Кроме основного назначения, бульдозер является противовесом.

Управление экскаватором осуществляется машинистом из кабины 4 трактора с помощью гидрораспределителя. Сиденье 5 машиниста может поворачиваться на 180°. В одном его положении машинист управляет трактором при передвижении, а в другом - работой экскаватора. Для удобства обслуживания топливный бак 2 вынесен в переднюю часть трактора.

Таблица 9.3.

Технические характеристики тракторных экскаваторов.

Показатели	Единицы измерения	Значения показателей		
		ЭО-2621А	ЭО-2621В-2	ЭО-2621В-3
Базовый трактор		ЮМЗ-6Л	МТЗ-80	Беларус 82 (МТЗ-82.1)
Двигатель:				

- марка	—	Д-65Н	Д-245.5	Д-243
- мощность	кВт	41,5	44,3	44(57,5)
Скорость передвижения	км/ч	1,9...19,0	до 20	
Преодолимый уклон пути	град	10	13	
Угол поворота рабочего оборудования	град	160	180	
Эксплуатационные показатели				
Обратная лопата				
Вместимость ковша	м ³	0,25		
Радиус копания	м	5,0	5,3	
Высота выгрузки	м	2,2	зд зд	
Глубина копания	м	4,2	4,15	4,15(4,25)
Максимальное усилие на зубы ях	кН	26	35	
Продолжительность рабочего цикла	с	18	21	
Прямая лопата				
Вместимость ковша	м ³	0,25		
Радиус копания	м	4,7	5	0
Высота выгрузки	м	3,3	—	4,5
Высота копания	м	4,7	4,2	
Максимальное усилие на зубьях ковша	кН	25	35	
Продолжительность рабочего цикла	с	15	16,5	16
Крюковая подвеска				
Высота подъема	м	3,8	—	
Вылет при наибольшей высоте подъема	м	2,3	—	
Грузоподъемность	т	0,5	—	
Вилы				
Высота выгрузки		3,3	—	

Грузоподъёмность		0,4	—
Габаритные размеры:			
- длина	м	6,48	7,0
- ширина	м	2,10	2,5
-высота	м	3,9	3,8 I 3,8 (3,9)
Масса	кг	5700	6100
Обслуживающий персонал	чел.	Машинист-экскаваторщик	

9.10. Экскаваторы с гибкой подвеской рабочего оборудования. (канатные экскаваторы).

Эти экскаваторы представляют собой полноповоротные машины (рис. 9.21) с одномоторным и многомоторным (дизель-электрическим) приводом. На поворотной платформе таких машин смонтирована двуногая опорная стойка, несущая стрелоподъемный полиспаст. Промышленность выпускает строительные экскаваторы с одномоторным приводом 3...5 размерных групп, с многомоторным приводом – 6-й размерной группы. Основными видами сменного рабочего оборудования таких экскаваторов являются прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер и кран. Кроме указанных видов экскаваторы оснащаются также оборудованием для погружения свай и шпунта, планировки и зачистки площадок и откосов, засыпки траншей, корчевания пней, рыхления мерзлых и скальных грунтов, взламывания дорожных покрытий, разрушения старых фундаментов зданий и стен и т.п.

Экскаватор с рабочим оборудованием прямой лопаты (рис. 9.21, а) разрабатывает грунт в забое, расположенном выше уровня стоянки машины, и состоит из стрелы 1, рукояти 5 и ковша 6 с открывающимся днищем. Ковш шарнирно соединен с рукоятью и может быть установлен в нужное положение с помощью тяг 7. В процессе работы в забое это положение ковша относительно рукояти остается неизменным. Стрела нижним концом шарнирно соединена с проушинами, расположенными в передней части платформы. Другим концом стрела там, где она имеет головные блоки 4, подвешена стрелоподъемными канатами 3 к двуногой стойке, размещенной на платформе. С помощью этих канатов стрелу при копании

устанавливают под углом $45...60^\circ$ к площадке, на которой стоит машина в забое. В процессе работы этот угол установки стрелы не меняют.

