DOI: 10.17117/na.2016.10.03.026

<http://ucom.ru/doc/na.2016.10.03.026.pdf>

Поступила (Received): 24.10.2016

Антонюк О.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С. Сравнительный анализ методик расчета на устойчивость экскаватора

Antonyuk O.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S.
**Comparative analysis of methods of calculation
of the stability of the excavator**

Прежде чем начать сравнивать методики расчета на устойчивость экскаватора необходимо разобраться с назначением данной машины.

Щековая дробилка – это землеройная машина циклического действия для разработки (копания), перемещения и погрузки грунта. По виду работ отмечают два основных типа экскаватора по направлению зуба ковша – обратная или прямая лопата

Ключевые слова: устойчивость, проектирование, нагрузка

Before you start to compare methods of calculating the stability of the excavator needs to understand the purpose of the machine. Jaw crusher is digger cyclic action for development (digging), moving and loading soil. On activity there are two main types of excavator in the direction of bucket tooth – back or shovel

Key words: sustainability, design, load

Антонюк Олег Валентинович

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Antoniuk Oleg Valentinovich

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov
Belgorod, Kostyukova st., 46

Дядин Максим Олегович

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Dyadin Maxim Olegovich

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov
Belgorod, Kostyukova st., 46

Прокопенко Владислав Станиславович

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Prokopenko Vladislav Stanislavovich

Assistant

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov
Belgorod, Kostyukova st., 46

В процессе проектирования экскаватора решается ряд важных задач для обеспечения максимальной производительности машины, которая определяется как отношение объема производимых работ ко времени. Помимо изменения конструктивных параметров (увеличение объема ковша, изменение

геометрии отвала), что не всегда является возможным, на производительность экскаватора положительно повлияет сокращение времени цикла за счет наращивания скорости и совмещения выполнения рабочих операций. Однако повышение скорости перемещения элементов машины ведет к возникновению динамических нагрузок, что может привести к потере устойчивости и опрокидыванию. Именно поэтому одной из важнейших задач при проектировании экскаватора является минимизация вероятности опрокидывания, для чего производится расчет на устойчивость. На базе данного расчета разрабатывается конструкция самой машины, рабочих органов, режимов работы гидропривода и систем управления.

Рабочее оборудование экскаватора позволяет осуществлять несколько независимых движений: поворот стрелы относительно платформы, поворот рукояти относительно стрелы, поворот ковша относительно рукояти. В более сложных схемах навески рабочего оборудования количество степеней свободы может быть более трех, возможно пространственное манипулирование рабочим органом. Упор ковша в непреодолимое препятствие может произойти при разном положении элементов рабочего оборудования. При этом, в зависимости от положения, меняются плечи значения действующих сил нагрузок. Исходя из этого, при проверке устойчивости необходимо исследовать всю область возможных положений экскаватора и рабочего оборудования.

Опасность потери устойчивости возникает в случае, когда суммарный опрокидывающий момент M_O от действия внешних сил превышает суммарный удерживающий момент M_U . Существующие методы расчета коэффициента устойчивости (КУ) и сравнительный анализ методик оценки устойчивости экскаваторов отличаются видами влияющих на величины удерживающего и опрокидывающего моментов усилий, которые учитываются в расчетах [1-3].

Рассмотрим три наиболее применяемых методов расчета коэффициента устойчивости экскаватора: метод Ковровского экскаваторного завода (КЭЗ), метод ВНИИстройдормаша (ВНИИСДМ) и уточненный метод Карасева-Живейнова.

Метод Ковровского экскаваторного завода учитывает только силы тяжести элементов конструкции экскаватора и грунта в ковше.

Метод ВНИИстройдормаша предусматривает при расчете влияние центробежных сил, действующих на элементы конструкции экскаватора при повороте платформы.

В уточненной методике Карасева-Живейнова проверки условий устойчивости учитывается вся область возможных положений экскаватора и рабочего оборудования для учета опасных нагрузок, приводящих к потере устойчивости. К таким нагрузкам относятся силы тяжести, инерции, ветра, центробежные силы. Так же учитываются нагрузки, возникающие при повороте экскаватора относительно ребра опрокидывания: центробежная сила поворота экскаватора относительно ребра опрокидывания, сила инерции от ускорений при опрокидывании, силы Кориолиса от совмещения вращений платформы и экскаватора при опрокидывании, силы Кориолиса от совмещения вращений стрелы и экскаватора, а также рукояти и экскаватора при опрокидывании [3-6].

Для сравнения вышеупомянутых методик, с помощью ЭВМ были произведены расчеты коэффициента устойчивости одноковшового экскаватора с оборудованием «обратная лопата» каждым из перечисленных методов, результаты которых представлены на рис. 1.

Рис. 1. Расчеты устойчивости экскаватора по разным методикам

Значения рассчитанных коэффициентов соответствуют наихудшему для устойчивости сочетанию углов наклона стрелы, рукояти и ковша. Расчеты по методикам КЭЗ (кривая 1) и ВНИИСДМ (кривая 2) показывают, что устойчивость экскаватора обеспечивается при любых углах поворота платформы, так как $KУ > 1$. При этом, расчет по уточненной методике (кривая 3) показывает, что при угле поворота платформы $\alpha_P < 70^\circ$ коэффициент устойчивости $KУ < 1$, что свидетельствует об отрыве от основания опор, не лежащих на ребре опрокидывания. Но, так как действие динамических нагрузок кратковременно, экскаватор не опрокидывается, а только приподнимается относительно опорной поверхности на небольшой угол. Наихудшим для устойчивости является положение платформы экскаватора при $\alpha_P = 0 \dots 20^\circ$, так как при этих углах наибольшее влияние на устойчивость оказывает опрокидывающий момент от сил инерции торможения стрелы. При $\alpha_P = 60 \dots 80^\circ$, наибольшее влияние на устойчивость оказывает опрокидывающий момент от сил Кориолиса при совмещении поворотов платформы и стрелы [7].

Проведя сравнительный анализ, можно сделать следующий вывод: при изменении угла наклона опорной поверхности от 0° до 12° можно пользоваться вышеупомянутыми методами расчета. При этом наиболее приближенным к реальным условиям является уточненный метод Карасева-Живейнова, так как при расчете данным методом учитывается наибольшее число факторов, влияющих на устойчивость экскаватора. Однако при неблагоприятном для устойчивости экскаватора сочетании движений и положений элементов рабочего оборудования существует возможность отрыва гусениц экскаватора от опорной поверхности, что может привести к опрокидыванию.

Список используемых источников:

1. Sharapov R.R., Prokopenko V.S. Modeling of the separation process in dynamic separators // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 25. № 3. С. 536-542.
2. Азарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом // *Научный альманах*. 2016. № 3-3 (17). С. 18-22.
3. Азарков А.М., Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 6. С. 160-163.
4. Азарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87-90.
5. Орехова Т.Н., Прокопенко В.С. Тонкодисперсные порошки для асфальтобетона // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 465-467.
6. Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Азарков А.М., Шарапов Р.Р. Оптимизация работы оборудования для получения тонкодисперсных порошков // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 1. С. 80-83.
7. Прокопенко В.С., Решетов А.В. Совершенствование одноковшового экскаватора // *Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*. 2015. С. 846-849.

© 2016, Антонюк О.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С.
Сравнительный анализ методик расчета на
устойчивость экскаватора

© 2016, Antonyuk O.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S.
*Comparative analysis of methods of calculation of the
stability of the excavator*