

УДК 69.05

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

TO THE QUESTION OF IMPROVING THE ACCURACY OF WORK OF POWER SHOVELS

Степанов Рафаэл Рубенович

старший преподаватель,
Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: +7(861) 25-36-768

Секисов Александр Николаевич

кандидат экономических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет,
Британский доктор философии (UC NARIC)
Тел.: +7(918) 44-80-082
alnikkss@gmail.com

Фомин Даниил Алексеевич

студент факультета строительства и
управления недвижимостью,
Кубанский государственный
технологический университет
F.O.M.I.N@mail.ru

Аннотация. Для установления применимости одноковшового экскаватора определенной модели и исполнения в конкретном случае и для повышения точности его работы при разработке грунта применяют диаграммы траекторий режущих кромок ковшей. Параметры выгрузки грунта в отвалы и транспортные средства недостаточно описаны в технической литературе. А потребность в более точной работе при выгрузке имеется, так как разрабатываемый грунт частично может осыпаться обратно в выемку или ссыпаться мимо кузова. Поэтому предлагается использование диаграмм и по выгрузке грунта. Излагаются предлагаемые методики построения диаграмм выгрузки грунта графоаналитическим методом, позволяющие обеспечивать: более высокую точность при проектировании забоев и работ в них, а также большую безопасность производства работ.

Ключевые слова: диаграммы траекторий; режущая кромка ковша; графоаналитический метод; радиус выгрузки; высота выгрузки грунта; точность.

Stepanov Rafael

senior Lecturer,
Kuban State University of Technology
Ph.: +7(861) 25-36-768

Sekisov Aleksandr

Candidate of Economic Science, Lecture,
Kuban State University of Technology,
British Doctor of Philosophy degree (PhD)
standard (UC NARIC)
Ph.: +7(918) 44-80-082
alnikkss@gmail.com

Fomin Daniil

Student of the Faculty of Construction and
Real Estate Management ,
Kuban State University of Technology
F.O.M.I.N@mail.ru

Annotation. In order to establish the applicability of a particular model of the power shovel and performance in a particular case and to improve the accuracy in work in the development of ground used charts trajectories of the cutting edges of buckets. The parameters of unloading of ground in the dumps and vehicles are described in the technical literature not enough. There is need for more precise work when unloading because developed ground may partially crumble back into the recess or bulk past the body of power shovels. It is therefore proposed the use of diagrams and unloading ground. A method of charting unloading ground with the graphoanalytical method is proposed and that allows to provide: higher accuracy in the design faces and work in them, as well as greater safety of the work.

Keywords: chart trajectories; the cutting edge of the bucket; graphic-analytical method; the unloading radius; unloading height of ground; accuracy.

В практике строительства большое значение имеет точность в определении объемов работ и выбор оптимальных, наиболее экономичных технических средств для выполнения работ. Рекомендации по выбору оптимальных (экономичных) в определённых условиях технических средств отражены в ряде документов и в печатных статьях многих авторов.

Для выбора эффективных кранов с оптимальными геометрическими (грузовыми) параметрами можно применять графоаналитический метод [1]. При определении объемов работ по вертикальной планировке площадей с большой точностью

можно воспользоваться не только разделением площадей на более мелкие элементарные площадки в плане (квадратные, прямоугольные и другие), но и измерениями расстояний перемещения грунта между центрами тяжести тел (а не площадями горизонтальных проекций) соответствующих элементарных выемок и насыпей [2, 3].

В настоящей статье рассматривается вопрос о точности работы одноковшовых экскаваторов и об условиях, способных обеспечивать большую точность. А точность при разработке грунта, как известно, влияет на дополнительные затраты труда и машинного времени по доработке грунта или по устранению брака при переборе грунта.

Повышению степени точности проектирования и работы экскаваторов способствуют диаграммы траекторий режущих кромок ковшей при резании грунта (траекторий кромок при резании — далее ТКР), иллюстрируемых в справочниках и учебниках [4], а также информация в сборнике ЕНиР Е2-1 (рис. 1).