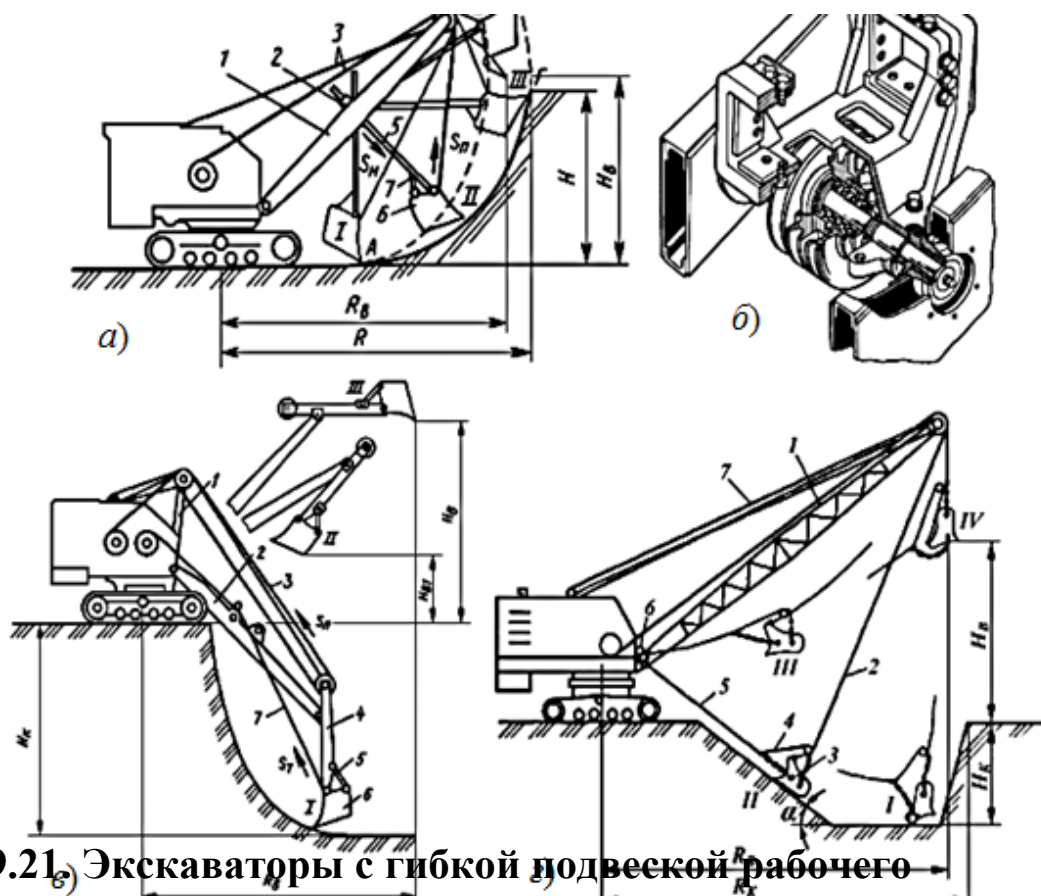


Рис.9.21,г) Экскаваторы с гибкой подвеской рабочего оборудования: а – прямая лопата; б – седловой подшипник прямой лопаты; в – обратная лопата; г – драглайн.

В средней части к стреле посредством седлового подшипника 2 (рис. 9.21, б) шарнирно присоединена рукоять с ковшом. Подшипник позволяет рукояти совершать возвратно-поступательные движения вдоль ее оси и поворачиваться относительно стрелы в вертикальной плоскости.

Привод механизмов может быть как одномоторным *групповым* от ДВС, так *многomotorным* дизель-электрическим или с питанием от внешней электросети.

