

## **ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА И СПОСОБЫ ЕЁ ПОВЫШЕНИЯ**

**Егоров Даниил Витальевич**

магистрант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), РФ, г. Москва

**Мандровский Константин Петрович**

научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), РФ, г. Москва

## **STABILITY FACTORS OF A SINGLE-BUCKET EXCAVATOR AND WAYS TO INCREASE IT**

***Egorov Daniil Vitalievich***

*Undergraduate, Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Russia, Moscow*

***Mandrovsky Konstantin Petrovich***

*Supervisor, Ph.D. of Engineering sciences, Associate Professor, Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI), Russia, Moscow*

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные аспекты устойчивости одноковшового экскаватора. Выделены ключевые определения и обоснована значимость показателя устойчивости для функционирования экскаватора. Представлено схематичное устройство одноковшового экскаватора. Перечислены и подробно описаны базовые факторы, влияющие на устойчивость оборудования. Выделены основные методы, способствующие повышению устойчивости и обеспечению безопасности одноковшового экскаватора.

**Abstract.** The article considers the main aspects of stability of a single bucket excavator. Key definitions are identified and the significance of the stability indicator for the excavator functioning is justified. Schematic arrangement of single-bucket excavator is presented. Basic factors affecting equipment stability are listed and detailed. The main methods that contribute to the stability and safety of a single-bucket excavator are highlighted.

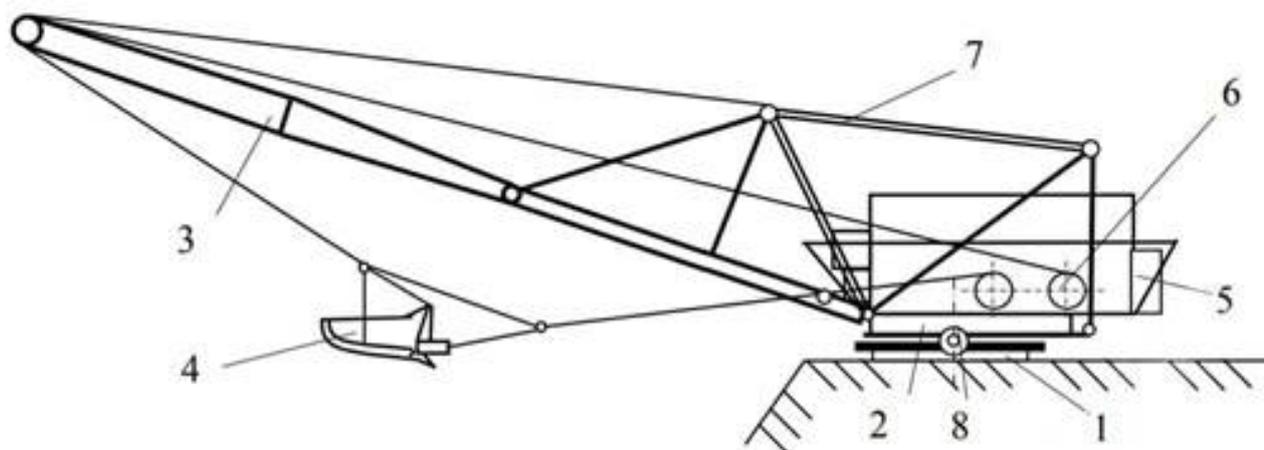
**Ключевые слова:** одноковшовый экскаватор, устойчивость, оборудование, механизм, грунт, уравнивающий цилиндр.

**Keywords:** single bucket excavator, stability, equipment, mechanism, soil, balancing cylinder.

В современное время в отрасли строительства и сопутствующих работ активно применяются многочисленные дорожные машины и техника разного рода, посредством которых

выполняется основная часть деятельности. Одним из наиболее распространенных и эффективных дорожных машин является одноковшовый экскаватор, повсеместно используемый в различных областях. Такой вид экскаватора отличается весьма обширным функционалом, уникальными техническими характеристиками и показателями, которые в совокупности обеспечивают качественное функционирование данного дорожного оборудования. Тем не менее, в работе одноковшового экскаватора могут возникнуть существенные проблемы, связанные, прежде всего, с нарушением одного из наиболее значимых показателей – устойчивости.

Собственно одноковшовый экскаватор является разновидностью экскаватора, представляющего собой землеройную машину циклического действия для разработки, перемещения и погрузки грунта (рис. 1). Основным рабочим органом данной дорожной машины считается подвижный ковш разного кубического объема, закрепленный на стреле, рукояти или канатах [2, с. 112].



