

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
А.В. Гилев  
«\_\_\_» 2019 г.

## ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

**21.05.04 «Горное дело»**  
(специальность)

**21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»**  
(специализация)

Разработка учебно-методических материалов для подготовки машинистов  
экскаватора ЕК-270  
тема

Руководитель

\_\_\_\_\_

И.С. Плотников

подпись, дата

Выпускник

\_\_\_\_\_

А.Л. Чепурнов

подпись, дата

Консультанты:

Экономическая часть

\_\_\_\_\_

А.Д. Бурменко

подпись, дата

Безопасность  
жизнедеятельности

\_\_\_\_\_

Н.М. Капличенко

подпись, дата

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

И.С. Плотников

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
А.В. Гилев  
«\_\_\_» 2019 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме дипломной работы**

Студенту Чепурнову Александру Леонидовичу  
фамилия, имя, отчество  
Группа ГМ13-07 Направление (специальность) 21.05.04 Горное дело,  
номер код  
специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»  
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Разработка учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора ЕК-270

Утверждена приказом по университету №240/с от 15.01.2019 г.

Руководитель ВКР И.С. Плотников, кандидат технических наук, доцент кафедры «Горные машины и комплексы»

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР: вместимость ковша – 1,25 м<sup>3</sup>; наибольшее усилие на рабочем органе – 200 кН; скорость подъема номинальная – 1,7 м/с; мощность двигателя – 132 кВт/180 л.с; преодолеваемый угол наклона трассы – 30 град; скорость передвижения по подготовленной трассе – 1,7/4,4; наибольшая скорость вращения поворотной платформы при установившемся движении – 11,5 об/мин.

Перечень разделов ВКР 1. Физико-механические свойства горных пород; 2. Управление одноковшовым экскаватором; 3. Техническое обслуживание и ремонт; 4. Безопасность жизнедеятельности; 5. Экономическая часть

Перечень графического материала Слайды презентации

Руководитель ВКР

подпись

И.С. Плотников

инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

А.Л. Чепурнов

инициалы, фамилия студента

«\_\_\_\_\_» 2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Реферат .....	7
Введение .....	8
1 Физико-механические свойства горных пород.....	9
1.1 Физико-механические свойства горных пород .....	9
1.2 Физика процесса разрушения массива исполнительными органами горных машин .....	12
1.3 Копание и резание горных пород. Основы технологии экскаваторных работ .....	16
1.4 Горно-геологические и горнотехнические условия .....	19
2 Управление одноковшовым экскаватором .....	23
2.1. Конструкция экскаватора ЕК-270 .....	23
2.2 Электрическая часть.....	32
2.3 Технические характеристики экскаватора ЕК-270.....	34
2.4 Режимные параметры работы экскаваторов .....	35
2.5 Перегон и перемещение экскаватора .....	37
2.5.1 Технологический процесс перебазировки экскаватора .....	37
2.5.2 Требования к перегону экскаватора .....	46
2.6 Управление экскаватором при выполнении отвальных и погрузо-разгрузочных работ .....	49
2.7 Переэкскавация горной массы на рабочую площадку .....	53
2.7.1 Правила работы экскаватора на рабочей площадке .....	53
2.7.2 Технологический процесс переэкскавации горной массы экскаватором .....	54
2.8 Укладка горной массы на внутреннем и внешнем отвале.....	55
2.8.1 Способы укладки горной массы в выработанном пространстве (внутренний отвал).....	55
2.8.2 Технологический процесс укладки горной массы в выработанном пространстве (внутренний отвал) и на внешнем отвале экскаватором.....	57
2.9 Профилирование трассы .....	58
2.9.1 Машины, производящие процесс профилирования трассы, их характеристики .....	58
2.9.2 Технологический процесс профилирования трассы экскаватора.....	60
2.10 Оборка заоткоса .....	62
2.10.1 Правила постановки бортов в предельное положение (оборка заоткоса) экскаватором .....	62
2.11 Алгоритм и способы планировки забоя, верхней и нижней площадок уступа.....	63
2.11.1 Технологический процесс разработки забоя экскаватором .....	67

2.11.2 Технологический процесс селективной выемки.....	69
2.11.3 Признаки оползневых явлений .....	70
2.11.4 Способы селективной разработки забоя.....	72
<b>3 Техническое обслуживание и ремонт.....</b>	<b>73</b>
3.1 Виды и содержание технического обслуживания и ремонта.....	73
3.2 Анализ качества выполненных ремонтных работ.....	75
3.3 Критическое состояние и способы восстановления работоспособности и исправности управления, систем двигателя, агрегатов, узлов, систем и контрольно-измерительных приборов экскаватора ЕК-270 .....	77
3.4 Ежесменное техническое обслуживание экскаватора.....	80
3.4.1 Заправка экскаватора.....	80
3.4.2 Правила заправки и дозаправки экскаватора топливом, маслом, охлаждающей и специальными жидкостями .....	81
3.4.3 Типы, виды и сорта ГСМ применяемые для экскаватора.....	84
3.5 Устранение возникших во время работы на линии эксплуатационных неполадок и неисправностей экскаватора .....	86
3.6 Подготовка экскаватора к сдаче в ремонт и его приём после ремонта.....	95
3.7 Планово-предупредительный ремонт экскаватора .....	97
<b>4 Безопасность жизнедеятельности.....</b>	<b>100</b>
4.1 Правила безопасности при выемочно-погрузочных работах.....	100
4.2 Обеспечение безопасности при эксплуатации электроустановок.....	100
4.3 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях .....	101
<b>5 Экономическая часть.....</b>	<b>103</b>
5.1 Сетевая модель выполнения работы .....	103
5.2 Расчёт сметы затрат на разработку учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора .....	105
<b>Заключение.....</b>	<b>107</b>
<b>Список использованных источников.....</b>	<b>108</b>
<b>Приложение А .....</b>	<b>109</b>

## **РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа по теме: «Разработка учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора» содержит 112 страниц текстового документа, 9 использованных источников, 64 рисунка, 15 таблиц.

**ЭКСКАВАТОР, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ЕК-270, ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЙ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.**

Целевым назначением разработки учебно-механических материалов является выполнение выемочно-погрузочных работ машинистами экскаваторов в условиях открытой разработки месторождений и полезных ископаемых в соответствии с нормами технического обслуживания и правилами эксплуатации экскаватора.

По результатам разработки учебно-методические материалы могут быть использованы при подготовке рабочих по профессии «Машинист экскаватора», а также в дополнительном профессиональном образовании по повышению квалификации и переподготовке кадров по профессии.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Разработка учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора обеспечит уровень знаний и умений обучающегося профессиональной деятельности при экскавации горной породы выемочно-погрузочной машиной ЕК-270.

Цель – выполнение выемочно-погрузочных работ машинистами экскаваторов в условиях открытой разработки месторождений и полезных ископаемых в соответствии с нормами технического обслуживания и правилами эксплуатации экскаватора.

Учебно-методические материалы могут быть использованы при подготовке рабочих по профессии «Машинист экскаватора», а также в дополнительном профессиональном образовании по повышению квалификации и переподготовке кадров по профессии.

# **1 Физико-механические свойства горных пород**

## **1.1 Физико-механические свойства горных пород**

Разработка горных пород и углей начинается с их разрушения и может осуществляться следующими способами:

1 Механическим, когда рабочие органы сосредоточенным силовым воздействием рабочего инструмента (как правило, клинообразной формы) непосредственно отделяют породу от массива. Энергоемкость способа (расход энергии на единицу объема разрушенной породы) в зависимости от крепости породы, типа, размеров и крупности рабочего органа составляет 0,72-6,12 МДж/м<sup>3</sup>;

2 Гидравлическим, когда порода отделяется от массива напорной струей воды, подаваемой из гидромонитора, или, когда порода со дна водоема вместе с водой всасывается земснарядом. Энергоемкость разрушения породы напорной струей составляет 1,44-14,4 МДж/м<sup>3</sup>, а при работе земснаряда она в 1,5-2 раза меньше (без учета транспортирования);

3 Взрывным, когда породы разрушаются под давлением газов, выделяемых при воспламенении взрывчатых веществ. Энергоемкость только бурения 1 м взрывной скважины составляет 14,4-36 МДж/м<sup>3</sup>.

Применяют и комбинированные способы разрушения, например, когда основное рыхление породы производится рыхлителем, а окончательное рыхление и захват разрушенной породы осуществляются механической лопатой, погрузчиком, скрепером, бульдозером или земснарядом.

Наибольшее распространение получил механический способ разрушения породы до 85 % всего объема горных и земляных работ.

Механический способ разрушения прочных пород при малой (до 5 м/с) скорости силового воздействия называется статическим, тогда как вибрационное, ударное, высокоскоростное и импульсное разрушения – динамическими.

Сопротивление разработке и устойчивость горных пород как основания, на котором стоит горная машина, определяются их физико-механическими свойствами. Поэтому ознакомление с физико-механическими свойствами горных пород необходимо для знания теории их разрушения.

Физико-механическими свойствами горной породы называют совокупность свойств, из которых к физическим относят плотность, пористость, связность, липкость, пластичность, тепло- и электропроводность и другие, а к механическим – крепость, твердость, сопротивление вдавливанию, абразивность, разрыхляемость и другие, т.е. свойства, определяющие поведение горной породы в процессе деформации.

Свойства пород изменяются в широких пределах, поэтому принято объединять породы в группы и категории с определенным диапазоном свойств и характеристик.

Применительно к открытой разработке все горные породы подразделяют на группы: скальные и полускальные в естественном их состоянии; разрушенные

(искусственно или естественно) скальные и полускальные; плотные, мягкие (связные) и сыпучие.

Рассматривая горные породы как объект разработки, надо отметить следующие наиболее характерные их свойства.

Крепость – сопротивление горной породы общему разрушению. Предположив, что если одна горная порода крепче другой по буримости в  $f$  раз, то и по всем остальным механическим характеристикам (взрываемости, пределу прочности на сжатие и др.) она будет в  $f$  раз превосходить ее, проф. М. М. Протодьяконов составил шкалу крепости, разбив все горные породы на десять категорий с коэффициентами от  $f=20$  и более для I категории, до  $f=0,3$  для X категории.

Ориентировочно коэффициент крепости  $f$  равен 0,1 предела прочности горной породы при одноосном сжатии  $\sigma_{cyc}$  (МПа).

Хотя шкала крепости проф. М. М. Протодьяконова получила широкое распространение в горном деле, однако она недостаточно полно отражает физико-механические свойства горных пород. Существуют также классификации горных пород, приспособленные для частных случаев ведения горных работ применительно к различным классам машин.

Твердость – способность породы оказывать сопротивление проникновению в нее другого, более твердого тела, не испытывающего при этом каких-либо остаточных деформаций. Твердость породы характеризуется сопротивлением ее поверхностного слоя воздействию внешней силы. Замечено, что статическая твердость горных пород, получаемая в результате приложения статических сил, обычно на порядок выше, чем динамическая, что учитывается при создании машин, использующих эффект ударного и вибрационного воздействий на породу.

Плотность  $\gamma$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$  или  $\text{т}/\text{м}^3$ ) – отношение массы породы к ее объему при естественной влажности. Связность определяется сцеплением отдельных частиц породы между собой и характеризует ее способность сопротивляться их разделению. От связности зависят прочность породы и ее сопротивление сдвигу, деформации и разрушению.

Угол естественного откоса  $\phi_0$  – угол у основания конуса, который образуется при отсыпке разрыхленной породы с некоторой высоты (таблица 1.1).

Величина угла  $\phi_0$  зависит от категории, коэффициента внутреннего трения  $\mu_2$ , гранулометрического состава связности и влажности породы. Для несвязных пород угол естественного откоса равен углу внутреннего трения  $\phi_2$ .

Таблица 1.1 – Угол естественного откоса  $\phi_o$ , град.

Значение угла в градусах

Состояние породы	Песок			Гравий	Суглинок	Глина	Растительный слой	Торф	Скала, руда
	мелкий	средний	крупный						
Сухая	25	28	30	40	50	45	40	40	42
Влажная	30	35	32	40	40	35	35	25	42
Мокрая	20	25	27	35	30	15	25	1	42

Гранулометрический состав – процентное содержание по массе частиц различной крупности (размера). В горной породе по крупности куска различают: валуны и камни (220 мм и более), гальку и щебень (20-200 мм), гравий (2-20 мм) и песчаные фракции (до 2 мм).

Разрыхляемость – отношение объема разрыхленной породы к первоначальному ее объему (в целике). Величина коэффициента разрыхления  $K_p$  зависит от категории породы, параметров рабочего органа (уменьшаясь с их увеличением) и изменяется в пределах 1,05-1,5.

Горные породы, слагающие массив, после рыхления взрывом в зависимости от степени связи между смежными кусками (связности) имеют следующие коэффициенты разрыхления: связанные ( $K_p=1,02\div1,5$ ), связно-сыпучие ( $K_p=1,2\div1,3$ ) и сыпучие ( $K_p=1,35\div1,5$ ). При транспортировании и многократной перевалке пород коэффициент их разрыхления обычно увеличивается и для сыпучих пород может достигать 1,7.

Сопротивление породы вдавливанию характеризуется коэффициентом сопротивления смятию  $p_o$  (Н/см<sup>3</sup> или МПа/м), который определяется силой (Н), под действием которой стержень с опорной поверхностью торца 1 см<sup>2</sup> погрузится на 1 см. Допустимые давления под опорными поверхностями ходовых устройств горных машин устанавливаются с учетом возможного их погружения на 6-12 см в грунт и характеризуются средним давлением па грунт  $p_{cp}$  (МПа).

Величины коэффициентов сопротивлений различных пород смятию  $p_o$  в зависимости от категории породы изменяются от 2 Н/см<sup>3</sup> (2 МПа/м) для мокрой глины и рыхлого песка до 13 МПа/м для сухих мергеля и плотной глины. Величины средних давлений ходовых частей машины на грунт могут достигать 0,5 МПа.

Абразивность – способность горной породы интенсивно изнашивать разрушающий ее инструмент. Вследствие износа нарушаются проектные условия взаимодействия машины с породой, существенно увеличиваются сопротивление породы копанию и энергоемкость разработки, возрастают нагрузки на машину. Поэтому при создании и эксплуатации горных машин обязательно должна приниматься во внимание абразивность. Испытание на абразивность заключается в истирании эталонного стержня об естественную поверхность породного образца. По величине показателя абразивности все прочные породы подразделяются на восемь классов: от весьма малоабразивных

(известняки, мрамор, апатит) до высокоабразивных и в высшей степени абразивных (граниты, диориты и корундосодержащие породы).

Трещиноватость – наличие в горных породах трещин, образуемых при разрыве внутренних связей в породном массиве. Трещины с линейными размерами 8-10 см определяют сопротивляемость пород бурению, измельчению в дробилках, выемке многоковшовыми экскаваторами, тогда как более протяженные трещины оказывают наиболее существенное влияние на выемку одноковшовыми экскаваторами, механическое рыхление и взрывное разрушение. При двух последних видах разрушения происходит разделение горной породы на структурные отдельности (блоки, куски). В этом случае прочность породы в массиве  $C_m$  (по сцеплению) может оказаться на порядок меньше прочности породы в куске  $C_k$ . Снижение прочности породы в массиве характеризуется коэффициентом структурного ослабления  $\lambda$ , равным отношению  $C_m$  и  $C_k$ . Подразделение пород по прочности представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Подразделение пород по прочности

Порода	Коэффициент крепости $f$	Прочность породы, МПа	
		В куске $C_k$	В массиве $C_m$
Мягкая	0,6 и менее	0,03 и менее	0,03 и менее
Плотная	0,6 – 1,9	0,07 – 0,3	0,03 – 0,15
Полускальная	1,9 - 6	0,3 – 4,0	0,15 – 0,8
Скальная	Более 6	Более 4	Более 0,8

Сопротивление резанию – способность горной породы сопротивляться механическому воздействию, вызывающему в ней совокупность напряжений сжатия, растяжения и сдвига, преодоление которых завершается разрушением породы и отделением от массива кусков или слоев.

Сопротивление копанию является обобщенным сопротивлением, учитывающим сопротивления: резанию, продвижению горной массы в ковш при его заполнении и трения породы о ковш и ковша о породу. Оно характеризуется коэффициентом сопротивления копанию  $K_F$  [1].

## 1.2 Физика процесса разрушения массива исполнительными органами горных машин

Разрушение горных пород – нарушение сплошности природных структур горных пород (минеральных агрегатов, массивов горных пород) под действием естественных и искусственных сил.

Разрушение – сложный физический/физико-химический процесс, характер развития которого зависит от величины и скорости приложения нагрузки, напряженного состояния объекта, его прочности и структурных свойств. В соответствии с этим разрушение может протекать на микро- и макроскопическом уровнях. Микроскопическое разрушение (размеры зоны разрушения до 1 мм) возникает в месте контакта разрушающего элемента с породой и сопровождается

разрывом связей между зёrnами или нарушением химических связей в кристалле, микротрещинами, сдвигом вдоль поверхностей скольжения. Макроскопическое разрушение (размеры зоны разрушения 1 см и более) характеризуется развитием одной или многих трещин, нарушающих сплошность массивов в значительных объёмах. Во всех случаях разрушение начинается с процесса на микроскопическом уровне, при определённых условиях приобретающего макроскопические масштабы.

Естественное разрушение происходит в результате гравитационных (оползни, оседания грунтов, обвалы, осыпи), вулканических, глубинных тектонических процессов, выветривания, других природных процессов и явлений. На горных объектах естественное разрушение сопровождается обрушением подземных горных выработок, бортов карьеров и т.п. и представляет собой негативный фактор, влияние которого снижают выбором специальных технологических схем ведения работ, креплением выработок, закреплением грунтов и т.д. С другой стороны, нарушение сплошности полезных толщ (например, под действием горного давления) упрощает процессы выемки, а разрушение породных толщ интенсифицирует дегазацию горных пород.

Искусственное (принудительное) разрушение – основной процесс технологии добычи и переработки твёрдых полезных ископаемых. Осуществляется в результате главным образом механического и взрывного воздействия на горные породы, в меньшей степени – гидравлического, взрывогидравлического, термического, электрического, электромагнитного, комбинированного и др. При этом разрушающие нагрузки носят или квазистатический характер (скорости их приложения измеряются единицами или десятками м/с) – возникают при бурении, резании, механическом дроблении, или динамический (сотни и тысячи м/с) – при ударном и взрывном разрушении. Описание способов разрушения горных пород представлено в таблице 1.3 [2].

Таблица 1.3 – Способ разрушения горных пород

Способ разрушения горных пород	Описание
Механический	Создание напряжений в горных породах, превышающих предел их прочности. Отделение горных пород от массива происходит непосредственно рабочими органами оборудования.
Гидравлический	Отделение горных пород от массива происходит напорной струей воды, подаваемой из гидромонитора, или когда горная порода вместе с водой всасывается земснарядом со дна водоема.
Взрывной	Разрушение горных пород под действием давления газов, выделяемых взрывчатыми веществами.
Физический	Разрушение или уменьшение прочности горных пород достигается с помощью теплового воздействия, токов высокой частоты, ультразвука и др.

### Окончание таблицы 1.3

1	2
Химический	Отделение горных пород от массива достигается посредством их перевода в жидкое или газообразное состояние.
Комбинированный	Комбинирование различных способов (например, термомеханическое воздействие, виброэлектромагнитное и т.п.). Используя потоки энергии различных полей, комбинированные воздействия могут уменьшить удельные энергозатраты на разрушение того или иного объема горной породы.

Влияние геометрии режущей кромки и параметров процесса экскавации на величину сил сопротивления копанию определяется экспериментальным путем. К параметрам процесса относятся: скорость движения рабочего органа, размеры стружки и ее расположение по отношению к предыдущей, характер воздействия рабочего органа на породу – статический или динамический.

Влияние углов резания  $\delta$ , заострения зубьев  $\alpha$  (режущей кромки) и заднего  $\gamma_3$ , иллюстрируется на рисунке 1.2.1. У режущего инструмента различают статические и кинематические геометрические параметры (рисунок 1.2.2).

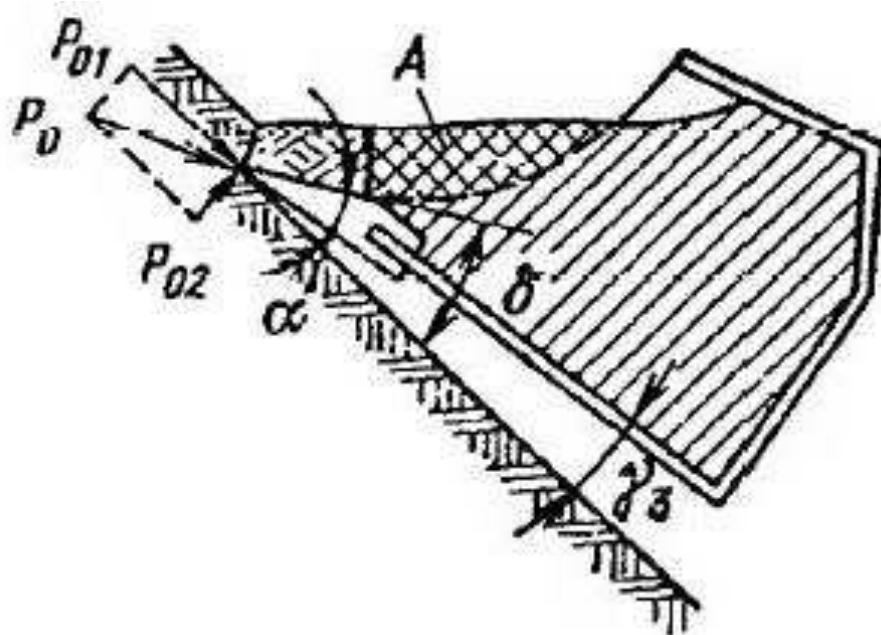
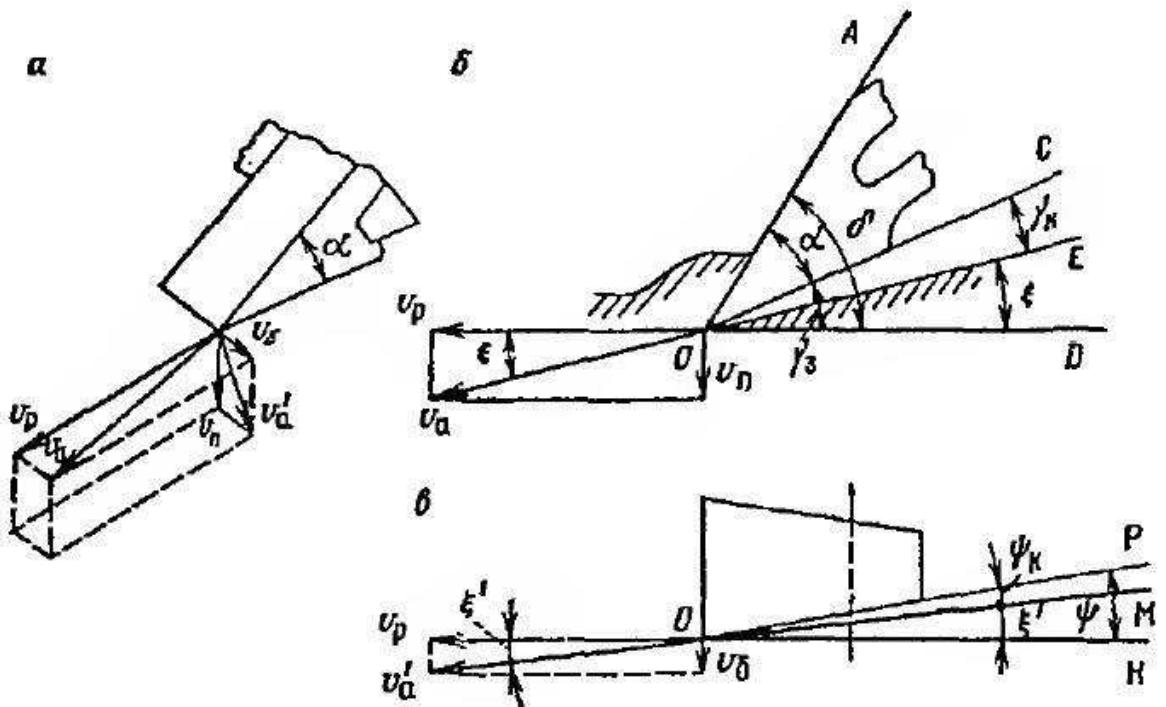


Рисунок 1.2.1 – Призма волочения при наклонной траектории ковша



а – в пространстве; б и в – в вертикальной и горизонтальной плоскостях

Рисунок 1.2.2 – Геометрические параметры режущего инструмента и векторы его скорости

Статические параметры определяют форму рабочей части инструмента. У зубьев и режущих кромок, имеющих форму клина, статическими параметрами являются: угол заострения  $\alpha$  –  $\angle \text{AOC}$ , задний угол  $\gamma_3$  –  $\angle \text{СОД}$ , угол резания  $\delta = \alpha + \gamma_3$ , угол скоса боковой грани зуба  $\psi$  –  $\angle \text{РОН}$ .

Кинематические геометрические параметры зуба определяют взаимное положение его рабочих граней и поверхности забоя в процессе резания при перемещении зуба в пространстве с некоторой скоростью.

В общем случае зуб в процессе работы может перемещаться под действием скоростей резания  $v_p$ , подачи  $v_a$  и бокового перемещения  $v_b$  в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Угол резания  $\delta$  оказывает значительное влияние на сопротивление породы резанию и его обычно устанавливают в пределах 30-40°. Так, увеличение угла резания от 40° до 60° удваивает лобовые сопротивления внедрению зуба. С другой стороны, чрезмерное уменьшение угла резания (менее 30°) может сопровождаться ростом сопротивления, особенно при резании вдоль напластования горных пород.

Угол заострения  $\alpha$  с режущей кромки и зубьев, учитывая износ инструмента, не следует принимать менее 20° для пластичных грунтов и 22-25° – для тяжелых каменистых пород. Задний угол рекомендуется выдерживать в пределах 5-8°.

Для уменьшения общих сопротивлений внедрению ковша в породу считается целесообразным исключать из участия в резании боковые стенки ковша, для чего надо либо отодвигать их от средней части и наклонять назад под углом 30-40°, либо далеко выдвигать переднюю режущую кромку (зубья).

Зубья увеличивают удельную нагрузку на породу в 2-2,5 раза, что облегчает процесс ее разрушения. Вылет зубьев желательно иметь возможно меньшим, что позволит обеспечить им необходимую прочность. При плоской режущей кромке в плотных горных породах острые зубья способствуют снижению общего сопротивления копанию на 8-15%, а снижению сопротивления резанию – на 16-35 % по сравнению с зубьями, затупленными в результате их износа.

Для увеличения контактной нагрузки на породу ширину зубьев делают возможно меньшей. Нагрузка на 1 см ширины зуба не должна превышать 7-8 кН. Расстояние между зубьями берут равным 1,2-1,25 их ширины. Уменьшение этого расстояния вызывает увеличение суммарной ширины зубьев, а, следовательно, и сопротивления горной породы экскавации. В то же время увеличение расстояния между зубьями вызывает износ кромки ковша между ними, так как целики породы между зубьями не скальваются, а их разрушает козырек ковша. Износ зуба происходит по задней грани. Допустимая степень износа зуба оговаривается заводскими инструкциями по эксплуатации.

Влияние скорости резания. Скорость резания, не превышающая 4-5 м/с, практически не оказывается на среднем сопротивлении копанию. Однако при скорости резания выше 5 м/с скорость образования линейной деформации в некоторых горных породах становится соизмеримой со скоростью движения инструмента, что вызывает повышение сопротивления разрушению породы. Влияние скорости резания становится особенно заметным при больших углах резания.

Влияние размеров (вместимости) ковша и параметров стружки. С ростом размеров, а, следовательно, и вместимости ковша сопротивление копанию при работе в породах средней крепости и крепких падает независимо от типа породы, за исключением взорванной скалы, где это усилие практически не изменяется для ковша любой вместимости, если соблюдено постоянное соотношение между шириной ковша и крупностью куска [1].

### **1.3 Копание и резание горных пород. Основы технологии экскаваторных работ**

Процесс технологии добычи твёрдых полезных ископаемых начинается с разрушения горных пород, когда происходит отделение от массива горной породы и её дробление до кусков, пригодных к погрузке, транспортировке и дальнейшей переработке.

Разрушение горных пород может осуществляться механическим или физическими способами воздействия на массив. Распространение получил механический способ разрушения, когда рабочие органы горной машин

сосредоточенным силовым воздействием породоразрушающего инструмента создают нагрузки на массив.

Большинство горных машин производит разрушение массива последовательным отделением стружки. Перемещение срезанной породы по рабочему органу, а также скопления породы перед ним вызывают в ряде случаев значительные усилия сопротивления на рабочем органе, подчас более высокие, чем собственно от разрушения.

Копание – процесс отделения породы от массива (или от штабеля). Включает в себя резание, перемещение отделенной породы по рабочему органу (в частности, в ковшах экскаваторов) и трение рабочего органа о породу.

Резание – процесс отделения стружки от массива режущей частью рабочего органа.

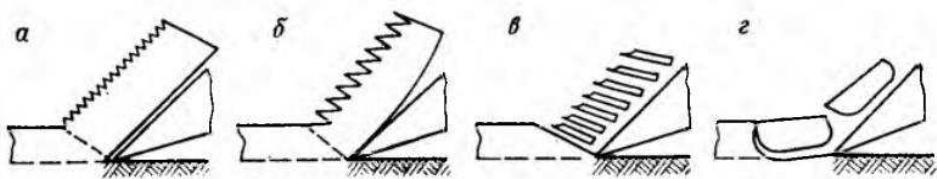
Рабочий орган перемещается чаще всего в двух направлениях. Одно из них – главное движение, при котором происходит отделение стружки, а другое, при котором изменяется толщина (ширина) стружки, является движением подачи. Скорость подачи значительно меньше скорости главного движения, а соотношение этих двух скоростей определяет траекторию движения рабочего органа.

В одних случаях лезвие рабочего органа сначала перемещается в глубь горной породы, а затем движется вперед для отделения стружки (струг, скрепер, бульдозер), а в других – эти два перемещения осуществляются в течение всего процесса резания или большей его части (экскаваторы, бурильные машины). Усилия и рациональные режимы чаще подбираются экспериментальным путем.

Различают следующие условия резания: блокированное, полусвободное (полублокированное) и свободное. При блокированном резании режущая часть рабочего органа разрушает породу передней и двумя боковыми режущими кромками, при полусвободном – передней и одной боковыми режущими кромками, при свободном – только передней режущей кромкой.

Величина сопротивлений на рабочем органе при резании зависит от того, в каких условиях осуществляется резание. На практике чаще всего осуществляется полусвободное резание.

