

УДК 622.232

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ЭЛЕМЕНТОВ ГОРНОЙ МАШИНЫ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

Семенченко А.К., докт. техн. наук, проф., Шабает О.Е., канд. техн. наук, доц., Каплюхин А.А., канд. техн. наук, доц.,

Семенченко Д.А. канд. техн. наук

Донецкий национальный технический университет

Мизин В.А., инженер, Донгипроуглемаш

Разработана методика определения исходных данных для расчета на прочность и долговечность элементов горных машин

The method of estimation of input data for stress and durability calculation of constructional elements of mining machines is developed

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Повышение эффективности добычи полезных ископаемых является важной социально-экономической задачей, которая успешно может быть решена на основе внедрения прогрессивных технологий и ускоренного технического перевооружения шахт и рудников на базе создания и широкого применения высокоэффективных средств комплексной механизации и автоматизации основных технологических процессов. Поэтому создание конкурентоспособных горных машин, имеющих высокий технический уровень, и обеспечение их высокой эксплуатационной надежности является актуальной проблемой, стоящей перед горным машиностроением.

Эта проблема, как показывает опыт создания новых горных машин с высоким уровнем энерговооруженности особенно остро стоит при создании машин, функционирование которых при реализации ими полного цикла работы сопровождается изменением структуры системы "машина - внешняя среда".

Эффективное решение проблемы повышения технического уровня может быть реализовано лишь на основе широкого использования при создании горных машин, достоверных данных о закономерностях формирования динамических нагрузок в пределах полного цикла их работы, достижений современной науки о прочности, а также многокритериального оптимального проектирования этих машин на базе современных математических методов структурно-параметрической оптимизации и компьютерной техники.

Поэтому, целью настоящей работы является разработка методики определения исходных данных для расчета горных машин на основе математического моделирования рабочих процессов горных машин.

Анализ исследований и публикаций. Как отмечается в работе [1], одной из основных особенностей рабочего процесса горной машины как пространственной многомассовой динамической системы переменной структуры является многократность повторений рабочего цикла и формирование переходных процессов со значительными по величине нагрузками ее элементов. Поэтому характер изменения величин нагрузок в элементах силовых систем и в металлоконструкциях машины должен рассматриваться как случайный широкополосный процесс, а их нагружение - как нерегулярное и переменное. При нерегулярном переменном нагружении фактические изменения напряжений в элементах машины могут быть сведены к блочному нагружению. В этом случае блоки нагружения для горных машин определяются режимами их работы с целью реализации различных операций технологического цикла.

Вместе с тем, существующие методики определения исходных данных [2, 3, 4, 5] не учитывают многомассовость конструкции горной машины, пространственный характер перемещения ее элементов, нагрузки, формируемые в переходных режимах, а также технологический процесс работы машины в пределах полного цикла ее нагружения и другие особенности функционирования.

Постановка задачи. С учетом выше изложенного необходима разработка методики определения исходных данных для расчета ее элементов на прочность и выносливость.

Входными данными для получения исходных данных для соответствующих расчетов элементов конструкции горной машины являются:

- технологический процесс ее работы;
- конструкция машины;
- физико-механические свойства окружающей среды.

Изложение материала и результаты.

Согласно рис. 1 методика предусматривает следующие этапы:

Разработка технологической схемы работы машины, обеспечивающей реализацию технологического процесса ее работы.

