

И. М. РЯБИКОВА, канд. техн. наук

*Московский государственный автомобильно-дорожный технический университет
(МАДИ)*

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ЭКСКАВАТОРА ПО ГЛАВНОМУ ПАРАМЕТРУ

Одноковшовый экскаватор является основной землеройной машиной в строительстве. Этими машинами выполняется около половины объемов земляных работ. Экскаваторы используют при строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений, автомобильных и железных дорог, аэродромов, гидротехнических систем и нефтепроводов, в карьерах при добыче строительных материалов и других полезных ископаемых. С их помощью отрывают котлованы, траншеи, каналы, а также разрабатывают выемки и насыпи и отделывают откосы и стенки.

В строительстве используются также легкие экскаваторы или мини экскаваторы с эксплуатационной массой не более 6000 кг [3], которые могут иметь не полноповоротную верхнюю часть.

Одноковшовые экскаваторы успешно работают в грунтах различной прочности. При разработке грунтов категорий I—IV они не нуждаются в предварительном рыхлении забоя. И только при работе в тяжелых мерзлых и скальных грунтах требуется проводить предварительное рыхление забоя взрывом или с помощью рыхлителей.

По назначению одноковшовые экскаваторы разделяют на строительные, строительско-карьерные, карьерные, вскрышные, для открытых горных и крупных гидротехнических работ, туннельные и шахтные. Строительные и строительско-карьерные экскаваторы имеют массу 2...250 т и оснащены ковшами вместимостью 0,1...6,0 м³. Они являются универсальными машинами. С их помощью выполняют большой комплекс строительных работ, в первую очередь земляные работы в грунтах I—IV групп.

Основные параметры экскаваторов характеризуют их конструктивные и эксплуатационные показатели, величина которых определяет производительность и возможность выполнения различных видов работ.

Масса экскаватора является главным параметром экскаваторов. Масса с рабочим оборудованием и противовесом, без заправки, называется сухой или конструктивной

массой. Масса экскаватора с рабочим оборудованием, противовесом и заправкой называется рабочей массой.

По величине массы ГОСТ 30067 подразделяет экскаваторы на шесть размерных групп. Размерные группы в зависимости от эксплуатационной массы универсальных экскаваторов распределяются как показано в табл. 1.

Таблица 1.

Размерная группа	1	2	3	4	5	6
Масса экскаватора, т	6,3	6,3...10	10...18	18...32	32...50	50...71

В ГОСТе приведен ряд определений.

Вместимость ковша — объем ограниченный внутренними поверхностями стенок, днища и поверхностью, образованной перемещением прямой, перпендикулярной продольной плоскости ковша, по профилю открытых его сторон.

Продолжительность рабочего цикла — время на выполнение комплекса операций от момента введения в действие рабочего оборудования до возвращения его в исходное положение.

Радиус копания R_k (рис. 1) — расстояние от оси вращения поворотной части до наиболее удаленной точки режущего контура ковша.

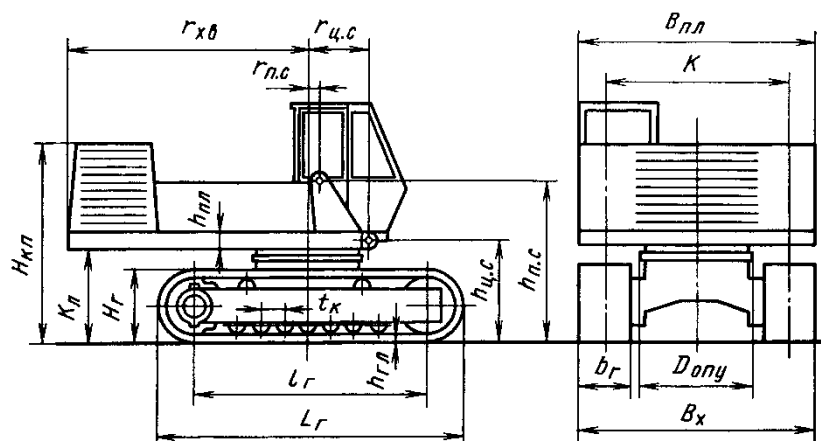


Рис. 1. Схема основных размеров базовой части одноковшового экскаватора.