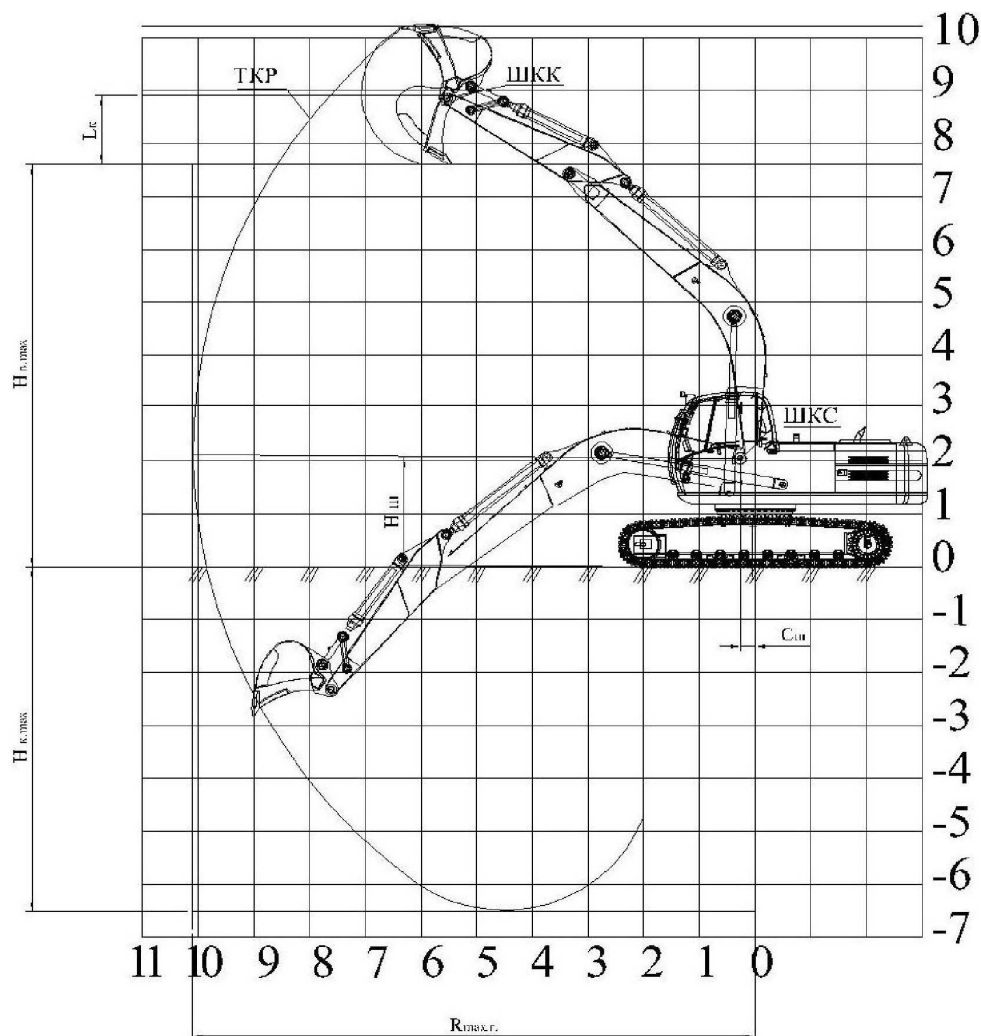


Рисунок 1 — Основные рабочие параметры экскаваторов «Обратная лопата»:

$R_{\max.g}$ — наибольший радиус резания в горизонтальной плоскости;
 $H_{k,\max}$ — наибольшая глубина копания; $H_{b,\max}$ — наибольшая высота выгрузки;
 ТКР — траектория режущей кромки ковша

Определенная точность в работе требуется и при отсыпке грунта. Например при отсыпке отвалов у разрабатываемых выемок необходимо исключить не только осыпание грунта обратно в выемки, но и обеспечивать образование берм определенной ширины; а при погрузке грунта в транспортные средства необходимо обеспечивать ссыпание его в центр кузова и, тем более, исключить ссыпание мимо кузова, что иногда случается и нередко приводит к несчастным случаям.

Поэтому, очень важна информация и о параметрах экскаваторов по выгрузке грунта, тем более что максимально возможные радиусы выгрузки меньше максимальных радиусов резания.

В ряде источников представляются сведения о параметрах выгрузки, но они очень ограничены.

