

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЕМКОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЫЕМОК С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СТЕНКАМИ ОДНОКОВШОВЫМ ЭКСКАВАТОРОМ

Д. Г. Белицкий, к.т.н., доцент

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. На сегодняшний день наиболее распространенным видом рабочего оборудования экскаватора является обратная лопата. Существует множество видов земляных работ, на которых необходимо разрабатывать выемки с вертикальными стенками. В статье представлен сравнительный анализ технологических схем работы экскаватора при копании колодца рабочим оборудованием обратная лопата и грейфер. Описаны преимущества применения грейфера. Дано сравнение объема извлекаемого грунта в зависимости от требуемой глубины выемки. Представлен анализ работы затрачиваемой на извлечение этого объема грунта. Просчитаны параметры удельной энергоемкости процесса выемки грунта при использовании рабочего оборудования обратная лопата и грейфер.

Ключевые слова: обратная лопата, грейфер, колодец, объем, работа, энергоемкость.



Белицкий
Дмитрий Григорьевич

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Постоянно растущее строительно-ремонтное производство для мелкого и среднего бизнеса (строительство мини-заводов, заправочных станций и магазинов) характеризуется значительными объемами мелких и рассредоточенных работ. В этих условиях повышенным спросом пользуются мобильные машины с энергосберегающими рабочими органами. Для жилищно-коммунального хозяйства характерным видом земляных работ является отрывка выемок с вертикальными стенками (для проведения ремонта подземных коммуникаций, установки бетонных колец ревизионных колодцев и т.п.).

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Самой распространенной землеройной машиной является одноковшовый экскаватор, оборудованный обратной лопатой [1, 2]. Из всей гаммы рабочих органов землеройных машин для условий ограниченного пространства, на малообъемных объектах (колодцах, котлованах, траншеях любой сложности) наиболее эффективно применение грейферных рабочих органов [3, 4]. В исследованиях [4, 5] показана возможность эффективного применения экскаваторов с грейферными рабочими органами для выполнения земляных работ.

Цель статьи – обоснование целесообразности и энергоэффективности применения грейферного рабочего оборудования при разработке выемок с вертикальными стенками.

Применение грейферного оборудования при разработке выемок с вертикальными стенками (рис. 1) позволяет:

- ускорить рабочий процесс за счет разработки выемки требуемой конфигурации и исключения времени, затрачиваемого для выполнения лишних дополнительных объемов работ;
- уменьшить лишние объемы грунта извлекаемого оборудованием обратная лопата (рис. 2);
- снизить объем выемки, требующий обратной засыпки.

При разработке грунта ковш обратной лопаты движется по дуге, длина которой увеличивается пропорционально глубине выемки. Это сказывается на росте затрачиваемой работы.

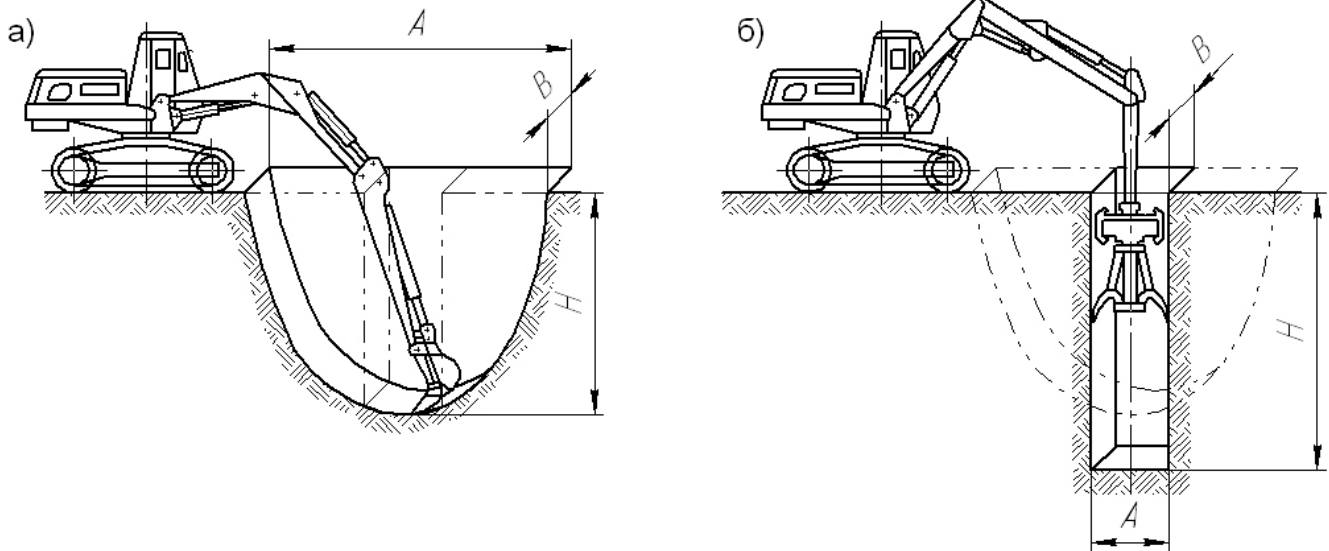
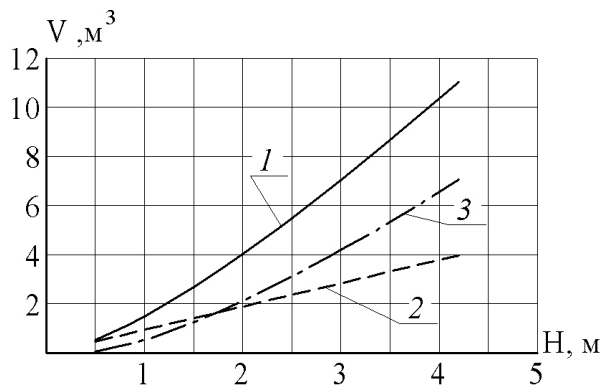