Радиус выгрузки R_b (рис. 1) — расстояние от оси

вращения поворотной части до вертикальной линии, проведенной через нижнюю точку ковша или его открытого днища при разгрузке.

Высота копания H — расстояние от уровня стоянки экскаватора до режущего контура ковша при копании выше уровня стоянки.

Глубина копания H_k — расстояние от уровня стоянки экскаватора до режущего контура ковша при копании ниже уровня стоянки.

Высота выгрузки H_b — расстояние от уровня стоянки экскаватора до уровня нижней точки ковша или его открытого днища при погрузке.

Среднее давление на грунт определяется из отношения рабочей массы экскаватора к площади его опорной поверхности. Нагрузка на колесо принимается по наибольшей ее величине на одно ходовое колесо.

Колея определяется расстоянием между продольными осями, проходящими через середины опорных поверхностей ходового устройства.

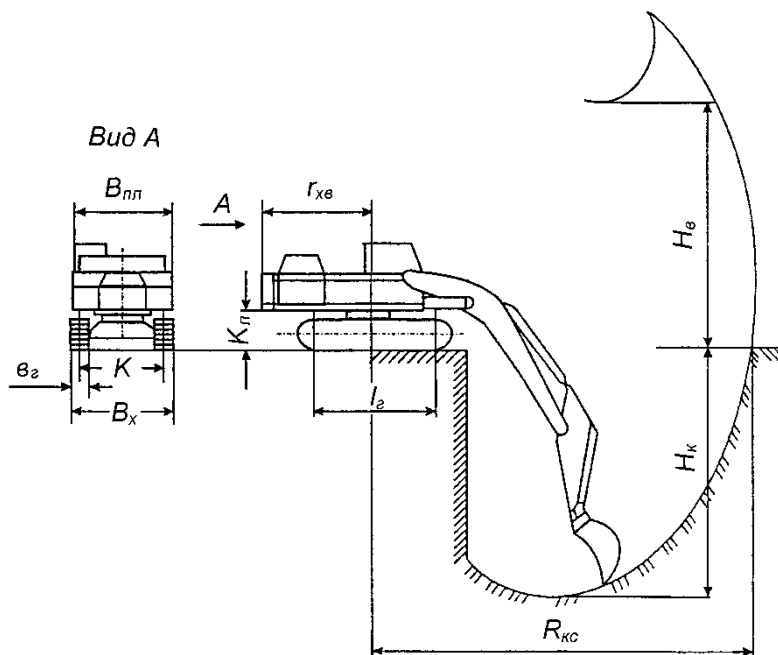


Рис.2 Схема рабочей зоны экскаватора с оборудованием обратная лопата.

База колесного экскаватора представляет собой расстояние между вертикальными осями передних и задних ходовых тележек или колес.

База гусеничного экскаватора — расстояние между вертикальными осями передних и задних колес или катков ходового устройства, участвующих в передаче нагрузок на грунт.

Уклон пути, преодолеваемый экскаватором, — это наибольший угол подъема, который преодолевает экскаватор с постоянной скоростью при заданных дорожных условиях.

Основные технические параметры экскаваторов и одноковшовых фронтальных погрузчиков связаны между собой аналитическими зависимостями [2-3]. Для разработки системы компьютерного проектирования важно установить связь между главным параметром машины, например массой, мощностью, грузоподъемностью и основными линейными размерами машины, которые определяют ее геометрический образ. В работе установлены зависимости между главным параметром и геометрическими размерами машины. Размеры базовой части экскаваторов приведены на рисунке 2. Зависимости для определения линейных размеров приведены в таблице 2.

Габаритную ширину базовой части ограничивают габаритной шириной железнодорожного подвижного состава, равной 3,25 м. Эти ограничения касаются экскаваторов больших моделей, размеры которых в случае несоответствия

железнодорожным габаритам следует скорректировать. Транспортную ширину гусеничного экскаватора можно уменьшить путем снятия одной или двух гусеничных лент при его погрузке на железнодорожную платформу. Для экскаваторов малого типоразмера габаритные размеры определяются правилами дорожного движения при перебазировке машины своим ходом или с помощью автопоезда-тяжеловоза. Ширина машины не должна превышать 2,55 м. Высота автопоезда с установленным на прицепе-тяжеловозе экскаватором на дорогах общего пользования ограничивается 4 м.