Чаще всего, это лишь максимальные высоты выгрузки при соответствующих положениях режущих кромок ковшей. Отсутствуют зависимости высот выгрузки от максимальных радиусов выгрузки, связанные с длинами стрел и рукоятей, с расположениями их шарниров, с размерами ковшей.

Потребность в таких диаграммах особенно актуальна применительно к экскаваторам с обратной лопатой, которые чаще других применяются в строительстве, позволяя разрабатывать глубокие выемки без устройства въездных траншей.

Нами предлагаются методики построения диаграмм траекторий выгрузки грунта для «обратных лопат» на принципах близких к построению диаграмм ТКР¹.

Степень корректности методик зависит от полноты исходной информации.

Строить диаграммы предлагаем по максимально возможным положениям режущих кромок ковшей в момент выгрузки (траекторий кромок при выгрузке — ТКВ), когда эти кромки находятся на максимальном удалении от шарниров крепления стрел (ШКС) к поворотным платформам экскаваторов. Именно такие траектории стали бы одним из инструментов проверки применимости экскаваторов в каждом конкретном случае.

Методика первая — гипотетическая (при отсутствии ТКР).

Исходные данные — по сборнику ЕНиР Е2-1 (см. рис. 1):

- вместимость ковша $V_k, м^3$;
- наибольшая глубина копания $H_{k,max}, м$;
- наибольшая высота выгрузки $H_{B,max}, м$;
- наибольший радиус резания в горизонтальной плоскости $R_{max,r}, м$.

Решение задачи может выполняться в следующей последовательности. В начале необходимо построить траекторию ТКР, для чего необходимо с достаточной степенью точности (0,1...0,2 м) установить положение ШКС² от уровня земли — $H_{ш}$ и от оси вращения платформы экскаватора — $C_{ш}$, используя четкое его изображение на диаграмме с корректной сеткой или воспользовавшись, например, данными, приведенными в таблицах 1–3.

Максимальный радиус ТКР (дуги, располагаемой в вертикальной плоскости с центром кривизны в ШКС) [5] определяется по формуле:

$$R_{max} = R_{max,r} - C_{ш}, м. \quad (1)$$

Таблица 1 — Некоторые параметры экскаваторов «обратная лопата»

Модель	Глубина копания, м, до...	Параметры ковша		Положение шарнира стрелы, м	
		Вместимость, м ³	Длина, м	$C_{ш}$	$H_{ш}$
Komatsu 130 PC	5,3	0,65	1,1	0,5	1,8
Схема №2	5,1	0,4;0,65	1,3*	0,6	1,7
ET-14	5,1	0,7	1,3	0,7	1,8
ET-18	7,0	1,0	1,3*	0,7	1,8
Volvo EC 210 B	6,3	1,1	1,5	0,7	2,0
Komatsu PW 180-7	5,5	0,38...1,13	1,3*	0,3	1,8
Atlas 260 LC	7,7	1,3	1,4**	0,4**	1,8**
Hitachi ZX 200-3	8,0	1,3	1,4	0,5	1,9
Hyundai R 290 LC-7	7,3	1,3	1,6	0,2	2,0
Liebherr R 926	6,5	0,95; 1,55	1,45*	0,6	1,8
Komatsu PC 300-7	6,6	0,5...1,8	1,5*	0,5	2,0
CAT (Caterpillar) 345D	8,0	1,6	1,7	0,6	2,1

* – значения средние
 ** – значения ориентировочные

¹ В исследовании приняли участие студенты Ермаков В.П. и Клишева Е.В.

² При отсутствии в справочно-информационных источниках числовых сведений необходимых для решения задачи, можно использовать материалы графического содержания при условии их корректности и четкости изображений.