В зависимости от вида и состояния породы, а также угла резания отделяемая клиновидной частью режущего органа стружка имеет различную форму (рисунок 1.3.1).

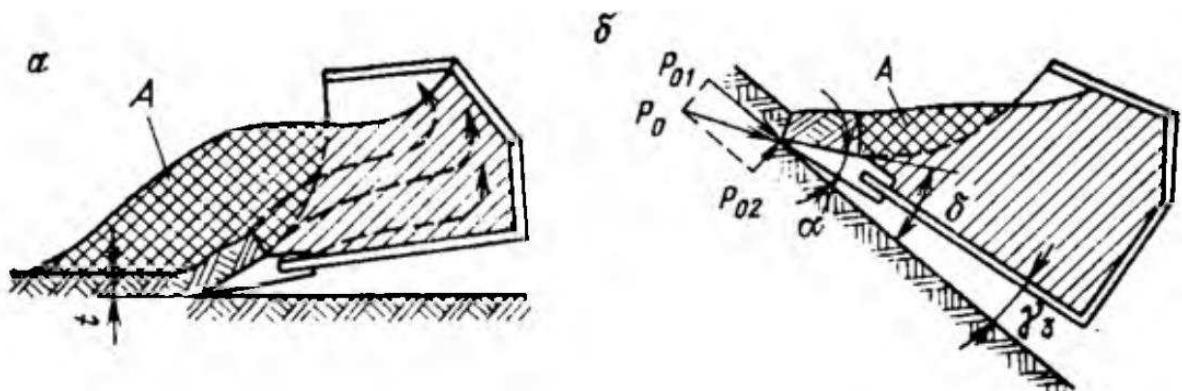


а - слиновая; б - ступенчатая; в - скола; г – отрыва

Рисунок 1.3.1 – Виды стружки

В пластичных породах острые кромки отделяют сливные стружки, поступающие в ковш в виде неразделенного на входе потока (рисунок 1.3.1, а).

С увеличением крепости породы, а также угла резания и затупления кромок возрастает степень дробления стружки (рисунок 1.3.1, б, в, г), а проходимость ее в ковш ухудшается. И наконец, в малосвязных сыпучих породах разрушенная при резании часть стружки (небольшая в связных породах) или вся стружка (в малосвязных породах) образует перед рабочим органом призму волочения  $A$  (рисунок 1.3.2, а), величина которой зависит от траектории, уменьшаясь с увеличением угла наклона последней (рисунок 1.3.2, б).



а – горизонтальной; б – наклонной;  $\alpha$  – угол заострения зубьев (режущей кромки);  $\delta$  – угол резания;  $\gamma$  – задний угол;  $t$  – толщина стружки; А – призма волочения

Рисунок 1.3.2 – Призма волочения при траектории ковша

При существенном наклоне траектории (более  $45^\circ$ ) призма сползает в ковш, образуя «шапку» при отрыве рабочего органа от забоя. При горизонтальной траектории в малосвязных сухих и взорванных породах объем призмы волочения может достигать  $0,5E$  ( $E$  – объем или вместимость рабочего органа), а в связных крепких породах до  $(0,15 \div 0,2) \cdot E$ . По достижении предельных для данных условий размеров призмы излишек породы из последней будет уходить в валики, образующиеся сбоку от рабочего органа. Работа, расходуемая на перемещение породы в призме волочения, как правило, теряется, так как при подъеме ковша призма волочения остается в забое.

Полное усилие сопротивления копанию на ковше  $P_o$  (рисунок 1.3.2, б) складывается из касательной к траектории составляющей сопротивления горной породы разрушению  $P_{01}$  и нормальной его составляющей  $P_{02}$ .

Последняя, будучи направленной от массива, равна нормальной составляющей напорного усилия. При ее направленности в сторону массива породы сила  $P_{02}$  способствует заглублению рабочего органа. Выглубление ковша наблюдается при отделении сравнительно тонких стружек затупленными зубьями (режущими кромками), а также при углах резания больше  $60^\circ$ , заглубление – при отделении толстых стружек, срезаемых острой кромкой при небольших углах резания. При рациональной форме режущей кромки и однородных пластичных породах сила  $P_{02}$  не превышает  $(0,1 \div 0,15) P_{01}$ . Сила

сопротивления  $P_{02}$  может возрастать в 1,5-2 раза и более по отношению к  $P_{01}$  при работе в плохо взорванных скальных забоях и затупленной режущей кромке.

Затупление и износ режущего инструмента оказывают самостоятельное влияние на сопротивление пород разрушению. Даже допускаемый нормативами износ режущего инструмента может вызвать увеличение сопротивления сил копанию в 1,5-2 раза. Сила сопротивления внедрению изношенного инструмента в породу замедленно возрастает с увеличением толщины среза и не равна нулю при практически нулевой его толщине. Накладываясь на силу основных сопротивлений внедрению ножа, дополнительная сила вызывает значительное увеличение силы сопротивления копанию  $P_{01}$  и существенно изменяет нормальную составляющую  $P_{02}$  [1].

#### 1.4 Горно-геологические и горнотехнические условия

Горно-геологические условия месторождения (участка), определяют способ вскрытия и технологию его разработки, к этим условиям относятся:

- 1 Рельеф местности;
- 2 Мощность и характеристика современных покровных и выветрелых, площадных и линейных отложений;
- 3 Особенности строения и условия залегания тел полезных ископаемых;
- 4 Мощность тел полезных ископаемых;
- 5 Углы падения;
- 6 Выдержанность.

Горнотехнические условия рудных месторождений. Форма и размеры рудных тел. Залежи металлических руд чаще имеют неправильную форму, далекую от любой геометрической фигуры. Размеры залежей по простиранию и падению изменяются от нескольких десятков метров до сотен метров; отдельные залежи простираются на несколько километров. Запас одного рудного тела составляет от тысяч до миллионов тонн, иногда превышает миллиард тонн. Месторождения обычно представлены несколькими, иногда многими рудными телами, рассредоточенными на большой площади. Запас одного месторождения изменяется от сотен тысяч тонн до нескольких миллиардов тонн.

Месторождения марганцевых руд и калийных солей залегают в виде пластов правильной формы. Основные элементы залегания – мощность и угол падения.

Мощность рудного тела (залежи, месторождения) – расстояние между контактами висячего и лежачего боков по нормали к kontaktам — изменяется в широком диапазоне – от нескольких сантиметров до 300-400 м, а иногда до километра и более. Различают рудные тела (на основе классификации норм технологического проектирования рудников):

- маломощные – мощностью до 5 м, в том числе тонкие – мощностью меньше 0,6-0,8 м, при выемке которых обязательно подрабатывают вмещающие породы;

- средней мощности – мощностью от 5 до 10-15 м, в которых располагают выемочные блоки длинной стороной по простиранию залежи (разработке по простиранию);

- мощные – мощностью более 10-15 м, при которой выемочные блоки располагают длинной стороной вкрест простирания (разработка вскрест простирания), в том числе весьма мощные – мощностью более 50-80 м, при которой в крутых залежах разделяют этаж на блоки не только по простиранию, но и вкрест простирания, а пологую залежь обычно разделяют на этажи.

Угол падения залежей (измеряемый от горизонтальной плоскости) изменяется от 0 до 90°. По углу падения различают залежи:

- крутые – с углом падения более 45-50°; при этом разделяют залежь по падению на этажи; отбитая руда может скатываться по лежачему боку под действием собственного веса;

- наклонные – с углом падения от 20-25 до 45-50°, разрабатываемые также с разделением по падению на этажи, но отличающиеся тем, что наклон лежачего бока недостаточен для скатывания по нему руды под действием собственного веса;

- пологие – с углом падения до 20-25°, отличающиеся тем, что их разрабатывают без деления на этажи по падению, в том числе горизонтальные – с углом падения приблизительно до 3°, что делает возможным рельсовую откатку по почве залежи.

Трещиноватость руды и вмещающих пород встречается самая различная – отдельные трещины, сплошная сеть редких (через 1-2 м и более) или густых (например, через 0,1-0,3 м) трещин, выдержаных по направлению или имеющих различную направленность. Трещины бывают открытые или закрытые, свободные или заминерализованные.

Трещиноватость имеет существенное, подчас решающее значение и для устойчивости руды и вмещающих пород, о чем сказано выше, и для дробимости руд при отбойке. Так, густая сеть трещин часто способствует хорошему взрывному дроблению руды, тогда как редкие трещины увеличивают выход негабаритных кусков. Прочность массива на растяжение может снижаться из-за трещиноватости в десятки раз.

Слеживаемость руд. Часть руд обладает этим свойством в отбитом состоянии частицы увлажненной руды в навале слипаются между собой, образуя как бы массив. Способствует этому и статическое давление массы налегающих пород, и динамическое давление ударами массы падающих пород. Слипаются частицы мелкие, так как они обладают наибольшей относительной (на единицу массы) поверхностью. Соответственно более склонны к слеживанию руды мягкие или с мягкими прослойками, при отбойке которых получается значительный процент мелких фракций.

Слеживаемость руд исключает или резко ограничивает применение методов работ, связанных со скапливанием в выработанном пространстве больших количеств отбитой руды, а также с перепуском руды под действием силы тяжести по вертикальным и крутонаклонным выработкам.

**Возгораемость руд.** Некоторые руды при длительном пребывании в отбитом состоянии окисляются по поверхности частиц, разогреваются и воспламеняются. Одни руды разогреваются за месяцы и годы, а другие – буквально за несколько дней, причем загореться могут даже целики, если они растрескались. Способствует возгоранию доступ воздуха, а также контакт с разрушенной деревянной крепью (гидролиз древесины вызывает повышение температуры до 200°C). Возгораемость свойственная рудам с повышенным содержанием серы (10-50%, в зависимости от минералогического состава руд). Возгорающиеся руды нельзя разрабатывать такими методами, при которых в выработанном пространстве остаются навсегда (теряются) значительные количества отбитой руды, а при особенно высокой возгораемости недопустимы вообще скопления отбитой руды в очистном пространстве даже на небольшое время.

**Обводненность руд.** Наряду с практически сухими рудами, встречаются и значительно обводненные. В последнем случае в рудах могут быть изолированные полости, заполненные водой, как например, в оруденелых плотных известняках, или трещины, связанные с водоносным горизонтом, или поры, насыщенные водой. Обводненность снижает устойчивость породного массива, требует специальных мер по дренажу во избежание больших или даже катастрофических водопритоков в забоях.

Ценность руды определяется содержанием в ней полезных компонентов и ценностью этих компонентов, а также примесей, улучшающих или, наоборот, ухудшающих показатели переработки рудной массы. Содержание в руде железа изменяется приблизительно от 28-35 до 55-65 %, содержание цветных металлов от 0,4 до 15 % и более, редких металлов измеряется десятыми и сотыми долями процента (тысячными и десятитысячными долями), благородных металлов – граммами на одну тонну (г/т), т.е. миллионными долями, алмазов – стомиллионными долями; калийные руды содержат до 30-45 % сильвина и галенита, серные – до 25-30 % серы, фосфорные – от 4-8 до 20-30 % фосфорита.

Большинство руд цветных, редких и благородных металлов содержат по нескольку (до 30 и более) полезных компонентов.

Суммарная ценность полезных компонентов в 1 т руды изменяется от нескольких рублей до нескольких сотен рублей.

В зависимости от ценности принято подразделять руды на бедные, рядовые и богатые, а иногда только на бедные и богатые

**Свойства вмещающих пород.** Вмещающие породы обладают таким же, как и руда, разнообразием физико-механических свойств. Что касается содержания в них полезных компонентов, то иногда оно практически равно нулю и контакт рудного тела с ними вполне отчетливый. Но во многих месторождениях содержание металла в руде убывает постепенно («расплывчатый» контакт, «кореол»), и рудные тела имеют лишь условные границы, определяемые опробованием и соответствующие принятому на данный период бортовому (т. е. минимально допустимому по границам рудных тел) содержанию полезного компонента.

При отчетливых контактах более жесткие требования предъявляются к точности контуров отбойки и чистоте выемки без засорения руды вмещающими породами.

Другие особенности месторождений. Многие месторождения имеют над собой мощную (до нескольких сотен метров) толщу обводненных наносов, в том числе и месторождения калийных руд, увлажнение которых недопустимо.

Глубина разработки изменяется в настоящее время от десятков метров приблизительно до 3,8 км в мировой практике, а на рудниках России – до 1,5 км.

Отечественная горнорудная промышленность пока что располагала достаточной минерально-сырьевой базой на относительно небольших глубинах. Горные работы постепенно понижаются в пределах от 10-15 до 20-25 м/год в различных горнорудных районах. Начиная с глубины 400-600 м, значительно затрудняется поддержание выработок и ограничивается применение методов добычи, связанных с оставлением пустот или обрушением пород,

Общие особенности условий. Таким образом, рудные месторождения чрезвычайно разнообразны по горно-геологическим условиям, причем основные характеристики – такие, как мощность залежи, угол падения, крепость пород, трещиноватость и т. п. – могут существенно изменяться в пределах даже какого-то участка одного месторождения.

Соответственно разнообразны техника и технология горных работ; для подавляющего большинства рудников стереотипные решения возможны лишь по отдельным элементам работ, но никак ни по всему их комплексу; исключается возможность ограничиться каким-то одним, общим для всех рудников главным направлением технического развития (например, совершенствованием комбайновой выемки с конвейерным транспортом руды, которая вполне подходит для пластов мягких руд, но вряд ли приемлема в обозримом будущем для мощных залежей крепких руд).

## **2 Управление одноковшовым экскаватором**

### **2.1. Конструкция экскаватора ЕК-270**

Компания КРАНЭКС была основана в конце 1990-х годов путем присвоения известного государственного предприятия. За довольно короткое время компания стала одной из ведущих на территориях России. Помимо спецтехники КРАНЭКС специализируется также и на производстве различного промышленного и строительного оборудования. Вся продукция обладает высоким качеством и надежностью, что как раз и позволило завоевать большую популярность на рынке.

Одним из наиболее популярных экскаваторов от данного производителя является ЕК 270, имеющий гусеничную платформу и массу современных технологий, позволяющих как повысить производительность, так и упростить управление.

Данный гусеничный экскаватор обладает следующими достоинствами:

1. Эксплуатационный ресурс всей конструкции.
2. Доступная стоимость деталей и широкое распространение запасных частей.
3. Повышенная производительность силовой установки и гидравлической системы.
4. Простое и комфортное управление.
5. Просторная кабина со всеми необходимыми оснащениями для комфортной и продолжительной работы.
6. Универсальность.

Конструкция ЕК 270 использует множество различных элементов, изготовленных иностранными производителями, что существенно повысило надежность и безотказность техники. Вся система управления здесь используется от компании Bosch. Стоит отметить, что большинство современных экскаваторов оснащаются гидравликой Bosch, так как данная система исправно функционирует даже при самых суровых условиях эксплуатации. В целях снижения уровня вибрационных колебаний в кабине оператора, а также и на самой раме экскаватора, были применены специальные гидравлические опоры, изготовленные производителем Simrit.

Экскаватор имеет массу положительных отзывов. Основными качествами данной техники, которые создали большой спрос, являются высокая производительность и прочность всей конструкции. Более того, при всем этом машина имеет вполне доступную стоимость, благодаря чему эксплуатация модели зачастую наблюдается и небольших компаниях.

Высокая надежность и качество всех элементов экскаватора было достигнуто за счет современных методов проектирования, использования современного оборудования, применения качественных комплектующих, а также благодаря строгому контролю на протяжении всего процесса производства. Сами же данные элементы изготавливаются из низколегированной стали, которой как раз и свойственна повышенная

долговечность и прочность. Также в конструкции используется сталь 10 ХСНД, однако применена она не везде, а лишь в тех элементах, которые испытывают повышенную нагрузку. Базовый землеройный ковш изготовлен из стали Hardox.

Сварочные работы осуществляются посредством сварочных полуавтоматов марки Kemppi. Применяются материалы Esab, отличающиеся высоким качеством. Все это в совокупности с современными технологиями и прогрессивными методами сварки позволили существенно повысить прочность сварных швов, что также сказывается на сроке эксплуатации экскаватора.

Характерными особенностями данной модели являются высокая эффективность и повышенная надежность. Повороты всей надстройки осуществляются посредством гидравлических насосов от производителя Bosch и редуктора планетарного типа, который, кстати, для ЕК 270 изготавливается итальянской компанией Trasmital.

Ходовая часть традиционно представляет собой X-образную раму, к которой крепятся гусеницы. Особенностью такой конструкции рамы является высокое сопротивление скручиванию и изгибу, что обеспечивает повышенную устойчивость при выполнении каких-либо работ. Гусеничные балки имеют двухскатную поверхность, благодаря чему грунт практически не забивается в элементах платформы. Помимо этого, гусеничные балки также оснащены направляющими ограждениями, которые позволяют миновать случайное соскаивание гусеничных лент с катков. Кстати о катках, опорные и натяжные катки обладают большим запасом прочности, благодаря чему техника может работать под высокими нагрузками довольно долгое время.

Конструкции рукоятки и стрелы экскаватора изготавливаются также посредством сварки, но имеют коробчатое сечение и специальные ребра жесткости, обеспечивающие рабочим органам высокие характеристики. Стоит отметить, что ребра жесткости расположены в местах, наиболее подверженных максимальным нагрузкам. Благодаря всему этому техника способна безотказно и максимально эффективно выполнять различные операции в сложных условиях эксплуатации.

Отдельно стоит выделить и кабину данной модели, которая отличается своей высокой прочностью и просторным рабочим местом. Так же, как и другие элементы машины, кабина обладает рядом достоинств:

1. Двери и люки кабины обладают резиновыми уплотнителями, обеспечивающими дополнительную теплоизоляцию и шумопоглощение при работе.
2. Все рычаги управления рабочим оборудованием расположены максимально эргономично и не требуют приложения большого усилия оператора при выполнении каких-либо задач.
3. Окна кабины имеют большие плоские стекла, что обеспечивает отличную обзорность с рабочего места.
4. Благодаря гидравлическим опорам Simrit удалось существенно сократить уровень вибраций, возникающих в ходе рабочего процесса.

5. Внутри расположено удобное сидение Grammer, имеющее большой диапазон регулирования и эргономичный профиль.
6. Предпусковой подогреватель Webasto оснащается собственным таймером.
7. Базовая комплектация включает в себя современную отопительную систему Eberspecher, которая обеспечивает повышенный уровень комфорта в работе при низких температурах окружающей среды.

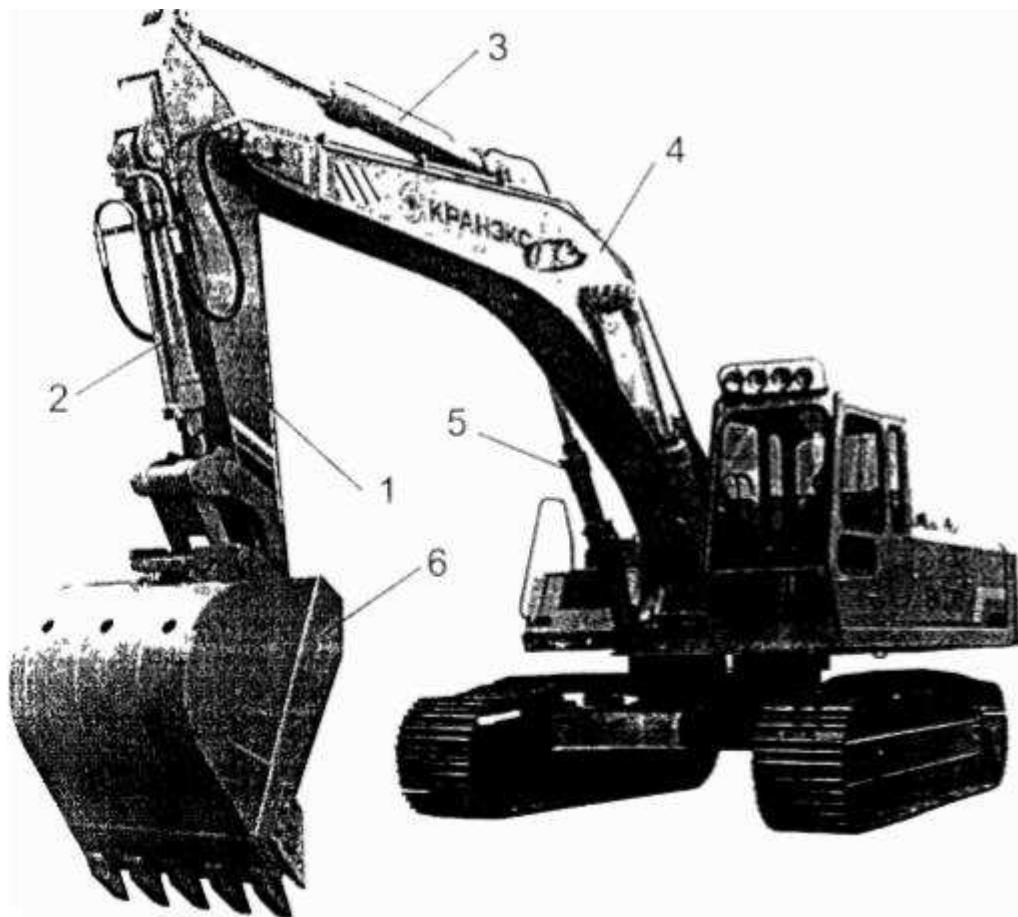
В качестве дополнительных оснащений производитель предлагает установку кондиционера, стереомагнитолу и довольно неплохую акустическую систему.

С данной моделью может справиться даже малоопытный оператор, так как система управления максимально проста и удобна. Органы управления отличаются своей чувствительностью, благодаря чему оператор может выполнять операции точно и быстро.

Также кабина оснащена цветным многофункциональным монитором, который отображается большинство наиболее важных параметров, а именно уровень топлива, температура двигателя, давление масла, давление в гидравлике и многое другое. Особенностью данного монитора является возможность осуществления предпусковой диагностики всех систем машины. Все индикаторы и датчики были довольно удобно сгруппированы, что положительно сказывается на удобстве при работе.

Экскаватор оснащен двигателем отечественного производства, а именно это дизельная силовая установка с индексом ЯМЗ-236М2. Выбор данного агрегата был сделан неспроста. Ярославский моторный завод является одним из ведущих производителей в России, что обусловлено высокой надежностью и безупречным качеством. Более того, этот мотор славится своей неприхотливостью, мощностью и огромным эксплуатационным ресурсом, что как раз и необходимо для любой спецтехники. Здесь была применена улучшенная система сгорания горючего, что позволило добиться отличных мощностных и экономичных показателей.

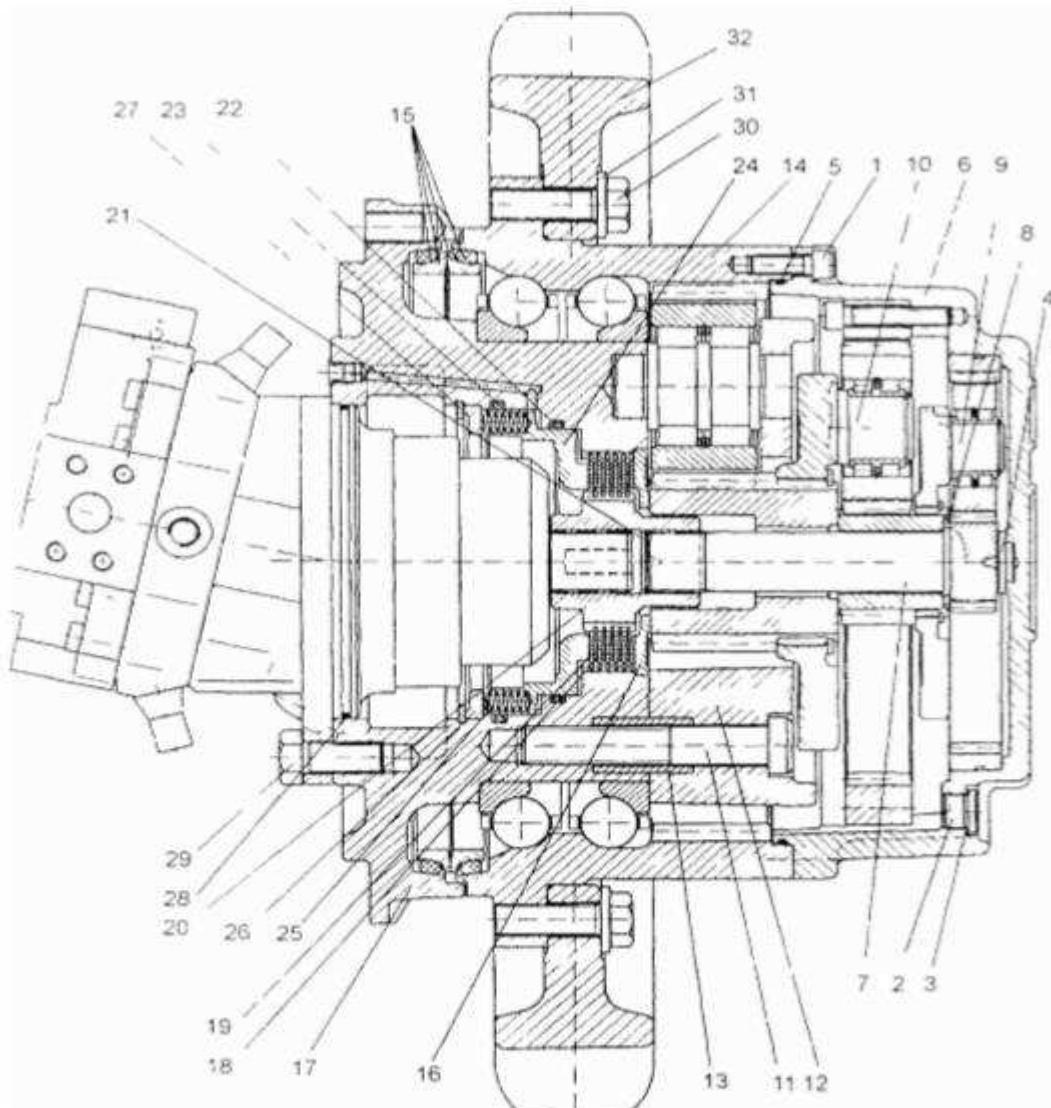
На рисунке 2.1.1 изображен общий вид экскаватора ЕК-270



1 – рукоять; 2 – гидроцилиндр ковша; 3 – гидроцилиндр рукояти; 4 – стрела; 5 – гидроцилиндр стрелы; 6 – ковш

Рисунок 2.1.1 – Общий вид экскаватора ЕК-270

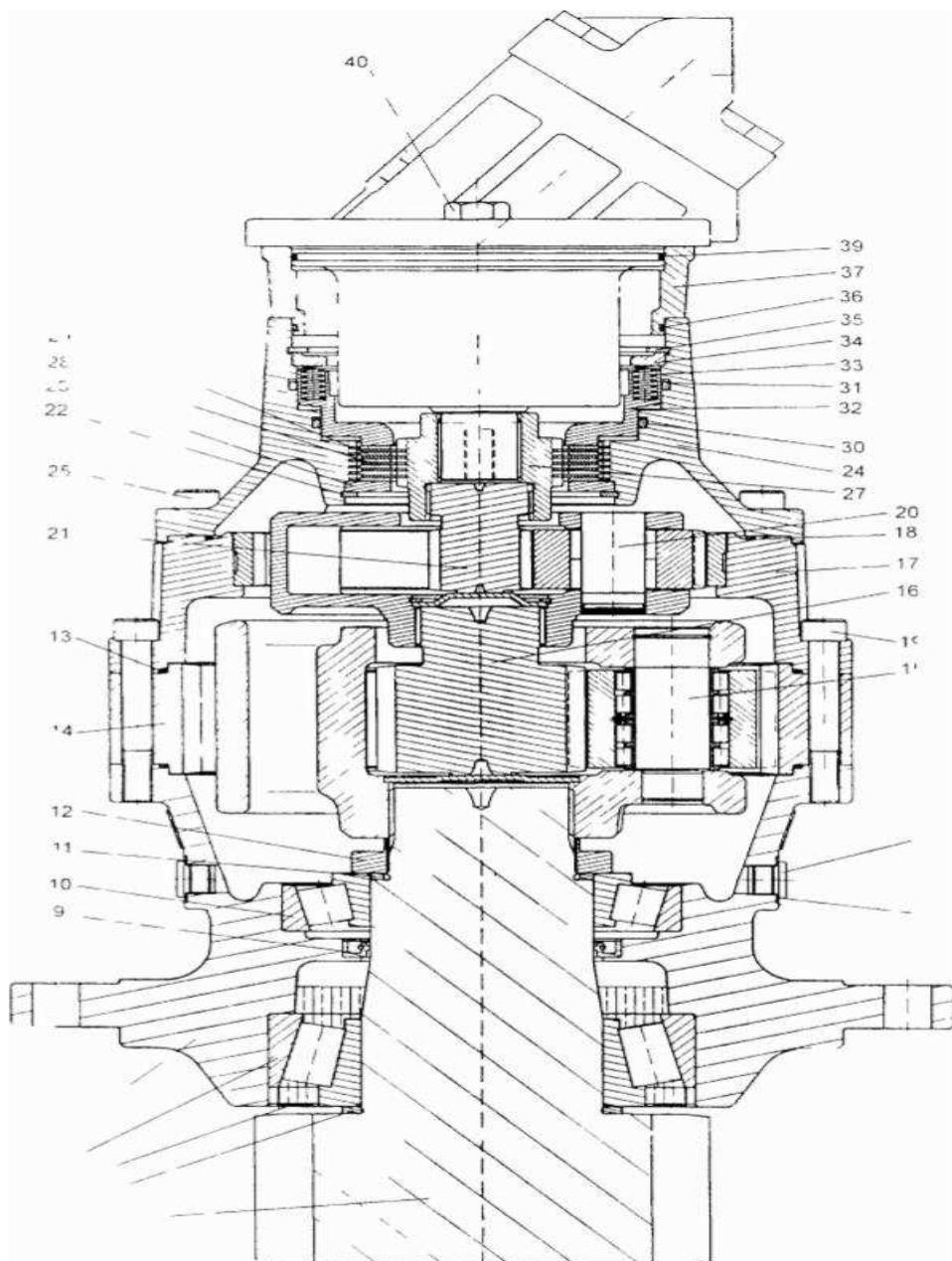
Экскаватор ЕК-270 состоит из ковша 6, который шарнирно закреплен к рукояти 1, а рукоять к стреле 4, перемещение осуществляется с помощью гидроцилиндров. Передвижение экскаватора осуществляется с помощью редуктора хода (рисунок 2.1.2) передается момент на звездочку, которое крепится на раме гусеничной тележки. Гусеничная цепь, состоит из звеньев, которые шарнирно соединены втулками. С помощью звездочки, предаются усилия на гусеничную цепь, что дает передвижение экскаватора.



