

ОПТИМИЗАЦИЯ СИЛОВЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА

Крупко В.Г., канд. техн. наук (Краматорск, Донбасская государственная машиностроительная академия),
Лиманский А.В., инж.-констр. (Краматорск, АО НКМЗ).

Анализ изменения усилия в гидроцилиндре ковша гидравлического одноковшового экскаватора в процессе копания, последующий вывод аналитической зависимости этого усилия от различных факторов, а также построение графических зависимостей были проведены на основе применения математической модели и учёта характерных нагрузок, действующих на рабочее оборудование машины.

The analysis of change of the force in the hydraulic cylinder of the shovel of the hydraulic one-shovel excavator during digging, the following conclusion of the analytic dependence of this force upon various factors and constructions of the graphic dependences were carried out on the basis of the employment of the mathematical model and accounting of the typical loadings which acted on the working equipment of the machine.

Научно-технический прогресс, приобретающий в последнее время не только общепромышленный, но и социально-политический характер, приводит к появлению новой техники во всех отраслях промышленности, особенно в горнодобывающей отрасли, где использование современных машин непосредственным образом отражается на эксплуатационной производительности процесса разработки горных пород.

Современные транспортные технологии добычи полезных ископаемых *открытым способом* и другие землеройные работы предусматривают использование механизированных комплексов в составе: буровые машины, автомобильный или железнодорожный транспорт, одноковшовые экскаваторы. В настоящее время одним из перспективных направлений при производстве экскаваторов и других землеройных машин является применение гидравлических приводов. Так, использование гидропривода по сравнению с электромеханическим приводом в одноковшовых экскаваторах позволяет:

- уменьшить металлоёмкость машины;

- повысить маневренность машины и её рабочего оборудования, что позволит проводить “селективную выемку”;
- повысить производительность экскаватора, особенно при разработке “низких” пластов;
- упростить процесс управления машиной и др.

Гидравлические экскаваторы позволяют более тщательно вести копание за счёт возможности контроля попадания в отвал или в грузовой транспорт нежелательных кусков породы, а также за счёт обеспечения “чистоты” места забоя в открытом карьере. По сравнению с канатными экскаваторами у гидравлических экскаваторов разгрузка производится более аккуратным образом, что отражается на существенном уменьшении динамических нагрузок как на рабочее оборудование самого экскаватора, так и на грузовой транспорт, куда производится разгрузка.

В настоящее время в Украине мощные (с ковшем вместимостью 4 м^3 и более) гидравлические одноковшовые экскаваторы практически не производятся, поэтому задачи по разработке методик расчёта и выбора оптимальных параметров гидравлических экскаваторов являются весьма актуальными.

На кафедре ПТМ в ДГМА ведутся работы по созданию таких методик. В частности в данной работе изложена методика выбора рациональных параметров рабочего оборудования, основанная на материалах и методах расчётов, изложенных в источниках 1 и 2.

Изобразим расчётную схему рабочего оборудования ковша экскаватора, представляющую собой шарнирно сочленённую систему (рисунок 4), состоящую из ковша с грузом 1, рукояти 2, стрелы 3, двух гидроцилиндров поворота ковша 4, работающих синхронно.

На рисунке 1 изображена схема определения центра тяжести ковша с грузом.

Целью проведения расчётов является составление зависимости искомого усилия гидроцилиндра (одного) ковша $S_{ц}^K$ от угла поворота ковша γ относительно шарнира крепления ковша к рукояти – точки O_K , который меняется в процессе копания (см. рис. 3), а также зависимости $S_{ц}^K$ от расстояния между шарниром поворота ковша относительно точки O_K и шарниром крепления гидроцилиндра 4 к рукояти - a (см. рис. 2).