Групповой привод (рис. 9.22) состоит из приводимой дизелем 21 через муфту сцепления 22 главной трансмиссии и подключаемых к ней фрикционными муфтами трансмиссий механизма подъема ковша, напорного и стрелоподъемного механизмов, механизмов поворота платформы и передвижения. Главная трансмиссия включает цепную передачу 23, зубчатые колеса 24, 21 и 35. Барабан 39 лебедки подъема ковша

подключают к главной трансмиссии ленточной фрикционной муфтой 41. Удерживают ковш на любой высоте ленточным тормозом при отключенной муфте 41. Опускают ковш гравитационно, растормаживая барабан 39. Напорный механизм, состоящий из цепной передачи 38 и напорного барабана 43, установленного соосно с шарниром пяты стрелы, включают на выдвижение рукояти ленточной муфтой 36, а на возвратное движение - конусной фрикционной муфтой 28 при включенной на звездочку кулачковой муфте 31. Возвратное напорное движение передается напорному барабану через цепные передачи 30 и 38. Рукоять фиксируют в любом положении ленточным тормозом 37 при отключенных муфтах 36 и 31. Стрелоподъемный барабан 32, оборудованный тормозом 33, включают на подъем стрелы муфтой 28 при включенной на барабан кулачковой муфте 31. Опускают стрелу гравитационно после растормаживания барабана 32 при включенной главной передаче. Частота вращения барабана и, следовательно, скорость опускания стрелы ограничиваются при этом обгонной муфтой 42, с которой барабан 32 связан цепной передачей 34.

Механизмы поворота и передвижения приводятся через реверсивный механизм и подключаются к нему конусными фрикционными муфтами 25 и 26: одной - на прямое, другой - на возвратное движение. Для работы поворотного механизма предварительно должна быть включена кулачковая муфта 19. Тогда движение будет передаваться по кинематической цепи 16—17 или 15—14 (две скорости) и далее через зубчатую пару 14—13 к шестерне 12, находящейся в постоянном зацеплении с неподвижным зубчатым венцом 10, расположенным на ходовой раме, обегая вокруг которого, шестерня с ее валом приводит во вращение поворотную платформу. Для остановки движения и стопорения платформы служит тормоз 18.

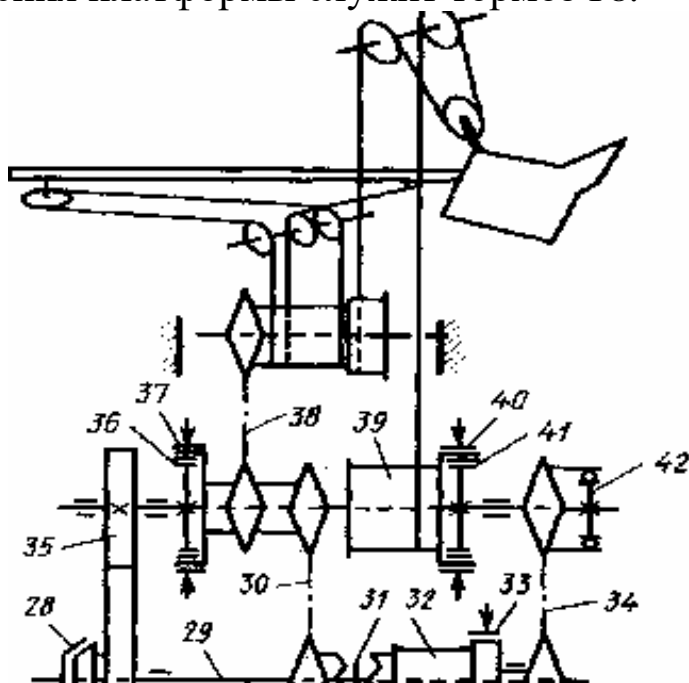


Рис. 9.22. Кинематические схемы одноковшовых гусеничных экскаваторов с рабочим оборудованием прямая лопата.

Предварительно включенный кулачковой муфтой 20 механизм передвижения гусеничного экскаватора приводится также от реверсивного механизма. От вертикального вала 11, расположенного центрально относительно зубчатого венца 10, движение передается горизонтальному валу 5 через коническую зубчатую передачу. При включении двух кулачковых муфт 3 и 6 движение передается ведущим звездочкам через цепные передачи соответственно 1, 2 и 7, 8, а при включении только одной из указанных муфт - только одной ведущей звездочке (режим поворота при передвижении). Механизм передвижения оборудован тормозом 4 и стопором 9, используемым для стопорения механизма в режиме экскавации.

