

РАБОЧАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА – ПОКАЗАТЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАШИНЫ

Комиссаров А. П., Файзуллин Р. М., Шестаков В. С.

Предложен показатель технических возможностей карьерного экскаватора в виде рабочей характеристики экскаватора, которая представляет собой зависимости режимных параметров главных механизмов от координат вершины режущей кромки ковша.

Ключевые слова: карьерный экскаватор; рабочая характеристика; технические возможности экскаватора.

Одной из главных задач, возникающих при эксплуатации горной техники, является выбор рациональных параметров оборудования и режимов работы для конкретных горнотехнических условий, обеспечивающих наиболее полное использование технических и технологических возможностей машины. Актуальность задачи обусловлена как происходящими качественными изменениями на открытых горных работах, связанных с внедрением новых типов и моделей карьерных экскаваторов, так и изменениями горно-геологических и горнотехнических условий разработки месторождений полезных ископаемых (повышение доли скальных и полускальных пород, сложно-структурное залегание пород и т. д.).

В настоящее время оценка качества экскавационного оборудования производится по расчетным показателям технических характеристик машин. Однако такая оценка имеет значимость, в основном, на стадии технико-экономического анализа различных типов машин. В конкретных условиях эксплуатации значения большинства этих показателей (продолжительность цикла, производительность, энергозатраты при экскавации породы и др.) изменяются в широких пределах и значительно отличаются от расчетных величин, что затрудняет получение достоверной и полной информации о качестве оборудования.

Целью данной работы является обоснование рабочей характеристики карьерного экскаватора, определяющей взаимосвязи между горнотехническими условиями работы и эксплуатационными показателями машины.

Решение данной задачи применительно к карьерным экскаваторам связано с предварительным анализом процесса экскавации горных пород, а именно:

– оценкой качества подготовки горной массы и определением технологических параметров процесса экскавации;

– проведением кинематического и динамического анализа механизма рабочего оборудования;

– установлением взаимосвязей между режимными параметрами главных механизмов и технологическими параметрами.

На основе методов теории машин и механизмов выполнен кинематический и динамический анализ рабочего оборудования экскаватора и определены соотношения между режимными параметрами главных механизмов и рабочего органа (ковша) в зависимости от координат вершины режущей кромки ковша. Разработана имитационная модель экскаватора и алгоритм расчета режимных параметров в пределах рабочей зоны экскаватора. Математическая модель позволяет определять по размерам рабочего оборудования границы рабочей зоны гидравлического экскаватора. Кроме того, математическая модель включает блок расчета усилий копания и расчета усилий в элементах рабочего оборудования. Расчет усилий копания в пределах рабочей зоны позволит определить возможную зону, в которой будут обеспечены требуемые усилия при заполнении ковша.

Методика позволит:

– выполнить анализ формирования рабочей зоны экскаватора при заданных геометри-

ческих параметрах рабочего оборудования и длинах цилиндров;

– определить усилия на штоках цилиндров и других элементах рабочего оборудования при заданных геометрических параметрах рабочего оборудования, положениях ковша и усилия копания;

– определить усилия копания в пределах рабочей зоны из условия ограничения реактивных усилий в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндров рабочего оборудования.

Использование методики на стадии эскизного проектирования позволит проводить исследования влияния размеров рабочего оборудования, точек крепления пяты стрелы и гидроцилиндров на размеры рабочей зоны, определять рациональные параметры рабочего оборудования.

Для построения рабочей зоны экскаватора должны многократно рассчитываться представленные в математической модели выражения. Без применения ЭВМ такие расчеты займут продолжительное время, кроме того не будет возможности проведения исследований влияния параметров рабочего оборудования на границы рабочей зоны. Исходя из этого, авторами разработана программа на алгоритмическом языке Visual Basic для приложения Microsoft Excel. Выбор языка реализации обоснован доступностью приложения (оно имеется на всех компьютерах), а также простотой использования даже неподготовленными пользователями.

