

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский федеральный университет

И. И. Демченко, С. Б. Васильев

ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области горного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности «Горные машины и оборудование» направления подготовки «Технологические машины и оборудование», 25.03.2010 г.

2-е издание, исправленное и дополненное

Красноярск
СФУ
2011

УДК 621.869.3(07)
ББК 39.9я73
Д30

Первое издание вышло в 2002 г.
С. Б. Васильева не было в числе авторов

Рецензенты: А. И. Шадрин, доктор технических наук, профессор Иркутского государственного технического университета; А. Н. Анушенков, главный научный сотрудник лаборатории «Подземная разработка месторождений» Института горного дела Сибирского отделения РАН

Демченко, И. И.
Д30 Выемочно-погрузочные машины : лаб. практикум / И. И. Демченко, С. Б. Васильев. – 2-е изд., испр. и доп. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 124 с.
ISBN 978-5-7638-2408-7

В практикуме изложены особенности конструкций, эксплуатации, области применения, классификация рабочего оборудования экскаваторов цикличного и непрерывного действия. Рассмотрены технические характеристики основных типов и типоразмеров экскаваторов, выпускаемых отечественной промышленностью и за рубежом. Представлены основные принципы построения конструктивных схем одноковшовых и роторных экскаваторов. Описаны порядок выполнения лабораторных работ и содержание отчетов, даны вопросы для самопроверки.

Предназначен для студентов специальностей «Горные машины и оборудование», «Открытые горные работы», «Маркшейдерское дело».

УДК 621.869.3(07)
ББК 39.9я73

© Красноярская государственная академия
цветных металлов и золота,
Ачинский филиал, 2002

ISBN 978-5-7638-2408-7

© Сибирский федеральный
университет, 2011, исправления
и дополнения

ВВЕДЕНИЕ

Характерными представителями выемочно-погрузочных машин, эксплуатируемых на открытых разработках, являются одноковшовые и многоковшовые экскаваторы.

Экскаватором называется машина, предназначенная для зачерпывания (экскавации) горной массы, перемещения ее на относительно небольшие расстояния и погрузки на транспортные средства или в отвал.

История создания современных экскаваторов насчитывает почти два столетия. Первые действующие прототипы паровых многоковшовой землечерпалки и одноковшового экскаватора с прямой лопатой были применены, соответственно, в 1812 г. русским инженером А. Бетанкуром в Кронштадте и в 1836 г. американским инженером В. Оттисом. В России до революции тоже строили экскаваторы (сейчас сказали бы «изготавливали по лицензии»). Путиловский завод выпустил 39 экскаваторов по чертежам Висугус. Это были механические неполноповоротные паровые лопаты на рельсовом ходу с ковшами вместимостью до 2,3 м³ и десять многоковшовых экскаваторов, построенных по чертежам германской фирмы «Lu'beck».

Прообразом первых советских экскаваторов стали экскаваторы Висугус и Marion, которые советское правительство закупило в 1930-е гг., в том числе с целью накопить необходимые данные для проектирования собственных машин. Импортные модели были взяты за основу, поэтому в современных ЭКГ-5А угадывается конструктивно-компоновочная схема работавших на советских стройках Висугус 50В, 120В, Marion 37, 4160, 4120. Первым советским экскаватором принято считать паровой полноповоротный М-III-п (вместимость ковша 1,5 м³, масса 65 т), выпущенный на Воткинском заводе по чертежам Проектно-технической конторы экскаваторостроения. Ранее при содействии Бюро земмашин проводилась модернизация уже имеющихся экскаваторов. Так, на Турксибе модернизировали американские полноповоротные паровые лопаты Marion моделей 28, 31 и 46. Экскаваторы перевели на гусеничный ход, оборудовали драглайном и затем использовали для рытья траншей бестранспортным способом с отсыпкой грунта в отвал.

Анализ работы импортных машин помог выбрать конструкцию паровых лопат М-III-п (1,5 м³), М-II-п (0,75 м³), М-IV-э (электрический, 3 м³). Был освоен ряд машин с ковшами вместимостью 0,35;

0,75; 1,5; 3 м³ и, кроме того, лопата на рельсовом ходу с ковшом вместимостью 2,5 м³. В те годы американское экскаваторное машиностроение, насчитывающее уже 100-летнюю историю, значительно превосходило германское. Экскаваторы немецких фирм (например, Demag) имели худшие эксплуатационные показатели, были менее надежны. Они отличались сложностью механизмов. Базовые детали выполнялись сварным способом из углеродистых сталей, тогда как в США применялось качественное литье крупных форм из легированной стали, а простота конструкции значительно повышала надежность и снижала трудозатраты на обслуживание механизмов. Американские экскаваторы были более выгодны в производстве и эксплуатации.

Проектно-техническая контора экскаваторостроения приняла решение проектировать новые модели машин с выполнением основных деталей литыми и разрабатывать самостоятельные конструкции с выбором наиболее подходящих для наших условий вариантов исполнения основных узлов. Нельзя забывать, что в те годы отечественное машиностроение, представленное в основном национализированными частными заводами царской России, очень отставало от западного и многие инновационные решения были попросту неприменимы в условиях заводов.

В 1931 г. Ковровский завод приступил к выпуску паровых машин «Ковровец» на рельсовом ходу (масса 70 т), а с 1932 г. наладил выпуск паровых гусеничных ППГ-1,5 (ковш 1,5 м³). Завод производил 80 ед. ППГ-1,5 в год, чего явно было недостаточно длястроек СССР. С 1933 г. экскаваторы изготавливали уже на нескольких заводах.