При многомоторном приводе кинематические схемы существенно упрощаются. Так, на дизель-электрическом экскаваторе только две пары механизмов - подъема ковша и стрелы, а также ходового устройства - приводятся от одного электродвигателя на каждую пару, остальные механизмы имеют индивидуальный привод. Все электродвигатели реверсируемые, благодаря чему отпадает необходимость в механическом реверсе. Объединение механизмов подъема ковша и стрелы в одну группу обосновано весьма редким использованием стрелоподъемного механизма. Их барабаны посажены на один вал и включаются раздельно фрикционными муфтами.

Ходовой механизм выполнен в виде двух четырехступенчатых редукторов, быстроходные валы которых с помощью кулачковых

муфт подключаются к электродвигателю совместно - при прямолинейном передвижении или отдельно - при разворотах. Каждая из гусениц ходового устройства может также приводиться в движение независимо от другой собственным двигателем, что повышает маневренность машины, поскольку при включении одного двигателя на прямое, а второго - на возвратное движение - экскаватор разворачивается относительно собственной оси. Недостатком отдельного привода гусениц является повышенная суммарная установочная мощность электродвигателей, которую назначают исходя из условия обеспечения поворотного движения только одним двигателем, в то время как второй двигатель в этом движении не участвует. В случае же привода обеих гусениц одним электродвигателем при остановке одной гусеницы вся его энергия направляется на привод второй, движущейся гусеницы.

Весь привод напорного механизма с зубчато-реечными парами монтируют на стреле, чем обеспечивается его компактность. Так же компактно, в зоне шестерни, обегавшей зубчатый венец, установлен на поворотной платформе механизм ее поворота.

Рабочий цикл канатных прямых лопат аналогичен рассмотренному ранее рабочему циклу гидравлических экскаваторов с тем же видом рабочего оборудования. Для начала копания на новой стоянке ковш устанавливают возможно ближе к базовой части. Далее подъемным полиспастом его перемещают по забою снизу вверх, регулируя толщину грунтового среза (стружки) напорным движением. После выхода ковша за верхний обрез забоя (номинально - выше оси напорного вала) включают механизм поворота платформы, не прекращая при этом подъемного движения, которым вместе с напорным и поворотным движением ковш устанавливают в положение разгрузки, после чего открывают его днище. Остальные положения относительно разгрузки и возврата ковша в забой остаются прежними. По мере выработки грунта с одной стоянки (позиции) экскаватора начальное положение ковша постепенно удаляется от базовой части. После отработки элемента забоя в пределах досягаемости рабочего оборудования экскаватор перемещают на новую позицию в направлении забоя.

Рабочее оборудование прямого копания из канатных экскаваторов в настоящее время в строительстве эксплуатируются машины с рабочим оборудованием *прямая лопата*,

драглайни грейфер. Все другие виды канатного рабочего оборудования практически полностью вытеснены более прогрессивными гидравлическими аналогами.

Экскаватор с оборудованием обратной лопаты (рис. 9.21, в) предназначается для рытья траншей и котлованов, расположенных ниже уровня его стоянки. Рабочее оборудование обратной лопаты состоит из ковша 6, рукояти 4, стрелы 2, передней стойки 1 и полиспастов: тягового 7, подъемного 3 и стрелового (для удержания передней стойки). Ковш шарнирно прикреплен к рукояти. Его положение фиксируется с помощью тяг 5. Наполнение ковша, врезаемого в грунт под действием веса рабочего оборудования, происходит при подтягивании его к экскаватору тяговым полиспастом 7 и одновременном ослаблении натяжения подъемного полиспаста 3. Выгрузка грунта из ковша осуществляется поворотом рукояти от забоя при ослаблении тягового полиспаста и подъеме рабочего оборудования подъемным полиспастом.

Положение ковша при копании грунта в забое, повороте на выгрузку и при выгрузке (положения I, II и III) достигается приложением к ковшу и верхнему концу рукояти через канаты 7 и 3 соответственно тягового S_T и подъемного S_H усилий. Для снижения усилия S_H в подъемных канатах и простоты направления последних на барабан лебедки в передней части платформы установлена дополнительная стойка 1.