1 – винт; 2 – пробка; 3 – шайба; 4 – упор; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – крышка; 7 – вал-шестерня; 8 – проставное кольцо; 9 – водило 1-ой ступени в сборе; 10 – водило; 2-ой ступени в сборе; 11 – винт; 12 – водило 3-ей ступени в сборе; 13 – втулка; 14 – корпус; 15 – уплотнение «Двойной конус»; 16 – проставная шайба; 17 – корпус; 18 – стальной диск; 19 – фрикционный диск; 20 – муфта тормоза; 21 – стопорное кольцо; 22 – уплотнительное кольцо; 23 – уплотнительное кольцо; 24 – поршень; 25 – пружина; 26 – преставное кольцо; 27 – пружинное кольцо; 28 – уплотнительное кольцо; 29 – винт; 30 – болт; 31 – шайба; 32 – звездочка

Рисунок 2.1.2 – Редуктор механизма передвижения экскаватора ЕК-270

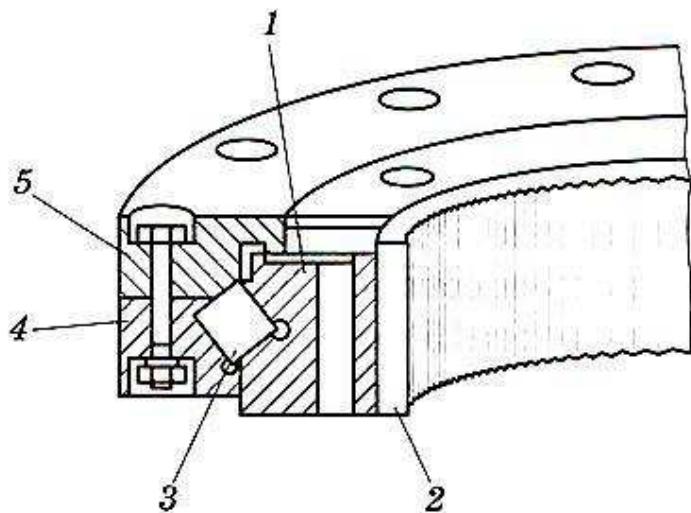
**Механизм поворота** служит для вращения поворотной платформы экскаватора с рабочим оборудованием и состоит из гидромотора и трехступенчатого редуктора, унифицированного с редуктором хода. Редуктор механизма поворота установлен в центральной части поворотной платформы и прикреплен к ней болтами.



1 – вал-шестерня; 2 – кольцо; 3 – защитное кольцо; 4 – подшипник; 5 – корпус; 7 – пробка сливного отверстия; 8 – прокладка; 9 – манжета; 10 – подшипник; 11 – шайба; 12 – гайка M102x2; 13 – 0-образное уплотнительное кольцо; 14 – корпус; 15 – водило 2-ой ступени в сборе; 16 – солнечная шестерня 2-ой ступени; 17 – корпус; 18 – 0-образное уплотнительное кольцо; 19 – винтM16x120; 20 – водило 1-ой ступени в сборе; 21 – Солнечная шестерня 1-ой ступени 22 – Пружинное кольцо 23 – Прижимное кольцо 24 – корпус тормоза; 25 – винтM16x40; 27 – тормозной вал; 28 – тормозной диск (фрикционный); 29 – тормозной диск (стальной); 30 – 0-образное уплотнительное кольцо; 31 – 0-образное уплотнительное кольцо; 32 – поршень; 33 – пружина; 34 – прижимное кольцо; 35 – пружинное кольцо; 36 – 0-образное уплотнительное кольцо; 37 – адаптер; 39 – 0-образное уплотнительное кольцо; 40 – болт M20x5

Рисунок .2.1.3 – Механизм поворота экскаватора

**Опорно-поворотное устройство** (рисунок 2.1.4) обеспечивает свободное вращение поворотной платформы и воспринимает нагрузки статические (вес платформ и оборудования, расположенного на ней) и динамические (толчки, удары и др.), возникающие в процессе работы. Опорно-поворотное устройство состоит из: двух обойм (колец) – верхней 5 и нижней 4, соединенных между собой и с поворотной платформой при помощи болтов: зубчатого венца 2 на кольце 1, закрепленного на раме. Между обоймами и зубчатым венцом по окружности расположены шарики или ролики 3, отделенные сепараторами.



1 – кольцо; 2 — зубчатый венец; 3 — ролик; 4 — нижняя обойма; 5 — верхняя обойма.

Рисунок 2.1.4- Роликовое опорно-поворотное устройство

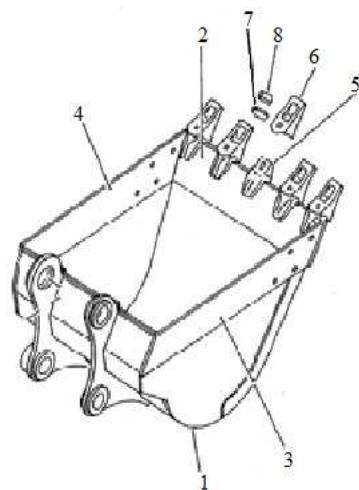
**Рабочее оборудование.** Рабочим оборудованием называется та часть экскаваторов, с помощью которой они копают грунт, поднимают груз, зачерпывают и перегружают сыпучие материалы и пр. Рабочее оборудование расположено в передней части поворотной платформы экскаватора.

Оборудование рабочее, типа «Обратная лопата», с гидравлическими напорными цилиндрами, стрелой, рукоятью и ковшом.



Рисунок 2.1.5 – Рабочий орган экскаватора

**Ковш** – рабочий орган экскаватора, непосредственно взаимодействующий с горной массой, зачерпывает ее из забоя, расположенного выше уровня стояния экскаватора, транспортирует и производит разгрузку ковша в транспортное средство. Передняя стенка ковша выполнена из высокомарганцовистой износостойкой стали.



1 – ковш; 2 – нож; 3,4 – боковой нож ковша; 5 – адаптер (кованный); 6 – коронка (кованная); 7 – штифт; 8 – шайба

Рисунок 2.1.6 – Ковш экскаватора ЕК-270

Стрелы и рукояти представляют собой сварные конструкции коробчатого сечения, имеющие специальные ребра жесткости (внутренние перегородки) в местах, испытывающих наибольшие нагрузки. Они рассчитаны на эффективную и безотказную работу экскаваторов даже в самых тяжелых условиях эксплуатации (разрыхление мерзлоты, разработка горных пород и т.д.).



Рисунок 2.1.7 – Стрела и рукоять экскаватора ЕК-270

## **2.2 Электрическая часть**

Экскаватор имеет электрооборудование постоянного тока с номинальным напряжением 24В и 12В Источники и потребители электроэнергии соединены по однопроводной системе с минусом на корпусе экскаватора и двухпроводной системе. Для обеспечения надежного электрического контакта минусового проводника составные металлические части экскаватора соединены медными перемычками. Перемычки установлены между следующими частями: полом кабины и платформой, дизелем и платформой, пультом и полом кабины. Для проведения ремонтных работ электрооборудования экскаватора необходимы и достаточны ниже перечисленные документы, в том числе:

- схема электрическая принципиальная ЕК-270.40.00.000-03 Э3
- перечень элементов схемы электрической принципиальной ЕК-270.40.00.000-03 ПЭЗ
- схема электрическая соединений экскаватора ЕК-270.40.00.000-03 Э4
- спецификация узла «Электрооборудование» ЕК-270.40.00.000-03
- сборочный чертеж релейной панели ЕК-270.40.01.000-03 СБ
- спецификация узла релейной панели ЕК-270.40.01.000-03
- сборочный чертеж эл. оборудования кабины экскаватора ЕК-270.40.04.000-03 СБ
- спецификация узла эл. оборудования кабины экскаватора ЕК-270.40.04.000-03
- сборочный чертеж блока управления двигателем ЕК-270.40.11.000 СБ

До проведения ремонтных работ необходимо изучить выше перечисленные документы. Соединения жгутов, проводов и подключение значительной части электрооборудования производится с помощью штекерных соединений. Соединение данного вида не рекомендуется без надобности расстыковывать во избежание ослабления и нарушения контакта. На экскаваторе установлено следующее оборудование, включающие электронные компоненты: генератор с интегральным регулятором напряжения, датчик уровня рабочей жидкости, жидкостный подогреватель Thermo 90SD фирмы Webasto, пульт управления, таймер. Стереомагнитола с акустической системой, активная антенна, кондиционер устанавливаются по специальному заказу.

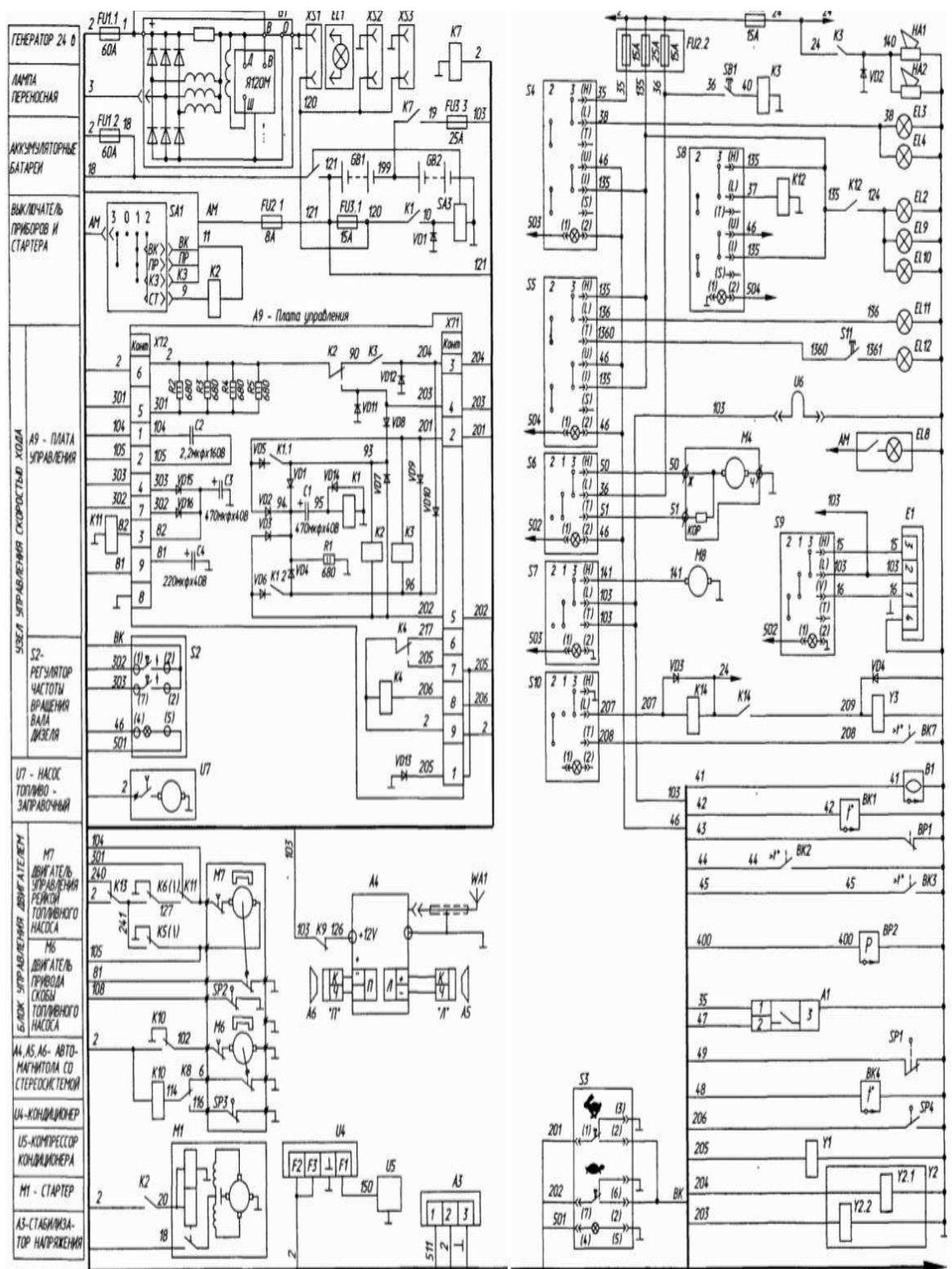


Рисунок 2.2.1 – Принципиальная электросхема экскаватора ЕК-270

**Таблица 2.2.1 – Обозначение электрических элементов на принципиальной электросхеме экскаватора ЕК-270**

A1	Датчик уровня EU-423.63.77.000	M4	Электродвигатель (с отопителем)
A2	Модуль управления ЕК-270.40.04.510	M6	Привод стеклоочистителя СЛ 135-100А
A3	Стабилизатор напряжения Ametist-1.003	M7	Привод стеклоочистителя СЛ 1355-5205-100А
A4	Стереомагнитола автомобильная SONY XR-1800	M8	Вентилятор ВА6-02
A5, A6	Автомобильная акустическая система Pioneer TS-G 1040	P4	Счетчик времени наработки СВН2-02
A9	Плата управления ЕК-270.40.01.300	S1	Переключатель кнопочный 3842.3710-11-25
C1	Конденсатор K50-35-40B-470мкФ-В	32.83	Переключатель 92.3709
C2	Конденсатор К73-17Б-160Б-2.2мкФ-В	S4..S5	Переключатель 82.3709-02.06
C3	Конденсатор K50-35-40B-470мкФ-В	S6..S7	Переключатель 82.3709-03.09
C4	Конденсатор K50-35-40B-220мкФ-В	S8	Переключатель 82.3709-02.06
K1	Реле РЭ9 РС4.529.029-00	S9	Переключатель 82.3709-08.16
K2..K4	Реле 911.3747-12	S10	Переключатель 82.3709-27.22
R1..R5	Резистор С2-23-2-680 Ом	S11	Переключатель кнопочный ВК 343-3709-01 -06
VD1..VD10	Диод КД 243В	SА1	Выключатель приборов и стартера ВК 353
VD11..VD13	Диод КД 226Г	SA3	Выключатель 1420.3737
VD14..VD16	Диод КД 243В	SB1	Выключатель в блоке гидроуправления
B1	Датчик указателя уровня топлива 56.3827	SP1	Датчик давления ММ 128
BK1	Датчик указателя температуры ТМ 100-В	SP2, SP3	Микровыключатель МГ 1107
BK2, BK3	Датчик сигнализатора температуры ТМ 111-01	SP4	Микровыключатель (входит в комплект кресла)
BK4	Датчик указателя температуры ТМ 100-В	X51..X53	Розетка штепельная ПС500
BK7	Термореле 661.3710-01 (с ЯМЗ-236М2-15)	VD1..VD2,	Диод Д 112-10-10
BP1	Датчик сигнализатора давления 2602.3829	VD3	Диод КД 243В
BP2	Датчик давления масла 3902.3829	VD4	Диод Д 112-10-10
E1	Стеклоочиститель моторедуктор 111.6313100-10, щетка 93.5205900, рычаг 495.5205.800-10	VD5	Диод КД 243В
EL1	Лампа переносная ПД 525	WA1	Антенна «TURBO» AN065
EL2..EL4	Фара- прожектор 2012.3711-02	U1	Подогреватель жидкостный Thermo 90S D
EL8	Глафон 0026.123714	U2	Таймер 1531 88195A
EL9..EL12	Фара- прожектор 2012.3711-02	U3	Подогреватель HYDRONIC 10-24V (устанавливается взамен подогревателя Thermo 90S D)
FU1	Блок плавких предохранителей 11.3722	U4	Кондиционер СС5
FU2, FU3	Блок плавких предохранителей ПР11-К	U5	Компрессор (входит в состав кондиционера)
G1	Генератор 1322.3771	U6	Прикуриватель 11.3725
GB1..GB2	Батарея аккумуляторная БСТ-182 ЗМ	U7	Насос топливозаправочный VR050-1120
HA1	Сигнал С131	U8	Таймер 22 1000 20 3400
HA2	Сигнал С314	Y1	Электромагнит (входит в комплект золотника 4WE6J6/EG24N9K4)
HA3	Пьезокерамический динамик SCS-32 PS	Y2	Электромагнит (входит в комплект золотника 4WE6C6/EG24N9K4)
K1,K3 K14	Реле 901.3747	Y3	Электромагнитный клапан КЭМ32
K2	Реле 738.3747-20		
M1	Стартер 25.3708-01 (с ЯМЗ-326М2-15)		

## 2.3 Технические характеристики экскаватора ЕК-270

### Характеристики ковша:

- Наименьшая вместимость устанавливаемого ковша — 0,4 кубических метра.
- Наибольшая вместимость устанавливаемого ковша — 1,25 кубических метра.
- Предельная высотакопания — 18500 миллиметров.
- Максимальная высота выгрузки ковша — 12200 миллиметров.
- Предельное усилие на ковше — 200 кН.

### Характеристики двигателя:

- Тип устанавливаемого двигателя — рядный, дизельный.
- Марка двигателя — ЯМЗ-236М2.
- Производитель двигателя — Ярославский моторный завод.
- Количество цилиндров — 6.
- Суммарный рабочий объем — 11,15 литров.

- Номинальная мощность на выходе — 132 киловатта/180 лошадиных сил (при 2100 об/мин).
- Номинальная частота вращения коленчатого вала — 2100 оборотов в минуту.
- Тип системы охлаждения — жидкостная.
- Тип системы впрыска — прямой впрыск топлива.
- Тип системы запуска — электрический стартер.
- Диаметр цилиндров — 130 миллиметров.
- Минимальная устойчивая частота вращения на холостом ходу — не менее 900 оборотов в минуту.
- Минимальная устойчивая частота вращения на холостом ходу — не более 1450 оборотов в минуту.
- Средний расход топлива за один рабочий час — 11,8 литров.

#### **Габаритные размеры:**

- Конструкционная длина экскаватора- 10400 миллиметров.
  - Ширина по гусеничной платформе — 3250 миллиметров.
  - Полная высота по кабине — 3900 миллиметров.
  - Наименьший дорожный просвет гусеничной платформы — 450 миллиметров.
  - Длина рукоятки — 3200 миллиметров.
  - Ширина гусеничной ленты — 600 миллиметров.
- Задний радиус поворота платформы — 2900 миллиметров.

## **2.4 Режимные параметры работы экскаваторов**

Основные рабочие параметры одноковшовых экскаваторов, следующие:

- радиус резания  $R_p$ ;
- радиус выгрузки  $R_B$ ;
- высота выгрузки  $H_B$ ;
- глубина резания  $H_p$ .

Эти параметры зависят от размеров рабочего оборудования, его вида и особенностей.

Радиус резания – это расстояние от оси вращения экскаватора до зубьев ковша, при врезании его в грунт;

Радиус выгрузки – расстояние от оси вращения экскаватора до центра тяжести ковша в момент выгрузки грунта;

Высота выгрузки – расстояние от уровня стояния экскаватора до нижней части ковша в момент выгрузки грунта;

Глубина резания (копания) – наибольшая глубина выемки, которая может быть образована экскаватором с одной стоянки.

Годовые режимы работы одноковшовых экскаваторов зависят от распределения годового времени на рабочее и перерывы в работе. В рабочее входит время на: выполнение операций технологического процесса, передвижение машины вдоль фронта работ, передвижение в пределах строительной площадки, технологические перерывы, подготовку машины к работе в начале смены и сдаче ее в конце смены, а также техническое обслуживание.

Кроме годового режима работы могут разрабатываться суточные и сменные режимы, а в ряде случаев — и на квартал, полугодие, месяц и т. п. В годовом режиме учитываются только цело-сменные перерывы в работе машины. Годовой режим определяется на среднесписочную машину. Число таких машин устанавливается делением числа календарных дней, в течение которых машины находятся в строительных организациях на число календарных дней в году. Для уточнения годового режима работы проводится подсчет перерывов из-за праздничных и выходных дней, неблагоприятных метеорологических условий, технического обслуживания и ремонта машин и их перебазировки.

Подсчитываются также часы работы среднесписочной машины в течение суток (календарного дня). В годовом режиме могут быть учтены перерывы по непредвиденным причинам в пределах 3% календарного времени за вычетом праздничных и выходных дней.

Дни, затрачиваемые на перебазировку машин, определяются по числу и размещению строящихся объектов, продолжительности их строительства, а также по данным о фактическом числе машин и продолжительности их перебазировок (включая время на перевозку машин на ремонтные предприятия и обратно) за предшествующий отчетный период.

## **Выбор рабочего режима**

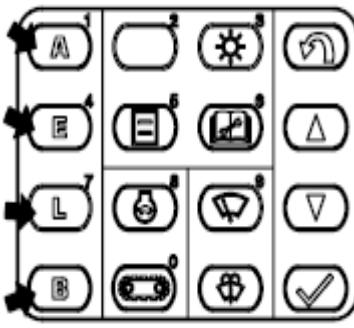
### **Рабочий режим**

Пользуясь переключателем режимов для выбора рабочего режима, который отвечает условиям эксплуатации, можно эффективно выполнять рабочие операции.

Для эффективного использования каждого режима действуйте следующим образом.

При переводе пускового выключателя в положение ON устанавливается рабочий режим А (выемка грунта).

Используйте переключатель рабочих режимов для установки наиболее эффективного режима, соответствующего выполняемому типу работы.



Рабочий режим	Выполняемые операции
Режим А	Обычный режим выемки грунта, погрузочные работы (операции, где важна производительность)
Режим Е	Обычный режим выемки грунта, погрузочные работы (операции, где важна экономия топлива)
Режим L	Точное расположение рабочего оборудования (операции точного управления)
Режим В	Работа гидромолотом

### ПРИМЕЧАНИЕ

При работе гидромолотом не используйте режим для тяжелых условий работы. Работа гидромолотом в режиме для тяжелых условий работы грозит повреждением или поломкой гидравлического оборудования.

### Кнопка увеличения мощности

Кнопку увеличения мощности можно использовать во время выполнения работ, требующих повышенной мощности. При необходимости эффективно используйте данную функцию в сочетании с выбором оптимального рабочего режима.

- Нажмите левую кнопку и удерживайте ее нажатой. Мощность увеличивается, пока включатель нажат. Тем не менее, режим работы с увеличенной мощностью автоматически отключается через 8,5 секунд.
- Эта функция не действует, если установлен рабочий режим L или B.



## 2.5 Перегон и перемещение экскаватора

### 2.5.1 Технологический процесс перебазировки экскаватора

#### Подготовка к передвижению машины

#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Прежде чем задействовать рычаги рулевого управления, проверьте, как расположена рама гусеничной тележки.

Если звездочка находится впереди, то перемещение рычагов управления передвижением будет вызывать передвижение в обратном направлении.

Перед тем как привести машину в движение, убедитесь, что пространство вокруг нее безопасно, и обязательно перед началом передвижения подайте звуковой сигнал.

Не позволяйте никому находиться в окружающей машину зоне.

Уберите все препятствия с пути следования машины.

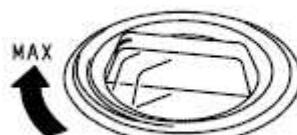
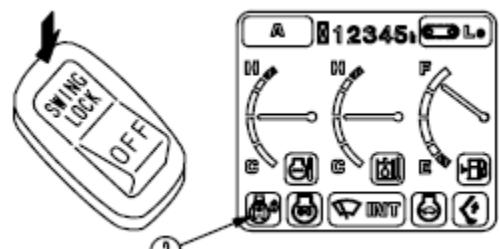
Позади машины находится непросматриваемая зона, поэтому при движении задним ходом будьте осторожны.

Если передвинуть рычаг в диапазон понижения оборотов двигателя, то частота вращения двигателя может резко возрасти. Соблюдайте осторожность при перемещении рычагов управления.

Если машина оборудована сигналом предупреждения передвижении, убедитесь в исправности сигнализации.

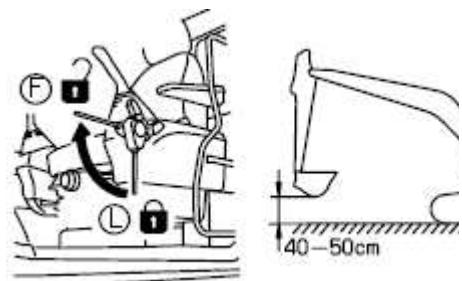
1. Установите выключатель блокировки поворота платформы (1) в положение ON (включено) и убедитесь, что загорелась контрольная лампа (2) блокировки поворота платформы.

2. Поверните регулятор подачи топлива (3) в сторону положения максимальной частоты вращения, чтобы увеличить обороты двигателя.



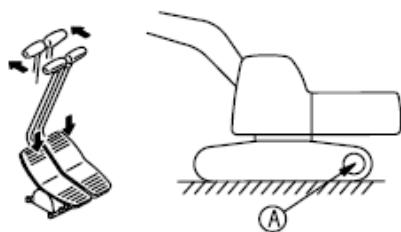
### Передвижение машины вперед

Установите рычаг блокировки (4) в положение РАЗБЛОКИРОВАНО (F), сложите рабочее оборудование и поднимите его на 40 - 50 см от поверхности грунта.

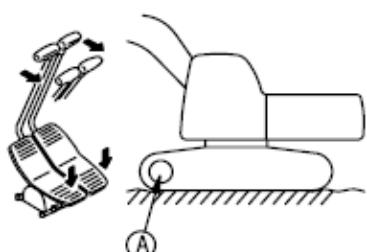


2. Задействуйте правый и левый рычаги управления передвижением (5), либо правую и левую педали управления передвижением (6) следующим образом:

Если звездочка (A) находится сзади машины: Медленно отожмите рычаги (5) вперед или медленно нажмите на носки педалей (6), чтобы подать машину вперед.



Если звездочка (A) находится спереди машины: Медленно оттяните рычаги (5) назад или медленно нажмите на пятки педалей (6), чтобы подать машину вперед.



3. Если машина оснащена сигналом предупреждения о передвижении, убедитесь в исправности сигнализации.

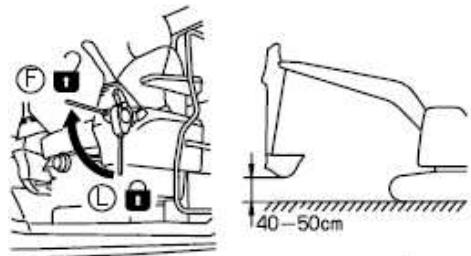
## ПОЯСНЕНИЕ

Если при низких температурах скорость передвижения машины не соответствует норме, то тщательно проведите прогрев.

Кроме того, если ходовая часть засорена грязью и скорость передвижения машины не соответствует норме, то удалите грунт и грязь с ходовой части.

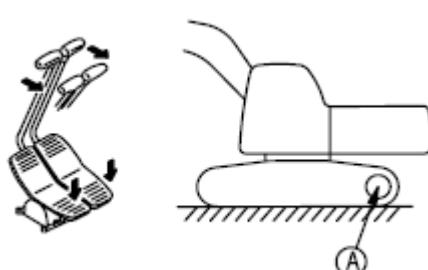
## Передвижение машины назад

1. Установите рычаг блокировки (4) в положение РАЗБЛОКИРОВАНО (F), сложите рабочее оборудование и поднимите его на 40 - 50 см от поверхности грунта.

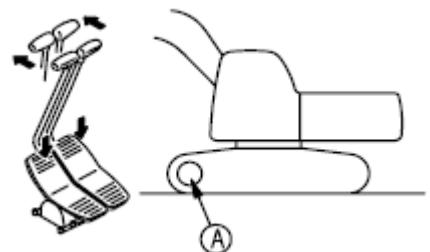


2. Задействуйте правый и левый рычаги управления передвижением (5), либо правую и левую педали управления передвижением (6) следующим образом:

Если звездочка (A) находится сзади машины: Медленно оттяните рычаги (5) назад или медленно нажмите на пятки педалей (6), чтобы подать машину назад.



Если звездочка (A) находится спереди машины: Медленно отожмите рычаги (5) вперед или медленно нажмите на носки педалей (6), чтобы подать машину назад.

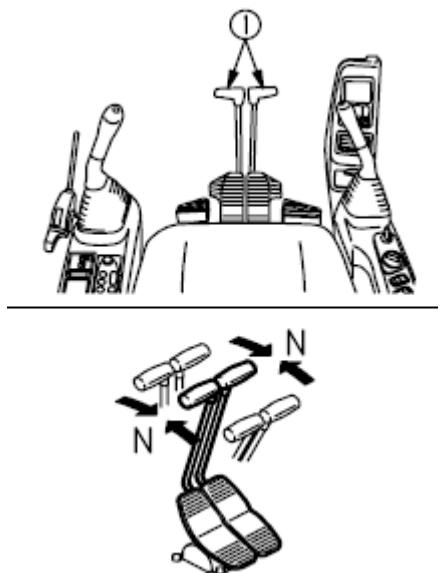


3. Если машина оснащена сигналом предупреждения о передвижении, убедитесь в исправности сигнализации. Если сигнальное устройство не работает, то обратитесь к дистрибутору Комацу по поводу ремонта.

### **Остановка машины**

Избегайте резких остановок. Перед остановкой обеспечьте машине запас пространства и медленно верните рычаг управления в нейтральное положение.

1. Переведите правый и левый рычаги управления передвижением (1) в нейтральное положение, затем остановите машину.

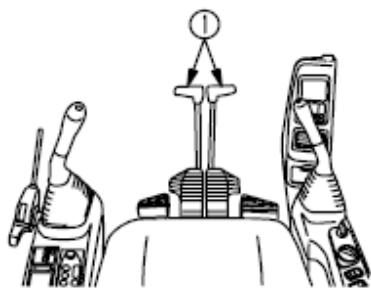


## **УПРАВЛЕНИЕ РУЛЕВЫМ МЕХАНИЗМОМ МАШИНЫ**

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Перед вводом в действие рычагов управления передвижения проверьте, как расположена рама гусеничной тележки (т.е. каково положение звездочки). Если звездочка находится сзади, то машина передвигается в направлении, противоположном направлению перемещения рычага управления передвижением.

Меняйте направление при помощи рычагов управления передвижением. При малейшей возможности избегайте резких изменений направления передвижения. Перед поворотом остановите машину, особенно если выполняете разворот противоходом (вокруг своей оси). Действуйте двумя рычагами



управления передвижением (1) следующим образом.

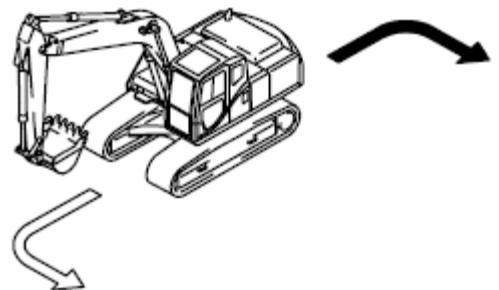
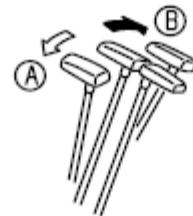
#### **Рулевое управление машиной после остановки**

Для поворота влево:

Отожмите правый рычаг управления передвижением вперед, если требуется повернуть влево, передвигаясь передним ходом; оттяните его назад, если требуется повернуть влево, передвигаясь задним ходом.