Таблица 2.

Формулы для определения линейных параметров экскаватора

в зависимости от оптимальной массы машины m_{opt}

Наименование	Расчетная формула	Величина размерного коэффициента	Размерность коэффициента
Радиус копания на уровне стоянки $R_{кc}$	$R_{кc} = k_{Rкc} \cdot m^{1/3}$	$k_{Rкc} = 0,3$	м/кг ^{1/3}
Радиус поворотной части $r_{хв}$	$r_{хв} = k_R \cdot m^{1/3}$	$k_R = 0,1$	м/кг ^{1/3}
Глубина копания H_k	$H_k = k_{Hк} \cdot m^{1/3}$	$k_{Hк} = 0,17 \dots 0,2$	м/кг ^{1/3}
Высота выгрузки H_B	$H_B = k_{Hв} \cdot m^{1/3}$	$k_{Hв} = 0,17 \dots 0,2$	м/кг ^{1/3}
Высота H	$H = k_H \cdot m^{1/3}$	$k_H = 0,1$	м/кг ^{1/3}
Клиренс	$H_1 = k_{H1} \cdot m^{1/3}$	$k_{H1} = 0,02$	м/кг ^{1/3}
Просвет под поворотной частью $K_{п}$	$K_{п} = k_{H2} \cdot m^{1/3}$	$k_{H2} = 0,03$	м/кг ^{1/3}
Длина экскаватора L	$L = k_L \cdot m^{1/3}$	$k_L = 0,3 \dots 0,35$	м/кг ^{1/3}
База $l_{г}$	$l_{г} = k_{Lг} \cdot m^{1/3}$	$k_{Lг} = 0,1$	м/кг ^{1/3}
Ширина поворотной платформы $B_{пл}$	$B_{пл} = k_{Bпл} \cdot m^{1/3}$	$k_{Bпл} = 0,1$	м/кг ^{1/3}
Ширина гусеничного хода B_x	$B_x = k_B \cdot m^{1/3}$	$k_B = 0,1$	м/кг ^{1/3}
Колея K	$K = k_{Bк} \cdot m^{1/3}$	$k_{Bк} = 0,1$	м/кг ^{1/3}
Ширина гусеницы $b_{г}$	$b_{г} = k_{Bг} \cdot m^{1/3}$	$k_{Bг} = 0,02$	м/кг ^{1/3}
Ширина ковша экскаватора $b_{кш}$	$b_{кш} = k_{Bкш} \cdot m^{1/3}$	$k_{Bкш} = 0,033$	м/кг ^{1/3}

Передние колеса экскаваторов часто выполняют одинарными, а задние сдвоенными с соответствующим смещением оси вращения поворотной платформы. Базу таких экскаваторов определяют как

$$l_k = (1,38 \dots 1,13) \sqrt[3]{m}, \text{ м,}$$

а колею

$$K = (0,85 \dots 0,73) l_k, \text{ м.}$$

Коэффициенты пропорциональности (см. табл.1) соответствуют массам экскаваторов $m = 10 \dots 15$ т. Просвет под поворотной платформой у этих экскаваторов составляет в среднем $K_{п} = 1,04 D_0$ (D_0 – наружный диаметр колеса, м). Остальные размеры базовой части определяют так же, как и для гусеничных экскаваторов.

В системе рабочего оборудования экскаваторов можно выделить три основных элемента – стрелу, рукоять и ковш, соединенные между собой по схеме обратная или прямая лопата, рис.2.

Форму и размеры ковшей определяют в зависимости от их вместимости и особенностей применения. Координаты пяты стрелы чаще всего задают, иногда корректируют их в процессе расчетов с целью удовлетворения частным требованиям. По результатам этих расчетов строят осевой профиль рабочей зоны экскаватора, контур которого состоит из дуг и окружностей, описанных из центров вращения отдельных элементов, рис. 2. Компьютерное формирование образа машины для земляных работ на этапе проектирования

Значения главных технико-эксплуатационных параметров землеройной машины определяются ГОСТ. Для экскаваторов важно установить наибольшую кинематическую глубину копания H_k , радиус копания на уровне стоянки R_{kc} , наибольшую высоту выгрузки H_v и др. Схема экскаватора с оборудованием обратная лопата с обозначением основных линейных размеров машины приведена на рис.1.,2.