Рис. 1. Технологические схемы копания грунта экскаватором: а – оборудованным обратной лопатой, б – оборудованным грейфером

H – глубина выемки; B – ширина выемки; A – длина выемки (для грейфера ширина раскрытия челюстей грейфера)



— 1 - при работе обратной лопатой ($V_{\text{Э}}$);
 ---- 2 - при работе грейфером ($V_{\text{Г}}$);
 - · - · 3 - разница объемов ($V_{\text{Э}} - V_{\text{Г}}$)

Рис. 2. Зависимость объемов извлекаемого грунта от глубины выемки (при требуемой ширине $B = 0,6$ м, длине $A = 1,58$ м)

Работа, затрачиваемая на процесс копания, определяется по формуле:

$$A_{\text{К}} = \int_1 P_{01} dl, \quad (1)$$

где P_{01} – сопротивление грунта копанию;
 l – длина дуги траектории копания.

Условно приняв сопротивления грунта копанию ковшом обратной лопаты равным сопротивлению копания грейфером ($P_{01} = 12$ кН), построим график зависимости затрачиваемой работы на разработку, в зависимости от глубины яруса проведения работ (рис. 3). Значение длины кривой траектории копания в зависимости от глубины выемки определим графически с использованием программного обеспечения «Компас-график».

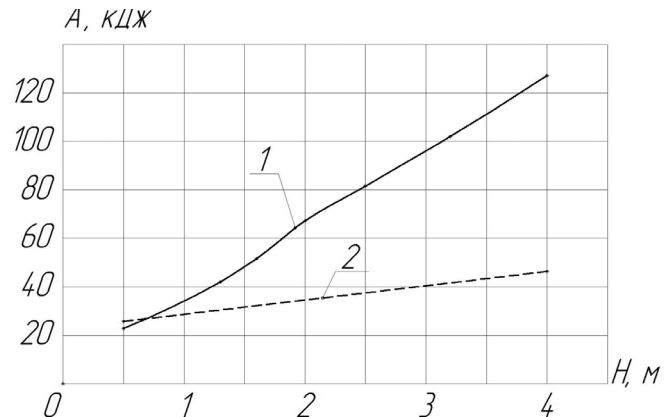


Рис. 3. Изменение затрат работы по разработке грунта в зависимости от глубины яруса копания: 1 – при работе обратной лопатой; 2 – при работе грейфером

В то же время работа по выемке грунта грейфером (АГР) с аналогичной глубины будет состоять из суммы работ, затраченных на копание грунта и его подъем с глубины:

$$A_{\text{ГР}} = A_{\text{К}}^{\text{ГР}} + A_{\text{П}}, \quad (2)$$

где $A_{\text{К}}^{\text{ГР}}$ – работа, затрачиваемая на копание грунта челюстями грейфера;

$A_{\text{П}}$, – работа, затрачиваемая на подъем разработанного грунта со дна выемки.