(A): Поворот влево передним ходом

(B): Поворот влево задним ходом



#### **ПОЯСНЕНИЕ**

Чтобы повернуть вправо, задействуйте левый рычаг управления передвижением таким же образом.

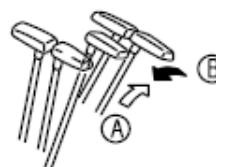
#### **Изменение направления передвижения машины**

Для поворота влево:

Если вернуть левый рычаг управления передвижением в нейтральное положение, то машина повернет влево.

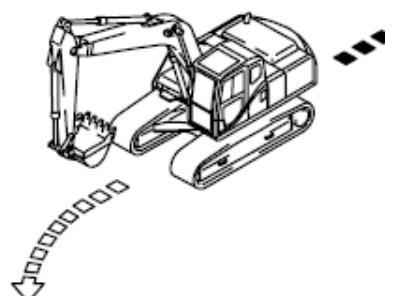
(A): Поворот влево передним ходом

(B): Поворот влево задним ходом



#### **ПОЯСНЕНИЕ**

Чтобы повернуть вправо, задействуйте правый рычаг управления передвижением таким же образом.



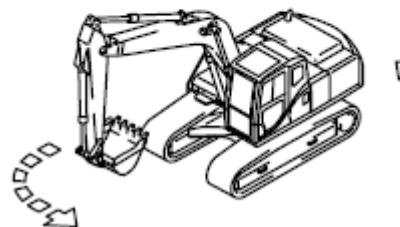
## Разворот на противоходе (поворот вокруг своей оси)

Для поворота влево при помощи разворота на противоходе (поворота вокруг оси) оттяните левый рычаг управления передвижением назад, а правый рычаг управления передвижением отожмите вперед.



### ПОЯСНЕНИЕ

Для поворота вправо при помощи разворота на противоходе(поворота вокруг оси) оттяните правый рычаг управления передвижением назад, а левый рычаг управления передвижением отожмите вперед.

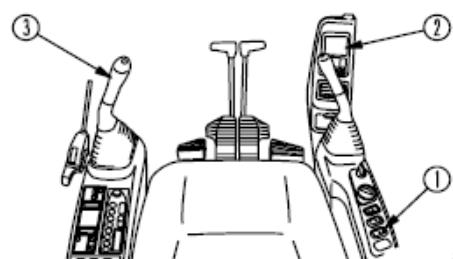


## ПОВОРОТ ПЛАТФОРМЫ

### Предупреждение!

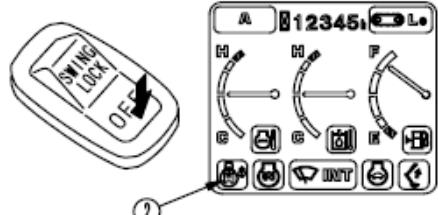
Задняя часть машины выступает за пределы гусениц. Прежде чем поворачивать платформу, убедитесь, что зона вокруг машины безопасна.

1. Прежде чем начать поворот платформы, поверните выключатель (1) блокировки поворота платформы в положение OFF и убедитесь, что индикатор (2) блокировки поворота платформы погас.

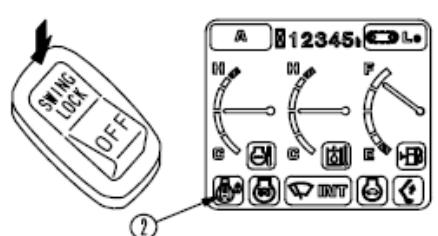


2. Для поворота платформы задействуйте рычаг (3) управления рабочим оборудованием.

- (A): Поворот платформы влево  
(B): Поворот платформы вправо

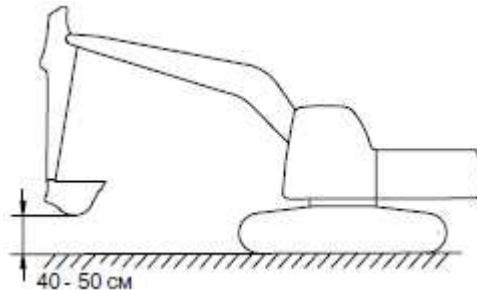


3. При отсутствии необходимости поворота платформы поверните выключатель блокировки поворота платформы (1) в положение ON. Убедитесь, что индикатор (2) блокировки поворота платформы загорелся.

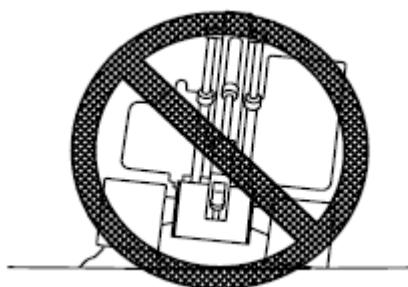


## **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ МАШИНЫ**

- При передвижении по ровной поверхности удерживайте рабочее оборудование на высоте 40 - 50 см от грунта.



- Передвижение по неровной поверхности следует осуществлять на низкой скорости, избегая резких поворотов руля. Это опасно, так как машина может опрокинуться. При задевании рабочего оборудования за грунт машина может потерять равновесие; существует также опасность повреждения самой машины или окружающих строений.
- Если машина снабжена устройством автозамедления оборотов двигателя, то при движении по неровной поверхности или крутым склонам всегда устанавливайте включатель автозамедления оборотов двигателя в положение OFF (отмена).
- По возможности старайтесь объезжать препятствия. Если это не удается сделать, то удерживайте рабочее оборудование как можно ближе к грунту и передвигайтесь на низкой скорости. Никогда не наезжайте на препятствия, если в результате машина может сильно наклониться в одну сторону.



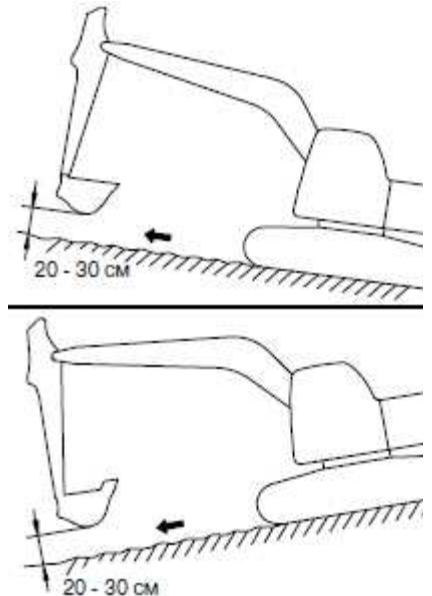
- При передвижении или выполнении рабочих операций всегда соблюдайте безопасную дистанцию до людей, сооружений или других машин, чтобы не задеть их.
- Прежде чем начать передвижение по мосту или иным сооружениям убедитесь, что они достаточно прочны и выдержат вес машины. При передвижении по дорогам общего пользования предварительно проконсультируйтесь с соответствующими службами и следуйте их указаниям.

- При работе в туннелях, под мостами, под линиями электропередачи или в других местах с ограниченной высотой маневра выполняйте работу не спеша и будьте крайне осторожны, чтобы ничего не задеть рабочим оборудованием.

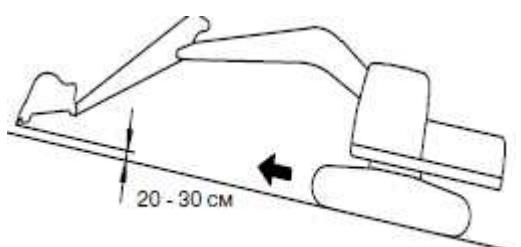
## ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ПО СКЛОНАМ

Во избежание опрокидывания или бокового скольжения машины всегда действуйте следующим образом.

- Удерживайте рабочее оборудование на высоте примерно 20 - 30 см (8 - 12 дюймов) от грунта. В аварийной ситуации немедленно опустите рабочее оборудование на грунт для скорейшей остановки машины.

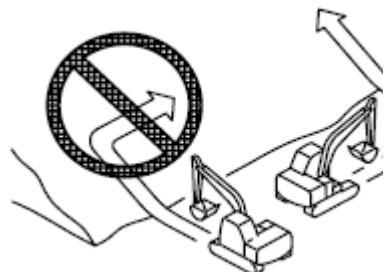


- При движении вверх по склону кабина оператора должна быть обращена в сторону вершины склона, а при движении вниз – в сторону подошвы склона. При движении всегда следите за тем, чтобы грунт перед машиной был достаточно прочным.
- При движении вверх по крутым склонам выдвиньте рабочее оборудование вперед, чтобы улучшить устойчивость машины; удерживайте рабочее оборудование на уровне приблизительно 20 - 30 см над грунтом и передвигайтесь на низкой скорости.
- При движении вниз по склону уменьшите частоту вращения двигателя и, удерживая рычаг управления передвижением в



положении, близком к нейтральному, передвигайтесь на низкой скорости.

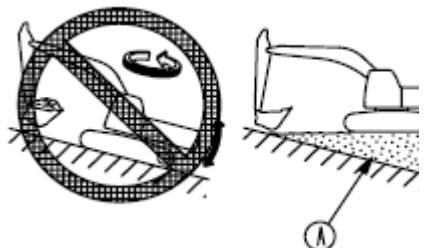
- Вверх или вниз по склону всегда передвигайтесь по прямой. Передвижение под углом или поперек склона чрезвычайно опасно.



- Не совершайте повороты на склонах и не передвигайтесь поперек склона. Всегда съезжайте вниз на ровную площадку, чтобы изменить положение машины, затем снова начинайте передвижение вверх по склону.
- Передвигайтесь по траве, опавшим листьям или мокрым стальным плитам на низкой скорости. Даже при передвижении по пологому склону существует опасность бокового скольжения машины.
- Если двигатель остановится во время передвижения машины по склону, немедленно переведите рычаги управления в нейтральное положение и снова запустите двигатель.

## УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОЙ НА СКЛОНАХ

- Ведение работ на склонах опасно тем, что машина может потерять устойчивость и перевернуться при повороте платформы или при вводе в действие рабочего оборудования. Это может привести к серьезным травмам или повреждению имущества, поэтому при выполнении таких операций обеспечьте устойчивость машины и действуйте с повышенной осторожностью.
- Если ковш загружен, не поворачивайте платформу из положения вверх по склону в положение вниз по склону. Подобная операция опасна и может привести к опрокидыванию машины.
- Если машину необходимо использовать на склоне, сгребите землю и соорудите платформу (A), на которой можно было бы предельно ровно установить машину.



## УПРАВЛЕНИЕ МАШИНОЙ НА СНЕГУ

- Покрытые снегом или обледенелые поверхности очень скользкие, поэтому будьте особенно осторожны при передвижении и эксплуатации машины и не переключайте рычаги слишком резко. Даже небольшой уклон может стать

причиной бокового скольжения машины, поэтому будьте особенно осторожны при работе на склонах.

- При повышении температуры оттаявший грунт становится слабым, что может к опрокидыванию машины.
- Если машина заедет в глубокий снег, то она может опрокинуться или провалиться в снег. Будьте осторожны, чтобы не съехать с обочины дороги или не увязнуть в сугробе.
- При чистке дороги от снега обочина дороги и предметы, расположенные за дорогой, засыпаются снегом и теряются из вида. Машина может опрокинуться или наехать на занесенные снегом предметы, поэтому будьте особенно внимательны на такой дороге.

## 2.5.2 Требования к перегону экскаватора

Перегон экскаватора должен осуществляться по трассе, расположенной вне призм обрушения, с уклонами, не превышающими допустимые по техническому паспорту экскаватора, и имеющей ширину, достаточную для маневров. Перегон экскаватора должен производиться по сигналам помощника машиниста или специально назначенного лица, при этом должна быть обеспечена постоянная видимость между ними и машинистом экскаватора. Для шагающих экскаваторов допускается передача сигналов от помощника машиниста к машинисту через третьего члена бригады.

Передвижение гусеничных экскаваторов своим ходом разрешается на расстояние не более 5 км, а пневмоколесных — практически на любое расстояние.

### Погрузка и выгрузка

### МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ПОГРУЗКЕ

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

- Для погрузки машины выберите твердую ровную горизонтальную площадку. Соблюдайте безопасное расстояние от края дороги.
- Установите низкую частоту вращения двигателя и работайте не спеша.

Разместив машину в отведенном для нее месте на трейлере, закрепите ее следующим образом.

1. Заблокируйте рычаги управления при помощи рычага блокировки рабочего оборудования.

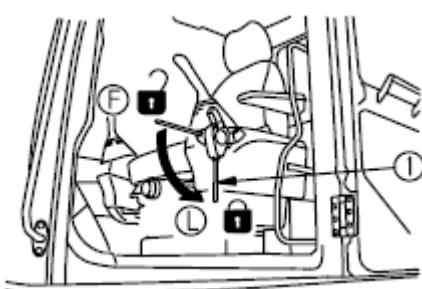


Рисунок 2.5.2.1 – Положения рычага блокировки рабочего оборудования

2. Перед транспортировкой установите под передние и задние гусеничные башмаки деревянные блоки, чтобы предотвратить случайное передвижение машины. Кроме этого, привяжите ее цепями или стальным тросом соответствующей прочности. Примите особые меры для предотвращения бокового скольжения машины.

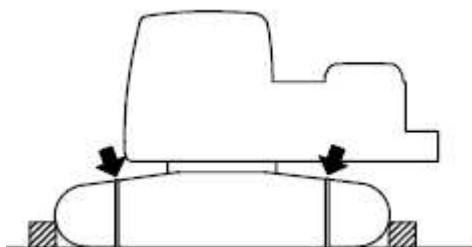


Рисунок 2.5.2.2 – Предотвращение случайному передвижению и бокового скольжения машины

Ошибочные действия при погрузке и выгрузке машины могут привести к опрокидыванию или падению машины, поэтому необходимо проявлять особую осторожность. Всегда действуйте следующим образом.

- Производите погрузку и выгрузку машины только на твердой ровной горизонтальной площадке. Сохраняйте безопасное расстояние до обочины дороги или обрыва.
- Никогда не используйте рабочее оборудование самой машины для ее погрузки и выгрузки. Это грозит падением или опрокидыванием машины.
- Обязательно используйте трапы соответствующей прочности. Убедитесь, что трапы имеют достаточную ширину, длину и толщину, чтобы обеспечить безопасный угол погрузки. Примите надлежащие меры для предотвращения сдвига или падения трапов.
- Обязательно очистите поверхность трапов от консистентной смазки, масла, льда и сыпучих материалов. Удалите грязь с траков гусеницы машины. Будьте особенно внимательны в дождливые дни, поскольку поверхность трапов скользкая.
- Установите включатель системы автоматического замедления оборотов в положение OFF (функция автозамедления выключается).
- Установите низкую частоту вращения двигателя и выполняйте передвижение на низкой скорости.
- На трапе не вводите в работу никакие рычаги, кроме рычага управления передвижением.
- Заехав на трапы, никогда не подправляйте траекторию передвижения при помощи рулевого управления. При необходимости скатитесь назад с трапов, скорректируйте направление передвижения, затем снова заезжайте на трапы.

- Центр тяжести машины резко сдвигается в месте соединения трапов с транспортером или трейлером, а это грозит ей потерей устойчивости. Преодолевайте это место медленно и с особой осторожностью.
  - При погрузке и выгрузке машины на насыпь или платформу убедитесь, что эти сооружения имеют достаточную ширину, прочность и уклон.
  - Если повернуть платформу, когда машина находится на трейлере, то он теряет устойчивость, поэтому следует сложить рабочее оборудование и поворачивать платформу медленно.
  - После погрузки машины, оснащенной кабиной, обязательно заприте дверь кабины. Если этого не сделать, то во время транспортировки дверь может внезапно открыться.

## **ПЕРЕВОЗКА МАШИНЫ**

При транспортировке машины на прицепе действуйте следующим образом.

Масса, высота и габаритная длина при транспортировке машины могут изменяться в зависимости от установленного рабочего оборудования, поэтому перед отправкой обязательно уточните эти параметры машины.

Прежде чем начать передвижение по мосту или иным сооружениям, расположенным на частной территории, убедитесь, что данное сооружение достаточно прочно и выдержит вес машины. При передвижении по дорогам общего пользования предварительно проконсультируйтесь с соответствующими службами и следуйте их указаниям.

## **Выбор режимных параметров перемещения экскаватора в процессе работы в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий**

Горно-геологические условия в большей степени оказывают влияние на выбор режимных параметров экскаватора. К основным горно-геологическим условиям относятся прочность и устойчивость горных пород (полезного ископаемого и вмещающих пород); размеры месторождений по простираннию, углу падения и мощности; морфология месторождения; гидрогеологические условия и др. Показатели разрушаемости горного массива относятся к числу основных данных для обоснования типа и конструктивного исполнения горной машины, а также средств доставки. Мощность и угол падения залежи, свойства кровли и почвы существенно влияют на выбор параметров и схему компоновки машин комплекса.

Горнотехнические условия определяются системой разработки месторождения полезного ископаемого, характеризуются возможностью взаимодействия рабочих органов горных машин с труднопреодолимым препятствием; непостоянством рабочих зон (забоев); запыленностью, влажностью и химической активностью окружающей среды и т.д.

Открытые горные работы связаны со значительной территорией и разобщенностью участков работ, а также широким применением взрывных работ.

## **2.6 Управление экскаватором при выполнении отвальных и погрузо-разгрузочных работ**

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

#### **Аварийная остановка**

В случае неполадок при запуске или работе двигателя поверните ключ пускового выключателя в положение OFF.

Если задействовать рабочее оборудование без достаточного прогрева машины, то реакция рабочего оборудования на перемещение рычагов управления будет замедленной, и перемещение рабочего оборудования может не вполне соответствовать намерениям оператора, поэтому всегда выполняйте операцию прогрева. В частности, в местности с холодным климатом обязательно проводите операцию прогрева полностью.

О нестандартных методах работы (отличных от методов, указанных в ISO) см. главу ДОПЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОПЦИИ настоящего руководства.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

Не работайте на машине и не приводите в действие рычаги при низкой температуре масла гидросистемы. Всегда тщательно прогревайте двигатель. Не допускайте резкого увеличения частоты вращения двигателя до завершения прогрева.

Не давайте двигателю непрерывно работать на низких или высоких холостых оборотах более 20 минут. Это приведет к загрязнению окружающей среды и негативно повлияет на внутренние детали двигателя. Если необходимо, чтобы двигатель работал на холостых оборотах более 20 минут, то время от времени прилагайте нагрузку или пере водите двигатель в режим промежуточной частоты вращения.

### **ПОЯСНЕНИЯ**

Если температура охлаждающей жидкости двигателя более 30°C (86°F), то для того, чтобы защитить турбонагнетатель, частота вращения двигателя не возрастает в течение 2 секунд после запуска даже при повернутом регуляторе подачи топлива.

Не начинайте работу сразу после запуска двигателя. Сначала выполните следующие операции и проверки.



Рисунок 2.6.1 – Органы управления экскаватором

1. Установите регулятор подачи топлива (2) в положение между НИЗКИМИ ХОЛОСТЫМИ ОБОРОТАМИ (МИН.) и ВЫСОКИМИ ХОЛОСТЫМИ ОБОРОТАМИ (МАКС.) и дайте двигателю поработать 5 минут со средней частотой вращения без нагрузки до тех пор, пока указатель температуры охлаждающей жидкости двигателя не перейдет в зеленый сектор шкалы.

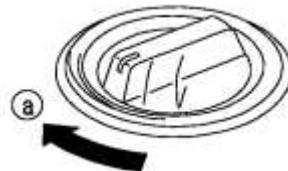


Рисунок 2.6.2 – Регулятор подачи топлива

2. Установите рычаг блокировки (1) в положение РАЗБЛОКИРОВАНО (F) и поднимите ковш с грунта.

3. Медленно перемещая рычаги управления ковшом (3) и рукоятью (4), переместите цилиндры ковша и рукояти до конца их хода.

4. Попеременно переключаясь (с 30-секундным интервалом) между ковшом и рукоятью, поработайте ими в течение 5 минут на всю величину хода.

## ПОЯСНЕНИЯ

Если выключатель (5) блокировки поворота платформы установлен в положение ON, а рычаг (4) управления поворотом платформы перемещен до упора, то рост температуры масла происходит быстрее.

(E):Поворот платформы влево

(F):Поворот платформы вправо

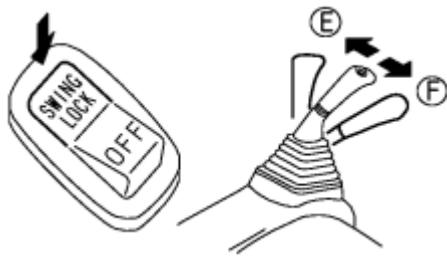


Рисунок 2.6.3 – Включатель блокировки поворота платформы и рычаг управления поворотом платформы

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

При втягивании рабочего оборудования проследите за тем, чтобы оно не касалось корпуса машины или грунта.

5. Завершив прогрев двигателя, убедитесь в том, что все индикаторы контрольно-измерительных приборов и контрольные лампы находятся в следующем состоянии.

- Контрольная лампа уровня зарядки: **горит**
- Контрольная лампа уровня топлива: **горит**
- Контрольная лампа температуры охлаждающей жидкости двигателя: **НЕ ГОРИТ**
- Контрольная лампа давления масла в двигателе: **горит**
- Указатель температуры охлаждающей жидкости двигателя: **в пределах зеленого сектора**
- Указатель уровня топлива: **в пределах зеленого сектора?**
- Контрольная лампа предпускового подогрева двигателя: **НЕ ГОРИТ**
- Контрольная лампа засорения воздушного фильтра: **НЕ ГОРИТ**
- Контрольная лампа периодичности замены масла: **НЕ ГОРИТ**

6. Убедитесь в том, что выхлопные газы имеют нормальный цвет и отсутствуют посторонние шумы и вибрации.

7. Для установки необходимого рабочего режима используйте переключатель рабочего режима на контрольной панели.

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Перемещение любого рычага в режиме автоматического замедления оборотов двигателя может привести к резкому возрастанию частоты вращения двигателя. Осторожно управляйте рычагами.

Управляйте рабочим оборудованием при помощи рычагов управления.

Помните о том, что при отпускании рычаги возвращаются в положение **УДЕРЖАНИЯ**, и рабочее оборудование фиксируется именно в таком положении.

Рабочим оборудованием управляют при помощи левого и правого рычагов управления рабочим оборудованием. Левый рычаг предназначен для управления рукоятью и поворотом платформы, правый - для управления стрелой и ковшом.

Перемещение рычагов и рабочего оборудования показаны на рисунках справа. При отпусканье рычаги автоматически возвращаются в нейтральное положение, и рабочее оборудование удерживается на месте.

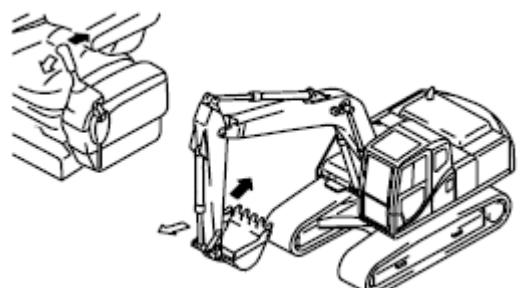
Если машина остановлена, а рычаги управления рабочим оборудованием установлены в нейтральное положение, то частота вращения двигателя удерживается в среднем диапазоне в результате действия функции автозамедления, даже если регулятор подачи топлива установлен в положение FULL (ПОЛНАЯ ПОДАЧА ТОПЛИВА).

## ПОЯСНЕНИЕ

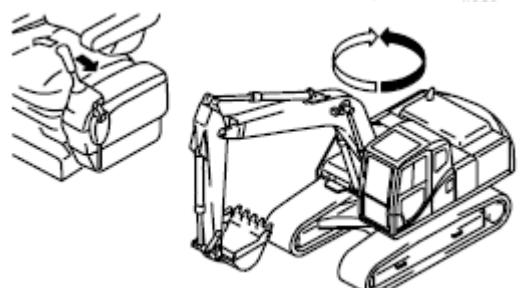
На данной машине установлен гидроаккумулятор, поэтому если после остановки двигателя еще не прошло 15 секунд, то, установив пусковой выключатель в положение ON и действуя рычагами управления, можно опустить рабочее оборудование на грунт.

Кроме того, можно использовать рычаги для сброса остаточного давления в гидросистеме цилиндров, а также для опускания стрелы после погрузки машины на трейлер.

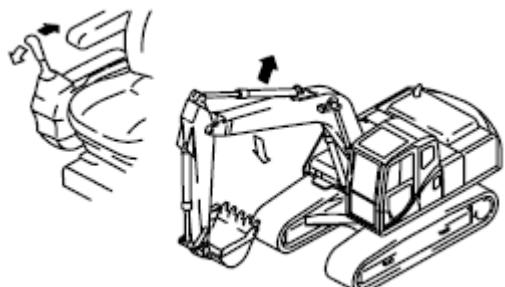
Управление рукоятью

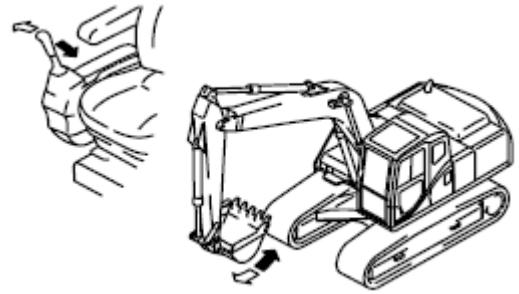


Управление поворотом платформы



Управление стрелой



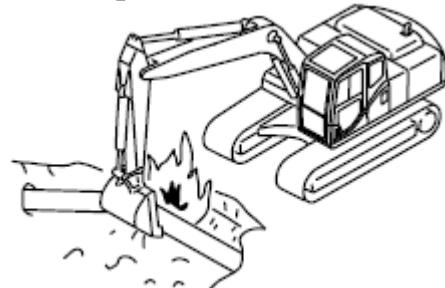


## 2.7 Переэкскавация горной массы на рабочую площадку

### 2.7.1 Правила работы экскаватора на рабочей площадке

Перед началом работы тщательно осмотрите рабочий участок на наличие необычных условий, которые могут представлять опасность.

Ведение работ вблизи горючих материалов, в частности, крытых соломой крыш, скоплений сухих листьев или сухой травы сопряжено с опасностью их возгорания, поэтому действуйте с осторожностью.



Осмотрите местность и ознакомьтесь с состоянием грунта на рабочей площадке, а затем выберите самый безопасный способ работы. Никогда не работайте там, где есть опасность оползней или падения обломков горной породы.

Если под рабочей площадкой проходят водопроводы, газопроводы или высоковольтные кабели, то необходимо определить их точное местоположение, проконсультировавшись с представителями соответствующих служб. Следите за тем, чтобы не повредить эти коммуникации.

Примите меры, исключающие приближение посторонних лиц к месту проведения работ.

При ведении работ на дорогах общего пользования, расставьте регулировщиков и установите ограждения, чтобы обеспечить безопасность передвижения транспортных средств и пешеходов.

Перед передвижением или работой на мелководье или слабом грунте изучите рельеф и состояние подстилающей породы, а также глубину и скорость течения воды.

#### Запыленная рабочая площадка

Работая на запыленных рабочих площадках, действуйте следующим образом:

Как можно чаще проверяйте контрольную лампу засорения воздушного фильтра для того, чтобы вовремя обнаружить его засорение.

Чтобы не допустить засорения, чаще проводите очистку теплообменного элемента радиатора.

Чаще проводите очистку и замену топливного фильтра.

Чтобы не допустить скопления пыли, проводите очистку электрооборудования, особенно стартера и генератора.

Проверку или замену масла проводите в хорошо защищенном от пыли месте, чтобы избежать попадания пыли в масло.

## **2.7.2 Технологический процесс переэкскавации горной массы экскаватором**

Переэкскавация – одно или многократная перевалка вскрышных пород на карьерах. Применяется при усложнённой бестранспортной схеме разработки вскрыши с перемещением пород во внутренние отвалы и последующей перевалкой её из них.

Переэкскавация с размещением вскрыши в выработанном пространстве карьера ведётся в основном при следующих условиях: горизонтальном или пологом падении залежи полезных ископаемых (обычно 10-15°), её мощности до 20-50 м и мощности вскрышных пород до 40-60 м. Переэкскавация может применяться также при отработке выходов наклонных и крутых залежей или узких, вытянутых и неглубоко залегающих линз полезных ископаемых с размещением вскрышных пород на бортах карьера.

Переэкскавация в большинстве случаев производится специальным экскаватором — драглайном, который располагается на отвале или предотвале в выработанном пространстве карьера. В отдельных случаях для этого используют тот же драглайн, который предварительно отрабатывает вскрышной уступ и перемещает породу в выработанное пространство карьера. Выбор типоразмера драглайна производится в основном в зависимости от объёма переэкскавируемой породы и высоты первичного отвала.

После отработки добычной заходки в выработанном пространстве остаётся свободной призабойная полоса. Для вскрытия следующей добычной заходки вскрышной экскаватор отрабатывает уступ, складируя породу в выработанное пространство. При этом вследствие недостаточных рабочих размеров вскрышного экскаватора и ограниченного объёма призабойного пространства вскрыши засыпает добычный уступ. Для удаления её и увеличения объёма призабойного пространства отвальный экскаватор осуществляет переэкскавацию части породы из первичного отвала, освобождая полосу между нижними бровками добычного уступа и отвала. Меньшая часть переэкскавируемой породы размещается в 1-м ярусе отвала, большая часть — во 2-м. Ширина призабойной полосы должна быть достаточной для размещения первичного отвала породы. Часть породы, складированная вскрышным экскаватором в выработанное пространство, остается на месте, т.к. она

располагается в контуре новой отвальной заходки, другая часть переэкскавируется отвальным экскаватором.

Коэффициентом переэкскавации называется отношение объёма переэкскавируемой породы к объёму породы экскавированной из целика (вскрышной заходки). При правильно выбранных параметрах технологической схемы коэффициент переэкскавации меньше единицы. При небольших рабочих радиусах вскрышных экскаваторов и развитии оползней пород отвала коэффициент кратности перевалки может быть больше 1 и достигать 4. Экономически допустимый коэффициент переэкскавации ориентировочно определяется по формуле  $K_{\text{пер}} = (C_t - C_b)/C_n$ ; где  $C_t$ ,  $C_b$ ,  $C_n$  — затраты на 1 м<sup>3</sup> вскрышных работ соответственно: при использовании транспорта, при простой перевалке и переэкскавации.