Алгоритм работы программы будет следующим. При заданных исходными данными размерах экскаватора для построения воз-

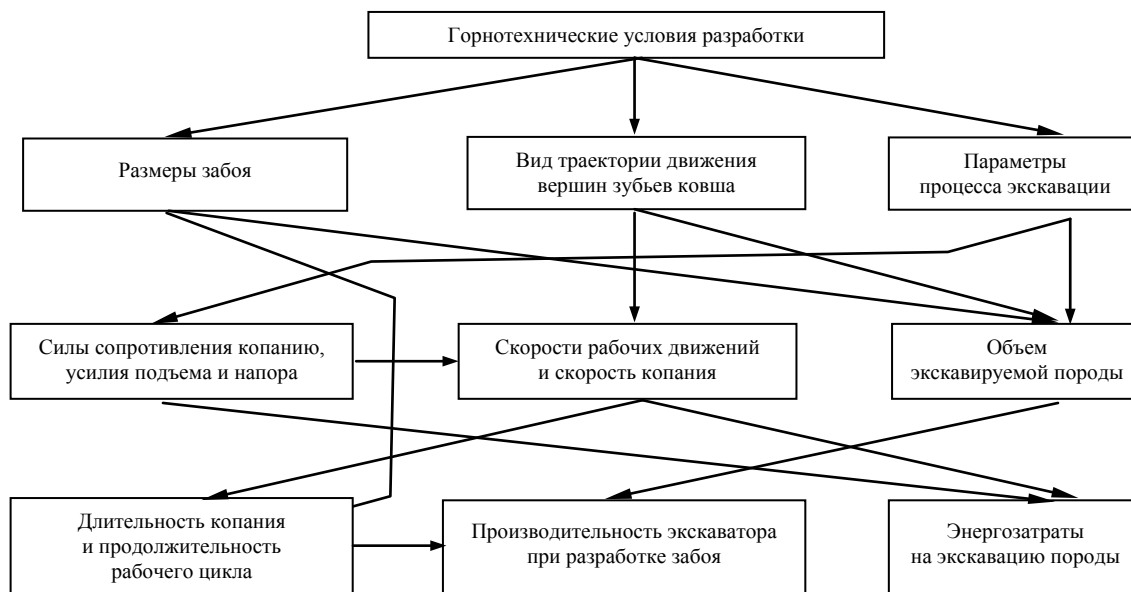


Рис. 1. Блок-схема определения эксплуатационных показателей

можных траекторий движения вершины зуба ковша (построения рабочей зоны) по приведенной методике выполняются расчеты при изменении размеров цилиндра стрелы, рукояти и ковша от минимальных значений до максимальных с равным шагом.

Алгоритм обеспечивает реализацию трех режимов копания: копание поворотом ковша, копание поворотом рукояти, копание поворотом рукояти и ковша. Выбор режимов осуществляется пользователем из меню. В зависимости от выбранного режима автомати-

чески формируется алгоритм расчета рабочей зоны.

Алгоритм вычислений режима копания поворотом ковша, поворотом ковша и рукояти, организован циклами. Во внешнем цикле с равным шагом меняется выдвигание штока цилиндра стрелы от минимального до максимального значения. Для каждого значения положения штока цилиндра стрелы во втором цикле также от минимального до максимального значения меняется положение штока цилиндра рукояти. При каждом значении