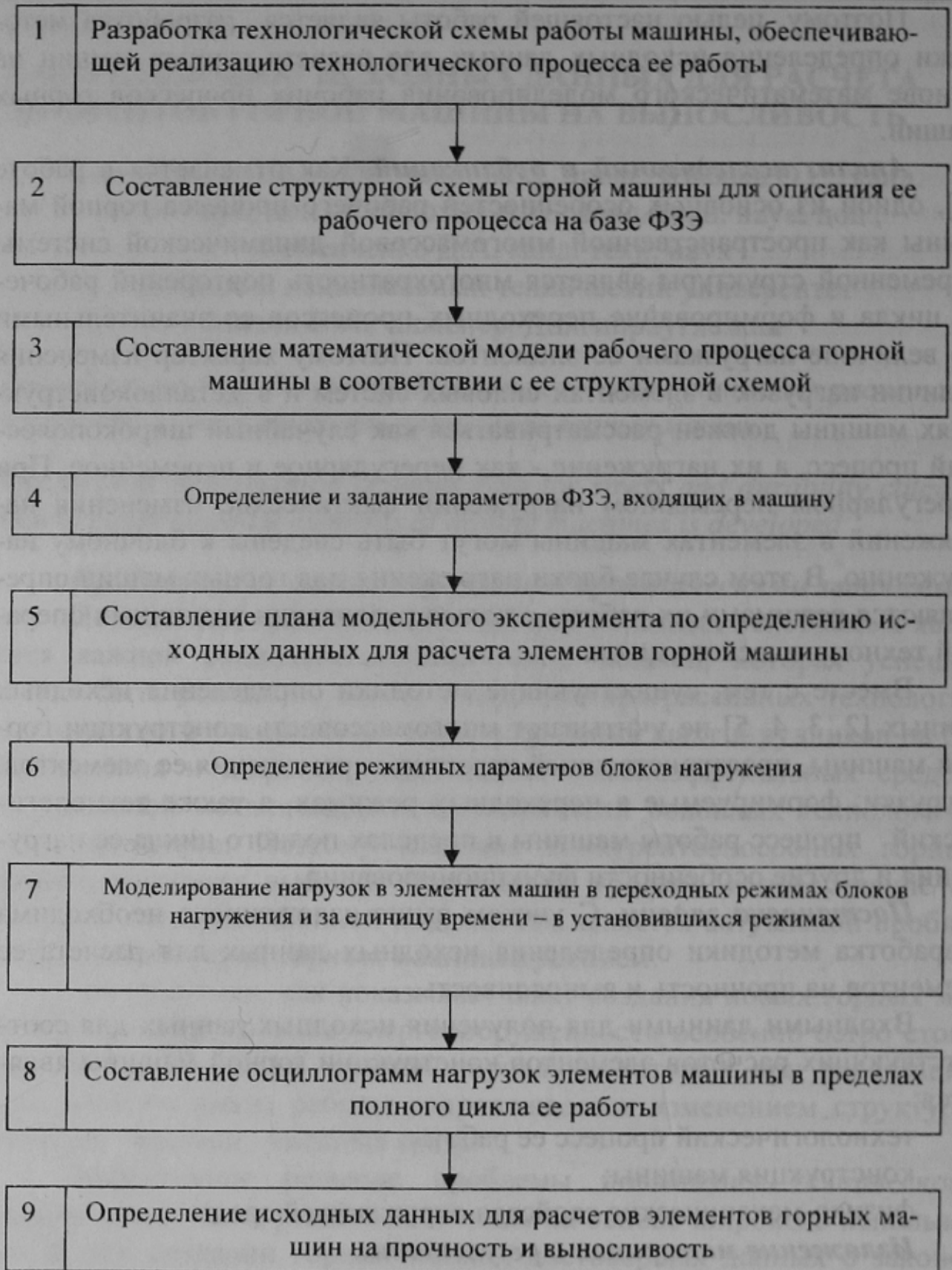


Рисунок 1 – Методика определения исходных данных для расчета на прочность и выносливость элементов горных машин

На этом этапе выполняется анализ технологических процессов в пределах полного рабочего цикла машины, и выделяются технологические операции и их последовательность, а также приводятся основные параметры этих операций.

Параметры операций определяются с учетом особенностей конструкции и физико-механических свойств среды работы машины.

Составление структурной схемы горной машины для описания ее рабочего процесса на базе функционально-законченных элементов (ФЗЭ).

Второй этап предусматривает анализ конструкции машины, выделение систем, подсистем и элементов машины, подлежащих прочностным расчетам. Кроме этого, рассматриваются узлы машины, оказывающие влияние на формирование нагрузок в выделенных системах. Обосновываются основные допущения, и составляется структурная схема горной машины как совокупности (ФЗЭ) [1] для описания ее рабочего процесса.