**Рисунок 1. Устройство одноковшового экскаватора**

*1 - база; 2 - поворотная платформа; 3 - стрела; 4 - ковш; 5 - противовес; 6 - тяговые лебедки; 7 - подвес стрелы; 8 - механизм шагания*

Ключевым техническим показателем одноковшового экскаватора является его устойчивость, поскольку именно она характеризует эффективность функционирования машины, а также обеспечивает производительность и безопасность работы.

Устойчивость экскаватора представляет собой способность машины противостоять внешним нагрузкам, включающим силы тяжести грунта в ковше, в том числе нагрузкам составных частей техники, сопротивление грунта копанию и силы инерции, которые не дают опрокинуться и сдвинуться опорной части экскаватора относительно грунтового основания [5, с. 159].

На устойчивость одноковшового экскаватора воздействует ряд нескольких факторов, каждый из которых так или иначе негативно сказывается на ней. Среди основных негативных факторов, влияющих на устойчивость одноковшового экскаватора, выделяют следующие:

1. Несоответствие применяемого типа ковша с видом грунта. Существуют различные типы ковшей для экскаватора, каждый из которых предназначается для определенного вида грунта (например, погрузочный ковш без зубьев применяется для работы с песком, растительным грунтом; ковш-рыхлитель используется для работы с гранитом,

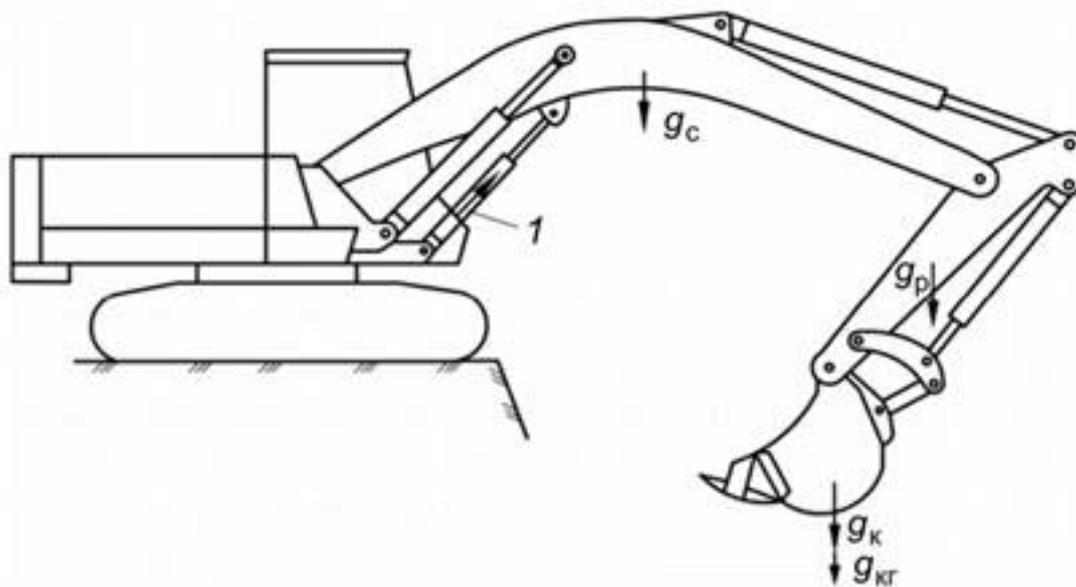
известняком, базальтом; рыхлитель однозубый – для работы с асфальтом, сланцем, меловыми породами и др.) [1, с. 92]. В том случае, если используемый тип ковша не будет соответствовать виду рабочего грунта, произойдет существенное снижение устойчивости экскаватора и в значительной степени уменьшится производительность работы.

2. Увеличение значения допустимой нагрузки ковша. Максимально допустимая нагрузка на конце рукояти обеспечивает, в первую очередь, боковую устойчивость экскаватора. Вес ковша с грунтом ни коим образом не должен превышать установленное значение. В обратном случае это может привести не только к потере устойчивости машины, но и спровоцировать выход из строя составных частей экскаватора.
3. Возникновение препятствия на пути движения экскаватора. В рабочем грунте может появиться то или иное препятствие, например, в качестве каменной глыбы. Оно может спровоцировать опрокидывание экскаватора относительно наружных граней опор, опорных катков, пневматических шин и др.
4. Ветровая нагрузка или другие погодные условия, вызывающие влияние на транспортное движение экскаватора. В процессе движения экскаватора наибольший угол подъема располагается в условиях осуществления предельного сцепления гусениц с дорогой или тягового усилия. В таком случае возникшая ветровая или иная нагрузка может достаточно легко опрокинуть машину.
5. Излишнее увеличение мощности двигателя с целью повышения производительности машины. В результате сравнительно значительного увеличения мощности двигателя существенным образом повышаются скорости рабочих операций и силы инерции, которые за счет своей усиленной деятельности стремятся опрокинуть экскаватор.