Основное достоинство переэкскавации — расширение области применения бестранспортных схем вскрышных работ и повышение эффективности отработки месторождений. Основной недостаток переэкскавации — жёсткая зависимость между вскрышными и добычными работами.

В связи с усложнением горно-геологических условий разработки месторождений и ростом рабочих параметров драглайнов расширяется применение бестранспортных систем разработки с переэкскавацией вскрышных пород.

## **2.8 Укладка горной массы на внутреннем и внешнем отвале**

### **2.8.1 Способы укладки горной массы в выработанном пространстве (внутренний отвал)**

Неизбежным следствием ведения вскрышных, добычных и подготовительных работ является необходимость выдачи на земную поверхность определенного объема пустых пород.

При открытой разработке рудных месторождений объем извлекаемых и размещаемых в отвалах пустых пород в несколько раз превышает объем добываемого полезного ископаемого и несоизмеримо больше, чем при подземной разработке. На крупных карьерах объем отвальных работ достигает иногда десятков миллионов кубометров в год.

Отвалообразование — комплекс производственных операций по приему и размещению вскрышных пород на специальном участке горного отвода.

Технические сооружения и средства механизации отвальных работ составляют отвальное хозяйство карьера.

От организации отвальных работ зависит производительность вскрышного и транспортного оборудования, а следовательно, всего комплекса вскрышных и добычных работ. Удельный вес отвальных работ в сумме расходов на 1 м<sup>3</sup> вскрыши составляет в среднем около 20 %, а в мягких породах достигает 30 %. Поэтому все основные технико-экономические показатели работы карьера очень зависят от правильности выбора способа отвалообразования.

Относительно контура карьера, как отмечено выше, различают два типа отвалов по размещению: внешние и внутренние. Внутренними называют отвалы, расположенные в выработанном пространстве; внешними — вне контуров карьера (рис. 2.8.1.1).

Внутренние отвалы образуют преимущественно при бестранспортных и транспортно-отвальных системах разработки и при определенных горно-геологических условиях (горизонтальные или слабонаклонные месторождения до  $15^\circ$ ). Стоимость вскрышных работ при внутреннем отвалообразовании значительно ниже, организация и производство их просты. Однако из-за ограниченных условий применения внутренних отвалов в практике они используются достаточно редко.

Внешние отвалы обычно образуют, используя рельеф местности, склоны гор, балки, овраги, старые выработки, располагая по возможности ближе к карьеру и так, чтобы транспортирование породы из него на отвал происходило под уклон.

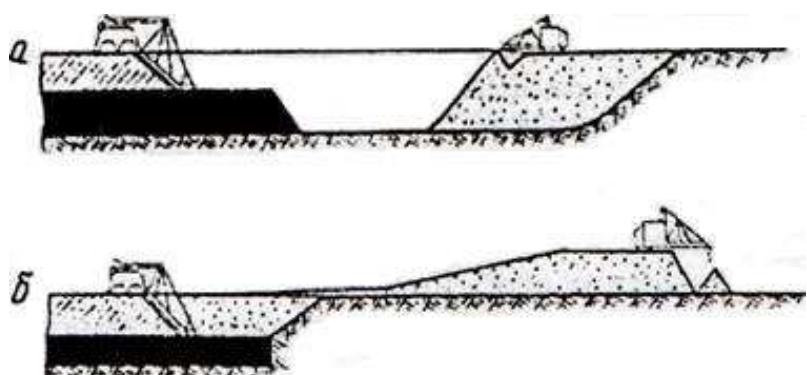


Рис. 2.8.1.1 – Расположение внутренних (а) и внешних (б) отвалов

Обычно крупные карьеры создают или многоярусный отвал с несколькими тупиками, или несколько отвалов.

Существует несколько основных способов отвалообразования, различающихся применяемым горным оборудованием (табл. 2.6.1.1).

Таблица 2.8.1. – Основные способы отвалообразования

Способы отвалообразования	Система разработки	Залегание месторождения	Породы	Максимальная мощность пласта, м	Суточный объем вскрышных работ, тыс. м <sup>3</sup>
Одноковшовыми экскаваторами (внутренние отвалы)	Бестранспортная	Горизонтальное и пологое	Любые при хорошем разрыхлении	До 60	Любой

Окончание таблицы 2.8.1

Транспортно-отвальных мостами (внутренние отвалы)	Транспортно-отвальная	Горизонтально е	Мягкие	20-25	40 и более
Передвижными отвалообразователями (внутренние и внешние отвалы)	То же	То же	Любые при хорошем разрыхлении	15-20	До 10 —15 при одноковшовых и средней мощности многоковшовых экскаваторах, 40 и более при мощных роторных экскаваторах
Гидроспособом (как правило, внешние отвалы)	Специальная (гидромеханизация)	Любое	Мягкие	Любая	Небольшой
Плугами (внутренние и внешние отвалы)	Транспортная	То же	Предпочтительнее выше средней крепости	То же	То же
Автосамосвалами и (внешние и внутренние отвалы)	То же	То же	Любые разрыхленные	То же	Любой
Экскаваторами (внешние и внутренние отвалы)	То же	То же	Любые	То же	То же
Бульдозерами (внешние и внутренние отвалы)	То же	То же	То же	То же	То же
Абзетцерами (внешние и внутренние отвалы)	То же	Горизонтально е или пологое	Мягкие	То же	20 и более

## 2.8.2 Технологический процесс укладки горной массы в выработанном пространстве (внутренний отвал) и на внешнем отвале экскаватором

Способы отвалообразования и средства механизации отвальных работ должны обеспечивать бесперебойное складирование породы.

Породные отвалы должны иметь достаточную вместимость, находиться на минимальном расстоянии от мест погрузки породы, располагаться на безрудных (безугольных) площадях, не препятствовать развитию горных работ в карьере и

формироваться с учетом требований техники безопасности, экологии и рекультивации.

В комплекс отвальных работ входят разгрузка пород, планировка отвального уступа и формирование предохранительного вала или размещение породы в отвале экскаватором, отвалообразователем, абзетцером, автосамосвалом и передвижка транспортных коммуникаций в новое положение.

Внешнее отвалообразование применяется при разработке наклонных и крутонаклонных месторождений. Для складирования пород при транспортировании их на внешние отвалы используются механические лопаты, драглайны, отвальные плуги, абзетцеры и бульдозеры. При транспортировании пород железнодорожным транспортом наиболее распространено отвалообразование экскаваторами ЭКГ-8И и ЭКГ-12,5.

Для перемещения породы во внутренние отвалы применяют мощные драглайны.

## 2.9 Профилирование трассы

### 2.9.1 Машины, производящие процесс профилирования трассы, их характеристики

Грейдерами называют машины, которые работают как прицеп к тягачу или гусеничному трактору, автогрейдеры – это машины самоходные. Основной рабочий орган автогрейдера – отвал с ножом, расположенный на раме, его можно опускать, поднимать, поворачивать для лучшей работы с грунтом.

Классификация автогрейдеров:

#### 1) По типу колес:

На металлических колесах. Такие модели обойдутся дешевле, они проще устроены и не требуют дорогостоящего обслуживания. Существенным недостатком таких грейдеров можно назвать невысокую скорость – 5-6 км/ч.

На пневматических колесах. Этот тип грейдеров стоит дороже, да и обслуживание несколько сложнее, однако они мощнее, своим ходом они могут передвигаться со скоростью до 30 км/ч.

#### 2) По массе и мощности автогрейдера:

Легкие. Масса таких машин 9-12 тонн, а мощность составляет 75-90 лошадиных сил. Используются преимущественно для планировочных работ, разметки, патрулирования;

Средние. Масса 13-15 тонн, мощность 120-150 л.с. Используются такие модели преимущественно для реконструкции, профилировки дорог, а также смешения материалов на месте;

Тяжелые. Масса автогрейдеров такого типа 19-20 тонн, мощность 250-300 л.с. Основная сфера применения – строительство асфальтовых и земляных дорог.

### *3)По типу трансмиссии:*

С механической трансмиссией. Этот вид трансмиссии предусматривает ступенчатое и ручное изменение скорости движения машины;

С гидромеханической трансмиссией. Автоматическое и плавное регулирование скорости движения транспорта.

По типу бортовых передач:

Бортовой редуктор (у автогрейдеров легкого и среднего типа);

Раздельные ведущие мосты (ими оснащаются тяжелые машины).

По типу рамы автогрейдеры делят на:

Модели с жесткой рамой – более прочные, но менее маневренные;

Модели с шарнирно-сочлененной рамой – такие машины более маневренные и могут выполнять обширный спектр работ.

Основное назначение автогрейдеров – отделка земляного полотна (профилирование поверхности, насыпей, выемок, кюветов, приданье продольных и поперечных уклонов). Автогрейдеры могут быть использованы для работы с грунтами I-III типа. Также машины используются для ремонтных работ и содержания дорог, рыхления бульжных мостовых, асфальтовых покрытий, тяжелых грунтов, рытья канав, смешивания грунтов с вязющими материалами и добавками. В зимнее время при помощи автогрейдеров расчищают дороги от уплотненного снега.

Современные автогрейдеры – трехосные машины, состоящие из рамы, трансмиссии, ходовой части, системы управления, основного и дополнительного оборудования, кабины машиниста.

Основное рабочее оборудование автогрейдера – это отвал, в пространстве ему можно придать практически любое положение: вращать на 360 градусов в любом направлении, это стало возможно благодаря особой системе крепления к раме автогрейдера. Тяговая рама крепится на универсальном шарнире, широкая ее сторона поддерживается гидроцилиндрами. Вместе устройства составляют рычажный механизм, в поперечном направлении рама фиксируется еще одним гидроцилиндром. Скользящие опоры поддерживают поворотный круг, к которому и крепится отвал.

К техническим характеристикам автогрейдеров можно отнести:

- a) мощность силовой установки (кВт);
- b) полная масса (т);
- c) ширина захвата (мм);
- d) углы зарезания (наклона) и резания;
- e) рабочая и транспортировочная скорости (км/ч);
- f) длина отвала грейдера (мм);
- g) тип управления (механический, комбинированный, гидравлический).

## 2.9.2 Технологический процесс профилирования трассы экскаватора

Под профилированием понимается устройство поперечного профиля земляного полотна в виде невысоких насыпей из боковых канав или резервов. Профилирование в этом случае состоит в том, что грунт из вырезаемого кювета перемещают к оси дороги и используют для возведения повышенной проезжей части полотна.

До начала земляных работ с помощью различных дорожных машин проводят подготовительные операции — расчищают полосы отвода (валят и треллют лес, убирают кустарник, корчуют и убирают пни, крупные камни), засыпают ямы после корчевки. После расчистки дорожной полосы приступают к разбивке (разметке) земляного полотна, т. е. к обозначению на местности его границ и очертаний с помощью колышков длиной до 1 м.

Направление и ширину элементов земляного полотна (подошвы насыпи, бровки резервов) обозначают колышками по длине и ширине полосы. Высотные отметки полотна определяются высотой колышков и надписями на них. Как правило, колышки высотных отметок выносят за пределы полосы, что позволяет сохранить их до конца ведения земляных работ. Колышки, обозначающие линии земляного полотна, устанавливают через каждые 25—50 м, а на закруглениях дороги — через 10—15 м. Колышки высотных отметок забивают не реже чем через 100 м, в местах перелома продольного профиля через 10—20 м.

Профилирование включает зарезание, перемещение грунта и разравнивание.

Зарезание грунта — первая технологическая операция при всех видах земляных работ. Наиболее ответственный этап при этом — первый проход или пробивка первой борозды, так как от этого в значительной мере зависит обеспечение заданного профиля сооружения.

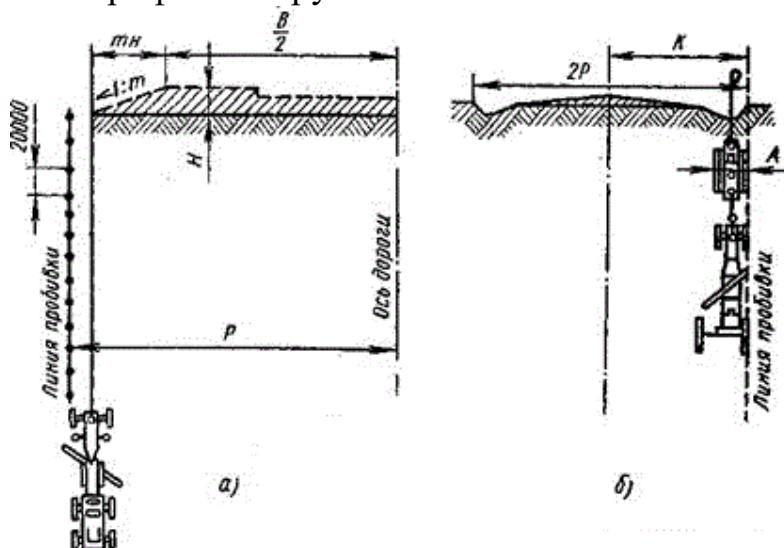


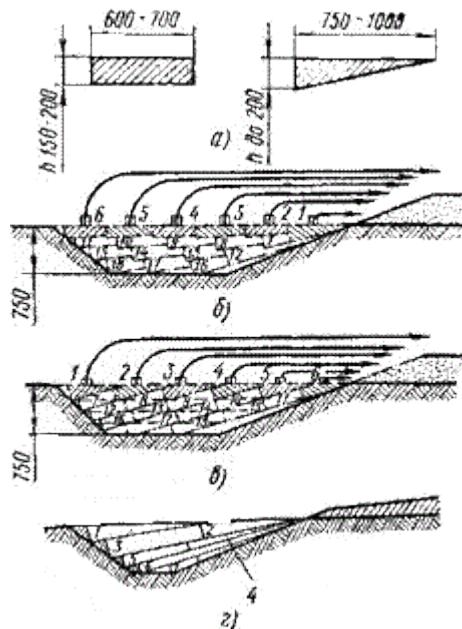
Рисунок 2.9.2.1 – Пробивка первой борозды: а — по колышкам, б — по вехам

Пробивку первой борозды автогрейдерами можно вести по колышкам и по закрепленным вехам. При пробивке борозды по колышкам отвал автогрейдера устанавливается под углом наклона не более  $15^\circ$  так, чтобы его режущий конец был на расстоянии 15—20 см от колышков и находился на одном уровне с внешним краем обода переднего колеса автогрейдера. Заднее колесо этого же борта машины должно следовать по дну вырезанной борозды.

Пробивку борозды по вехам ведут следующим образом. С помощью вех высотой 2—2,5 м, установленных на расстоянии 100—150 м, отмечают предполагаемую ось, по которой должен двигаться автогрейдер. При этом учитывается расстояние от линии первой борозды до середины автогрейдера. Отвал автогрейдера устанавливают так же, как при пробивке борозды по колышкам.

При зарезании борозды машинист направляет машину на створ вех таким образом, чтобы створ вех совпадал с осью машины. В качестве ориентира оси машины может служить, например, заливная пробка радиатора или специально установленный предмет.

На производительность автогрейдера влияют также форма и размеры стружки при зарезании в зависимости от принятой схемы разработки. На рис. 67 представлены три возможные схемы зарезания грунта отвалом. Сечение стружки (рис. 67, а) при этом может быть прямоугольным и треугольным, причем первое примерно на 50—70% больше, что обуславливает и большую производительность автогрейдера при одинаковых скоростях движения.



а — сечения стружки, б — разработка резерва прямоугольной стружкой, в — разработка резерва треугольной стружкой, г — разработка боковых канав в нулевых отметках

Рисунок 2.9.2.2 – Схема зарезания грунта отвалом

Зарезание грунта по схеме б применяется при возведении насыпей и профилировании полотна. В этом случае зарезание начинают от внутренней бровки резерва и ведут послойно. Первая стружка имеет треугольное сечение, а последующие переходят в прямоугольные. Номера, простоявшие на схеме, показывают последовательность зарезания грунта. В результате работы по данной схеме не требуется дополнительной планировки дна резерва.

Под буквой в показана возможная последовательность зарезания грунта от внешней бровки резерва к внутренней. Недостаток этой схемы в том, что на всех проходах автогрейдера получается стружка треугольного сечения и, кроме того, требуется планирование дна резерва.

При разработке боковых треугольных канав зарезание целесообразно производить от наружной бровки канавы по схеме, показанной на г. В этом случае стружка получается треугольной и прямоугольной формы.

Грунт, подрезаемый отвалом при зарезании, перемещается вдоль отвала и сбрасывается со стороны его свободного конца в виде валика. Операция перемещения этого валика в насыпь составляет очень важную часть технологического цикла работы автогрейдера: количество проходов автогрейдера по перемещению грунта составляет 60—75% от общего числа проходов, необходимых для устройства насыпи из боковых резервов.

Разрыхленные и сухие грунты перемещаются при увеличенном угле захвата, что позволяет увеличить расстояние перемещения.

Третья технологическая операция в работе автогрейдера — разравнивание перемещенного грунта и обеспечение заданного уклона полотна земляного сооружения. Поскольку усилия на отвале, требуемые для разравнивания грунта, меньше, чем при предыдущих операциях, отвал устанавливают с минимальным углом, позволяющим увеличить длину захвата. Кроме того, отвал может быть оборудован удлинителем или откосником для разравнивания грунта в канавах и откосах. Скорость движения автогрейдера при разравнивании должна быть максимально возможной.

## 2.10 Оборка заоткоса

### 2.10.1 Правила постановки бортов в предельное положение (оборка заоткоса) экскаватором

Углы откосов бортов карьера на момент погашения горных работ зависят от конструкции борта и должны обеспечивать устойчивое равновесие слагающих его пород. Уменьшение угла наклона борта карьера в его конечных контурах на 2-3° приводит к значительному увеличению вынимаемых объемов вскрыши и затрат на разработку месторождения. Максимально возможные углы откосов бортов карьера зависят от физико-механических свойств и обводненности слагающих их пород, наличия и характера расположенных в борту поверхностей ослабления (плоскостей напластований, тектонических нарушений и т.п), глубины карьера и формы борта в плане. Вогнутый борт более устойчив, чем плоский или выпуклый. Как правило, угол откоса, определенный

на основе теоретических расчетов или по нормативам, является ориентировочным. Его уточняют в процессе производства горных работ.

Угол откоса рабочего борта карьера не превышает 20 градусов и зависит от высоты уступа и ширины рабочей площадки.

За счет увеличения угла откоса рабочего борта можно регулировать годовые объемы вскрыши.

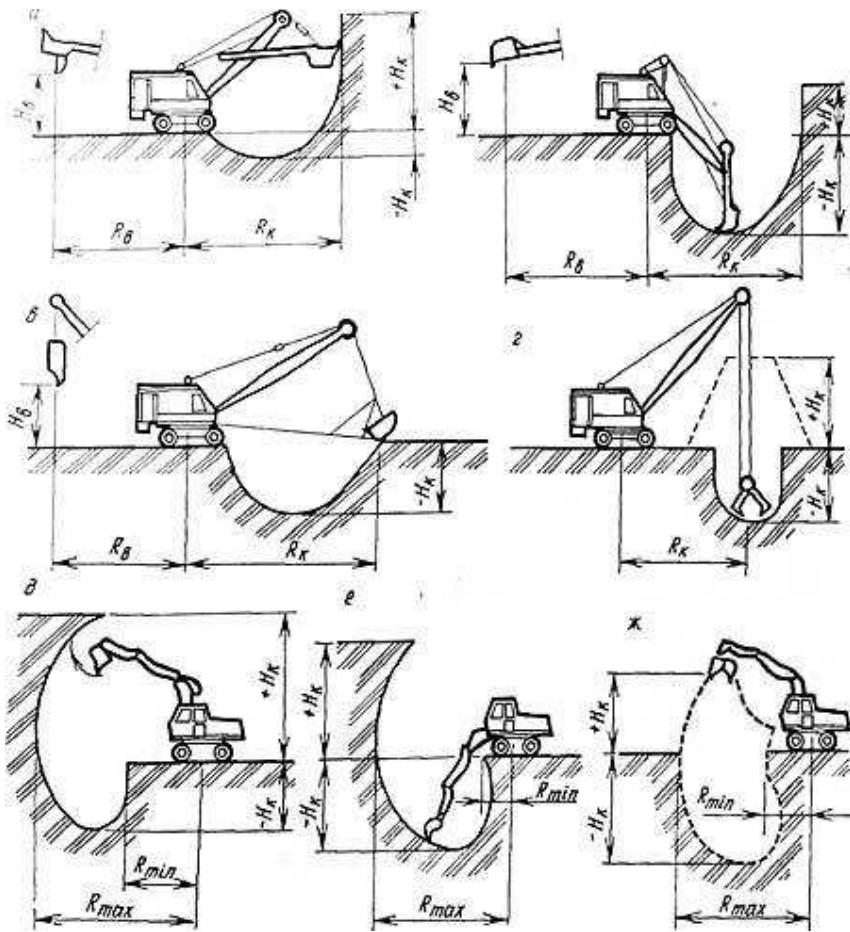
Расстояние между смежными бермами при погашении уступов и постановке их в предельное положение, ширина, конструкция и порядок обслуживания предохранительных берм определяются проектом. В процессе эксплуатации параметры уступов и предохранительных берм должны при необходимости уточняться в проекте по результатам исследований физико-механических свойств горных пород.

При погашении уступов необходимо соблюдать общий угол наклона борта карьера, установленный проектом.

Во всех случаях ширина бермы должна быть такой, чтобы обеспечивалась ее механизированная очистка.

## **2.11 Алгоритм и способы планировки забоя, верхней и нижней площадок уступа**

Забой — это рабочее место экскаватора. Его форма и размеры зависят от вида рабочего оборудования, рабочих параметров экскаватора и принятой схемы разработки грунта (рис. 4.18). Для достижения высокой производительности размеры забоя должны назначаться по оптимальным рабочим параметрам экскаватора: высоте или глубине резания, радиусам резания и т. д.



а — прямая лопата с канатным управлением; б — обратная лопата; в — драглайн; г — ж — грейферы; д — профиль забоя прямой лопаты с гидравлической системой управления; е — то же, обратная лопата; ж — грейфер; R<sub>k</sub> — радиус копания, в — радиус выгрузки; +H<sub>k</sub> — высота копания; —H<sub>k</sub> — глубина копания; H<sub>v</sub> — высота выгрузки

Рисунок 2.11.1 – Профили забоев экскаваторов с различным рабочим оборудованием

Разработка грунта экскаватором с прямой лопатой осуществляется выше уровня стоянки экскаватора и, как правило, с погрузкой на транспортные средства, которые могут располагаться на уровне подошвы забоя или выше его. Транспортировка грунта от экскаватора чаще всего осуществляется автосамосвалами как наиболее маневренными машинами. Количество транспортных единиц должно обеспечивать бесперебойную работу экскаватора.

В зависимости от требуемой ширины выемки (котлована) применяют лобовую проходку с движением экскаватора по прямой, по зигзагу или поперечно-торцевую (рис. 2.11.2). Широкие котлованы разрабатывают лобовой и последующими боковыми проходками. Если глубина выемки (котлована) превышает оптимальную высоту забоя, разработка грунта производится по ярусам (уступам) в последовательности, определяемой профилем выемки. Количество проходок и ярусов зависит от ширины и глубины выемки (рис. 2.11.2, е).

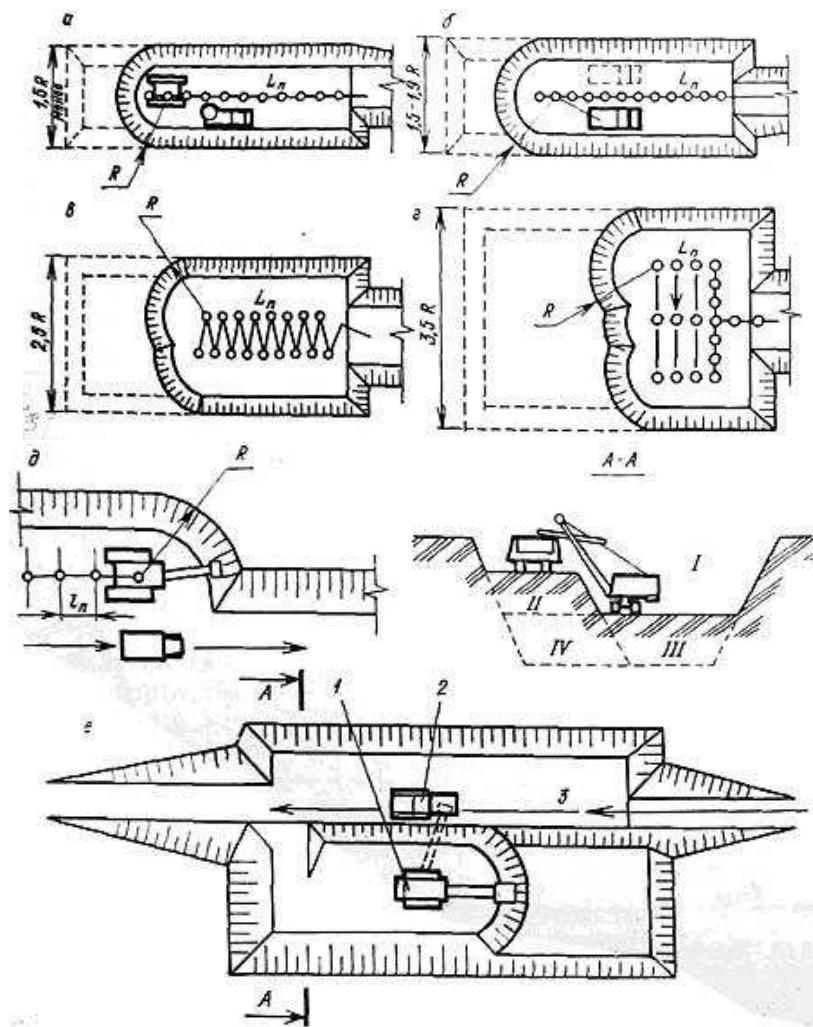
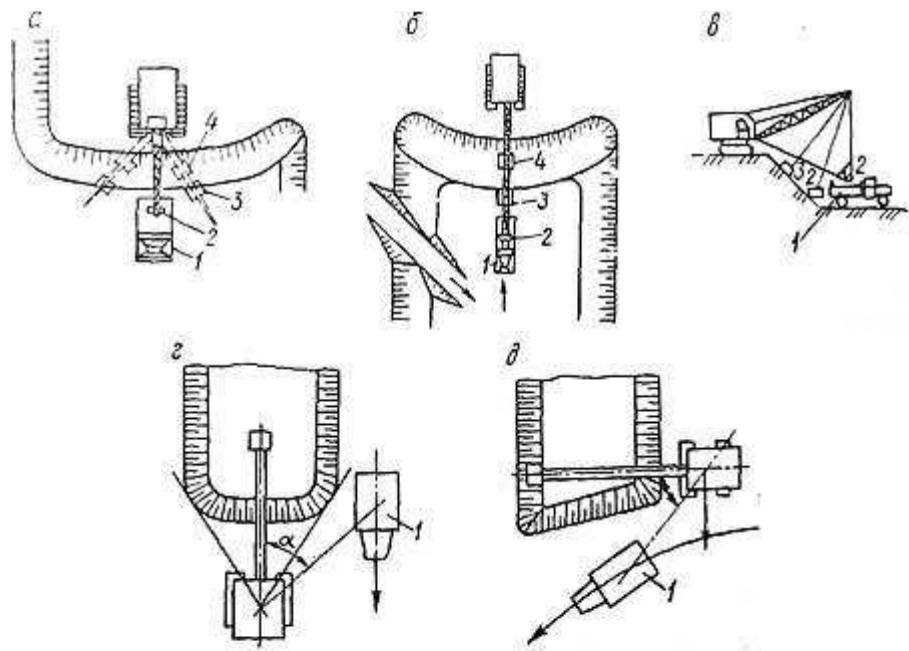


Рисунок 2.11.2 – Схемы проходок экскаватора с рабочим оборудованием — прямая лопата.

Экскаваторы, оборудованные обратной лопатой и драглайном, разрабатывают грунт (выемку) ниже уровня стоянки машины с погрузкой в транспортные средства, располагаемые на одном уровне с экскаватором, или с укладкой в отвал или насыпь (рис. 2.11.3). При торцевой проходке, когда экскаватор перемещается вдоль оси выемки, достигается максимальная глубина разработки (копания), возможная для данного вида рабочего оборудования, но по сравнению с боковой проходкой — меньшая ширина выемки. При боковой проходке экскаватор движется по бровке выемки и, работая в отвал или насыпь, может перемещать грунт на более значительное расстояние. Широкие котлованы разрабатываются за несколько проходок.



а, б, в — поперечно-челночный экскаватором-драглайном; г, д — соответственно головной (торцевой) и боковой экскаватором с обратной лопатой; 1 — автосамосвалы; 2 — опускание ковша и набор грунта; 3 — окончание набора грунта и подъем ковша; 4 — разгрузка ковша.

Рисунок 2.11.3 – Способы разработки забоя

Выемку полезного ископаемого, покрывающих и вмещающих пород ведут слоями, начиная с верхних слоев. В результате разрабатываемый массив горных пород приобретает форму уступов. Между смежными слоями оставляют площадки для размещения оборудования, транспортных и энергосиловых коммуникаций и других производственных целей. Обычно слои горизонтальны, но иногда пологую залежь отрабатывают наклонными слоями, а крутопадающую — крутыми.

Уступ — это часть слоя горных пород, имеющая форму ступени и разрабатываемая самостоятельными средствами рыхления, выемки и транспорта.

Различают рабочие и нерабочие уступы. На рабочих уступах ведут отработку массива полезного ископаемого и вскрыши. Рабочий уступ иногда подразделяют по высоте на подуступы, которые разрабатывают последовательно или одновременно разными (теми же) выемочно-погрузочными машинами, но обслуживаются общим транспортным горизонтом.

Поверхности, ограничивающие уступ сверху и снизу, именуют *верхней и нижней площадками*, а наклонную поверхность, ограничивающую уступ со стороны выработанного пространства, *откосами уступа*. Линии пересечения откоса уступа с его верхней и нижней площадками называют *верхней и нижней бровками*.

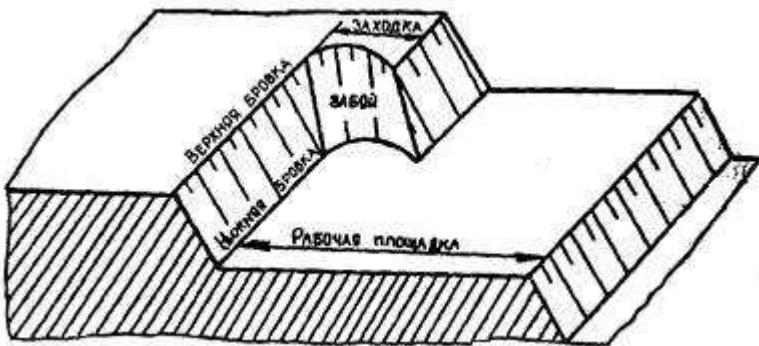


Рисунок 2.11.4 – Основные поверхности уступа.