Линейные размеры устанавливаются на основании связей подобия оптимального главного параметра – для экскаваторов это масса машины m_{onm} , с линейными параметрами. Графики, иллюстрирующие связи

подобия основных линейных параметров экскаватора обратная лопата с эксплуатационной массой машины, приведены на рис. 3. Связь линейных размеров с главным техническим параметром устанавливается на основании зависимостей

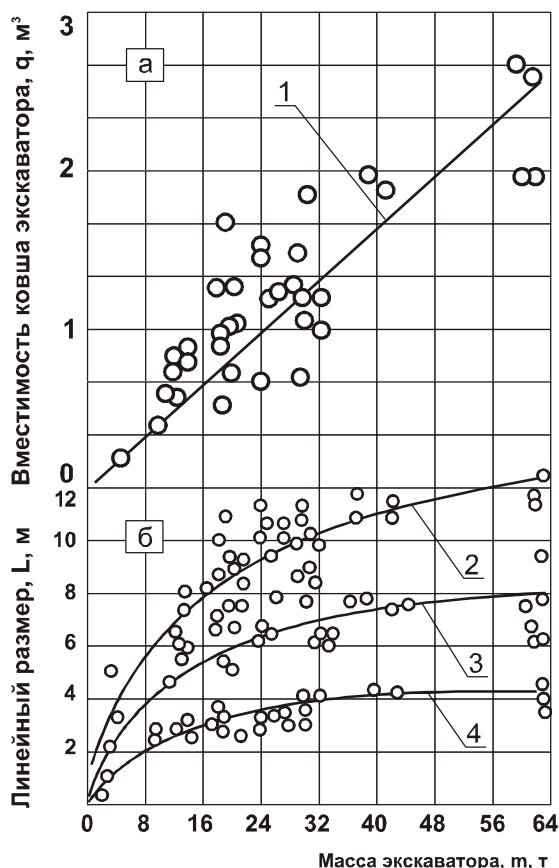


Рис. 3. Изменение a – вместимости ковша $q_э$ и b – линейных размеров одноковшовых экскаваторов с рабочим органом обратная лопата в зависимости от массы машины m_{onm} , иллюстрирующие подобие объектов: 1 – $q_э = k_{15} \cdot m_{onm}$; 2 – $R_{kc}, H_v = k_l \cdot m_{onm}^{1/3}$; 3 – $H_k, H_g = k_l \cdot m_{onm}^{1/3}$; 4 – $A, B = k_l \cdot m_{onm}^{1/3}$.

подобия. Формулы для определения линейных размеров экскаватора обратная лопата в соответствии со схемами, изображенными на рисунке 1, 2., даны в табл. 2.