Выполненный анализ конструкций погрузочно-транспортных машин, очистных и проходческих комбайнов позволил выделить основные базовые элементы, необходимые для составления структурных схем горных машин анализируемого класса, а, следовательно, и разработки математических моделей их рабочих процессов. Эти элементы можно рассматривать как ФЗЭ для формирования математической модели рабочего процесса. Их можно разделить на три класса, а именно:

- ФЗЭ конструкции машины;
- ФЗЭ трансмиссии;
- ФЗЭ гидропривода.

ФЗЭ конструкции машины могут быть двух типов:

- ФЗЭ типа пространственно перемещающейся массы;
- ФЗЭ типа узел взаимодействия масс.

Составление математической модели рабочего процесса горной машины в соответствии с ее структурной схемой.

С использованием известных математических описаний ФЗЭ, согласно структурной схеме составляется математическая модель рабочего процесса в виде интегрированного ФЗЭ. Входными параметрами интегрированного ФЗЭ являются блоки нагружения (технологические операции) и их режимы реализации. Выходными являются нагрузки в элементах конструкции.

На рисунку 2 представлений цикл роботи машини, що містить блоки навантаження R1 - R6 та формування низькочастотної складової навантаження. Слід відзначити, що кількість циклів навантаження елементів машини низькочастотної складової залежить від послідовності реалізації режимів її роботи. Це вказує на суттєве вплив технологічної схеми роботи машини на рівень її навантаженості.

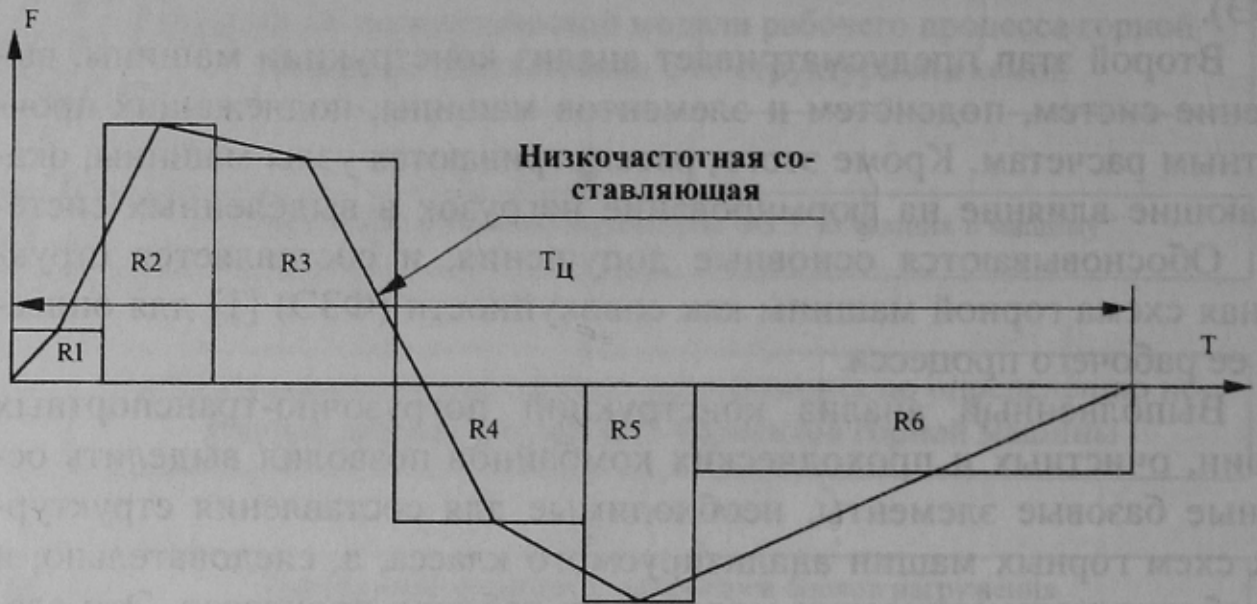


Рисунок 2 - Схема представлення робочого циклу в формі послідовності блоків навантаження

Визначення та встановлення параметрів ФЗЭ, що входять до машини.

На основі наявних методик визначаються пружні, дисипативні, інерційні та геометричні характеристики елементів конструкції, що входять до структурної схеми гірничої машини.