Высота уступа – зависит от рабочих размеров применяемого выемочно-погрузочного оборудования и физико-механических свойств пород.

Площадку уступа, на которой располагают оборудование для его отработки, считают рабочей площадкой или рабочим горизонтом. Горизонты имеют абсолютные высотные отметки, относительно уровня Балтийского моря, или условные, относительно положения постоянного пункта на поверхности. Площадки, на которых работы не производят, называют бермами. Различают предохранительные и транспортные бермы.

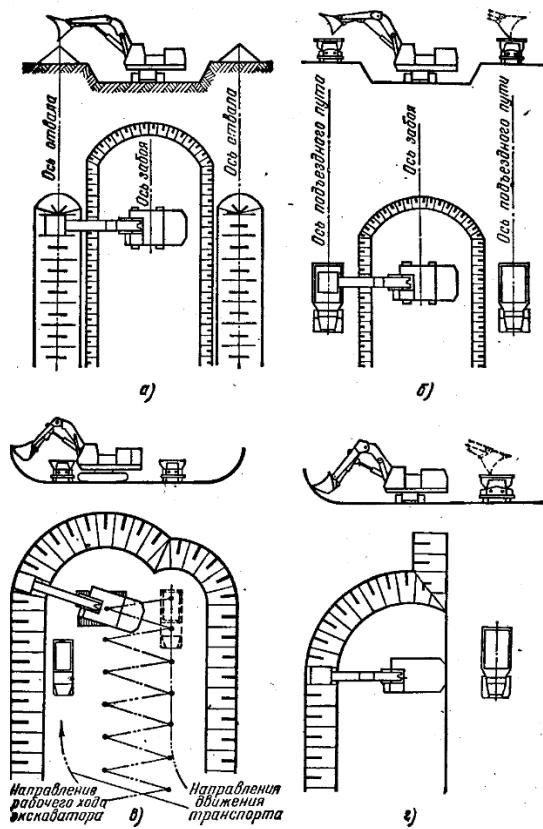
### **2.11.1 Технологический процесс разработки забоя экскаватором**

Одноковшовыми экскаваторами грунт в забое разрабатывают несколькими проходками. Параметры проходок и забоев должны обеспечивать возможность работы экскаватора с наименьшими затратами времени на выполнение рабочего цикла экскавации (копание, поворот платформы с груженым ковшом, разгрузка ковша, поворот платформы в забой и опускание ковша в положение резания).

Продолжительность цикла экскавации — один из основных факторов, влияющих на производительность экскаватора. При этом особое значение имеют операции поворота платформы, занимающие до 60 % продолжительности цикла. Для сокращения времени на выполнение рабочего цикла экскавации:

- ширина проходок должна обеспечивать работу экскаватора при среднем значении углов поворота в пределах  $70^\circ$ ;
- глубина (высота) забоев должна быть не менее длины стружки грунта, необходимой для заполнения ковша;
- длина проходок должна обеспечивать наименьшее число вводов экскаватора в забой и выводов из забоя;
- радиус копания должен быть в пределах 0,7 — 0,9 наибольшего радиуса копания для данного типа экскаватора;
- копание грунта производят при полной мощности двигателя; по возможности максимально совмещают рабочие операции; при разработке грунтов I — III категорий применяют ковши увеличенной вместимости.

При использовании прямой лопаты грунт разрабатывают выше уровня стоянки экскаватора лобовой или боковой проходкой. При лобовой проходке малой ширины экскаватор перемещается по центру, а при большой — зигзагообразно. Мягкие грунты разрабатывают так, чтобы каждое последующее копание перекрывало предыдущее; твердые грунты — в шахматном порядке; глубокие выемки — уступами, при этом сначала разрабатывают пионерную траншею лобовым или расширенным забоем, а затем — боковыми забоями. Подошва каждого уступа должна иметь уклон в сторону разработки для отвода ливневых вод. Прямой лопатой с поворотным ковшом ковш заполняют движением, близким к прямолинейному, с последующим поворотом его «на себя». Разработку забоя или погрузку сыпучих материалов осуществляют с верхней части забоя. Поворотом рукояти и ковша или только поворотом ковша наполняют его, поворачивают «на себя», поднимают стрелу, выводят ковш из забоя, поворачивают платформу на выгрузку и разгружают ковш. Для вывоза грунта из забоя применяют самосвалы.



а — лобовая проходка с укладкой грунта на обе стороны забоя; б — лобовая проходка с двусторонней погрузкой грунта в транспортные средства, перемещающиеся по верху забоя; в — широкая разработка с погрузкой грунта в транспортные средства, перемещающиеся по подошве забоя; г — боковая проходка с погрузкой грунта в транспортные средства

Рис. 2.11.1.1 – Разработка забоя экскаватором, оборудованным прямой лопатой:

Погрузка грунта в транспортные средства. Площадка должна быть подготовлена: выровнена, уплотнена, иметь уклон не более 5°. Транспортное средство (автомобиль) под погрузку подъезжает только по сигналу машиниста экскаватора, автомобиль должен быть надежно заторможен, водитель обязан покинуть его и отойти на безопасное расстояние, остальные транспортные средства не должны находиться в опасной зоне. Расстояние от бровки откоса до ближайшей опоры экскаватора, а также от стенки забоя до задней поворотной части экскаватора — не менее 1 м. Ни экскаватор, ни транспортное средство не должны находиться в призме обрушения грунта. Перед выполнением рабочей операции или перед движением задним ходом машинист экскаватора должен подать звуковой сигнал для предупреждения окружающих об опасности. Нельзя допускать резких торможений поворотной платформы.

Погрузка грунта в транспортное средство осуществляется через боковой или задний борт (перемещение груза над кабиной запрещено). Ковш следует перемещать плавно, не касаясь кузова и грунта, находящегося в нем. Загрузку нужно производить равномерно по всему кузову, не допуская перегрузки заднего моста. Запрещается разравнивать и уплотнять грунт в кузове ковшом. Уровень грунта в кузове по краям — ниже верхней кромки борта на 100... 150 мм во избежание высыпания при транспортировании.

При погрузке крупных камней, пней вначале на дно засыпают мелкий материал, а на него крупный, максимально опустив ковш к месту разгрузки. Ковш всегда должен находиться в поле видимости машиниста экскаватора. Оптимальное соотношение объема ковша экскаватора: в кузове должно помещаться 3 — 7 ковшей.

При работе необходимо следить за призмой обрушения, чтобы избежать сползания или опрокидывания экскаватора.

### **2.11.2 Технологический процесс селективной выемки**

Селективная выемка — раздельное извлечение из недр каждой разновидности (или сорта) полезных ископаемых или полезных ископаемых и пустых пород. Селективная выемка предопределяет особый порядок ведения горных работ. Возможна при разных видах полезных ископаемых (совместное залегание руд разных металлов и т.п.), а также при чётком разделении отдельных сортов полезных ископаемых по типу (например, руды сульфидные, окисленные, смешанные) или по степени концентрации полезного компонента (например, богатые и бедные руды, пустые породы).

Селективная выемка экскаваторами непрерывного действия осуществляется либо обособленной по перечной отработкой различных участков забоя, либо валовой отработкой с разделением полезных ископаемых и породы при разгрузке в транспортные сосуды с помощью специальных устройств. При селективной (раздельной) выемке на карьерах наиболее целесообразно применение автомобильного транспорта, позволяющего отдельно перемещать руду разных сортов из сложных забоев и породу. Особое место при селективной

разработке заняли одноковшовые погрузчики на пневмоколёсном ходу, гидравлические экскаваторы.

Селективная выемка обеспечивает значительный экономический эффект. Целесообразность селективной выемки или валовой разработки определяется на основе критерия суммарных затрат на получение конечной продукции с единицы запасов.

На карьерах селективная выемка осуществляется при помощи различных специальных способов ведения буровзрывных и выемочно-погрузочных работ: совместным взрыванием (рыхлением) и селективной погрузкой; раздельным взрыванием (рыхлением) и раздельной погрузкой. В случае совместного взрывания важное значение приобретает сохранение первоначальной (довзрывной) структуры массива блока. Для этого применяют специальные методы взрывных работ, в основном при разработке сложноструктурных месторождений, представленных слабыми и средней крепости горных пород с хорошими показателями дробления. На практике совместное взрывание сложноструктурных блоков чаще осуществляют с однорядным и многорядным расположением скважин. При однорядном взрывании скважин производят раздельную отработку рудных и породных участков раз渲ала взорванной горной массы и раздельную её погрузку в транспортные средства.

### **2.11.3 Признаки оползневых явлений**

Слоны подразделяются на природные и искусственные. К искусственным склонам относятся борта карьеров, откосы насыпей, дамб, борта карьеров. В определенных условиях горные массы, слагающие склон или откос, теряют устойчивость и смещаются вниз.

Оползень – это движение масс горных пород по склону под действием силы тяжести. Во многих случаях это движение связано с деятельностью подземных и поверхностных вод. В зависимости от инженерно-геологических условий, оползни могут переходить в обвалы или осыпи.

Сползающие (деляпсивные) оползни начинаются в нижней части склона, например, в результате подмыва или подрезки склона, и распространяются вверх по склону, вызывая последовательное соскальзывание новых его частей. Поверхность оползания располагается не ниже подошвы склона.

Толкающие (детрузивные) оползни возникают в верхней части склона в результате образования трещин откола или нагрузки на склон. Оторвавшийся массив движется вниз и толкает впереди себя породы, расположенные ниже по склону. Подошва оползня и нижняя часть поверхности скольжения располагается ниже подошвы склона.

В отличие от обвала, который возникает внезапно и происходит очень быстро, движение горных масс в виде оползня является относительно медленных процессом.

Оползневой процесс можно разделить на три стадии:

I стадия – подготовительная. Различные геологические процессы и деятельность человека постепенно снижают устойчивость склона, однако, склон пока не приходит в движение.

II стадия – смещение горных масс. В процессе смещения оползающая часть может перемещаться и в вертикальном и в горизонтальном направлении. Подвижки бывают неравномерными по времени, с перерывами (периодами покоя).

III стадия – затухание движения и стабилизация. Сдвинувшиеся массы приобретают новое устойчивое положение. В дальнейшем они могут испытать новое движение или стабилизироваться.

Существуют следующие причины нарушения устойчивости склонов:

1) Тектонические процессы. В результате действия тектонических процессов нарушается структура склона, образуются трещины, по которым может происходить смещение (оползание);

2) Условия залегания горных пород на склонах. При напластовании, слоистости пород, согласной склону, может происходить смещение по поверхности напластования, либо по слабому прослою;

3) Процессы выветривания, коррозии, дефляции. Данные процессы превращают скальные породы склона в нескальные (менее прочные), нарушают связь выветрелой массы с материнской породой;

4) Деятельность поверхностных вод. Воды рек, морей, озер (водохранилищ) подмывают подошву склона, что приводит к потере его устойчивости;

5) Инженерная деятельность людей. К результатам этой деятельности относятся создание искусственных склонов или откосов, изменение гидрогеологических условий местности (осушение или, наоборот, создание искусственных водохранилищ), строительство сооружений на склонах.

### Меры предупреждения и борьба с оползнями.

Противооползневые мероприятия подразделяют на две группы – активные и пассивные.

Пассивные мероприятия (предупредительные, охранные):

- запрещение подрезки оползневых склонов;
- запрещение постройки на склонах;
- запрещение взрывных и горных работ вблизи оползневых участков;
- сохранение древесно-кустарниковой и травяной растительности;
- воспрещение полива земельных участков (иногда – их распашки);
- ограничение скорости движения поездов вблизи склонов.

Активные мероприятия:

- устройство берегоукрепительных и струенаправляющих сооружений (дамбы);
- перехват поверхностных вод (нагорные канавы, оградительные валы);
- устройство защитных берм;
- укрепление склона железобетонными шпильками;
- устройство контрбанкетов;

- устройство подпорных стенок;
- съем оползневых масс до устойчивых пород.

#### **2.11.4 Способы селективной разработки забоя**

Селективная выемка может быть простой (площадной) и сложной. Простая селективная выемка подразумевает обособленную погрузку различных типов, сортов руды и горных пород по длине уступа без сортировки в вертикальной плоскости. Простую раздельную отработку осуществляют узкими заходками, нормальными заходками и выборочным способом (сначала разрабатывают рудные, затем — породные участки).

Сложная селективная выемка заключается в экскаваторной сортировке по высоте уступа, выполняемой различными приёмами: раздельной погрузкой, сортировкой руд по фракциям, управляемым обрушением, комбинированной погрузкой. Раздельная погрузка применяется на тех участках забоя, где руда и порода имеют чёткие границы. Приёмы управляемого обрушения забоя включают различные варианты обрушения рудных участков забоя в заранее подготовленные экскаватором лоткообразные выемки в нижней (обычно породной) части развала взорванной горной массы для последующей погрузки руды в автосамосвалы. Возможны варианты обрушения пустых горных пород для последующей погрузки их в автосамосвалы и транспортирования в отвалы. Управляемое обрушение в основном применяется начиная со второй экскаваторной заходки в развале при достаточной устойчивости откосов забоев взорванного массива. На участках, где имеется возможность выемки руды по сортам с размещением её на заранее подготовленных призабойных площадках (для последующей погрузки в транспортные средства), осуществляется внутризабойная сортировка. В забоях, разделённых по высоте на рудную и безрудную зоны, применяют вертикальную экскаваторную селективную (раздельную) выемку. Зоны отрабатывают в определённом порядке с раздельной погрузкой руды и породы. Горизонтальная экскаваторная селективная (раздельная) выемка выполняется в забоях с чётко выделенными рудными и безрудными участками по фронту развала взорванной горной массы. Выемка участков производится поперечными или продольными экскаваторными заходками переменной ширины в соответствии с конфигурацией и параметрами участков.

### **3 Техническое обслуживание и ремонт**

#### **3.1 Виды и содержание технического обслуживания и ремонта**

Техническое обслуживание включает в себя: осмотр всех элементов экскаватора; проверку правильности их работы; регулировку механизмов; ремонт механизмов и деталей.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

Система планово-предупредительного ремонта оборудования (ППР) представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий по содержанию и ремонту оборудования, проводимых по заранее составленному плану и в определённой последовательности, для предупреждения преждевременного износа и выхода оборудования из строя.

Система ППР ставит своей основной целью достижение высокого коэффициента технического использования оборудования, путем постоянного поддержания его в работоспособном состоянии.

Система ППР предусматривает проведение периодического технического обслуживания, ремонтов, модернизацию и проверки оборудования на точность.

##### *Виды ремонтов и обслуживания.*

Предусматриваются ремонты двух видов:

- текущий;
- капитальный.

Текущий ремонт проводят в процессе эксплуатации оборудования для гарантированного обеспечения работоспособности машины или агрегата. Он состоит в замене или восстановлении отдельных дефектных частей или их регулировке. Проводится между плановыми капитальными ремонтами.

Этот вид ремонта предназначен для поддержания оборудования в работоспособном состоянии и проводится путем замены или ремонта отдельных деталей (кроме корпусных и базисных) при минимальном объеме разборочно-сборочных работ. Текущий ремонт основного технологического оборудования производится силами ремонтного персонала завода.

Работы, которые производят при текущем ремонте, определяются примерным перечнем, приведенным в разделе СТОИР.

Капитальный ремонт требует полной разборки и ремонта всех базовых деталей, замены изношенных деталей и узлов, восстановление части деталей, проверки их на точность. Капитальным является ремонт с периодичностью свыше одного года.

Работы, которые производят при капитальном ремонте, определяются примерными перечнями, приведенными в разделах СТОИР. При капитальном

ремонте выполняют так же все работы, предусмотренные примерным перечнем при текущего ремонта.

Капитальные ремонт технологического оборудования, производят силами специализированных ремонтных организаций с привлечением ремонтных бригад завода.

Работы по капитальному ремонту оборудования руководят: главный механик (главный энергетик) завода и начальник участка, специализированного ремонтного предприятия. Они несут ответственность за своевременную подготовку ремонта, соблюдения плановых сроков и объема работ, за качество работ.

Оборудование останавливают на капитальный ремонт в строгом соответствии с графиком ППР.

### **Техобслуживание электрооборудования**

- Скопление влаги в электрооборудовании и повреждение изоляции очень опасно. Это станет причиной короткого замыкания, которое может привести к неисправной работе машины. При мытье машины или мытье пола внутри кабины оператора следите за тем, чтобы вода не попала в электрооборудование.

- Техобслуживание электрооборудования включает в себя проверку натяжения ремня вентилятора, проверку ремня на повреждения и износ и проверку уровня электролита в аккумуляторной батарее.

- Никогда не устанавливайте компоненты электрооборудования, не рекомендованные фирмой Комацу.

- Внешние электромагнитные помехи могут привести к нарушению работы контроллера системы управления, поэтому прежде чем устанавливать радиоприемник или другое радиотехническое оборудование обратитесь к дистрибутору фирмы Комацу.

- При работе на морском берегу тщательно очищайте электрооборудование для защиты его от коррозии.

- При установке электрооборудования подключайте его к отдельному разъему источника питания. Не подключайте к этому источнику питания плавкие предохранители, пусковой включатель или реле аккумуляторной батареи.

### **Быстроизнашающиеся детали**

Заменяйте быстроизнашающиеся детали (например, элемент фильтра или элемент воздушного фильтра) во время периодического техобслуживания или до достижения ими предела износа. Заменяйте быстроизнашающиеся детали надлежащим образом, чтобы обеспечить экономичную эксплуатацию машины. Для замены всегда используйте фирменные детали Комацу. Поскольку мы непрестанно работаем над повышением качества выпускаемой продукции, то номера деталей по каталогу могут изменяться, поэтому, заказывая деталь, сообщите дистрибутору фирмы Комацу серийный номер машины и укажите номер детали по последней редакции каталога.

### **3.2 Анализ качества выполненных ремонтных работ**

Оценка качества отремонтированного оборудования характеризует техническое состояние оборудования после ремонта и его соответствие требованиям нормативной и технической документации.

К нормативной и технической документации, в соответствии с которой оценивается качество ремонта, относятся: Правила технической эксплуатации, стандарты «Технические условия на капитальный ремонт», нормативная и конструкторская документация заводов–изготовителей оборудования.

Отремонтированному оборудованию и технике может быть установлена одна из следующих оценок качества:

- соответствует требованиям НТД;
- соответствует требованиям НТД с ограничением;
- не соответствует требованиям НТД.

Оценку «соответствует требованиям НТД» устанавливают, если устранены все дефекты, выявленные в результате контроля составных частей оборудования; требования НТД, определяющие качество оборудования, выполнены; приемо–сдаточные испытания показали, что пуск, нагружение и работа оборудования на разных режимах соответствуют требованиям стандартов (инструкций) по эксплуатации; значения показателей качества отремонтированного оборудования находятся на уровне нормативных.

Оценку «соответствует требованиям НТД с ограничением» устанавливают, если часть требований НТД к отремонтированному оборудованию не выполнена; не устранены отдельные дефекты, с которыми оборудование может временно работать; имеются замечания по работе оборудования на различных режимах; значения отдельных показателей качества не соответствуют уровню нормативных, но дальнейшая эксплуатация в соответствии с требованиями ПТЭ возможна, и приемочная комиссия принимает решение о временной эксплуатации оборудования.

Оборудование, отремонтированное с оценкой «соответствует требованиям НТД с ограничением», допускается к эксплуатации с ограниченным сроком дальнейшего использования, при этом должен быть разработан план мероприятий по устранению выявленных недостатков и установлены сроки его выполнения.

Если в период подконтрольной эксплуатации будет установлено, что на оборудовании возникли дефекты, которые могут привести к аварийным последствиям, или работа оборудования на каких–либо режимах характеризуется отклонением от допустимых параметров и дальнейшая эксплуатация в соответствии с требованиями ПТЭ невозможна, а устранение дефектов требует вывода в ремонт на 5 и более суток, то оборудование должно быть выведено из эксплуатации и ему устанавливается оценка «не соответствует требованиям НТД». После проведения ремонта для устранения дефектов производится повторная приемка оборудования из ремонта, подконтрольная

эксплуатация и устанавливается новая оценка качества отремонтированному оборудованию.

Оценка качества устанавливается каждому типу отремонтированного оборудования.

Оценка качества отремонтированной техники, как правило, устанавливается по оценке качества основного оборудования с учетом оценок качества, установленных вспомогательному оборудованию, входящему в состав установки, которое может ограничить мощность, экономичность и надежность установки в целом в процессе последующей эксплуатации.

Оценка качества выполненных ремонтных работ характеризует организационно-техническую деятельность каждой из организаций, участвующих в ремонте.

Организации за качество выполненных ею ремонтных работ может быть установлена одна из следующих оценок:

- 1) отлично;
- 2) хорошо;
- 3) удовлетворительно;
- 4) неудовлетворительно.

Оценка качества выполненных ремонтных работ устанавливается каждой организации в пределах выполненного ею объема ремонта оборудования с учетом выполнения этой организацией основных и дополнительных требований.

К основным требованиям относятся:

- 1) выполнение согласованной ведомости планируемых работ по ремонту, уточненной по результатам дефектации;
- 2) выполнение требований НТД на ремонт оборудования и его составных частей;
- 3) отсутствие оценок качества отремонтированного оборудования «не соответствует требованиям НТД» или «соответствует требованиям НТД с ограничением» по вине исполнителя ремонта;

К дополнительным требованиям относятся:

- 1) наличие необходимого комплекта ремонтной документации;
- 2) применение необходимой технологической оснастки, приспособлений и инструмента, предусмотренных технологической документацией, и соответствие их параметров паспортным данным;
- 3) соответствие выполненных технологических операций, включая контрольные, требованиям технологической документации;
- 4) проведение входного контроля примененных при ремонте материалов и запасных частей;
- 5) наличие полного комплекта исполнительной и отчетной документации по ремонту.

### **3.3 Критическое состояние и способы восстановления работоспособности и исправности управления, систем двигателя, агрегатов, узлов, систем и контрольно-измерительных приборов экскаватора ЕК-270**

Критическое состояние – состояние изделия, которое может привести к тяжелым последствиям: травмированию людей, значительному материальному ущербу или неприемлемым производственным последствиям.

Технологические процессы восстановления деталей, придания им первоначальных форм и размеров схематически можно свести к трем группам:

1) подготовительные операции, включающие подготовку к процессу восстановления (наплавка, электролитическое наращивание, металлизация и др.), подготовка деталей к устранению повреждений;

2) восстановительные операции, заключающиеся в наплавке, металлизации, хромировании, пластических деформациях и других способах восстановления размеров изношенных поверхностей, заварке трещин;

3) окончательные операции, к которым относятся механическая и термическая обработка деталей после восстановления.

Ремонт деталей можно ограничивать лишь третьей стадией — механической и термической обработкой.

Технологические процессы восстановления деталей обычно разрабатывают на каждом предприятии, поэтому применяемые методы ремонта одноименных деталей зависят во многом от оснащенности мастерских, от количества ремонтируемых деталей и т. д.

Ремонт деталей может быть осуществлен несколькими способами.

Ремонт деталей под ремонтный размер заключается в том, что в сопряжении одну деталь, обычно сложную и дорогостоящую, подвергают механической обработке до заданного ремонтного размера, а другую заменяют новой или отремонтированной старой деталью с таким же ремонтным размером. При этом полностью восстанавливают работоспособность сопряжения, так как его детали обрабатывают под ремонтный размер с теми же допусками, что и новые детали.

Ремонт деталей экскаватора сваркой и наплавкой применяют для устранения износа поверхности, при поломке деталей и устраниии трещин.

Широкое применение электросварки при ремонте машин объясняется существенными преимуществами этого способа: высокой эксплуатационной надежностью восстановленных деталей, простотой процесса, несложностью оборудования, возможностью наплавки износостойких материалов, невысокой стоимостью ремонта. Сварку можно производить как постоянным, так и переменным током.

Разделку трещин и заварку отверстий выполняют так. Перед заваркой трещин металлоконструкций и корпусов следует произвести разделку трещин. Для этого по концам трещин сверлят отверстия, которые позволяют проверять границы трещины, облегчают разделку ее и препятствуют распространению трещины. Диаметр отверстия должен быть несколько больше ширины трещины.

Трещину можно разделать вырубкой или механической обработкой наждачным кругом. Образующаяся при этом канавка по размерам и формам должна создавать возможность заваривать трещину электродом.

При заварке отверстий больших диаметров рекомендуется вставлять пробки из того же материала, что и ремонтируемая деталь. Пробку предварительно прихватывают электросваркой, а затем приваривают.

Отверстия глубиной более двух диаметров перед заваркой следует раззенковывать.

Наплавка изношенных поверхностей рекомендуется в тех случаях, когда детали не может быть возвращена работоспособность методом ремонтных размеров. Наплавку применяют также для защиты деталей от повышенного изнашивания (наплавка износостойкими сплавами). В настоящее время, кроме ручной наплавки, распространенной наиболее широко в ремонтной практике, все больше применяют методы автоматической наплавки под флюсом и автоматической виброконтактной наплавки.

Для наплавки ручным способом применяют сварочные аппараты. При выборе электродов для наплавки следует обращать внимание на то, какому виду термической обработки была подвергнута деталь во время ее изготовления.

При восстановлении поверхности наплавкой твердость наплавленного слоя должна соответствовать твердости поверхностного слоя детали, указанной на чертеже.

Ремонт деталей металлизацией применяют для восстановления валов и осей и особенно изношенных мест под неподвижные посадки подшипников качения, зубчатых колес, шкивов и т. п.

Сущность метода металлизации распылением заключается в том, что на заранее подготовленную поверхность наносят слой мельчайших частиц (диаметром 0,01—0,015 мм) расплавленного металла. Эти частицы распыляют потоком сжатого воздуха под давлением 5—6 АТ со скоростью 150—200 м/сек. Ударяясь о поверхность металлизируемой детали, они попадают в подготовленные неровности и впадины и закрепляются в них.

Основными преимуществами металлизации являются относительная простота процесса и применяемого оборудования, возможность наращивания слоя любой толщины (от 0,01 до 10 мм и выше), что позволяет ремонтировать детали с любой величиной износа.

Структура основного металла ремонтируемых деталей после металлизации не изменяется. Металлизации можно подвергать детали из любого материала (сталь, чугун, бронза, дерево, стекло, пластмассы и др.), любых размеров и конфигураций. Нанесенный слой металла обладает также способностью поглощать и удерживать смазку.

Основной недостаток металлизации — сравнительно низкая прочность сцепления с основным металлом, что может привести к отслаиванию нанесенного слоя, особенно при динамических нагрузках. При металлизации распылением происходит чисто механическое сцепление нанесенного слоя с основным металлом. Поэтому созданию прочности этого сцепления должно быть удалено особое внимание.

На прочность сцепления нанесенного слоя с основным металлом решающее влияние оказывает способ подготовки металлизируемой поверхности. Например, при нанесении стали на сталь пескоструйная подготовка обеспечивает прочность сцепления в 39,3 кг/см<sup>2</sup>, тогда как шлифование лишь в 8,7 кг/см<sup>2</sup>.

Ремонт деталей электролитическим наращиванием заключается в том, что изнеженную поверхность детали покрывают одним из следующих металлов: хромом (хромирование), железом (железнение, остиливание), медью (меднение), никелем (никелирование) и т. д.

Сущность метода электролиза сводится к следующему. Деталь, подлежащую электролитическому наращиванию, погружают в ванну, наполненную электролитом (раствор, проводящий электрический ток). Через электролит с помощью двух электродов, присоединенных к источнику тока, пропускают постоянный ток.

При этом молекулы электролита расщепляются на ионы. Ионы, несущие положительный заряд электричества — катионы, направляются к катоду, а ионы, несущие отрицательный заряд — анионы, — к аноду (электроду, присоединенному к положительному полюсу источника тока). В качестве анода в большинстве случаев служит пластинка из металла, которым необходимо покрывать детали, катодом является наращиваемая деталь, электролитом — раствор соли осаждаемого металла.

Наиболее распространенный вид покрытия при восстановлении деталей экскаваторов — хромирование. Основные свойства хромового покрытия — высокая твердость, износстойкость, способность сопротивляться коррозии и воздействию высоких температур, а также декоративный внешний вид. Твердость хромового покрытия достигает НВ 950; по износстойкости оно в несколько раз превосходит закаленную сталь; в обычных атмосферных и температурных условиях покрытие не окисляется.

Ремонт деталей электроискровым способом используют в практике ремонта экскаваторов для:

- 1) восстановления размеров поверхностей деталей, износ которых не превышает 0,05—0,06 мм (при тугих и напряженных посадках);
- 2) повышения износстойкости рабочих поверхностей детали;
- 3) извлечения поломанных шпилек, шпонок и т. д.;
- 4) выполнения в деталях большой твердости отверстий под стопоры и отверстий, ограничивающих распространение трещин перед заваркой;
- 5) подготовки к металлизации деталей с большой твердостью;
- 6) заточки и упрочнения режущего инструмента.

Все эти операции можно свести к наращиванию металла и снятию его.

К числу деталей экскаваторов, которые можно упрочнять, относятся: шлицевые валы (по боковым поверхностям шлицев), подвижные шестерни и кулачковые муфты (по боковым поверхностям шлицев и по пазам под вилки управления), рычаги фрикционов, вилки управления муфтами (в местах, входящих в пазы муфт).

Изношенные поверхности наращивают в местах неподвижных посадок на шейках валов и в гнездах корпусных деталей, главным образом под посадку подшипников качения.

Ремонт с помощью токов высокой частоты (т. в. ч.) применяют при поверхностной закалке деталей различных размеров, скоростной пайке инструментов, наплавке износостойких покрытий, изготовлении биметаллических втулок, восстановлении деталей металлизацией и др.

Сущность высокочастотного нагрева заключается в том, что деталь, подлежащая нагреву, перемещается в переменном магнитном поле, создаваемом индуктором (катушкой) при пропускании через него переменного тока высокой частоты. По закону электромагнитной индукции в части детали, находящейся в магнитном поле, индуцируется ток, который имеет такую же частоту, как и ток, пропускаемый через индуктор.

Глубина проникновения индуцированного тока зависит от его частоты: чем больше частота, тем меньше глубина проникновения тока. Благодаря тепловому действию тока в течение 2—5 сек нагревается поверхностный слой детали и в нем возбуждаются токи. Эти особенности индукционного нагрева используют для различных приемов восстановления и упрочнения деталей машин.