Таблица 2 — Ориентировочные параметры расположения осей шарниров крепления стрел «обратных лопат»

Максимальна глубина копания, м	Расстояния, м	
	от уровня земли, $H_{ш}$	От оси вращения платформы к ковшу, $C_{ш}$
До 5,5	1,7...1,8	0,2...0,65
6,0...7,0	1,8...2,0	0,2...0,65
7,0...8,0	1,8...2,1	0,2...0,65

Таблица 3 — Примерные длины ковшей «обратных лопат»

Вместимость ковшей, м ³	Длины ковшей, L_k , м
0,5...1,0	1,1...1,3
1,0...1,5	1,3...1,5
1,5...1,8	1,5...1,8

Траектория проводится от точки на глубине $H_{k,max}$ или на 0,5...1 м выше до ее максимальной высоты резания — $H_{p,max}$, превышающей $H_{в,max}$ на 1,8...2,0 длины ковша (см. табл. 1, 3) с измерением длины ковша (L_k) от режущей кромки до шарнира крепления ковша к рукояти (шарнира крепления ковша — ШКК), изображенного на рисунках 1 и 2.

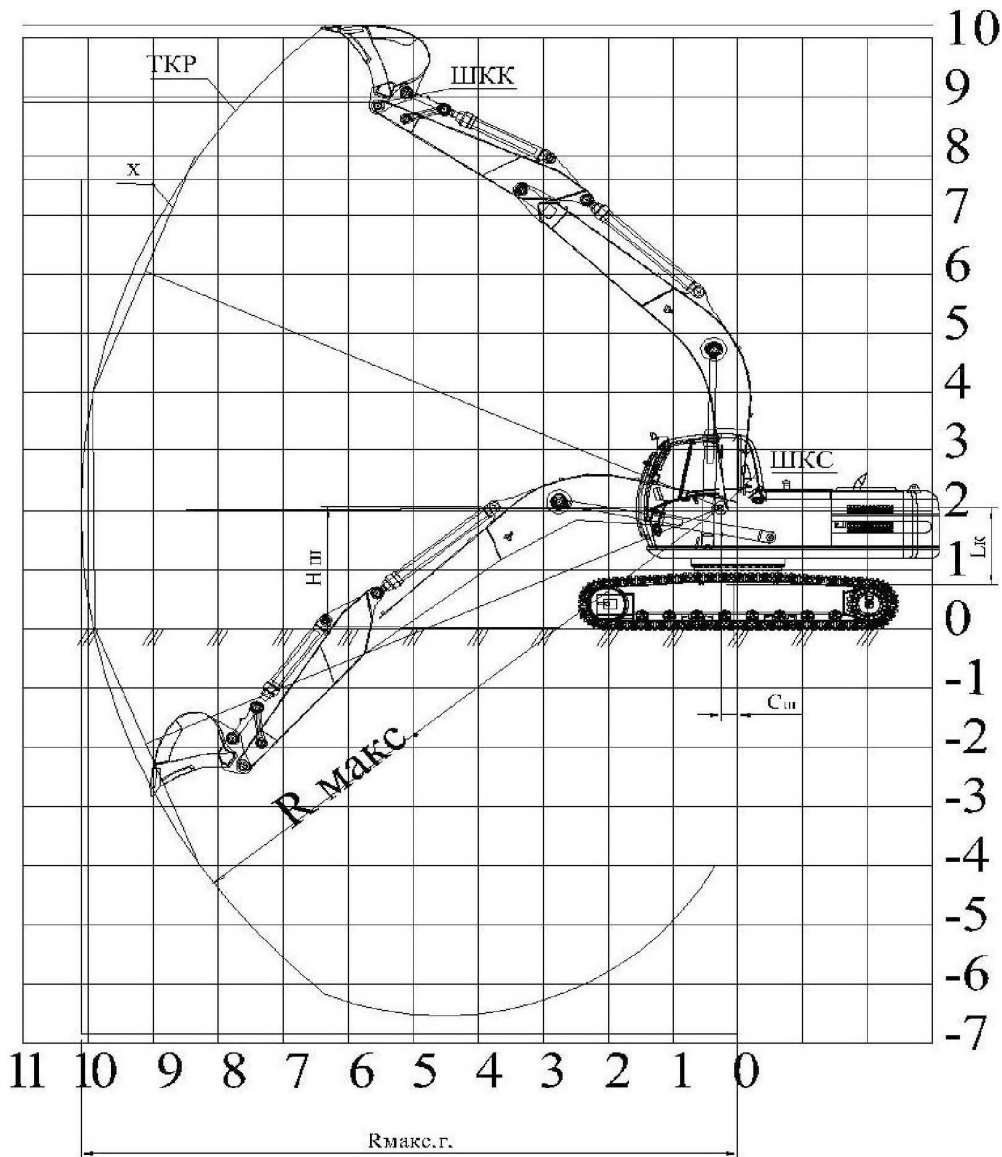


Рисунок 2 — Построение траектории ТКР при заданном (или принятом) положении ШКС и установлении положения ШКС при известной траектории ТКР