Складання плану модельного експерименту для визначення вихідних даних для розрахунку елементів гірничої машини.

На цьому етапі з урахуванням технологічної схеми роботи машини виділяються блоки навантаження, що відповідають технологічним операціям, та визначаються їх параметри.

Визначення режимних параметрів блоків навантаження.

На основі модельних досліджень функціонування гірничої машини для кожного блоку навантаження, з урахуванням обмежуючих факторів (стійкість та теплова потужність привода, стійкість машини, газовий фактор, конструктивні обмеження тощо) визначаються максимально допустимі режимні параметри (швидкість

подачи, скорость резания и др.), которые будут исходными данными для реализации моделирования нагрузок на ФЗЭ в блоках нагружения. Здесь же на основе максимальных значений режимных параметров определяется длительность реализации каждого блока нагружения.

Моделирование нагрузок в элементах машин в переходных режимах блоков нагружения и за единицу времени – в установившихся режимах.

Моделирование в установившихся режимах производится за определенный в п. 6 интервал времени с целью сокращения машинного времени моделирования. А моделирование переходных режимов выполняется в пределах полной их длительности. Это позволяет получить максимальные значения нагрузок с учетом динамических процессов функционирования машины.

Составление осциллограмм нагрузок элементов машины в пределах полного цикла ее работы.

Осциллограммы составляются с учетом предусмотренной технологической схемой работы последовательности выполнения технологических операций (блоков нагружения) и длительности блоков нагружения. Последнее обеспечивается путем повторения единичных установившихся режимов требуемое число раз, в предположении, что процесс имеет стационарный характер.

Определение исходных данных для расчетов элементов горных машин на прочность и выносливость.

На основе осциллограмм изменения нагрузок для различных ФЗЭ определяются максимальные нагрузки для расчетов этих элементов на прочность. На основе обработки этих осциллограмм методом "дождя" [6] строятся гистограммы распределения амплитуд за полный рабочий цикл горной машины, являющиеся исходными данными для расчета элементов конструкции на выносливость. При этом необходимо учитывать количество полных циклов нагружения за требуемый ресурс работы машины.

1. Выводы и направление дальнейших исследований. Разработанная методика позволит еще на стадии проектирования получить не только исходные данные для расчета элементов на прочность и долговечность, но и на основе анализа результатов математического моделирования рабочего процесса горной машины в пределах полного рабочего цикла получить достоверные данные о закономерностях формирования динамических нагрузок, а также выявить пути совер-

шенствования как конструкции машины, так и технологической схемы ее работы, с учетом управляющих воздействий оператора на машину. В дальнейшем для определения ресурса металлоконструкций горной машины необходимо получение напряжений в соответствующих деталях методом конечных элементов с использованием нагрузок, полученных в вычислительном эксперименте с последующей обработкой значений эквивалентных напряжений методом «дождя».

Список источников.

1. Семенченко А.К., Кравченко В.М., Шабаев О.Е. Теоретические основы анализа и синтеза горных машин и процесса их восстановления как динамических систем – Донецк: РВА ДонНТУ, 2002. – 302с.
2. ОСТ 12.44.258-84. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчет сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика. Введен с 01.01.1986. –М.: Минуглепром СССР, 1984. – 107 с.
3. ОСТ 12.44.197-81. Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Расчет эксплуатационной нагруженности трансмиссии исполнительного органа. Введен с 01.07.1982. –М.: Минуглепром СССР, 1981. – 48 с.
4. СТП-50-0137-90. Комбайны очистные. Система подвески и регулирования исполнительных органов. Выбор параметров и расчет максимальных нагрузок. Методика / Горбатов П.А., Гуляев В.Г., Кондрахин В.П., А.В., Сиригос П.А. // Горловский машзавод им. С.М.Кирова. – Горловка, 1990. – 42 с.
5. РД 42.046 – 90 Комбайны очистные. Определение нагрузок и рациональных динамических параметров системы привода. Методика /– Гипроуглемаш. – Москва, 1990. –35 с.
6. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник – М. Машиностроение, 1985. – 224с.