Основные преимущества высокочастотного нагрева заключаются в:

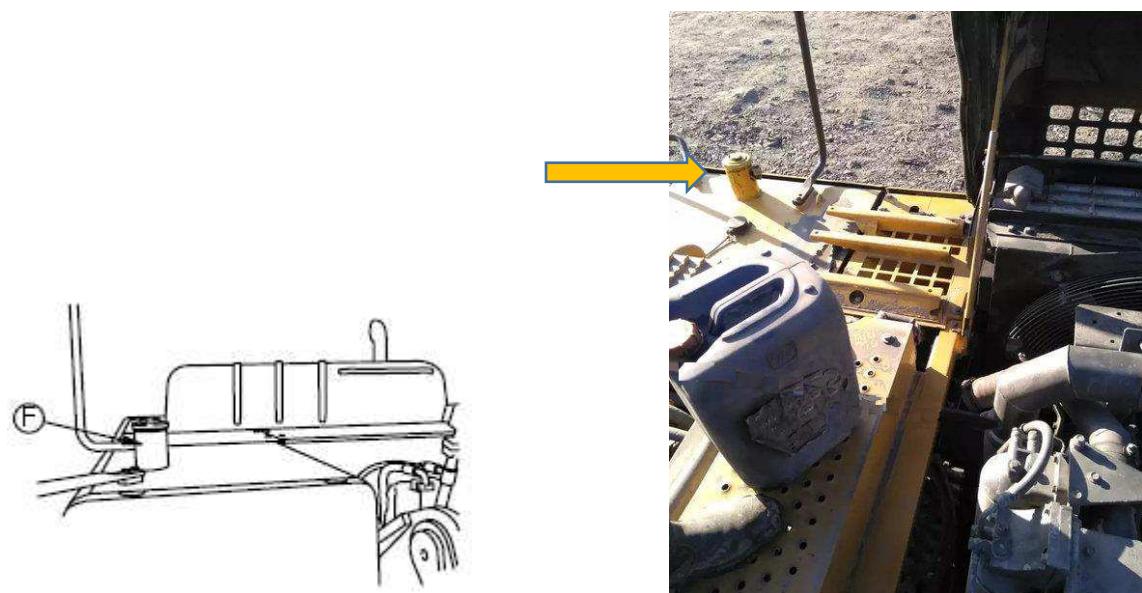
- 1) ускорении процесса нагрева, что резко повышает производительность труда и снижает себестоимость ремонтируемой или изготавляемой детали;
- 2) широком регулировании глубины нагрева, что дает возможность нагревать только рабочие поверхности детали;
- 3) отсутствии расхода энергии на предварительный нагрев обычных печей;
- 4) более высокой культуре производства.

### **3.4 Ежесменное техническое обслуживание экскаватора**

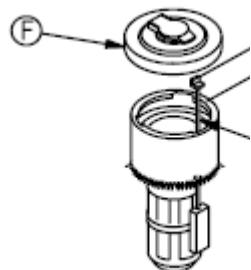
#### **3.4.1 Заправка экскаватора**

Заливая топливо, ни в коем случае не допускайте его перелива. Это может стать причиной возгорания. Если пролили топливо, тщательно вытрите испачканное им место. Никогда не подносите пламя к топливу, поскольку оно чрезвычайно огне-взрывоопасно.

- Отверните крышку заливной горловины (F) на топливном баке.



- Когда крышка (F) топливозаливной горловины открыта, поплавковый указатель уровня (G) поднимется в соответствии с уровнем топлива, оставшегося в баке. Убедитесь, что топливный бак заполнен. Проверьте уровень топлива на глаз и при помощи поплавкового указателя уровня (G).

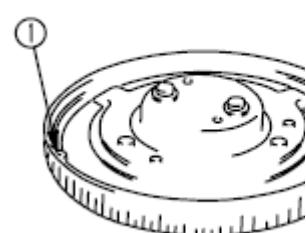


- Если топливный бак не заполнен, то доливайте топливо через заливную горловину топлива до тех пор, пока поплавковый указатель уровня (G) не поднимется до крайнего верхнего положения. (а: Прибл. 500 мм)

Емкость топливного бака: **360 л**

- По окончании дозаправки топливом отожмите поплавковый указатель уровня (G) строго вниз вдоль крышки топливозаливной горловины (F), затем плотно затяните топливозаливную горловину (F), следя за тем, чтобы поплавковый указатель уровня (G) не зацепился за зубчатый выступ (2) на крышке.

Если отверстие сапуна (1) в крышке засорится, то давление внутри топливного бака уменьшится, и горючее может перестать поступать, поэтому периодически очищайте отверстие сапуна. На рисунке показана внутренняя поверхность крышки.



### **3.4.2 Правила заправки и дозаправки экскаватора топливом, маслом, охлаждающей и специальными жидкостями**

#### **Масло**

• Поскольку двигатель и гидравлическое оборудование эксплуатируются в чрезвычайно тяжелых условиях (высокие температуры, высокое давление), с течением времени качество масла ухудшается. Всегда применяйте масло, которое по сортности, максимальной и минимальной температурам эксплуатации соответствует маркам масла из перечня, приводимого в Инструкции по эксплуатации и техобслуживанию. Даже если масло не загрязнено, всегда заменяйте его через установленный промежуток времени.

• Масло в машине аналогично крови в человеческом организме, поэтому обращайтесь с ним осторожно, чтобы не допустить попадания в него каких-либо примесей (воды, частиц металла, грязи и т.д.). Подавляющее большинство неисправностей машины обусловлено попаданием в масло таких посторонних примесей. Особое внимание уделяйте тому, чтобы не допустить попадания загрязнений при хранении или доливе масла.

- Никогда не смешивайте масла разных марок и сортов.
- Всегда добавляйте установленное количество масла.

Как избыток масла, так и его недостаток может явиться причиной возникновения неисправностей.

• Если масло в рабочем оборудовании потеряло прозрачность, то, вероятно, в гидросистему попала вода или воздух. В подобных случаях обращайтесь к дистрибутору фирмы Комацу.

• При замене масла необходимо одновременно заменить и соответствующие фильтры.

• Рекомендуем периодически проводить анализ масла, чтобы всегда знать, в каком состоянии находится машина. Обратитесь к дистрибутору фирмы Комацу за подробными разъяснениями по порядку проведения анализа масла.

• При использовании имеющегося в продаже масла может возникнуть необходимость более частой замены масла. Поэтому рекомендуется проводить анализ масла по методике фирмы Комацу.

## **Топливо**

• Топливный насос является прецизионным устройством, и если в топливе содержится вода или грязь, то насос не может работать нормально.

• При хранении или доливе топлива особое внимание уделяйте предотвращению попадания в него посторонних примесей.

• Всегда применяйте топливо, указанное в инструкции по эксплуатации и техобслуживанию. Топливо может замерзнуть в зависимости от температуры при эксплуатации (в частности, при температуре ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ ), поэтому его необходимо заменить топливом, соответствующим температуре.

• Для предотвращения конденсации атмосферной влаги и образования конденсата внутри топливного бака обязательно заполняйте топливный бак по окончании каждого рабочего дня.

• Перед запуском двигателя или через 10 минут после долива топлива слейте осадок и водяной отстой из топливного бака.

• Если топливо в двигателе закончилось или если произошла замена фильтров, необходимо выпустить воздух из контура.

## **Охлаждающая жидкость**

• Речная вода содержит большое количество кальция и прочих примесей, поэтому при ее использовании в двигателе и радиаторе будет образовываться накипь, что приведет к ухудшению теплообмена и перегреву.

Не используйте в качестве охлаждающей жидкости непригодную для питья воду.

• В случае применения антифриза обязательно соблюдайте меры предосторожности, приведенные в инструкции по эксплуатации и техобслуживанию.

• Экскаваторы ЕК отгружаются с завода заправленными охлаждающей жидкостью с фирменным антифризом. Этот антифриз предохраняет систему охлаждения двигателя от коррозии.

Антифриз может эксплуатироваться непрерывно в течение двух лет или в течение 4000 моточасов. Следовательно, он может применяться даже в районах с жарким климатом.

• Антифриз легко воспламеняется, поэтому будьте внимательны и не подносите к нему открытое пламя.

• Соотношение смеси антифриза и воды колеблется в зависимости от температуры окружающего воздуха.

• Если двигатель перегрелся, то подождите, пока он остынет, и только после этого долейте охлаждающую жидкость.

• Если уровень охлаждающей жидкости низкий, это вызовет перегрев двигателя, а также коррозию под воздействием воздуха, присутствующего в жидкости.

## **Консистентная смазка**

• Консистентная смазка применяется для предотвращения скручивания и появления шума в соединениях.

• Данная строительная техника эксплуатируется в тяжелых условиях. Всегда применяйте рекомендуемую консистентную смазку, соблюдая установленный интервал замены масла и рекомендуемые значения температуры окружающей среды, приведенные в настоящей Инструкции по эксплуатации и техобслуживанию.

• Смазочные пресс-масленки, используются при капитальном ремонте, поэтому их не следует смазывать консистентной смазкой. Если какая-либо деталь теряет подвижность или начинает издавать шум после длительной эксплуатации, смажьте ее консистентной смазкой.

• При смазывании удаляйте всю старую смазку, выходящую наружу.

Особенно тщательно удаляйте старую смазку в местах, где песок и грязь в смазке могут вызвать износ вращающихся деталей.

## **Хранение масла и топлива**

• Храните масло и топливо в помещении во избежание попадания в них воды, грязи и прочих посторонних примесей.

- При продолжительном хранении в железных бочках кладите бочки так, чтобы их заливные горловины оказались сбоку (для предотвращения подсоса влаги).
  - Если придется хранить бочки на открытом воздухе, то накройте их водонепроницаемым покрытием либо примите другие меры для защиты.
  - В целях предотвращения ухудшения свойств смазки при длительном хранении обязательно придерживайтесь принципа "первым пришло - первым ушло" (т.е. в первую очередь используйте масло или топливо, поступившее раньше других).

### **Фильтры**

- Фильтры - это крайне важные для защиты двигателя устройства. Они служат для предохранения ответственных деталей оборудования и компонентов от попадания в них посторонних примесей, присутствующих в топливной и воздушной системах.

Периодически заменяйте все фильтры. Более подробно см. инструкцию по эксплуатации и техобслуживанию.

При работе машины в тяжелых условиях чаще заменяйте фильтры в зависимости от видов применяемых масел и топлива (содержания серы).

- Никогда не очищайте фильтры (с патронами) для повторного их использования. Всегда заменяйте их новыми.
- При замене масляных фильтров убедитесь в том, что в старых фильтрах не застряли частицы металла. При обнаружении таких частиц обращайтесь к дистрибутору фирмы Комацу.
- Не вскрывайте пакеты запасных фильтров до начала их использования.
- Настоятельно рекомендуется использовать только фирменные фильтрующие элементы Комацу.

### **3.4.3 Типы, виды и сорта ГСМ применяемые для экскаватора**

Таблица 3.4.3.1 - Типы, виды и сорта ГСМ применяемые для экскаватора

Резервуар	Вид рабочей жидкости	Temperatura окружющего воздуха								
		22	4	4	2	0	8	6	04	22°F
		30	20	10		0	0	0	0	0°C
Поддон картера двигателя	Моторное масло					SAE 30				
					SAE 10W					
					SAE 10W-30					
					SAE 15W-40					

Окончание таблицы 3.4.3.1

Картер редуктора поворота платформы													
Картер конечной передачи (каждый)													SAE 30
Корпус демпфера													
Гидросистема													SAE 10W
													SAE 10W-30
													SAE 15W-40
													SAE 10W-30
													SAE 15W-40
Топливный бак	Дизельное топливо												ASTM D975 No.2
Пресс-масленка	Консистентная смазка												NLGI No.2
Система охлаждения	Охлаждающая жидкость												Добавьте антифриз

**Примечание:**

Используйте только дизельное топливо.

Двигатель, установленный на данной машине, оснащен устройством электронного контроля и впрыска топлива под высоким давлением, чтобы добиться оптимального расхода топлива и хороших характеристик выхлопных газов. Поэтому требуется высокая точность изготовления деталей и хорошая смазка.

Если используется керосин или другое топливо с низкой смазочной способностью, то срок службы значительно сократится.

Таблица 3.4.3.2 – Нормы заливаемого масла

	Поддон картера двигателя	Картер редуктора поворота платформы	Картер конечной передачи	Корпус механизма отбора мощности	Гидросистема	Система охлаждения	Топливный бак
Нормативное количество масла, л	42	13,4	12	1,07	472	36	650
Количество масла при смене, л	38	13,4	12	1,07	248	36	-

### **ПОЯСНЕНИЕ**

• Если содержание серы в топливе меньше 0,5%, то заменяйте масло в поддоне картера во время каждого техобслуживания, проводящегося с периодичностью, указанной в этой инструкции.

Если содержание серы в топливе превышает 0,5%, то заменяйте масло в соответствии с таблицей.

• При запуске двигателя при температуре воздуха ниже 0°C (32°F) обязательно используйте моторное масло марки SAE10W, SAE10W%30 и SAE15W%40, даже если в дневное время температура окружающего воздуха будет колебаться в пределах 10°C (50°F).

• В качестве моторного масла используйте масло CD по классификации API; если используется масло CC по классификации API, то его следует заменять в два раза чаще.

• Односортное масло можно смешивать с многосортным (SAE10W%30, 15W%40), но при этом односортное масло должно соответствовать температуре в таблице.

Номинальный объем: Полное количество масла с учетом масла в рабочем оборудовании и гидропроводах.

### **3.5 Устранение возникших во время работы на линии эксплуатационных неполадок и неисправностей экскаватора**

#### **ЕСЛИ ЗАКОНЧИЛОСЬ ТОПЛИВО**

Перед запуском двигателя после того, как он выработал все топливо, сначала заправьте бак топливом, потом заполните топливом отдельитель воды (составляющий единое целое с дополнительным топливным фильтром) и патрон топливного фильтра, после чего выпустите воздух из топливной системы. Постоянно следите за уровнем топлива, не допуская его полной выработки. Если двигатель остановился из-за недостатка топлива, необходимо при помощи топливоподкачивающего насоса полностью выпустить воздух из топливного контура.

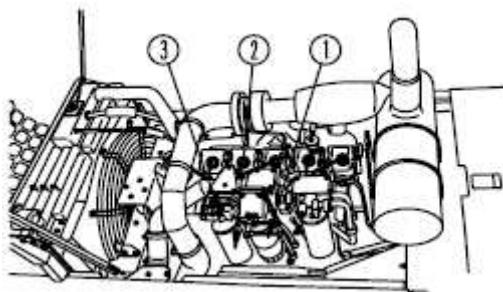
#### **Порядок выпуска воздуха**

#### **Внимание!**

- Данный двигатель состоит из прецизионных деталей, чем у обычных топливных насосов высокого давления и форсунок, поэтому попадание внутрь него грязи грозит сбоями в работе. Если на топливопровод налипает грязь, полностью смойте ее топливом.
- Будьте осторожны, открывая воздуховыпускную пробку на головке топливного фильтра и воздуховыпускное приспособление в подкачивающем насосе. Система все еще находится под давлением, и топливо может выплыснуться наружу.

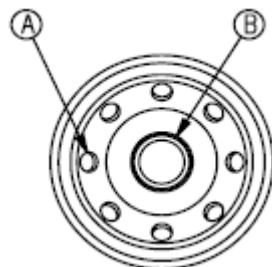
Если чистое топливо недоступно, то перейдите к пункту 3.

1. Снимите отделитель воды (составляющий единое целое с дополнительным топливным фильтром) (1), залейте внутрь фильтра чистое топливо, не допуская попадания внутрь грязи или пыли, затем установите его обратно.

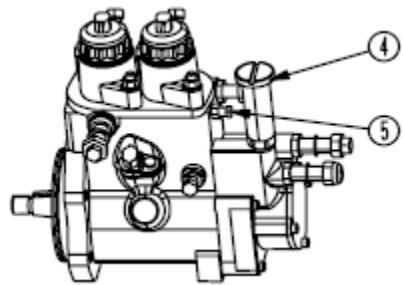


Если установлен дополнительный отделитель воды, выполните необходимые действия в отношении отделителя воды вместо топливного фильтра.

2. Снимите патрон (2) топливного фильтра, залейте внутрь фильтра чистое топливо, не допуская попадания внутрь грязи или пыли, затем установите патрон обратно. Заливайте топливо через малые отверстия (A) (загрязненная сторона) в восьми точках. Не заливайте топливо через отверстие (B) (чистая сторона) в центре.



3. Ослабьте воздуховыпускную пробку (3) на головке топливного фильтра.
4. Ослабьте кнопку топливоподкачивающего насоса (4), затем выполняйте подкачуку, нажимая на кнопку, до тех пор, пока из воздуховыпускной пробки (A) не перестанут выходить воздушные пузырьки.



5. Затяните воздуховыпускную пробку (3).

Момент затяжки: 7,8 - 9,8 Нм

6. Ослабьте воздуховыпускное приспособление (5) подкачивающего насоса.

7. Поработайте 90 - 100 раз топливоподкачивающим насосом (4) до тех пор, пока из воздуховыпускного приспособления (5) вместе с топливом не перестанут выходить пузырьки, затем затяните воздуховыпускное приспособление (5).

Момент затяжки: 4,9 - 6,9 Нм

8. Продолжайте подкачку (прибл. 50 раз), пока не почувствуете, что подкачивающий насос (4) работает с трудом, а перепускной клапан не начнет издавать непрерывный звук.

9. Вдавите кнопку топливоподкачивающего насоса (4) и затяните ее.

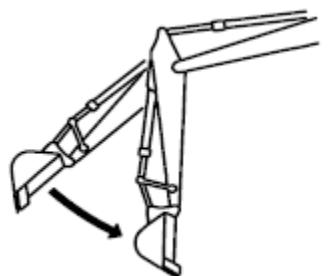
10. Поверните ключ в пусковом включателе в положение START и запустите двигатель. При этом не допускайте, чтобы стартер работал непрерывно более 20 секунд. Если двигатель не запускается, подождите не менее 2 минут, прежде чем повторить попытку. Повторяйте эту операцию не более 4 раз.

11. Если двигатель не запускается, то повторите процедуру, начиная с действия, описанного в пункте 3.

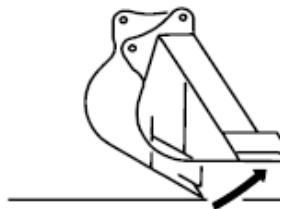
### **Явления, которые не свидетельствуют о неисправности машины**

Учтите, что следующие явления не являются неисправностями:

- Если сдвинуть рычаг управления рукоятью в положение СКЛАДЫВАНИЕ и опустить рабочее оборудование с большой высоты без нагрузки, то скорость перемещения рукояти моментально падает, когда положение рукояти приблизится к вертикальному.



- Если сдвинуть рычаг управления ковшом в положение СКЛАДЫВАНИЕ и опустить рабочее оборудование с большой высоты без нагрузки, то скорость перемещения ковша моментально падает, когда положение ковша приблизится к горизонтальному.



- При резании грунта в тяжелых условиях наблюдаются непроизвольные колебания ковша или рукояти.
- При начале или завершении поворота платформы тормозной клапан издает шум.
- При спуске по крутым склонам на низкой скорости тормозной клапан гидромотора передвижения издает шум.

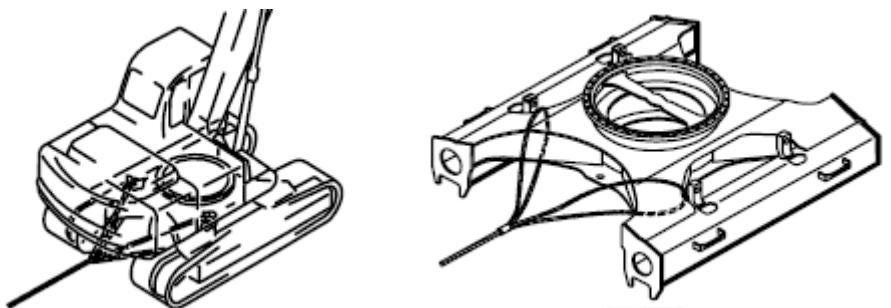
## **Буксировка машины**

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

- При буксировке машины используйте стальной трос, прочность которого достаточна, чтобы выдержать массу буксируемой машины.
- Не увеличивайте резко нагрузку на стальной трос.

Если машина увязнет в грязи и не сможет выехать из нее собственным ходом, либо если тяговое усилие экскаватора используется для буксировки тяжелого груза, примените стальные тросы, как показано на рисунке справа. Разместите между стальными тросами и корпусом машины деревянные блоки, чтобы предотвратить повреждение тросов и корпуса машины.

Никогда при этом не используйте крюк, предназначенный для буксировки легких предметов.



## **ТЯЖЕЛЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ**

- Если в ходе экскаваторных работ в воде крепежные пальцы рабочего оборудования оказываются в воде, смазывайте их каждый раз после завершения работ.

- При работе в тяжелых условиях и глубоком резании грунта смазывайте крепежные пальцы рабочего оборудования перед каждой рабочей операцией.

После смазки несколько раз переместите стрелу, рукоять и ковш, а затем снова нанесите смазку.

Если аккумуляторная батарея разряжена

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Заряжать аккумуляторную батарею, установленную на машине, опасно. Перед зарядкой обязательно снимайте аккумуляторную батарею с машины.

- При проверке или обслуживании аккумуляторной батареи остановите двигатель и переведите пусковой выключатель в положение OFF.

• Аккумуляторная батарея выделяет газообразный водород, поэтому существует опасность взрыва. Не курите рядом с аккумуляторной батареей, а также не выполняйте операции, вызывающие искрение.

• Электролит аккумуляторной батареи представляет собой разбавленную серную кислоту, которая агрессивно воздействует на одежду и кожу. При попадании электролита на одежду или кожу немедленно промойте это место большим количеством воды. При попадании в глаза промойте их чистой водой и обратитесь к врачу.

• При работе с аккумуляторной батареей всегда надевайте защитные очки и резиновые перчатки.

• При снятии аккумуляторной батареи сначала отсоедините кабель от клеммы заземления (обычно отрицательной (-) клеммы) (рис. А). При установке батареи сначала подсоедините кабель к положительной (+) клемме (рис. В). Если прикосновение какого-либо инструмента замкнет на "массу" кабель положительной клеммы, то это может вызвать искрение, поэтому будьте предельно осторожны.

• При ослабленном креплении клемм появляется опасность искрения, которое может привести к взрыву. Клеммы должны быть подсоединенены плотно.

• При снятии и установке аккумуляторной батареи проверьте, какая из клемм положительная (+), а какая отрицательная (-).

**Снятие и установка аккумуляторной батареи**

- Прежде чем снять аккумуляторную батарею, отсоедините кабель заземления (обычно подсоединяемый к отрицательной (-) клемме).

При замыкании инструментом положительной (+) клеммы с "массой" возникает опасность искрения.

• При установке аккумуляторной батареи подсоединяйте кабель заземления в последнюю очередь.

• При замене аккумуляторной батареи надежно закрепляйте ее монтажным хомутом. Момент затяжки клемм аккумуляторной батареи: 9,8 -14,7 Нм

Таблица 3.5.1 – Неисправности электрооборудования

Признак неисправности	Основные причины	Способ устранения
Лампа горит неярко даже при работе двигателя с высокой частотой вращения	Неисправна электропроводка, износ аккумуляторной батареи	(•Проверьте, устраните неплотные соединения клемм, обрывы, замените аккумуляторную батарею)
Лампа мигает во время работы двигателя	•Ослаблен ремень вентилятора	Проверьте натяжение ремня вентилятора, замените
Контрольная лампа уровня зарядки аккумуляторной батареи не гаснет даже при работе двигателя	•Неисправен генератор •Неисправна электропроводка	(•Замените) (•Проверьте, отремонтируйте)
Из генератора переменного тока раздается посторонний шум	•Неисправен генератор	(•Замените)
Стартер не включается при установке пускового выключателя в положение ON	•Неисправна электропроводка •Неисправен стартер •Низкий уровень зарядки аккумуляторной батареи	(•Проверьте, отремонтируйте) (•Замените) •Подзарядите
Ведущая шестерня стартера многократно входит и выходит из зацепления	•Низкий уровень зарядки аккумуляторной батареи •Неисправно предохранительное реле	•Подзарядите (•Замените)
Стартер с трудом проворачивает коленвал двигателя	•Низкий уровень зарядки аккумуляторной батареи •Неисправен стартер	•Подзарядите (•Замените)
Стартер выключается до запуска двигателя	•Неисправна электропроводка, неисправна ведущая шестерня зубчатого венца •Низкий уровень зарядки аккумуляторной батареи	(•Проверьте, отремонтируйте) •Подзарядите
Контрольная лампа предпускового подогрева двигателя не загорается	•Неисправна электропроводка •Неисправно реле нагревателя •Неисправна контрольная лампа	(•Проверьте, отремонтируйте) (•Замените) (•Замените)
Контрольная лампа давления масла в двигателе не загорается при остановке двигателя (пусковой выключатель в положении ON)	•Неисправна контрольная лампа •Неисправен датчик лампы предупреждения	(•Замените) (•Замените)
Внешняя поверхность нагревателя наощупь холодная	•Неисправна электропроводка •Обрыв в электрическом нагревателе •Неправильная работа реле нагревателя	(•Проверьте, отремонтируйте) (•Замените) (•Замените)

Таблица 3.5.2 – Неисправности ходовой части

Признак неисправности	Основные причины	Способ устранения
Низкая скорость передвижения, поворота платформы, стрелы, рукояти и ковша	• Недостаточный уровень масла гидросистемы	• Долейте масло до нормативного уровня
Гидронасос издает посторонний шум (подсос воздуха)	• Засорен фильтрующий элемент сетчатого фильтра в гидробаке, недостаточное количество масла	• Очистите
Перегрев масла гидросистемы	• Ослаблен ремень вентилятора • Загрязнен маслоохладитель • Недостаточный уровень масла в гидросистеме	• Проверьте натяжение ремня вентилятора, замените ремень • Очистите • Долейте масло до нормативного уровня,
Соскаивание гусеницы Чрезмерный износ звездочки	• Ослаблено натяжение гусеницы	• Отрегулируйте натяжение гусениц,
Ковш поднимается медленно, совсем не поднимается	• Недостаточный уровень масла в гидросистеме	• Долейте масло до нормативного уровня
Платформа не поворачивается	• Задействован выключатель блокировки поворота платформы	• Переведите выключатель блокировки поворота платформы в положение OFF

Таблица 3.5.3 – Неисправности двигателя

Признак неисправности	Основные причины	Способ устранения
Загорается контрольная лампа давления масла в двигателе	• Низкий уровень масла в поддоне картера двигателя (подсос воздуха) • Засорен патрон фильтра • Неправильная затяжка места присоединения масляной трубы, утечка масла из поврежденной детали • Неисправен датчик давления масла • Неисправна контрольная лампа	• Долейте масло до нормативного уровня, • Замените патрон (•Проверьте, отремонтируйте)  (•Замените датчик) (•Замените контрольную лампу)

### Продолжение таблицы 3.5.3

Из верхней части радиатора вырывается пар (клапан сброса давления)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Низкий уровень охлаждающей жидкости, утечка охлаждающей жидкости</li> <li>Ослаблен ремень вентилятора</li> <li>В системе охлаждения двигателя скопилась грязь или окалина</li> <li>Засорены или повреждены пластины радиатора</li> <li>Неисправен термостат</li> <li>Ослаблена крышка заливной горловины радиатора (при работе на большой высоте)</li> <li>Неисправен датчик уровня охлаждающей жидкости</li> <li>Неисправна контрольная лампа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Долейте охлаждающую жидкость,</li> <li>• Замените ремень вентилятора Проверьте натяжение</li> <li>• Замените охлаждающую жидкость, очистите внутренние поверхности системы охлаждения</li> <li>• Очистите или отремонтируйте, (•Замените термостат)</li> <li>• Затяните крышку или замените прокладку (•Замените датчик)</li> <li>• Замените контрольную лампу)</li> </ul>
Загорается контрольная лампа уровня охлаждающей жидкости в радиаторе	<ul style="list-style-type: none"> <li>Недостаточный уровень топлива</li> <li>Воздух попал в топливную систему</li> <li>Неисправен ТНВД или форсунка</li> <li>Стarter с трудом проворачивает коленвал двигателя</li> <li>Контрольная лампа предпускового подогрева двигателя не загорается</li> <li>Плохая компрессия</li> <li>Неправильный клапанный зазор</li> <li>Неправильный ввод пароля</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Долейте топливо</li> <li>• Отремонтируйте место подсоса воздуха, (•Замените топливный насос или форсунку)</li> <li>(•Отрегулируйте клапанный зазор)</li> <li>(•Ведите правильный пароль)</li> </ul>
Выхлопные газы имеют белый или голубой цвет	<ul style="list-style-type: none"> <li>Чрезмерно большой уровень масла в поддоне картера</li> <li>Топливо несоответствующей марки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Долейте масло до нормативного уровня,</li> <li>• Замените рекомендуемым топливом</li> </ul>
Выхлопные газы приобретают черный цвет	<ul style="list-style-type: none"> <li>Засорен фильтрующий элемент воздушного фильтра</li> <li>Неисправна топливная форсунка</li> <li>Плохая компрессия</li> <li>Неисправен турбонагнетатель</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Очистите или замените.</li> <li>(•Замените форсунку)</li> <li>• Промойте или замените турбонагнетатель</li> </ul>

### Окончание таблицы 3.5.3

При работе двигателя периодически раздается звук подсасывания воздуха	• Неисправна топливная форсунка	(•Замените форсунку)
Раздается посторонний шум с неправильным сгоранием или механическими причинами	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Используется низкосортное топливо</li> <li>• Перегрев двигателя</li> <li>• Повреждена внутренняя часть глушителя</li> <li>• Чрезмерно большой клапанный зазор</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Замените рекомендуемым топливом</li> <li>• Замените глушитель</li> <li>(•Отрегулируйте клапанный зазор)</li> </ul>

Таблица 3.5.4 - Индикация неисправности на контрольной панели машины

Индикация на контрольной панели	Вид неисправности	Способ устранения
E02	Ошибка в цепи управления насосом	Если привести в действие выключатель ручного режима управления насосом, то нормальная работа становится возможной, однако следует немедленно провести проверку. (*)
E03	Ошибка в цепи тормоза поворота платформы	Поверните выключатель тормоза удержания поворота платформы в верхнее положение, чтобы выключить тормоз. При включении тормоза поворота платформы задействуйте его вручную при помощи выключателя блокировки поворота платформы. В некоторых случаях тормоз отключить невозможно. В любом случае незамедлительно проведите проверку машины. (*)
E10	Неисправность в цепи Электронного регулятора (двигатель остановился)	Немедленно проведите проверку.
E11	Неисправность в цепи электронного регулятора (отсутствует выходной сигнал защиты двигателя)	Нормальная работа возможна, но следует немедленно провести проверку.
E14	Неисправность в регуляторе подачи топлива (неисправность в дисковом регуляторе подачи топлива)	Приведите машину в безопасное положение, и немедленно произведите проверку.
E15	Неисправность в цепи электронного регулятора	Нормальное передвижение возможно, но следует немедленно провести проверку.

