http://www.bibliotekar.ru/6-exkavator/7.htm

Из книги «Траншейные роторные экскаваторы», Давидович П.Я. Крикун В. Я., М., «Недра», 1974.

***КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ***

Первый экскаватор с рабочим органом роторного типа, выпущенный в 1895 г. фирмой «Баккей», предназначался для механизации земляных работ на строительстве трубопроводов, начало развития которого в США относится к концу прошлого столетия. Экскаватор был оборудован [паровым котлом](http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-144-2/187.htm), который через трансмиссию приводил в движение задние колеса, а через цепную передачу и реечное зацепление — ротор с ковшами. В 1898 г. паровая машина была заменена двигателем внутреннего сгорания, а позже, с развитием гусеничных тракторов, экскаватор был переведен с колесного на гусеничный ход. Начиная с 20-х годов, роторные экскаваторы выпускает фирма «Кливленд», а в послевоенные годы их производство организовано почти всеми фирмами, изготовляющими многоковшовые экскаваторы, — «Парсонс», «Барбер- Грин» и др.

В Советском Союзе первый роторный экскаватор КГ-65 ( 1.2) был изготовлен в 1948 г. по проекту инженеров А. С. Карнеева и М. Б. Арвана. В качестве базовой машины для тягача был принят трактор С-65, но при изготовлении экскаватора базой послужил трактор С-80.

*Уточнение от techstory.ru*

*В 1939 г по инициативе Научно-исследовательского института инженерной техники РККА, впервые в практике отечественного машиностроения, отдел инженерных машин института разработал тактико-технические требования на проектирование траншеекопателя (экскаватора) с роторно-ковшовым рабочим органом (исполнители - Н.М.Данилов и П.А.Сендюков).*

*Проект экскаватора разработан Государственной технической конторой экскаваторостроения «Проектэкскаватор» (конструктор - К.Ф. Дворников). Опытный образец изготовил Дмитровский завод Главстройдормаша (А.А. Тимофеев, Н.В. Бутыхов).*

*В 1941 году институт (исполнители - А.С. Корнеев, П.А. Сендюков, Д.Е. Ватутин) провел полигонные испытания опытного образца экскаватора в районе г.Унгены Молдавской ССР.*

*По результатам испытаний комиссия рекомендовала принять траншейный экскаватор на вооружение инженерных войск без проведения войсковых испытаний. Машине присвоен - индекс КГ-65 («колесно-гусеничный экскаватор с минимальной поступательной скоростью 65 м/ч»). Дмитровский завод приступил к изготовлению опытной партии, но начавшаяся война прервала эту работу. Опытный образец захвачен немцами в Молдавии.*

*К 1947 году по заданию Инженерного Комитета ИВ ЦПИИ СВ (Центральный проектный инженерный институт Сухопутных войск) совместно с НИИИ СВ и Дмитровским экскаваторным заводом, используя довоенные чертежи, провели доработку проектной документации, а опытный завод ИВ изготовил 4 образца экскаватора КГ-65. В 1948 году после проведения испытаний экскаватор КГ-65 был принят на вооружение инженерных войск и Дмитровский экскаваторный завод приступил к серийному производству этих экскаваторов.*

*В подготовке проектно-конструкторской документации, проведении испытаний и организации производства траншейного экскаватора КГ-65 принимали участие: В.З. Васильев, В.Д. Карпов, А.С. Корнеев, П.А. Сендюков, Н.Н. Бочаров и другие. За разработку и внедрение в производство экскаватора КГ-65 была присуждена сталинская премия III степени. В числе лауреатов этой премии - А.С. Корнеев - к тому времени сотрудник Инженерного Комитета ИВ.*

*Экскаватор КГ-65 планировался и для использования в народном хозяйстве. В современных каталогах того времени экскаватор обозначается индексом ЭТ-151.*

Небольшая партия роторных экскаваторов КГ-65 была изготовлена в 1951-52 г. Дмитровским экскаваторным заводом. Экскаватор КГ-65 разрабатывал траншеи на глубину до 1,5 м, шириной 0,6 м понизу и 1,1 м поверху. Он оборудован фрезерными откосниками и триммерами для разбрасывания грунта в обе стороны от траншеи.