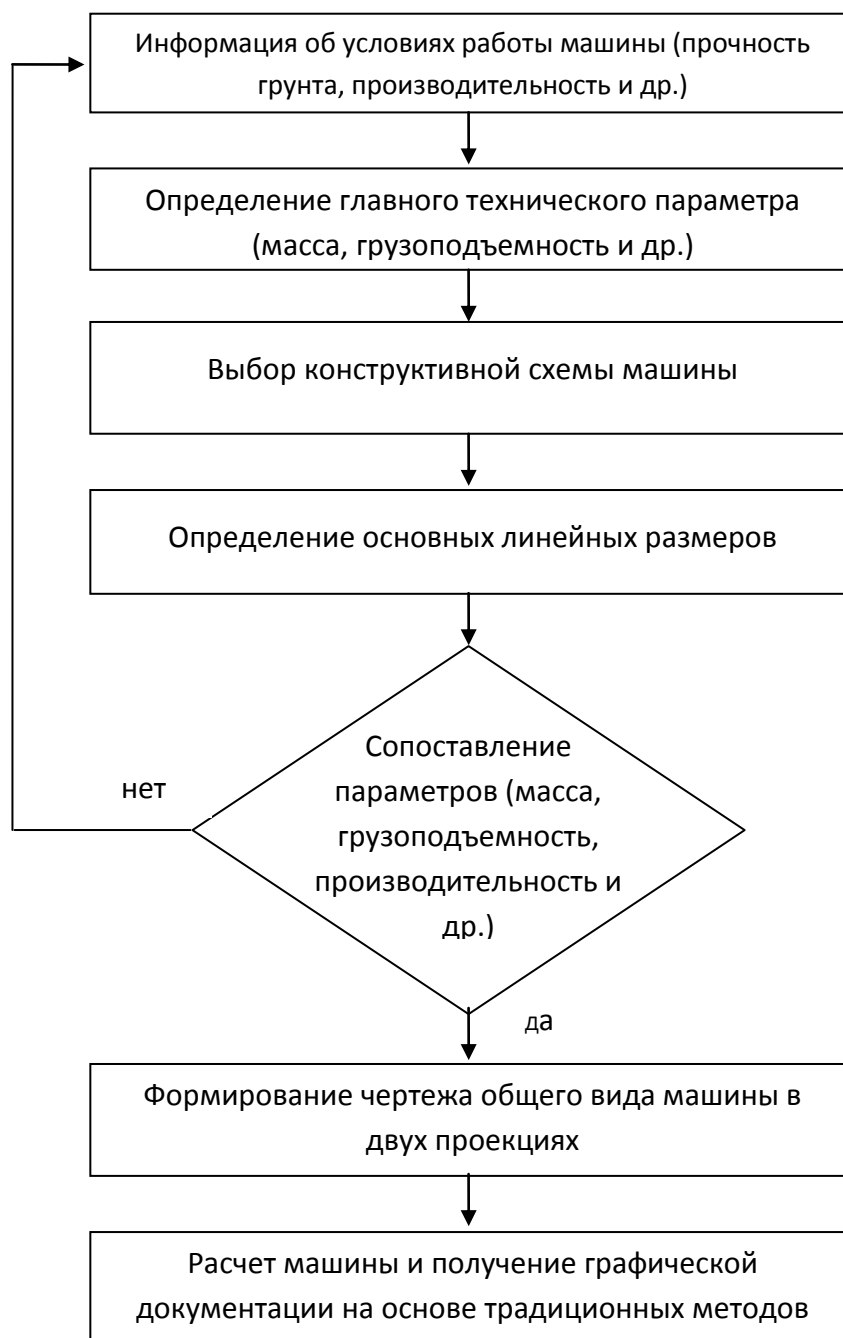


Рис. 4. Алгоритм получения чертежа общего вида экскаватора по заданному главному техническому параметру.

Разработанная методика обеспечивает установление геометрического образа экскаватора для условий эксплуатации, в которых землеройная машина с заданными параметрами позволяет получить наибольший эффект.

Полученные в работе зависимости между главным параметром экскаватора и основными геометрическими размерами машины позволяют разработать программу

компьютерного формирования геометрического образа проектируемого объекта на этапе технического задания на проектирование и эскизного проектирования. Уточнение образа осуществляется по уточняющим расчетам на последующих этапах проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Рябикова И.М., Зленко А.А. Определение параметров машин с учетом вероятностных условий эксплуатации. // в кн. Многоцелевые дорожно-строительные и технологические машины – О-М.: Омский Дом печати, 2006. – С. 212-220.

2. Недорезов И.А., Савельев А.Г. Машины строительного производства: учеб. пособие. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. –120 с.

3. Баловнев В.И. Определение параметров и выбор землеройных машин: учеб. пособие. –М.; Омск: ЗАО «Полиграф», 2010. – 224 с.

4. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Т.1: Земляное полотно: учеб. пособие / В.П. Подольский, А.В. Глаголев, П.И. Поспелов; под ред. проф. В.П. Подольского. –Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. архит.-строит. ун-та, 2005. – 528 с.

УДК 621.878.2

Л. А. ХМАРА, докт. техн. наук

ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

В. А. ТАЛАЛАЙ, канд. техн. наук

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БУЛЬДОЗЕРНОГО ТОЛКАЮЩЕГО БРУСА)

В процессе работы брус будет воспринимать сжимающие напряжения и изгибающий момент (рис. 1). Теоретический анализ позволяет предположить, что при действии перечисленных нагрузок толкающий брус начнет изменять свою первоначальную геометрическую форму (рис. 2), что приведет к разрушению конструкции.

После определения схемы действия нагрузок были определены геометрические рациональные параметры (формы) бруса, которые были обоснованы прочностным