Затем строится траектория ШКК, обозначенная ТШК (траектория шарнира ковша). Дуга ТШК проводится радиусом $R_{ШК}$ с центром кривизны в ШКС (рис. 3).

$$R_{ШК} = R_{max} - L_k, \text{ м.} \quad (2)$$

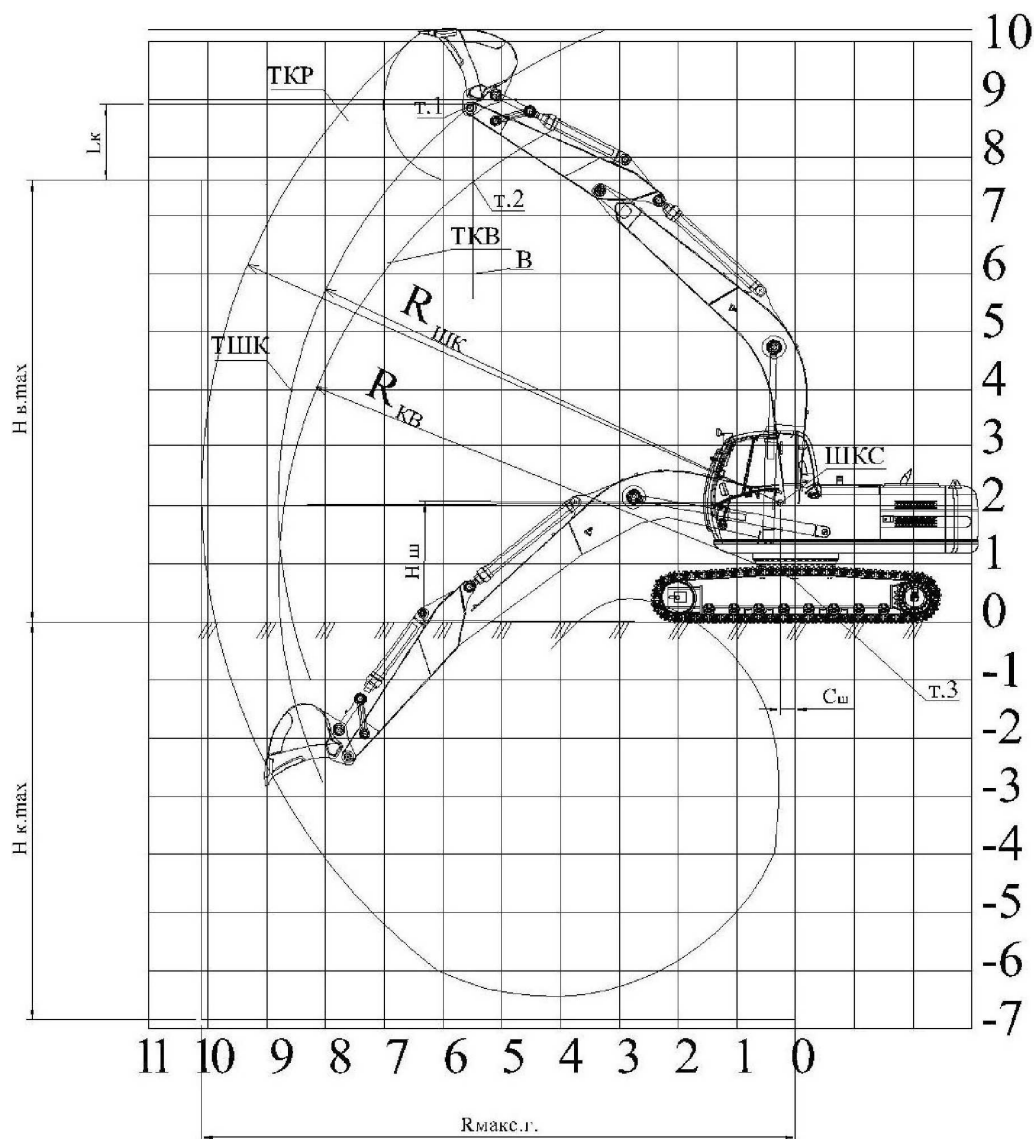


Рисунок 3 — Построение траектории ТШК и ТКВ

На конечном этапе решения строится траектория выгрузки грунта. Принято считать, что выгрузка в основном производится в положении ковша, когда его режущая кромка находится вблизи вертикали, опущенной из ШКК, что и принято нами.