В 1955 г. Дмитровский экскаваторный завод разработал новую конструкцию роторного экскаватора ЭТР-152, которая являлась улучшенной моделью экскаватора КГ-65. База экскаватора — тот же трактор С-80. Вес машины уменьшен примерно на 2,5 т, вместимость ковшей увеличена с 45 до 70 л, а также расширен диапазон рабочих скоростей.

Началом развития ЭТР, применяемых на строительстве трубопроводов в нефтяной и газовой промышленности, следует считать 1949 г. Первые роторные экскаваторы (ЭР1), построенные Московским экспериментальным механическим заводом (МЭМЗ) на базе трактора С-80, предназначались для разработки траншей глубиной до 1,65 м и шириной 0,85 м. Этот экскаватор, как и экскаватор КГ-65, был оборудован триммерами. С 1950 г. МЭМЗ начал выпускать роторные экскаваторы ЭР2 ( 1.3), полученные в результате модернизации экскаватора ЭР1. Эта модель была оборудована ленточным транспортером, выбрасывающим грунт в отвал на одну сторону траншеи. Вначале на экскаваторе ЭР2 был установлен прямолинейный наклонный транспортер, на который грунт подавался через приемный бункер. В дальнейшем этот транспортер был заменен криволинейным.

В связи с увеличением диаметров трубопроводов возникла необходимость в создании новых моделей ЭТР. В 1954 г. СКВ «Газстройма- шина» была разработана модель ЭР4 ( 1.4), предназначенная для [рытья траншей](http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-147-stroitel/9.htm) прямоугольного профиля глубиной до 1,8 м и шириной 0,9 м в грунтах до четвертой категории включительно. В конструкции этой машины отразилась тенденция максимально сохранить конструкцию трактора С-80, принимаемого в качестве базовой машины для тягача. Изменение претерпела лишь коробка перемены передач, которая была дополнена понижающими передачами, обеспечивающими экскаватору рабочие скорости передвижения в пределах 61—200 и/ч. Рабочий орган выполнен полуприцепным. Передней частью он шарнирно соединен с рамой тягача, а задней частью опирается на автомобильное колесо. Глубина траншеи регулируется с помощью гидравлического подъемника, установленного на раме тягача. Роторное колесо, оборудованное 14 ковшами, зубья которых расположены в шахматном порядке, приводится в движение от вала отбора мощности через систему зубчатых и цепных передач. В **Трансмиссии привода ротора** использован автомобильный задний мост, на одной из полуосей которого установлена ленточная муфта предельного момента. Как и в прежней модели, здесь принят криволинейный ленточный транспортер с приводом от вала привода роторного колеса. Устойчивость тягача обеспечивается чугунными грузами, которые расположены спереди.

В течение последующих пяти лет экскаватор ЭР4 оставался основной траншейной машиной на строительстве трубопроводов. Благодаря простоте конструкции и сравнительно небольшой стоимости, сходству управления с трактором, компактности машины, обеспечивающей ей хорошую маневренность при транспортировке, использованию в конструкции экскаватора покупных тракторных и автомобильных агрегатов и узлов значительно сократились сроки изготовления машин и повысилась оперативность в проведении ремонтов.

Результатом дальнейшего развития газовой промышленности явился переход от сезонного к круглогодичному методу строительства трубопроводов. Это в свою очередь потребовало пересмотра конструкций существующего парка специальной строительной техники и поиска новых конструктивных решений, способных удовлетворить этим требованиям. В области землеройного машиностроения возникла проблема разработки мерзлых грунтов. Весьма заманчиво было использовать для этой цели ЭТР. Был сконструирован новый зуб и предложена специальная расстановка зубьев на ковшах, обеспечивающая минимальную энергоемкость разработки грунта. Предложенный способ, впоследствии получивший название «крупного скола», был широко использован на землеройных машинах непрерывного действия (роторных и цепных) для разработки грунтов всех видов (мерзлых и талых). С этого времени начался новый этап в развитии ЭТР, характеризуемый поисками рациональной конструкции режущего инструмента и его расстановки на роторном колесе.