Для сравнительного анализа условно принимаем:

$$A_{\text{П}} = \int_H G_{\text{Г}} dH, \quad (3)$$

где $G_{\text{Г}}$ – вес грунта в ковше грейфера;

H – глубина выемки грунта.

При разработке грунта с целью образования выемок с вертикальными стенками (выемок под монолитные

сваи, опоры электропередач и других инженерных сооружений) эффективную энергоёмкость можно оценить как отношение затраченной работы к полезному объёму извлеченного грунта (объём колодца). Затраты энергии на 1 м³ извлеченного полезного объёма грунта (рис. 4) определим по формуле:

$$E_{\Pi} = \frac{\sum A_{ki}}{B \cdot L \cdot H}, \quad (4)$$

где A_{ki} – работа, затрачиваемая на i -тое копание; i – количество копаний, требуемое для достижения заданной глубины выемки;

B , L и H – соответственно длина, ширина и глубина выкапываемого колодца.

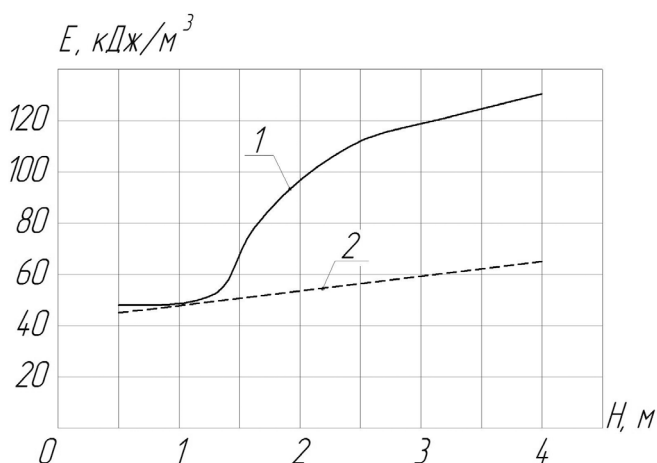


Рис. 4. Затраты энергии на 1 м³ извлеченного полезного объёма грунта в зависимости от глубины колодца:
1 – при работе обратной лопатой;
2 – при работе грейфером

Зависимости рис. 4 наглядно представляют очевидность энергетической эффективности применения грейферного оборудования, особенно при разработке выемок с вертикальными стенками (колодцев) глубиной более 1,3 м. Это объясняется тем, что грейферное рабочее оборудование позволяет делать выемку грунта в наиболее полном соответствии с требуемой конфигурацией колодца.

ВЫВОДЫ

1. При разработке глубоких выемок с вертикальными стенами (колодцы, проходка шахт при строительстве инженерных коммуникаций и т. п.), разработке грунта в стесненных условиях (вблизи стен зданий, внутри цехов при реконструкции предприятий, ремонте подземных коммунальных сетей и т. п.) применение грейферного оборудования оказывается наиболее эффективным и целесообразным по сравнению с другими сменными видами рабочего оборудования.

2. При более детальном рассмотрении энергоёмкости процессов разработки выемок с вертикальными стенками следует учесть параметры мощности базовых машин и конструктивные особенности грейферных ковшей и физико-механические свойства грунтов.

Список литературы

1. Королев А.В. Использование универсальных гидравлических экскаваторов при реконструкции и ремонте жилых зданий / А.В. Королев, М.В. Королева // Механизация строительства. – 2001. – № 5. – С. 2-3.
2. Павлов В.П. Машины для земляных работ: синтез технологий, проектирование, эффективность: Монография / Павлов В.П., Пенчук В.А. - Краснояр.: СФУ, 2016. - 328 с.
3. Чадин С.В., Никешин В.В. Грейферное оборудование зарубежных гидравлических экскаваторов. М., ЦНИИСтройдормаш, 1986. – 47 с.
4. Пенчук В.А. Особенности рабочих процессов грейферного оборудования / Пенчук В.А., Белицкий Д.Г. // Механизация строительства. – 2006. – № 2. – С.9-12.
5. Пенчук В.А. Технологические аспекты производства земляных работ специальными грейферами / Пенчук В.А., Белицкий Д.Г., Голубов И.В. // ИНТЕРСТРОЙМЕХ-2014: материалы Международной научно-технической конференции, 9-11 сентября 2014 г., Россия, Самара, - Самара: Изд-во СамГАСУ, 2014. – С.150-151.