### Окончание таблицы 3.5.4

E04	Неисправность в электропроводке	<ul style="list-style-type: none"> <li>Если двигатель может работать, приведите машину в безопасное положение, после чего немедленно проведите проверку.</li> <li>Если во время работы двигателя пробуксовывает гидротрансформатор, переведите выключатель ручного режима управления насосом в верхнее положение, приведите машину в безопасное положение, после чего немедленно проведите проверку.</li> <li>Немедленно проведите проверку, даже если двигатель не работает.</li> </ul>
	В случае если код ошибки не высвечивается, но ни рабочее оборудование, ни поворотная платформа не могут работать	Немедленно проведите проверку.

### 3.6 Подготовка экскаватора к сдаче в ремонт и его приём после ремонта

Экскаваторы, сдаваемые в ремонт, должны быть укомплектованы сборочными единицами и деталями, установленными конструкторской документацией на их изготовление, и иметь один вид рабочего оборудования из числа поставляемых с экскаватором. Комплектность составных частей, сдаваемых в ремонт, устанавливается отраслевой нормативно-технической документацией по агрегатному методу ремонта.

Принимает машину в ремонт представитель отдела технического контроля ремонтного предприятия. Приемщик наружным осмотром определяет комплектность машины, аварийные повреждения и естественные износы. Он имеет право проверить техническое состояние отдельных сборочных единиц после их частичной разборки.

Во время приемки экскаватора из ремонта устанавливают, как отремонтированы отдельные узлы и детали, правильно ли собраны они и весь экскаватор в целой, нет ли дефектов в их работе.

Приемщик, представитель заказчика, до приемки экскаватора из ремонта должен ознакомиться с документацией машины: паспортом, исполнительной ведомостью дефектов, актами на обкатку и испытание на стенде двигателя. При приемке экскаватора от ремонтного предприятия, которую выполняют в соответствии с ТУ, приемщик тщательно контролирует выполнение ремонтных работ и проводит заключительные испытания экскаватора под нагрузкой.

Приемку экскаватора из ремонта производят в такой последовательности: внешний осмотр экскаватора; испытание без нагрузки; испытание под нагрузкой; осмотр после испытания; оформление приемки экскаватора после ремонта.

*Внешний осмотр экскаватора.* Внешний осмотр отремонтированного экскаватора выполняют по отдельным узлам и агрегатам. При этом проверяют комплектность узлов и агрегатов, действие смазочных приборов, правильность сборки и надежность крепления всех узлов и отдельных деталей, правильность постановки поворотной платформы на опорно-поворотном венце, регулирование опорных роликов поворотной платформы, правильность сборки ходовой части и т. д.

При осмотре экскаватора проверяют состояние ограждений и их соответствие правилам техники безопасности, а также наличие инструментов и инвентаря.

*Испытание экскаватора без нагрузки.* Экскаватор испытывают без нагрузки после устранения всех неисправностей, отмеченных при его внешнем осмотре. При этом испытании последовательно принимают все агрегаты и механизмы во время работы на холостом ходу.

После проверки прочности крепления узлов и деталей, отсутствия течи воды, масла и топлива через соединения, отсутствия в топливо- и маслопроводах изгибов и вмятин проверяют равномерность подачи топлива в цилиндры двигателя, исправность проводов зажигания, величину зазоров клапанов, отсутствие подсасывания воздуха в местах крепления всасывающих труб и др. Затем проверяют пуск дизеля.

*Испытание экскаватора под нагрузкой.* Экскаватор испытывают под нагрузкой в специальном забое или на площадке ремонтного предприятия. В последнем случае ковш загружают балластом экскаватор выполняет основные рабочие движения; подъем и опускание ковша и рукояти, поворот платформы и перемещение. Тщательно проверяют безотказность, правильность и надежность работы всех механизмов, и легкость управления.

Двигатель на экскаваторе проверяют при черпании грунта (если испытания проводят в забое), при поворотах и передвижении как по горизонтальной площадке, так и на подъемах. Проверяют его мощность, устойчивость оборотов (работу регулятора), работу топливного насоса, температуру выходящей воды (должна быть не выше  $95^{\circ}$ ), температуру масла (не выше  $85^{\circ}$ ) и давление в масляной магистрали по показаниям манометра. Двигатель прослушивают для выявления стука подшипников, маховика и поршневых пальцев.

Механизм хода и гусеничный ход испытывают при передвижении экскаватора со скоростью, указанной в паспорте. Длина пробега экскаватора во время испытания должна быть не менее 500 м.

Механизм поворота испытывают после того, как экскаватор установлен на горизонтальной площадке с ковшом, заполненным грузом. Рукоять выдвигается в среднее положение при наклоне  $45^{\circ}$ . В этом положении платформу несколько раз поворачивают вправо и влево на  $250$ — $300^{\circ}$ . Платформа должна поворачиваться легко, опорно-поворотные катки не должны пробуксовывать и не должны иметь задиров с дорожкой катания зубчатого венца.

Для испытания экскаватора под нагрузкой проводят полный цикл экскавации непосредственно в забое или при искусственной загрузке ковша с поворотом платформы. Под нагрузкой экскаватор испытывают в течение 4 ч чистой работы.

Осмотр после испытания. После проведения испытаний под нагрузкой экскаватор отправляют в сборочный цех ремонтного предприятия. Там осматривают все его механизмы и агрегаты, устраняют выявленные неисправности и окрашивают машину.

*Оформление приемки экскаватора после ремонта.* После осмотра экскаватора и устранения всех неисправностей составляют приемо-сдаточный акт. Этот акт составляют в двух экземплярах. Его подписывают с одной стороны представитель ремонтного предприятия, с другой стороны — приемщик.

После окончания приемки администрация ремонтного предприятия передает приемщику следующую техническую документацию: паспорт экскаватора, ремонтный журнал, копии ведомостей дефектов, акт об испытании двигателя на стенде, паспорта на вновь поставленные канаты и цепи, приемо-сдаточный акт. В передаваемых документах должны быть сделаны записи о ремонте экскаватора.

Отремонтированный экскаватор отправляет заказчику ремонтное предприятие, которое несет ответственность за качество ремонта в течение шести месяцев со дня получения заказчиком машины из ремонта.

Обнаруженные в течение гарантийного срока дефекты, появившиеся по вине ремонтного предприятия, устраняются им бесплатно или ликвидируются заказчиком за счет ремонтного предприятия.

Ремонтное предприятие принимает рекламации на недоброкачественный ремонт в течение гарантийного срока только при правильной эксплуатации машины, а также своевременном и качественном проведении технического обслуживания и текущего ремонта.

### **3.7 Планово-предупредительный ремонт экскаватора**

Система планово-предупредительных ремонтов (ППР) это комплекс организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, эксплуатации и ремонту технологического оборудования, направленных на предупреждение преждевременного износа деталей, узлов и механизмов и содержание их в работоспособном состоянии.

Сущность системы ППР состоит в том, что после отработки оборудованием определенного времени производятся профилактические осмотры и различные виды плановых ремонтов, периодичность и продолжительность которых зависят от конструктивных и ремонтных особенностей оборудования и условий его эксплуатации.

Система ППР предусматривает также комплекс профилактических мероприятий по содержанию и уходу за оборудованием.

Она исключает возможность работы оборудования в условиях прогрессирующего износа, предусматривает предварительное изготовление деталей и узлов, планирование ремонтных работ и потребности в трудовых и материальных ресурсах.

Положения о планово-предупредительных ремонтах разрабатываются и утверждаются отраслевыми министерствами и ведомствами и являются обязательными для выполнения предприятиями отрасли.

Основное содержание ППР - внутрисменное обслуживание (уход и надзор) и проведение профилактических осмотров оборудования, которое обычно возлагается на дежурный и эксплуатационный персонал, а также выполнение плановых ремонтов оборудования.

Системой ППР предусматриваются также плановые профилактические осмотры оборудования инженерно-техническим персоналом предприятия, которые производятся по утвержденному графику.

Грузоподъемные машины, кроме обычных профилактических осмотров, подлежат также техническому освидетельствованию, проводимому лицом по надзору за этими машинами.

Системой ППР предусматриваются ремонты оборудования двух видов: текущие и капитальные.

Текущий ремонт оборудования включает выполнение работ по частичной замене быстроизнашивающихся деталей или узлов, выверке отдельных узлов, очистке, промывке и ревизии механизмов, смене масла в емкостях (картерных) систем смазки, проверке креплений и замене вышедших из строя крепежных деталей.

При капитальном ремонте, как правило, выполняется полная разборка, очистка и промывка ремонтируемого оборудования, ремонт или замена базовых деталей (например, станин); полная замена всех изношенных узлов и деталей; сборка, выверка и регулировка оборудования.

При капитальном ремонте устраняются все дефекты оборудования, выявленные как в процессе эксплуатации, так и при проведении ремонта.

Периодичность остановок оборудования на текущие и капитальные ремонты определяется сроком службы изнашиваемых узлов и деталей, а продолжительность остановок - временем, необходимым для выполнения наиболее трудоемкой работы.

Для выполнения планово-предупредительных ремонтов оборудования составляются графики. Каждое предприятие обязано составлять по установленной форме годовой и месячный графики ППР.

Система ППР предполагает безаварийную модель эксплуатации и ремонта оборудования, однако в результате изношенности оборудования или аварий проводятся и внеплановые ремонты.

**Преимущества использования системы ППР:**

Контроль продолжительности межремонтных периодов работы оборудования;

Регламентирование времени простоя оборудования в ремонте;

Прогнозирование затрат на ремонт оборудования, узлов и механизмов;

Анализ причин поломки оборудования;

Расчет численности ремонтного персонала в зависимости от ремонтосложности оборудования.

**Недостатки системы ППР:**

Отсутствие удобных инструментов планирования ремонтных работ;

Трудоемкость расчетов трудозатрат;

Трудоемкость учета параметра-индикатора;

Сложность оперативной корректировки планируемых ремонтов.

## **4 Безопасность жизнедеятельности**

### **4.1 Правила безопасности при выемочно-погрузочных работах**

При передвижении экскаватора по горизонтальному участку или на подъем привод ходовой тележки должен находиться сзади, а при спусках с уклона – впереди. Ковш должен быть опорожнен и находиться не выше 1 м от почвы, а стрела должна быть установлена по ходу движения экскаватора.

Перегон экскаватора должен осуществляться по трассе, расположенной вне призм обрушения, с уклоном, не превышающим 12°, и имеющей ширину, достаточную для маневра. Перегон экскаватора должен производиться по сигналам помощника машиниста или специально назначенного лица.

Экскаватор необходимо располагать на уступе на выровненном основании с уклоном не более 3°. Расстояние между откосом уступа или автосамосвалом и контргрузом экскаватора должно быть не менее 1 м.

При погрузке водители автосамосвалов обязаны подчиняться сигналам машиниста экскаватора, значение которых устанавливается руководством организации.

Запрещается во время работы экскаватора пребывание людей (включая и обслуживающий персонал) в зоне действия экскаватора.

Применяющиеся на экскаваторах канаты должны соответствовать паспорту и иметь сертификат завода-изготовителя.

В случае угрозы обрушения или оползания уступа во время работы экскаватора, или при обнаружении отказавших зарядов ВМ, машинист экскаватора обязан прекратить работу, отвести экскаватор в безопасное место и поставить в известность технического руководителя смены.

Кабины экскаваторов (как и других эксплуатируемых механизмов) должны быть утеплены и оборудованы безопасными отопительными приборами.

В нерабочее время экскаватор должен быть отведен из забоя в безопасное место, ковш опущен на землю, кабина заперта, с питающего кабеля снято напряжение.

Запрещается ведение работ без утвержденного паспорта, а также с отступлением от него.

Смазочные и обтирочные материалы должны храниться в закрытых металлических ящиках.

Смазки экскаватора должны производиться в соответствии с эксплуатационной документацией и инструкциями заводов-изготовителей.

### **4.2 Обеспечение безопасности при эксплуатации электроустановок**

ГОСТ 12.2.007.2-75 (1985).

При разработке месторождений открытым способом к электроустановкам предъявляются требования действующих правил устройства электроустановок; правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок-потребителей; правил пользования и испытания защитных средств,

применяемых в электроустановках; инструкции по безопасной эксплуатации электрооборудования и электросетей на карьерах; инструкции по проектированию и устройству молниезащитных зданий в той части, где их строительство не противоречит настоящим правилам.

На карьере в обязательном порядке имеются:

- схема электроснабжения, нанесенная на план горных работ;
- принципиальная однолинейная схема с указанием силовых сетей, электроустановок (трансформаторных подстанций, распределительных устройств и т.п.), а также рода тока, сечения проводов и кабелей, их длины, марки, напряжения и мощности каждой установки, всех мест заземления, расположения защитной и коммутационной аппаратуры, установок тока максимальных реле и номинальных токов плавких вставок предохранителей, а также токов короткого замыкания в наиболее удаленной точке защищаемой линии.

Происшедшие изменения должны наноситься на схемы не позднее, чем на следующий день.

На каждом пусковом аппарате четкая надпись, указывающая включаемую им установку.

Для защиты людей от поражения электрическим током в электроустановках напряжением до 1000 В должны применяться аппараты (реле-утечки), автоматически отключающие сеть при опасных токах утечки.

#### **4.3 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях**

Оповещение об аварии производится по радио или телефону работником (лицом), обнаружившим аварию, диспетчеру карьера или другому лицу технического надзора. Диспетчер карьера сообщают об аварии диспетчеру комбината. После вызова пожарной команды (далее ВПК), вспомогательной горноспасательной команды (далее по тексту ВГК), скорой помощи (при необходимости), производится оповещение должностных лиц и учреждений через диспетчера комбината. Список должностных лиц, организаций и учреждений, которые должны немедленно извещаться об авариях, представлен в общем разделе плана мероприятий.

Оповещение работающих в карьере об аварии производится звуковым непрерывным сигналом (сиреной) в течение 5 минут, работником, обнаружившим аварию или по распоряжению ОРР по ЛА, ближе всех находящимся к месту подачи сигнала. Сирена установлена на осветительной мачте № 1 (Восточный борт карьера). При этом люди, находящиеся в карьере, обязаны немедленно покинуть карьер и сосредоточиться в районе командного пункта ответственного руководителя работ по ликвидации аварии у АБК карьера.

На каждом объекте комбината, разработаны и вывешены планы эвакуации людей в случае пожара (поэтажные), с которыми ознакомлены рабочие и служащие (АБК карьера). Эвакуация людей из АБК карьера осуществляется со

2 этажа по 2 лестницам через 2 тамбура первого этажа непосредственно наружу и основной вход.

Для спасения людей и оказания первой помощи при авариях, ликвидации аварий и их последствий в среде, требующей применения горноспасательной аппаратуры и специальных защитных средств органов дыхания привлекается горноспасательное подразделение «ВГСО Восточной Сибири» ФГУП «Военизированная горноспасательная часть» (ВГСЧ). Основанием для проведения горноспасательных работ является договор возмездного оказания услуг по аварийно-спасательному (горноспасательному) обслуживанию. Дежурство горноспасателей осуществляется круглосуточно по сменам. Обеспечен оснащением и материалами в соответствии с Табелем технического оснащения «ВГСО Восточной Сибири».

Все объекты предприятия оснащены первичными средствами пожаротушения в соответствии с Правилами противопожарного режима в РФ № 390. В здании пожарного депо установлен кран внутреннего пожаротушения, который служит одновременно и для забора воды пожарными автомобилями для тушения возгораний.

Территория склада взрывчатых материалов, служебные и подсобные помещения оснащены первичными средствами пожаротушения в соответствии с Правилами противопожарного режима в РФ № 390. На территории склада ВМ оборудованы 2 пожарные емкости с водой по 50 м<sup>3</sup> каждая, оснащенные 2 мотопомпами, напорными и напорно-всасывающими пожарными рукавами, стволами в количестве достаточном для тушения возгорания всех объектов склада.

## **5 Экономическая часть**

В разделе «Экономическая часть» рассчитан сетевой график выполнения работ и составлена смета затрат на разработку учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора.

### **5.1 Сетевая модель выполнения работы**

Работа выполнялась с использованием сетевой модели это позволило рационально распределить время по видам работ и выполнить дипломную работу в установленным учебным графиком срок.

Исходные данные для расчета сетевой модели выполнения дипломной работы приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень работ

Код работы	Наименование работы	Код события	Наименование события	Продолжительность работы, дн.
		1	Получено задание на разработку учебно-методических материалов	
1-2	Изучение литературы	2	Изучены устройство и принцип действия экскаватора	4
2-3	Составление технического задания	3	Техническое задание составлено	3
3-4	Поиск материалов	4	Получена информация от группы предприятий «Полюс»	14
4-5	Создание рабочей программы профессионального обучения машинистов экскаваторов	5	Обработана полученная информация, составлена структура учебного пособия	7
5-6	Составление учебного пособия	6	Учебное пособие составлено	21
6-7	Составление пояснительной записи	7	Пояснительная записка готова	10
7-8	Защита дипломного	8	Диплом защищен	1

На основе исходных данных строим сетевой график и рассчитываем параметры сетевого графика табличным методом. Сетевой график выполнения дипломной работы представлен на рисунке 5.1

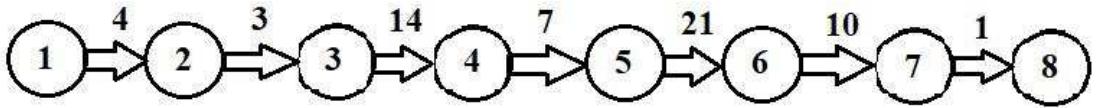


Рисунок 5.1 – Сетевой график

Параметры сетевого графика выполнения дипломной работы представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Параметры сетевого графика выполнения дипломной работы

Предшествующее событие, i	Последующее событие, j	Продолжительность работы, t <sub>ij</sub>	Ранний срок начала работы, тр.н.(ij)	Раннее окончание работы, тр.о.(ij)	Поздний срок начала работы, тп.н.(ij)	Поздний срок окончания работы, тп.о.(ij)	Полный резерв времени работы, Rn(ij)	Частный резерв времени работы, Ч ij
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	4	0	4	0	4	0	0
2	3	3	4	7	4	7	0	0
3	4	14	7	21	7	21	0	0
4	5	7	21	28	21	28	0	0
5	6	21	28	49	28	49	0	0
6	7	10	49	59	49	59	0	0
7	8	1	59	60	59	60	0	0

В таблице 5.2 приведен расчет параметров сетевого графика табличным методом,

где: i - предшествующее событие;  
j - последующее событие;  
t<sub>ij</sub> – продолжительность работы;  
тр.н.(ij) – раннее начало работ;  
тр.о.(ij)- раннее окончание работ;  
тп.н.(ij) – позднее начало работ;  
тп.о.(ij) – позднее окончание работ;  
Rn(ij)- полный резерв времени работ;  
Ч(ij)- частный резерв времени работ.

Для расчета полного и частного резервов времени работ используются следующие формулы:

$$R_{n(ij)} = t_{n.o.(ij)} - t_{p.o.(ij)}, \quad (5.1)$$

$$T_{(ij)} = t_{p.h.(jh)} - t_{p.o.(ij)}$$

где  $t_{p.h.(jh)}$  – раннее начало последующей работы.

На сетевом графике, представленным на рисунке 5.1, один путь. Критический путь равен 60 дней и не имеет резерва времени.

$$L_1 = 4 + 3 + 14 + 7 + 21 + 10 + 1;$$

$$t = t_{L1} = 60;$$

$$R_{L1} = 0;$$

где  $L_1$  – первый путь (критический);  
 $R_{L1}$  – резерв времени первого пути.

Для расчетов резервов времени событий необходимо определить ранние и поздние сроки наступления событий. Расчет ранних и поздних сроков совершения событий и резервов времени событий для сетевого графика, представлен в таблице 5.3.

**Таблица 5.3 – Ранние и поздние сроки совершения событий и резервы времени**

Код событий	Ранний срок совершения i-го события	Поздний срок совершения i-го события	Резерв времени i-го события
1	0	0	0
2	4	4	0
3	7	7	0
4	21	21	0
5	28	28	0
6	49	49	0
7	59	59	0
8	60	60	0

При построении сетевого графика с использованием графического метода расчета параметров и резервов используем данные таблиц 5.2 и 5.3, график показан на рисунке 5.2.

Из сетевого графика видно, что дипломная работа выполнена за 60 дней.

## **5.2 Расчёт сметы затрат на разработку учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора**

При составлении сметы затрат на разработку учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора определяем: затраты на оплату труда и отчисления в социальные фонды, прочие расходы.

Стоимость материальных ресурсов определяется на основе цен приобретения без НДС и количества израсходованных материальных средств.

Фонд оплаты труда рассчитывается на основе среднечасовой оплаты труда, количества отработанных часов в расчетном периоде.

Амортизационные отчисления определяют исходя из стоимости основных средств, нормы амортизации и количества месяцев в расчетном периоде.

Расчет расходов на оплату труда руководителю дипломной работы, консультантам по экономике и БЖД.

Руководитель – доцент, д-р. техн. наук.

Тарифная ставка: 13 разряд 350 руб\час.

Продолжительность консультаций - 20 часов.

Районный коэффициент – 30 %.

Северная надбавка – 30 %.

Отчисления в социальные фонды – 30 %.

350 рублей x 20 часов x 30 % x 30 % x 30 % =13300 рублей.

Консультации по экономике: доцент канд. техн. наук

Тарифная ставка: 13 разряд 350 руб\час

Продолжительность консультаций – 2 часа.

350рублей x 2 часов x 30 % x 30 % x 30 % =1330 рублей.

Консультации по БЖД: доцент канд. техн. наук

Тарифная ставка: 13 разряд 350 руб\час

Продолжительность консультаций – 2 часов.

350рублей x 2 часов x 30 % x 30 % x 30 % =1330 рублей.

Оплата труда изготовителя не производилась, поэтому в учет не берется.

Итого затрат на разработку учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора в денежном выражении 15960 рублей.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основной задачей работы является разработка учебно-методических материалов для выполнения выемочно-погрузочных работ машинистами экскаваторов в условиях открытой разработки месторождений и полезных ископаемых в соответствии с нормами технического обслуживания и правилами эксплуатации экскаватора.

В первом разделе дипломной работы рассмотрены физико-механические свойства горных пород, в том числе физика процесса разрушения массива исполнительными органами горных машин; копание и резание горных пород, основы технологии экскаваторных работ; горно-геологические и горнотехнические условия.

Во втором разделе разработаны учебно-методические материалы по управлению одноковшовым экскаватором, в том числе рассмотрены конструкция и технические характеристики экскаватора ЕК-270; перегон и перемещение экскаватора; управление экскаватором при выполнении отвальных и погрузо-разгрузочных работ; переэкскавация горной массы на рабочую площадку; укладка горной массы на внутреннем и внешнем отвале; технологический процесс профилирования трассы; технологический процесс разработки забоя; технологический процесс селективной выемки; заземление и включение в сеть силового кабеля.

В третьем разделе описаны техническое обслуживание и ремонт, в том числе виды и содержание технического обслуживания и ремонта; анализ качества выполненных ремонтных работ; критическое состояние и способы восстановления работоспособности и исправности управления; ежесменное техническое обслуживание экскаватора; чистка и смазка частей экскаватора; текущий ремонт экскаватора; планово-предупредительный ремонт экскаватора.

В четвертом разделе рассмотрены правила безопасности при выемочно-погрузочных работах; обеспечение безопасности при эксплуатации электроустановок; безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях.

В экономической части рассчитаны затраты времени и труда на разработку учебно-методических материалов и определена их сметная. Срок выполнения на разработку учебно-методических материалов – 60 дней. Затраты на проведение работ составят 15960 рублей.

Результаты разработки учебно-методических материалов будут использованы при подготовке рабочих по профессии «Машинист экскаватора», а также в дополнительном профессиональном образовании по повышению квалификации и переподготовке кадров по профессии.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

- 1 Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ : учебное пособие / Р.Ю. Подэрни. – Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2001. – 332 с.
- 2 Горнодобывающий ресурс России «Rosmining» [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://rosmining.ru/>.
- 3 Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 11.12.2013 N 599 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
- 4 Инструкция по охране труда для машиниста экскаватора [Электронный ресурс] : утв. Федеральным дорожным департаментом Минтранса РФ 24.03.1994 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
- 5 Типовые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты [Электронный ресурс] : Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 1 ноября 2013 г. N 652н // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
- 6 ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
- 7 Демченко И.И. Горные машины карьеров : учеб. пособие / И.И. Демченко, И.С. Плотников. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015 – 252 с.
- 8 Экскаватор гидравлический ЕК-270LC. Руководство по эксплуатации. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.kraneks.ru>.
- 9 Сытенков В.Н. Анализ областей применения канатных и гидравлических экскаваторов при открытой разработке месторождений / В.Н. Сытенков, А.Р. Ганин, Т.В. Донченко, Д.А. Шибанов // Рациональное освоение недр. – №3. – 2014. – 26-37 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Слайды презентации

 СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Сибирский федеральный университет  
Институт горного дела, геологии и геотехнологий  
кафедра «Горные машины и комплексы»

# Дипломная работа

## «Разработка учебно-методических материалов для подготовки машинистов экскаватора ЕК-270»

Дипломник: Чепурнов А.Л.  
Группа: ГМ13-07  
Руководитель: Плотников И.С.  
Консультанты: Капличенко Н.М.  
Бурменко А.Д.



## Продолжение приложения А



## Продолжение приложения А

Сибирский федеральный университет  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

### Сменное рабочее оборудование экскаватора:

**Ковши:**

1. Универсальный  
2. Скальный  
3. Рыхлитель  
4. Планировочный  
5. Погрузочный  
6. Зачистной  
7. Траншейный  
8. Профильный  
9. С откосниками

1 2 3 4 5 6 7 9 10

Сибирский федеральный университет  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

### Сменное рабочее оборудование экскаватора:

10. Рыхлитель  
11. Гидромолот  
12. Гидроножницы  
13. Бетонолом  
14. Грейфер  
15. Шнековый бур

10 11 12 15  
13 14

## Продолжение приложения А

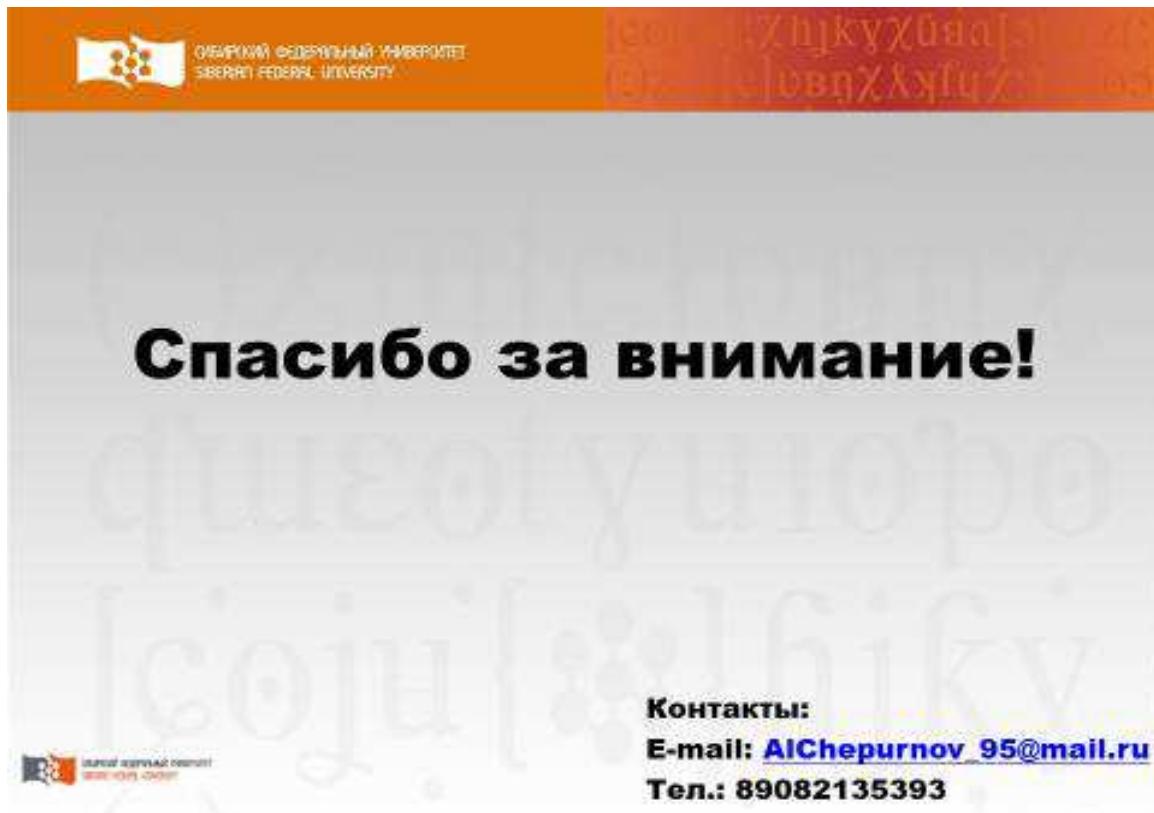


The chart compares two excavator models: EK 270 (LC) and EK 270-SL. It lists various parameters and their values for both models. The EK 270-SL model is highlighted in grey.

Наименование параметра	Показатель	
	EK 270 (LC)	EK 270-SL
Длина стрелы, м	6	9,6
Длина рукояти, м	2,4; 3,2; 4,2	8,1
Макс. радиус черпания, м	10; 10,7; 11,1	18,5
Макс. высота черпания, м	10,1; 10,3; 10,9	14,2
Макс. глубина черпания, м	6,3; 7,0; 7,7	14,8
Макс. усилие черпания ковшом, кН	200	50

The image contains two photographs of orange excavators. The left one is a standard model, and the right one has a very long, articulated boom (super long model).

## Окончание приложения А



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
*А.В. Гилев*  
«30» 01 2019 г.

## ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

21.05.04 «Горное дело»  
(специальность)

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»  
(специализация)

Разработка учебно-методических материалов для подготовки машинистов  
экскаватора ЕК-270  
тема

Руководитель

*Плотников 28.01.19*

И.С. Плотников

подпись, дата

Выпускник

*Чепурнов 11.01.19*

А.Л. Чепурнов

подпись, дата

Консультанты:

Экономическая часть

*Бурменко 15.01.19г.*

А.Д. Бурменко

подпись, дата

Безопасность  
жизнедеятельности

*Капличенко 11.01.19.*

Н.М. Капличенко

подпись, дата

Нормоконтролер

*Плотников 28.01.19*

И.С. Плотников

подпись, дата

Красноярск 2019