Экскаватор с оборудованием драглайн. Драглайном называют рабочее оборудование одноковшового экскаватора с ковшом, подвешенным к стреле на подъемном канате и перемещаемым при копании грунта тяговым канатом. Драглайном принято также называть экскаватор с одноименным рабочим оборудованием. Эти машины применяют для разработки грунтов преимущественно ниже уровня стоянки при отрывке котлованов и траншей, для подводной разработки выемок, а также для погрузки и разгрузки сыпучих и дробленых строительных материалов. Мощные шагающие драглайны используют для добычи полезных ископаемых открытым способом и на вскрышных работах. Отечественная промышленность выпускает строительные драглайны с ковшами вместимостью 0,3...3 м³, а шагающие - с ковшами 5...100 м³.

Грунт разрабатывают перемещением ковша тяговым канатом вдоль забоя (положения I, II, III, рис. 9.21 и 9.23), после чего ковш

поднимают подъемным канатом, подтягивая его к стреле (положение *IV*) и перемещая затем к ее головной части с одновременным поворотом платформы. При этих перемещениях ковш удерживается в положении, исключающем просыпание грунта, за счет разгрузочного каната *9*, огибающего блок *3* и соединенного одним концом с тяговым канатом, а вторым — закрепленного на арке ковша. При разгрузке ковша отпускают тяговый канат, вследствие чего он опрокидывается зубьями вниз (положение *V*, рис. 9.24). При пионерной выемке форма забоя определяется контуром *ABCD* или *AB'C'D* при действии центробежных сил в процессе вращательного движения поворотной платформы. После отработки пионерной выемки экскаватор перемещают на новую позицию, с которой может быть разработана выемка с предельным контуром *A'B''C''D''* и т.д. до получения требуемой глубины *H*. Предельное значение этого размера H_{\max} , а также радиуса копания R_{\max} ограничивается длиной стрелы и углом выходного (внутреннего) откоса.