Последовательность построения следующая:

- на диаграмме проводят две горизонтальные линии, первая из которых проводится на уровне $H_{В.маx}$, а вторая — выше неё на длину ковша, на пересечении которой с дугой ТШК располагается высшая точка ТШК — точка т. 1;
- из т. 1 опускается вертикаль В, на пресечении которой с первой линией — выгрузки располагается точка т. 2, соответствующая высшему положению режущей кромки по выгрузке;
- устанавливается положение центра кривизны по выгрузке — траектории ТКВ. Так как во всех положениях выгрузки режущая кромка ковша будет ниже ШКК, то и центр кривизны ТКВ принимается ниже ШКК на длину ковша — в точке т. 3 (см. рис. 3);

– проводится искомая траектория ТКВ радиусом $R_{кв}$, равным $R_{шк}$, по которой можно определить максимальные радиусы выгрузки при требуемой высоте выгрузки (по проносу ковша над бортом кузова транспортного средства, с выгрузкой грунта на гребень отвала и т.п.).

Методика вторая.

Исходные данные:

- те же, что по первой методике;
- диаграмма траектории ТКР.

Решение задачи начинается с определения положения ШКС графоаналитическим методом.

Для этого по траектории ТКР, исключая нижний участок глубиной 0,5...1,0 м (где кривизна ТКР изменяется), проводятся 3–4 хорды (X), из середин которых проводятся перпендикуляры к ним, которые должны пересекаться вблизи ШКС (использование двух хорд не позволит проконтролировать точность измерений, см. рис. 2).

За положение ШКС принимается центр области пересечений перпендикуляров, от которого измеряется R_{max} .

Затем, как и в первой методике, определяют длину ковша. По формуле (2) определяется $R_{шк}$ и проводится дуга ТШК.

По двум горизонтальным линиям устанавливаются положения точек т. 1, т. 2, а затем и т. 3, являющаяся центром кривизны ТКВ.

В заключение необходимо отметить, что диаграммы с траекториями выгрузки грунта экскаваторами позволят проектировать забои более точных размеров, предусматривать более безопасные схемы их работы.

Литература:

1. Секисов А.Н., Степанов Р.Р., Тюрина Ю.Н. Выбор кранов с подъёмными стрелами графоаналитическим методом // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 4. – С. 80–84.
2. И.М. Степанов, Р.Р. Степанов. Повысить точность расчётов объёмов земляных работ при вертикальной планировке // Строительные материалы. – 1988. – № 1. – С. 30–31.
3. Р.Р. Степанов, В.С. Дрешпак, И.М. Степанов. Примеры расчётов по вертикальной планировке // Строительные материалы. – 1989. – № 8. – С. 40–41.
4. Соколов Г.К. Технология и организация строительства : учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. – М. : Академия, 2010.
5. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства: курсовое и дипломное проектирование. – М. : Высшая школа, 2007.

References:

1. Sekisov A., Stepanov R., Tyurina N. Choosing of luffing cranes by the graphic-analytical method // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – № 4. – P. 80–84.
2. Stepanov I., Stepanov R. Increase the accuracy of calculations of the volume of excavation in vertical layout // Building materials. – 1988. – № 1. – P. 30–31.
3. Stepanov R., Dreshpak V., Stepanov I. Examples of calculations in a vertical layout // Building materials. – 1989. – № 8. – P. 40–41.
4. Sokolov G. Technology and building organization: a textbook for students of secondary vocational education. – M. : Academy, 2010.
5. Khamzin S., Karasev A. Construction technology: course and diploma projects. – M. : Graduate School, 2007.