Известно, что [мерзлые грунты](http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-161-stroitelnye-tehnologii/45.htm) в значительной степени обладают свойством абразивности. Для повышения срока службы режущего инструмента роторных траншейных экскаваторов в разное время были предложены различные наплавки, упрочняющие переднюю грань зубьев (ОЗИ-1, ВСН-6).

Внедрение метода «крупного скола» привело к необходимости пересмотра конструкции рабочего органа. Повышенные динамические нагрузки, действующие на зуб, предопределили размеры его поперечного сечения, способ крепления зубьев на ковшах, повышение прочности ковшей и дисков ротора за счет увеличения толщины листового проката и применения более прочных материалов. Измененный рабочий орган получил индекс «РОУ».

С переходом на новую базу (трактор С-100) повысилась эффективность разработки мерзлых грунтов экскаватором ЭР4.

Экскаватор ЭР4 предназначался для рытья траншей под трубопроводы диаметром до 529 мм. Рост добычи и транспорта нефти и газа привел к увеличению сечений трубопроводов. Потребовались срочные решения механизации траншейных работ под трубопровод диаметром 720 мм. С этой целью была проведена модернизация рабочего органа ЭР4: на его семи ковшах были установлены уширители, которые обеспечили рытье траншей шириной 1,1 м.

Основной недостаток экскаватора ЭР4 — его невысокая устойчивость. Кроме того, вследствие короткой опорной поверхности гусениц центр давления в процессе работы смещался назад, затрудняя передвижение машины и сильно снижая эффективность ее работы, особенно при закапывании в плотные грунты и при значительных динамических нагрузках на рабочем органе.

Это обстоятельство было учтено в экскаваторе ЭР5 ( 1.5) [9], применяемом для рытья траншей максимальной глубиной 2,2 м при ширине 1,2 м для укладки трубопроводов диаметром 820 мм. Используемый в качестве тягача трактор С-100 значительно переделан, его ходовые тележки удлинены, а двигатель и другие, агрегаты привода вынесены вперед. Это обеспечило лучшее распределение оборудования на тягаче, сделало работу машины более спокойной и устойчивой в отношении влияния на тягач динамических воздействий от рабочего органа.

Экскаватор ЭР5 был первой в мировой практике дизель-электрической траншейной машиной. Вместо тракторного двигателя на тягаче был установлен дизель мощностью 150 л. е., спаренный с синхронным генератором переменного тока С-117-4 мощностью 125 кВа. Все исполнительные механизмы (роторное колесо, ленточный транспортер, ходовое- оборудование, гидравлическая система механизма подъема рабо- ! чего органа) были оборудованы индивидуальным электрическим приводом, с двигателями переменного тока. Громоздкая механическая трансмиссия: была заменена электрическим приводом с контрольно-регулирующей,, защитной и пусковой аппаратурой. Для обслуживания машины ' потребовался персонал более высокой квалификации.

Обобщив опыт создания и эксплуатации ЭТР, конструкторский коллектив СКВ «Газстроймашина» разработал новую модель траншейной машины ЭР7А [9], предназначенной для отрывки траншей глубиной до 2,0 м при ширине 1,2 м под трубопроводы диаметром 820 мм. Предполагалось также за счет сменных роторных колес получать ширину траншеи 0,9 и 1,1 м. Эта машина, тягач которой создан на базе трактора С-100 (Т-100М), имела механическую трансмиссию. За счет удлинения ходовой части и вынесения вперед двигателя и других агрегатов среднее удельное давление гусениц на грунт было снижено до 0,5 кгс/см  (у ЭР4 и ЭР5 0,8 кгс/см2) и достигнуто лучшее его распределение по длине гусениц по сравнению с прежними машинами. В транспортном положении рабочий орган опирался на колесо или подвешивался на тягаче без опоры на почву, что обеспечивало экскаватору возможность продолжать работу в траншее, из которой ранее был поднят рабочий орган. Прежние машины не имели такой возможности, а поэтому в аналогичных случаях были вынуждены оставлять перемычки между вырытой ранее и начинаемой траншеями. Для соединения этих траншей использовали обычно одноковшовый экскаватор.