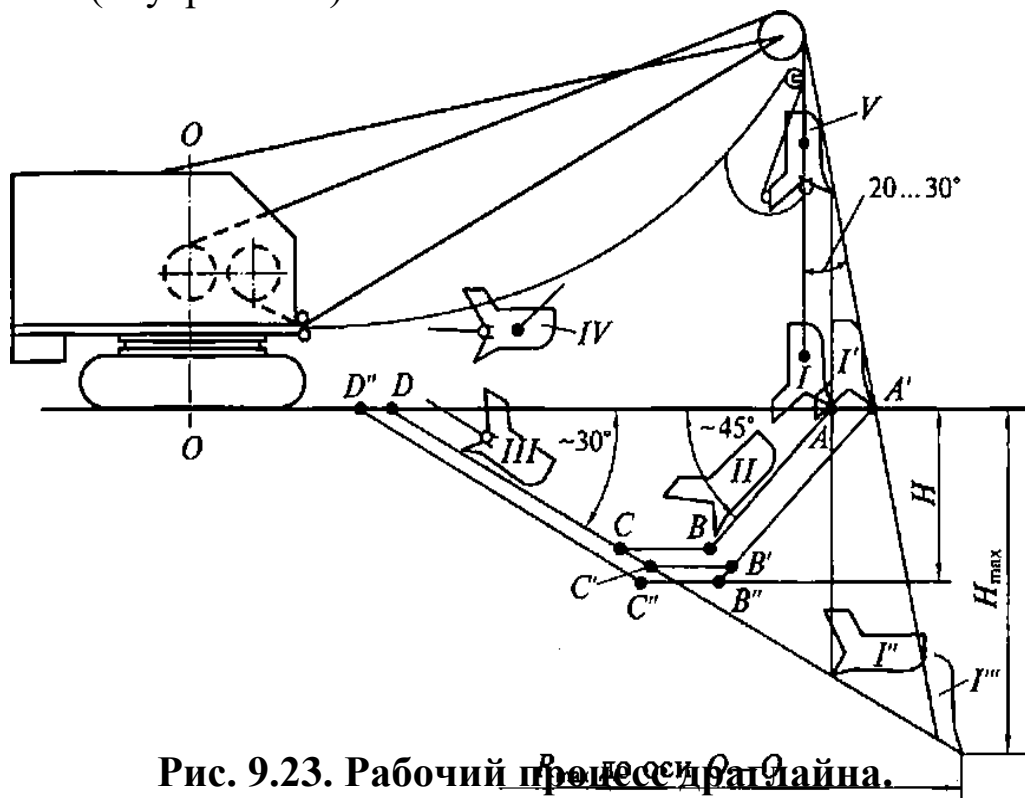


Рис. 9.23. Рабочий процесс драглайна.

Драглайны работают преимущественно с разгрузкой в отвал. Разгрузка грунта в транспортное средство возможна, но она резко снижает производительность экскаватора из-за необходимости выполнять эту операцию после полной остановки поворотного движения и пониженных скоростей последнего во избежание раскачки ковша.

Для эффективной разработки различных по прочности грунтов петли для крепления к ковшу тяговых цепей делают переставными, устанавливая их в верхнее или нижнее положения при разработке соответственно легких и прочных грунтов. Такой регулировкой достигается определенная толщина стружки - большая для легких, меньшая - для прочных грунтов. В отличие от лопат, регулирующих толщину стружки напорным усилием, ковш драглайна лишен такой возможности - прижимающим его к забою является только нормальное усилие, являющееся частью его веса. При этом толщина стружки оказывается меньше, чем у лопат, в связи с чем для наполнения ковша соизмеримой с ковшами лопат вместимости требуется больший путь его перемещения по забою.

Ковш драглайна (рис. 9.24, а) имеет днище с режущей передней кромкой, выполненной в виде дуги 10 или снабженной зубьями. Зубья направлены вперед и вниз. Две боковые стенки 1 и задняя стенка соединены между собой сваркой. В некоторых случаях при работе машины в обводненных грунтах или при углублении водоемов в хвостовой части ковша имеются отверстия. К проушинам передней части боковых стенок, соединенных аркой 7, крепят тяговые цепи 8, а к ним – тяговый канат 9. К подъемному канату 5 ковш крепят подъемными цепями 3 при помощи подъемных проушин 2 и опрокидного блока 4. При натяжении тягового каната 9 благодаря разгрузочному канату 6 ковш занимает горизонтальное положение, срезает грунт и, приближаясь к экскаватору, заполняется. Поднимаясь на канате 5 при натянутом канате 9, ковш остается в горизонтальном положении. При ослаблении тягового каната ковш наклоняется и опорожняется. Цепи по сравнению с канатами обладают большей гибкостью и износостойкостью. Устройство для наводки тягового каната (рис.9.25, б) на строительных экскаваторах имеет по два блока с осями в горизонтальном 2 и вертикальном 5 направлениях. Они установлены в одном литом корпусе 1, связанном с платформой с помощью вертикальной оси 4. В передней части корпуса перед блоками 2 установлены два вертикальных ролика 3. Стрелы на драглайнах средней и большой мощности в настоящее время чаще выполняют трехгранными. В настоящее время такие и более мощные драглайны применяются на вскрышных работах. Каждая из граней представляет собой ферму. В плане такая стрела имеет вид треугольника. Поясные элементы нижней грани внизу заканчиваются

пятами для присоединения стрелы к платформе. Раскосы ее здесь образуют окно для пропуска тяговых канатов.