Вышеперечисленные факторы, воздействующие на устойчивость одноковшового экскаватора, являются основными и наиболее часто встречаются в практике работы с данной дорожной техникой.

В связи с широкой распространенностью подобного рода факторов требуется разработка и внедрение специальных технологий и методов, ориентированных на обеспечение безопасности одноковшовых экскаваторов в процессе их функционирования, а также на повышение устойчивости этих машин.

Основным методом повышения безопасности и предотвращения опрокидывания экскаватора является применение так называемого уравнивающего цилиндра в гидросистеме экскаватора посредством компенсации силы тяжести рабочего оборудования машины (рис. 2).



**Рисунок 2. Одноковшовый экскаватор с уравнивающим устройством**

*1 - уравнивающий цилиндр;  $g_c$  - сила тяжести стрелы;  $g_p$  - сила тяжести рукояти;  $g_k$  - сила тяжести ковша;  $g_{к2}$  - сила тяжести ковша с грунтом*

Рассматриваемый метод основан на последовательном выполнении технологических задач, которые в комплексе обеспечивают целостное сосредоточение распределения силы тяжести составных частей одноковшового экскаватора на шток уравнивающего устройства. В результате выбора необходимого значения объема в таком уравнивающем цилиндре происходит процесс оптимальной стабилизации давления при опускании и подъеме рабочего органа [3, с. 88]. Тем самым, независимо от внешних нагрузок и внутренних факторов, негативно воздействующих на устойчивость экскаватора, используемый уравнивающий цилиндр гарантирует полноценную безопасность дорожной машины.

Не менее эффективным способом защиты от нарушения устойчивости одноковшового экскаватора является теоретический анализ и оценка динамики процесса опрокидывания машины в базовых для устойчивости положениях. Выполнять подобный анализ следует перед проведением специальных сертификационных испытаний.

Кроме того, с целью повышения устойчивости одноковшового экскаватора следует уменьшать вес структурных технических частей оборудования, что будет способствовать снижению опрокидывающего момента. Так, например, в устройстве экскаватора наиболее предпочтительно применять моноблочные стрелы, которые имеют сравнительно низкий вес по отношению к составным стрелам [4, с. 145]. В результате использования относительно незначительного по весу экскаватора будет существенно снижена потенциальная угроза его устойчивости.

Подводя итоги, следует отметить, что устойчивость одноковшового экскаватора является одним из наиболее значимых технических показателей оборудования. Однако именно она подвержена значительному негативному воздействию со стороны внешних и внутренних факторов, способствующих снижению эффективности, производительности и безопасности экскаватора. В связи с распространенностью подобных факторов, влияющих на устойчивость оборудования, применяются различные технологии и методы, которые обеспечивают защиту экскаватора от тех или иных угроз. Основным таким методом является применение уравнивающего устройства. Таким образом, при проектировании и проведении соответствующих испытаний одноковшового экскаватора необходимо уделять существенное внимание его устойчивости.

### **Список литературы:**

1. Великанов В.С., Панфилова О.Р. Исследование устойчивости карьерного экскаватора с изменяемым положением кабины [Текст] / В.С. Великанов, О.Р. Панфилова. – Магнитогорск: Известия Уральского государственного горного университета, 2019. – № 4 (56). – 398 с.
2. Доценко А.И., Мандровский К.П., Садовникова Я.С. Пути повышения эффективности использования землеройно-транспортных машин [Текст] / А.И. Доценко, К.П. Мандровский, Я.С. Садовникова. – М.: Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), 2019. – № 4 (59). – 350 с.
3. Казаченко Г.В., Басалай Г.А. Способ оценки устойчивости одноковшовых экскаваторов [Текст] / Г.В. Казаченко, Г.А. Басалай. – М.: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2014. – № 5. – 329 с.
4. Кустарев Г.В., Мандровский К.П. Анализ устойчивости одноковшового экскаватора [Текст] / Г.В. Кустарев, К.П. Мандровский. – М.: Современные технологии в строительстве. Теория и практика, 2019. – № 3. – 245 с.
5. Семенов А.В., Вахрушев С.И. Исследование устойчивости одноковшовых экскаваторов