Костромской завод наладил выпуск экскаватора М-II-п, Воткинский завод выпускал аналогичный по конструкции М-III-п. Самой распространенной моделью малой мощности стал М-1-ДВ (0,35 м³) московского завода «Машиностроитель». Его создали на базе трактора СТЗ мощностью 30 л.с. Дмитровский завод и московский завод «Красный металлист» наладили выпуск многоковшовых экскаваторов для рытья траншей (МК-I, МК-II).

В 1936 г. Уральский завод тяжелого машиностроения (УЗТМ) выпустил экскаватор Э-3 (М-IV-э) с ковшом 3 м³ и двигателем мощностью 250 л.с. Эта машина положила начало советскому тяжелому экскаваторостроению и всей будущей линейке ЭКГ. Таким образом, к 1936 г. были освоены основные типоразмеры экскаваторов, в дальнейшем добавлялись новые, более мощные машины. В классе строительных экскаваторов основными производителями стали заводы

«Машиностроитель» (Москва), Ковровский, «Рабочий металлист» (Кострома), Боткинский, Дмитровский, «Красный экскаваторщик» (Киев), Кунгурский (Д-0,35 «Кунгурец» с ковшем вместимостью 0,35 м³). В дальнейшем были введены в строй Воронежский экскаваторный и Тверской экскаваторный заводы, подключены мощности Ждановского завода (г. Мариуполь).

Иначе обстояли дела в классе тяжелых карьерных экскаваторов. В 1937 г. экскаваторный отдел конструкторского бюро Уральского завода тяжелого машиностроения (Уралтяжмаш) спроектировал карьерные экскаваторы Э-1203 (ковш 3 м³) и Э-4 (ковш 4 м³). В 1947-м был выпущен первый карьерный экскаватор СЭ-3. В этой машине были использованы конструктивные принципы довоенных моделей Э-1203 и Э-4. Экскаваторы СЭ-3 работали в самых тяжелых условиях на строящихся и действующих карьерах. Именно эти машины в определенной степени обеспечили развитие открытого способа добычи полезных ископаемых в СССР в 1950-е гг.

Позднее Уралтяжмаш освоил выпуск карьерного экскаватора ЭКГ-4.6 массой 188 т с ковшем вместимостью 4,6 м³. Был разработан ЭКГ-5 с канатным напором, однобалочной, разгруженной от кручения рукоятью и шарнирно-сочлененной стрелой. Эту модель передали для производства на Ижорский завод тяжелого машиностроения (ИЗТМ), и она послужила прообразом базовых серий ЭКГ-8И и ЭКГ-12,5.

Уралтяжмаш продолжил выпуск ЭКГ-4.6Б с последующей модернизацией в ЭКГ-5А с зубчато-реечным напором, односекционной стрелой и двухбалочной рукоятью, повторяя схему прототипов Visurgus. Была выпущена модель ЭКГ-8 также с реечным напором. ЭКГ-5А выпускают серийно с 1980 г. и по сей день, он является самым распространенным карьерным экскаватором на всем постсоветском пространстве.

Быстрому развитию техники для открытых горных работ способствовали труды коллективов ряда НИИ, таких, как Институт горного дела (ИГД) им. А. А. Скочинского, УкрНИИпроект, НИИ открытых горных работ (НИИОГР), Московский государственный горный университет (МГГУ); машиностроительных заводов: Уральского, Новокраматорского (НКМЗ), Ижорского и др.

Наибольшее распространение на открытых горных работах получили одноковшовые экскаваторы.

Рабочий цикл *одноковшового экскаватора* складывается из четырех последовательных операций: наполнения ковша (черпания), перемещения его к месту разгрузки (транспортирования), разгрузки и

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Лабораторная работа 1. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ И ТИПАЖЕЙ ЭКСКАВАТОРОВ.....	8
1.1. Экскаваторы цикличного действия.....	8
1.2. Экскаваторы непрерывного действия.....	19
1.3. Перспективные конструкции выемочно-погрузочных машин и горных комплексов.....	26
Лабораторная работа 2. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ЭКСКАВАТОРОВ ЦИКЛИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	57
2.1. Классификация, область применения.....	58
2.2. Конструктивные схемы прямой напорной лопаты.....	59
2.3. Конструктивные схемы коленно-рычажной напорной лопаты	61
2.4. Конструктивная схема напорной лопаты с рабочим оборудованием «Суперфронт».....	63
2.5. Конструктивная схема прямой гидравлической лопаты.....	65
2.6. Конструктивные схемы драглайна и грейфера.....	66
Лабораторная работа 3. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ЭКСКАВАТОРОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	71
3.1. Классификация, назначение и область применения.....	71
3.2. Конструктивные схемы цепных экскаваторов.....	72
3.3. Конструктивные схемы роторных экскаваторов.....	76
3.4. Конструктивные схемы экскаваторов фрезерного типа.....	83
Лабораторная работа 4. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ ЦИКЛИЧНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	88
4.1. Назначение и состав рабочего оборудования.....	88
4.2. Рабочее оборудование механической лопаты.....	88
4.3. Рабочее оборудование драглайна.....	96

Лабораторная работа 5. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	102
5.1. Назначение и состав рабочего оборудования.....	103
5.2. Рабочее оборудование цепных экскаваторов.....	103
5.3. Рабочее оборудование роторных экскаваторов.....	105
5.4. Ковши цепных и роторных экскаваторов.....	115
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	120