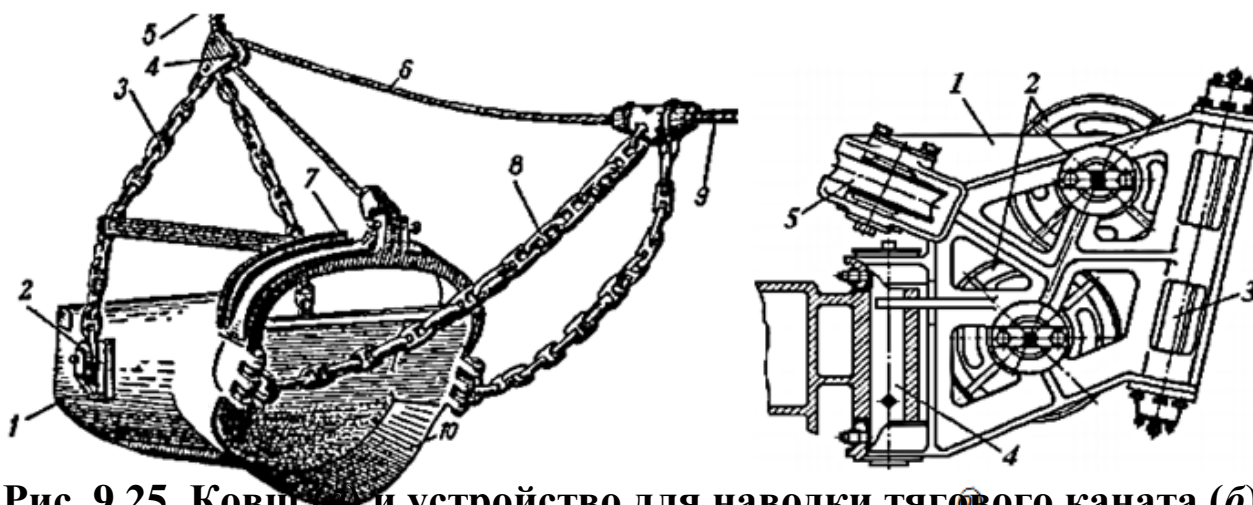


Рис. 9.25. Ковш (а) и устройство для наводки тягового каната (б) драглайна.

При переоборудовании строительного универсального одноковшового экскаватора с прямой лопаты на драглайн заменяют его рабочее оборудование, устанавливают направляющее блочно-роликовое устройство у пяты стрелы и переоборудуют напорный механизм в тяговый.

Мощные шагающие драглайны отличаются от описанных большими размерами и массой, индивидуальным приводом рабочих механизмов и ходовым оборудованием. Основные механизмы этих экскаваторов приводятся в движение электродвигателями постоянного тока, питаемыми от сети переменного тока высокого напряжения через сетевой двигатель переменного тока и генераторы постоянного тока.

Техническая характеристика одноковшовых гидравлических экскаваторов дано в таблице 9.4 и 9.5.

Таблица 9.4.

Техническая характеристика одноковшовых гидравлических экскаваторов.

Наименование показателей	Марка экскаватора								
	GLG205	GLG225	GLG925	JYL210E	JY210E	JY230E	JY ELD	JY230	HXW230
Тип привода	гидравлический								
Двигатель марка	Камминз 6BTA 5.9-C173								

Мощность, кВт.	108	108	115	108	126	126	126	126	124
Вместимость ковша, м ³	0,8	0,9 5	0,5	0,5	0,9	1,0	0,8	0,4 5	0,5 3
Наибольшая радиус копания, м	9,8 2	12, 2	15, 56	9,4 2	10, 0	10, 4	10, 4	15, 0	15, 33
Наибольшая глубина копания, м	6,3 5	8,5 5	11, 78	6,1 5	6,1 5	7,0 5	7,0 5	11, 0	11, 35
Наибольшая высота выгрузки, м.	6,7 3	8,4 5	11, 09	6,9 8	6,9 8	7,1 5	7,1 5	10, 0	11, 17
Масса, т.	26, 0	21, 5	26, 0	21, 0	21, 0	23, 0	23, 0	24, 1	22, 83
Тип ходового устройства	гусеничный			КОЛЕСН ный	гусеничный				

Таблица 9.5.

Наименование показателей	Марка экскаватора					
	ЕК-1860	ЕК2027	ЕК2028	ЕТ2028	ЭО4225	ЭО4121
Тип привода	гидравлический					
Двигатель марка	ЯМЗ 236 Г-5				ЯМЗ 238ГМ2	А-01М
Мощность, кВт.	90,5	132	132	110	125	95,6
Вместимость ковша, м ³	1,0	0,65	1,0	0,45	0,6	0,65 0,8
Наибольшая радиус копания, м	9,1	11,5	9,3	15,0	9,3	8,8
Наибольшая глубина копания, м	5,7	8,1	5,8	11,0	6,0	5,8
Наибольшая высота выгрузки, м.	6,2	8,0	6,2	9,5	5,1	6,0
Масса, т.	18,0	21,0	20,1	27,4	25,4	20,9
Тип ходового устройства	колесный			гусеничный		

Контрольные вопросы.