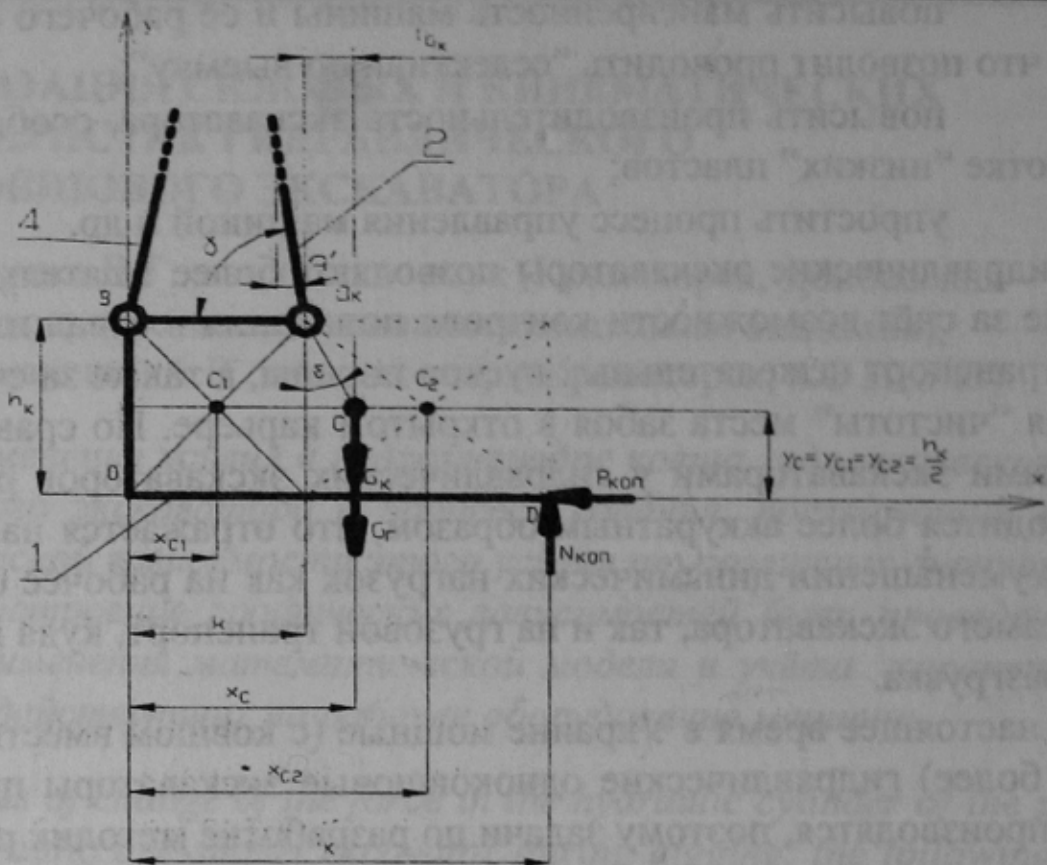


Рисунок 1 – Схема определения центра тяжести ковша с грузом

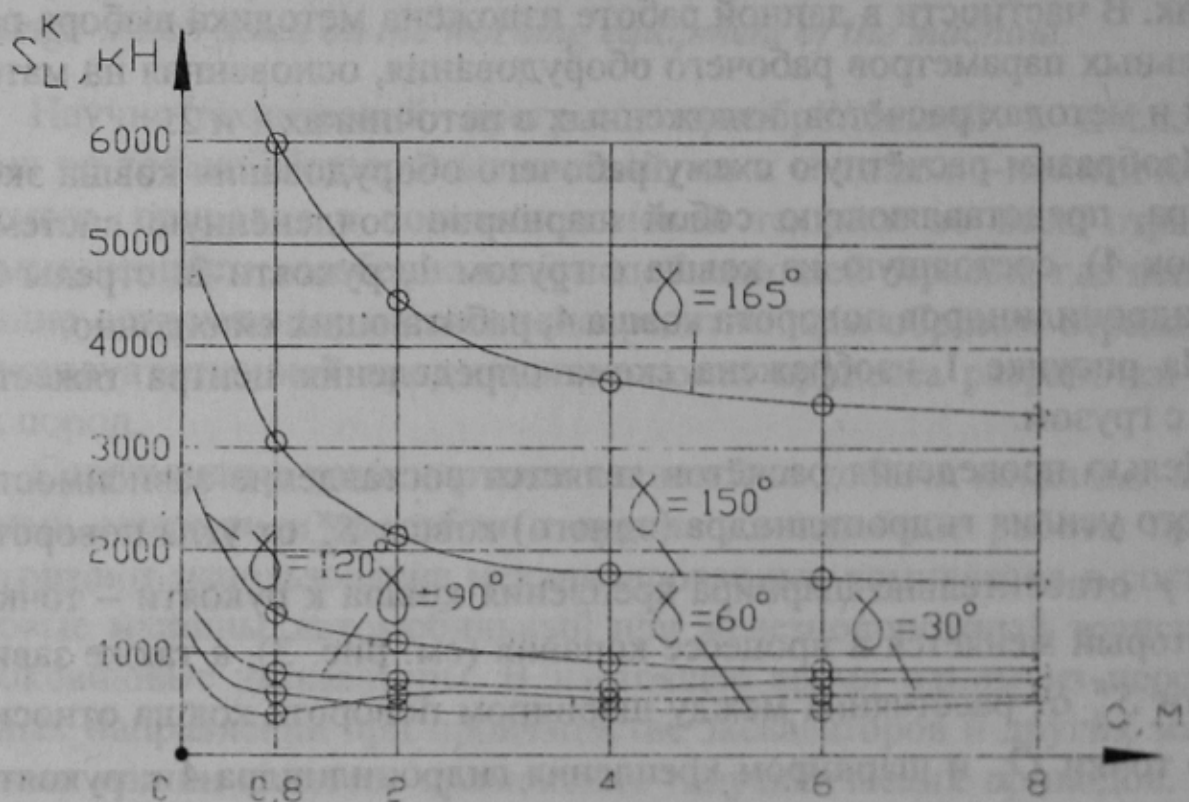


Рисунок 2 – График зависимости $S_{ц}^K = f(a)$

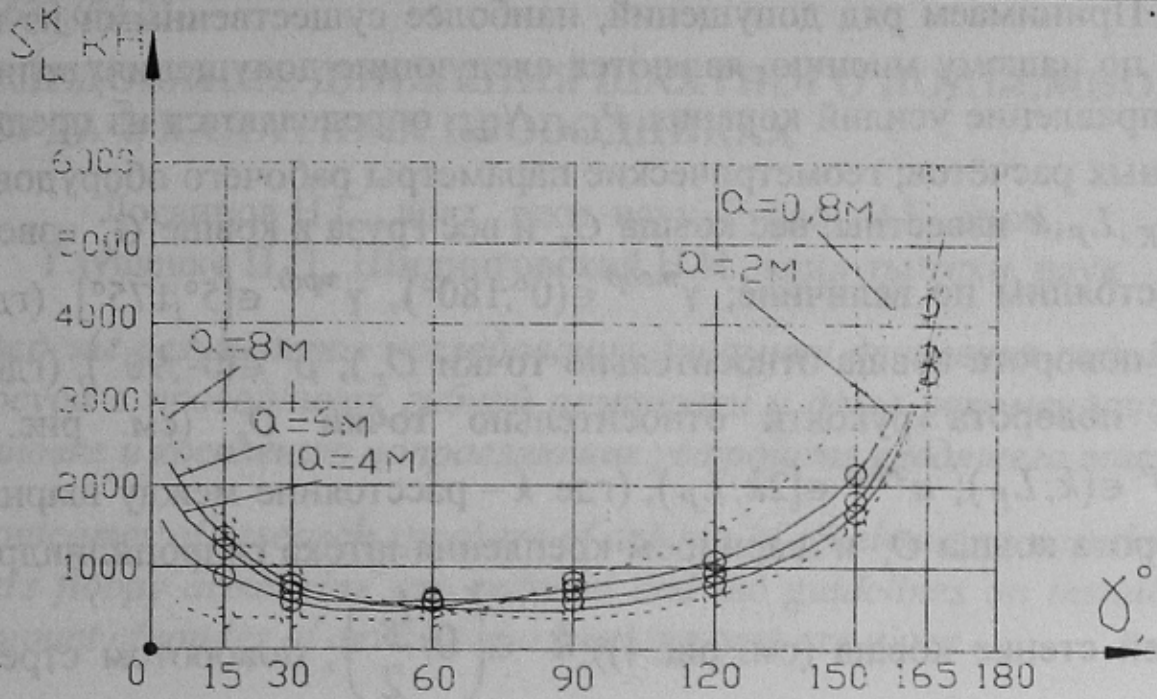


Рисунок 3 – График зависимости $S_{\alpha}^K = f(\gamma)$

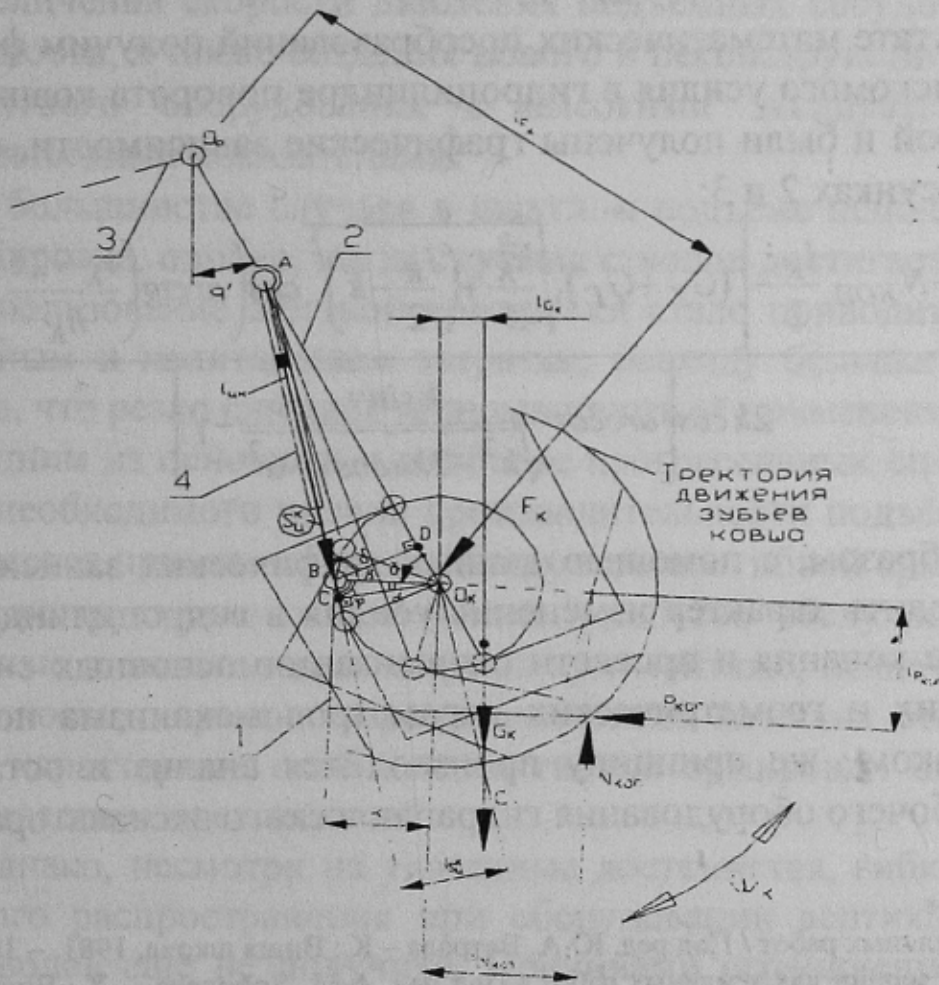


Рисунок 4 – Расчетная схема рабочего оборудования ковша

Принимаем ряд допущений, наиболее существенными из которых, по нашему мнению, являются следующие допущения: величина и направление усилий копания $P_{\text{коп.}}$, $N_{\text{коп.}}$ определяются из предварительных расчётов; геометрические параметры рабочего оборудования l_K, h_K, L_P, k известны; вес ковша G_K и вес груза в ковше G_Γ известны и постоянны по величине; $\gamma^{\text{теор}} \in (0^\circ; 180^\circ)$, $\gamma^{\text{эфф.