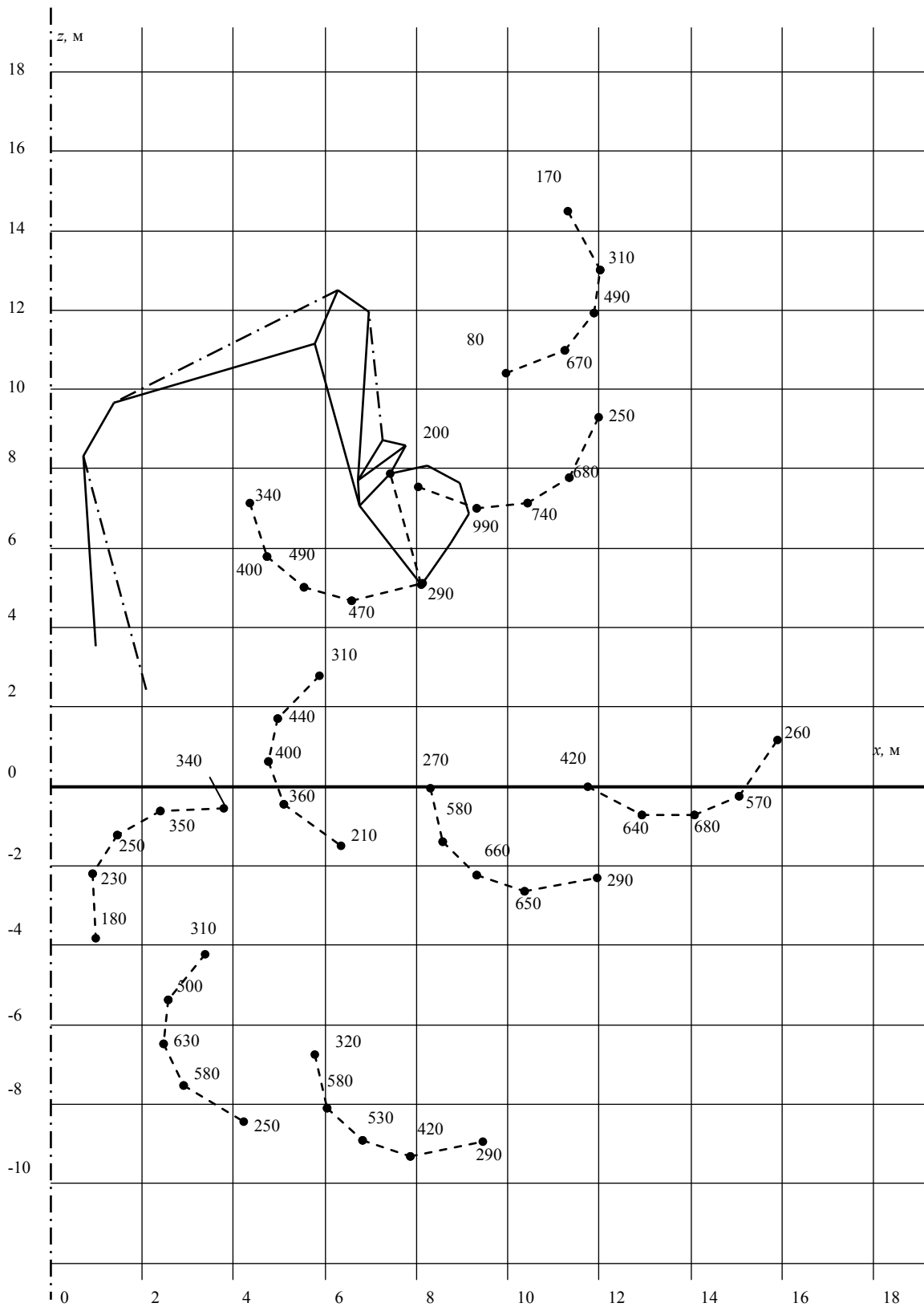


Рис. 2. Зависимость максимального значения силы сопротивления на зубьях ковша от координат вершины режущей кромки

положения штока цилиндра рукояти в третьем (внутреннем цикле) меняется с равным шагом от минимального до максимального значения положение штока цилиндра ковша. При каждом положении штоков рассчитываются координаты вершины зуба ковша, координаты всех звеньев рабочего оборудования.

На рис. 1 приведена блок-схема определения эксплуатационных показателей карьерного экскаватора.

Результаты расчета выводятся в таблицы на лист Excel. Для программы также специально разработана процедура на Visual Basic, которая обеспечивает вывод в масштабе рабочей зоны экскаватора и схему рабочего оборудования.

На рис. 2 представлены результаты расчета по разработанной имитационной модели гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием типа «обратная лопата» максимально возможных усилий на зубьях ковша в пределах рабочей зоны. Результаты показывают, что не во всех точках рабочей зоны достигаются требуемые для копания усилия

на зубьях ковша (450 кН для данной модели).

Рис. 2 представляет собой фрагмент рабочей характеристики экскаватора. Из рисунка следует, что фактическая рабочая зона экскаватора, в которой возможно копание, отличается от теоретической рабочей зоны, определяемой геометрическими размерами элементов рабочего оборудования (стрела, рукоять, ковш), а также координат крепления гидроцилиндров и длины их хода.

Использование предлагаемой модели [1, 2] позволит на этапе проектирования оценить работоспособность экскаватора.

Итак, имитационная модель функционирования рабочих механизмов карьерного экскаватора позволяет установить взаимосвязи между конструктивными и режимными параметрами главных механизмов с учетом геометрических параметров рабочего оборудования, вида траектории движения вершины режущей кромки ковша и других факторов. Рабочая характеристика экскаватора позволяет оценить эффективность использования оборудования в конкретных условиях эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комиссаров А. П., Шестаков В.С. Имитационная модель функционирования рабочего оборудования гидравлического экскаватора // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 8. С. 20–24.
2. Шестаков В. С., Хорошавин С. А. Составление моделей для расчета рабочего оборудования карьерных экскаваторов производства ОАО «Уралмашзавод» // Там же. С. 14–19.

Поступила в редакцию 2 июля 2014 г.

Комиссаров Анатолий Павлович – профессор кафедры горных машин и комплексов. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Файзуллин Роман Мартьянович – аспирант кафедры горных машин и комплексов. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Шестаков Виктор Степанович – профессор кафедры горных машин и комплексов. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.