1. Какие машины называют одноковшовыми экскаваторами? Из каких операций состоит их рабочий цикл? Охарактеризуйте эти операции. Что такое большой цикл? Приведите классификацию одноковшовых экскаваторов. Какие сменные виды рабочего оборудования могут быть установлены на одноковшовых экскаваторах? Чем отличаются специальные экскаваторы от универсальных? Приведите сравнительную оценку гидравлических и канатных экскаваторов.

2. Каковы особенности использования в конструкциях одноковшовых экскаваторов пневмоколесных, гусеничных и шагающих ходовых устройств? Какие виды экскаваторов оборудованы полноповоротными и не- полноповоротными устройствами? одномоторной силовой установкой и многомоторным приводом?

3. Назовите главный и основные параметры одноковшовых экскаваторов. Каков принцип построения размерных групп универсальных одноковшовых экскаваторов и их индексов? Приведите примеры.

4. Как определяют техническую и эксплуатационную производительность одноковшовых экскаваторов?

5. Перечислите основные и сменные рабочие органы строительных гидравлических экскаваторов. Назовите их основное рабочее оборудование. Для чего на экскаваторах устанавливают ковши различной ширины?

6. Каковы основные области применения экскаваторов с пневмоколесным и гусеничным ходовыми устройствами? Каковы особенности их работы в режиме экскавации грунта? Как их перевозят при смене строительного объекта?

7. Как устроена базовая часть полноповоротных гидравлических пневмоколесных и гусеничных экскаваторов? Опишите общую структуру гидравлической системы и охарактеризуйте ее составные части.

8. Для чего предназначены гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием обратная лопата? Как они устроены и как работают? Назовите виды стрел. Обоснуйте ломаную конфигурацию стрел. Что такое рабочая зона экскаватора? Каковы ее параметры для рабочего оборудования обратная лопата? Чем ограничена ее подземная часть для практической реализации? Каким условиям должна удовлетворять оптимальная глубина копания? Опишите рабочий процесс гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием обратная

лопата. Чем отличается разгрузка фунта в транспортное средство от разгрузки в отвал?

10. Для чего предназначены гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием прямая лопата? Как они устроены и как работают? Какие типы ковшей устанавливают на этих экскаваторах, чем они отличаются друг от друга? Опишите рабочий процесс гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием прямая лопата. Каковы особенности разработки грунта в высоких забоях?

11. Для чего применяют, как устроено и как работает погрузочное рабочее оборудование?

12. Для чего применяют грейферное рабочее оборудование? Как оно устроено и как работает? Дайте сравнительную оценку работы канатных и гидравлических грейферов.

13. Для чего применяют экскаваторы-планировщики? Как они устроены и как работают? Назовите основные параметры рабочей зоны этих машин.

14. Какое сменное рабочее оборудование применяют для разрыхления прочных грунтов?

15. Для чего предназначены неполноповоротные гидравлические экскаваторы? Как они устроены, каковы их основные параметры и как они работают? Перечислите виды сменных рабочих органов этих машин.

16. Как устроены и как работают канатные экскаваторы с рабочим оборудованием прямая лопата? Назовите виды стрел и рукоятей. Каковы особенности привода независимого и зависимого напорных механизмов? Опишите кинематические схемы группового и индивидуального приводов одноковшовых канатных экскаваторов с рабочим оборудованием прямая лопата.

17. Опишите рабочий процесс канатных прямых лопат. Какими параметрами характеризуется их рабочая зона?

18. Для чего предназначены, как устроены и как работают одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием драглайна? Чем принципиально отличается процесс копания грунта ковшом драглайна от копания ковшами лопат?