

ЗАВИСИМОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

И.Е. Звонарев, С.Ю. Кувшинкин, П.В. Иванова

К.т.н. И.Е. Звонарев

К.т.н., доцент С.Ю. Кувшинкин

Аспирант П.В. Иванова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский горный университет» (Горный университет, СПГУ)

Россия, г. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., 2, 199106

E-mail: ZVano@mail.ru

Высокий уровень внеплановых простоев экскаваторов приводит к значительным материальным издержкам, как из-за снижения добычи полезного ископаемого, так и из-за большой стоимости ремонта крупногабаритных узлов и металлоконструкций.

Анализ вклада механической и электрической подсистем экскаваторов в общее количество отказов показывает, что в большинстве случаев отказы механического оборудования преобладают и составляют 50-70 % от их общего количества. [1]

На интенсивность потока отказов как механической, так и электрической подсистем экскаватора значительное влияние оказывает высокая динамическая составляющая внешней нагрузки, возникающая при взаимодействии ковша с забоем. Динамическая составляющая внешней нагрузки при прохождении по динамической системе рабочего оборудования трансформируется в результате возбуждения в последней собственных колебаний. Основными параметрами рабочего оборудования прямой механической лопаты, определяющей его массу и жесткость, и, следовательно, динамические свойства, являются длина стрелы и вместимость ковша.

В настоящей работе оценка влияния конструктивных параметров рабочего оборудования экскаватора на динамическую нагрузку приводов проводится на примере механизма подъема, как наиболее энергонагруженного (суммарная мощность двигателей привода подъема сравнима с мощностью всех остальных приводов экскаватора, вместе взятых).

Целью создания и анализа динамической модели является определение нагрузки на тихоходном валу редуктора механизма подъема – «выходе» динамической системы при известной нагрузке на ковше – «входе».

Для динамической эквивалентной схемы приняты следующие допущения.

1. Подвеску стрелы считаем абсолютно жесткой.
2. Диссипативными потерями в канатах и блоках пренебрегаем.
3. Связи считаем невесомыми.

В соответствии с принципом Д'Аламбера, воздействия на динамическую систему статической составляющей внешней нагрузки и гармоник динамической составляющей можно рассматривать независимо друг от друга. При этом нагрузка на «выходе» системы представляется как сумма результатов воздействия составляющих внешней нагрузки.

Динамическая составляющая внешней нагрузки при прохождении по динамической системе трансформируется в результате возбуждения в последней собственных колебаний. Для определения динамической составляющей усилия в подъемных канатах составим и решим дифференциальное уравнение движения системы под действием гармоник динамической составляющей внешней нагрузки.

Дифференциальное уравнение движения системы имеет вид:

$$m\ddot{x} + c_{np}x = A \sin \omega t$$

Общее решение этого неоднородного линейного дифференциального уравнения второго порядка складывается из общего решения однородного и частного решения неоднородного.

$$x = x_0 + x_1,$$

где x_0 , x_1 – соответственно свободные и вынужденные колебания системы.

Длина стрелы определяет главным образом жесткость системы, а вместимость ковша при постоянном значении коэффициента наполнения определяет величину приведенной массы. При анализе данных, собственная частота системы убывает с увеличением длины рабочего оборудования и вместимости ковша, при этом зона резонанса смещается в низкочастотную область. Низкочастотная случайная составляющая внешней нагрузки определяется вариацией толщины стружки в процессе копания, т.е. управляющим воздействием машиниста [2]. Следовательно, амплитуду этой составляющей можно уменьшить, например, автоматизировав процесс копания, при этом увеличение конструктивных параметров рабочего оборудования позволит избежать значительного всплеска нагрузки при резонансе.

Анализ данных показывает, что коэффициент усиления низкочастотной случайной составляющей внешней нагрузки практически не зависит от конструктивных параметров рабочего оборудования (с увеличением длины стрелы и вместимости ковша незначительно возрастает по зависимости, близкой к линейной). При этом коэффициент усиления высокочастотной составляющей резко убывает, асимптотически стремясь к нулю.

Из вышеизложенного следует, что для уменьшения динамических нагрузок механизма подъема карьерного экскаватора целесообразно увеличивать конструктивные параметры рабочего оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москвичев В.В., Утехин С.А., Доронин С.В., Эбич В.Р. Анализ отказов механического оборудования и металлоконструкций экскаваторов. – Красноярск: ВЦ СО АН СССР, 1989. – 34 с.
2. Багин Б.П., Оленич В.И. Основы статистической динамики одноковшовых экскаваторов (обзор). М.: ЦНИИЭстроймаш, 1974. – 52 с.