}} \in [5^\circ; 175^\circ]$, (где γ - угол поворота ковша относительно точки O_K); $\rho' \in (0^\circ; 90^\circ)$, (где ρ' - угол поворота рукояти относительно точки O_P (см. рис. 4)); $a^{\text{теор.}} \in (k; L_P)$; $a^{\text{эфф.}} \in [2k; L_P)$, (где k - расстояние между шарниром поворота ковша O_K и шарниром крепления штока гидроцилиндра 4 к задней стенке ковша (см. рис.4)); $k \in \left(0; \frac{l_K}{2}\right)$; поворотом стрелы в процессе копания пренебрегаем.

Составляем уравнение моментов относительно точки O_K :

$$\sum M_{O_K} = 0; \quad (1)$$

В результате математических преобразований получим формулу нахождения искомого усилия в гидроцилиндре поворота ковша, с помощью которой и были получены графические зависимости, изображенные на рисунках 2 и 3:

$$S_{Ц}^K = \frac{P_{\text{коп.}} \cdot h_K - N_{\text{коп.}} \cdot \frac{l_K}{2} \left[(G_K + G_\Gamma) \sqrt{\frac{h_K^2}{4} + \left(\frac{l_K}{2} - k\right)^2} \cos \left(\arctg \left(\frac{l_K - 2k}{h_K} \right) + \gamma + \rho' \right) \right]}{2k \cos \left[\arccos \frac{k \sin \gamma}{\sqrt{k^2 - 2k a \cos \gamma + a^2}} - \gamma \right]} \quad (2)$$

Таким образом, с помощью данных графических зависимостей можно проследить характер изменения усилия в гидроцилиндре ковша в процессе копания и провести оптимизацию основных силовых, кинематических и геометрических параметров механизма поворота ковша. По такому же принципу производится анализ и остальных элементов рабочего оборудования гидравлического экскаватора.

Список источников

- 1 Машины для земляных работ / Под ред. Ю.А. Ветрова - К.: Вища школа, 1981. - 384 с.
- 2 Проектирование машин для земляных работ / Под ред. А.М. Холодова. - Х.: Вища школа, 1986. - 272 с.