Экскаватор ЭР7А оборудован дополнительной коробкой передач, обеспечившей в сочетании с тракторной коробкой передач 12 скоростей рабочего хода в диапазоне от 31 до 310 м/ч.

Экскаватор ЭР7А, впоследствии незначительно модернизированный (ЭР7АМ), до настоящего времени является основной землеройной машиной как на строительстве трубопроводов диаметром до 820 мм, так и в других отраслях народного хозяйства на объектах линейного строительства.

Эта модель послужила базой для создания серии землеройных машин: ЭР7Е [35]—для рытья траншей с параметрами 1,8x1,4 м под трубопроводы диаметром 1020 мм; ЭР7П [35, 43, 57] — с параметрами траншей 2,2X0,85 (1,1) м для промыслового строительства; ЭР7Т (43] — для траншей 2,2X1,7 м под трубопроводы диаметром 1220 мм.

Экскаватор ЭР7Т был разработан в 1969 г. Наибольшая площадь поперечного сечения траншеи, которую может разрабатывать эта машина, увеличена более чем в 1,5 раза по сравнению с траншеей, разрабатываемой экскаватором ЭР7АМ. Естественно, что при той же мощности двигателя (108 л. с.) линейная производительность этой машины будет значительно ниже, чем у ее базовой модели ЭР7АМ. В период освоения технологии строительства трубопроводов диаметром 1220 мм внедрение этой машины способствовало решению проблемы производства земляных работ.

В связи с изменением тракторной базы СКВ «Газстроймашина^ был разработан, а Харьковским экскаваторным заводом освоен экскаватор ЭТР141 для разработки траншей сечением 1,4X0,6 м под кабельные линии и трубопроводы диаметром до 325 мм. Экскаватор построен на базе трактора Т-74. Этот экскаватор не вписывался в разработанный впоследствии нормальный ряд ЭТР, а поэтому после модернизации траншея была расширена до размеров 1,6x0,8 м (под трубопроводы диаметром до 529 мм), а экскаватор получил индекс ЭТР161 [30].

В это же время был создан дизель-электрический экскаватор ЭТР301А [12, 28] для строительства водоводов диаметром до 820 мм в Целинном крае. В трансмиссии экскаватора использован дизель У1Д6-250ТК мощностью 250 л. с. Впоследствии для нужд газопроводного строительства на базе этой машины была разработана модель ЭТР231 для рытья траншей с размерами поперечного сечения 2,3x1,7 м под трубопроводы диаметром 1220 мм [29].

Под трубопроводы диаметром 1420 мм, применяемые для подачи газа от уникальных северных и среднеазиатских месторождений в центральные районы страны, траншеи роют шириной 2,1 м и глубиной до 2,5 м экскаватором ЭТР253. За базу экскаватора был взят трактор ДЭТ-250, который приспособлен для работы при низких температурах. Впервые в отечественном экскаваторостроении применено бесступенчатое регулирование скоростей рабочего хода с помощью объемного гидравлического привода переменной производительности. Это позволяет снизить динамические нагрузки на трансмиссию на переходных режимах, а также выбирать оптимальные скорости подачи в зависимости от рабочих сопротивлений. По-иному выполнена подвеска рабочего органа на тягаче, обеспечивающая практически равномерное распределение удельных давлений на грунт по длине гусениц. В конструкции машины приняты и другие нововведения, которые явились результатом обобщения двадцатилетнего опыта создания и эксплуатации ЭТР.

В связи с переходом на новую тракторную базу (трактор Т-130) были разработаны экскаваторы ЭТР204, ЭТР223 и ЭТР224, которые придут на смену экскаваторам соответственно ЭР7АМ, ЭР7Е и ЭР7П.

Как и в предыдущей модели, здесь учтен многолетний опыт конструирования и эксплуатации ЭТР, а также результаты некоторых научных исследований в области землеройной техники. Важнейшим достижением последнего времени в этом направлении явились работы по созданию высокоэффективных зубьев роторных ковшей; армированных по передней грани металлокерамическими твердосплавными пластинами ВК-15 [3, 6]. Износостойкость этих зубьев во много раз выше износостойкости зубьев, наплавленных электродами ВСН-6, что дает возможность разрабатывать высокоабразивные мерзлые грунты.