

УДК 622.684

И.А. Паначев, И.В. Кузнецов

ВЗАИМОСВЯЗЬ НАПРЯЖЕНИЙ В МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯХ ЗАДНЕГО МОСТА БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ И УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ГОРНОЙ МАССЫ

В процессе разработки месторождений полезных ископаемых при эксплуатации большегрузных автосамосвалов возникают задачи, связанные с определением долговечности элементов конструкций в нестационарных режимах нагружения, т.е. при изменяющейся амплитуде цикла напряжений. Такого рода задачи связаны и с расчетом ре-

Мониторинг данных с GPS-навигации, полученных при эксплуатации автотранспорта на разрезах Кузбасса, позволил определить соотношение объемов затраченного временного фонда на сварочные работы определенных узлов автосамосвала (рис. 1).

Для оценки сопротивления усталостному раз-

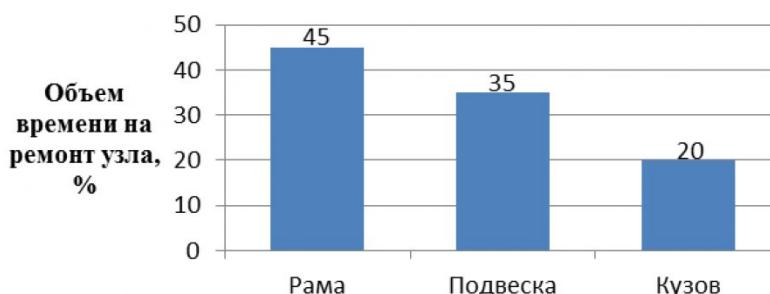


Рис. 1. Соотношение объемов сварочных работ основных элементов металлоконструкций большегрузных автосамосвалов

сурса их узлов.

Эксплуатационные повреждения металлоконструкций большегрузных автосамосвалов являются следствием их усталостной природы, которые проявляются в виде различных дефектов (трещины, пробоины, обломы, прогибы, скручивание, коробление и др). Зонами повышенной концентрации напряжений являются передняя ось, рама, стойки рамы, поперечные балки, передняя и задняя подвеска (реактивные штанги, рычаги, кронштейны), картер заднего моста, элементы рулевого управления [1]. С целью своевременного устранения отмеченных дефектов и трещин проведены инженерно-технические мероприятия.

рушению при многоцикловом нагружении исследовались металлоконструкций балки заднего моста автосамосвалов, на ремонт которого затрачивается 35% и более общего ремонтного фонда времени.

Исследования проводились на разрезах Кузбасса в период 2010-2013 годов. Были собраны данные об образовании трещин в металлоконструкциях заднего моста автосамосвалов типа БелАЗ. Результаты наблюдений за состоянием элементов и деталей подвески с использованием средств и методов визуального контроля приведены на рис. 2.

Основными зонами дефекто- и трещинообра-



Рис. 2. Трещина основного металла картера заднего моста в районе крепления цилиндра подвески и реактивной штанги БелАЗ 75131

зования в элементах заднего моста являются места крепления с рамой, картер, воздухораспределительная коробка. Причины их возникновения – накопленные напряжения от колебаний при движении груженого автосамосвала и от вибрации, возникающей при работе редукторов мотор-колес (РМК) от дисбаланса масс солнечной шестерни, водил, сателлитов; от качества сборки и износа подшипников; частоты вращения электродвигателя. Вибрация, передаваемая от РМК на детали заднего моста зависит от мощности двигателя и редуктора мотор-колеса [2].

Для оценки напряженного состояния заднего моста автосамосвала БелАЗ-75131 на разрезах Кузбасса проведены исследования с использованием экспериментально-вычислительного центра, в состав которого входят ноутбук, тензостанция А-17-18, тензорезисторы, экранизированный кабель, аккумуляторная батарея, балансировочная коробка, электромагнитный экран [3]. В результа-

рования горной массы до места разгрузки, разгрузка автосамосвала, движение до места погрузки, ожидание погрузки. При фильтрации осциллограммы учитывалось то, что при разгрузке и погрузке напряжения в элементах заднего моста автосамосвала не существенно влияют на его ресурс. Далее производился подсчет циклов, имеющих определенную амплитуду в пределах заданного интервала напряжений. Все замеренные амплитуды разбивались на группы с определенным интервалом. По полученным результатам строилась ступенчатая диаграмма и определялось распределение, которому соответствует спектр гистограммы. Спектр является основной характеристикой нестационарных циклов. Далее по гистограмме для каждого блока выбиралось значение амплитуды, которое соответствует рассматриваемому циклу эксплуатации.

Анализируя работу автосамосвала БелАЗ-75131 в течение одного месяца, было установлено

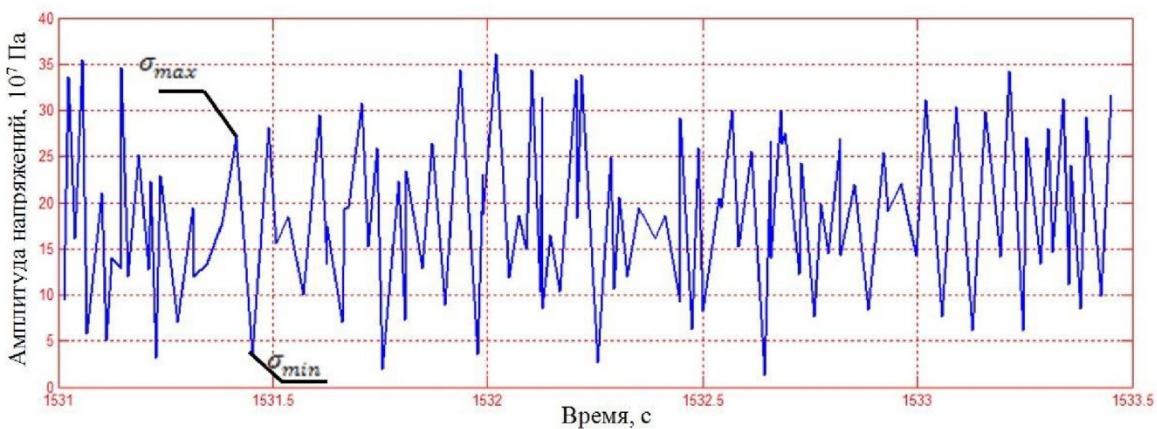


Рис. 3. Участок осциллограммы напряжений заднего моста автосамосвала БелАЗ 75131

те экспериментальных работ получены осциллограммы напряжений во времени при разных циклах нагружения. Обработка осциллограмм производилась путем разметки точек максимума и минимума. Каждая последующая полуразность между максимальным и минимальным напряжениями принималась за амплитуду очередного цикла. Полученное в результате обмеров множество значений амплитуд называется блоком. Блок может измеряться не только числом амплитуд, но и километрами или отрезком времени работы автосамосвала. При обработке осциллограмм могут использоваться и другие методы – учет среднего напряжения в интервале между двумя экстремумами, учет числа переходов через нуль и др. [4]. На рис.3 приведен участок отфильтрованной осциллограммы напряжений, возникающих в элементах конструкции заднего моста.

При их обработке осциллограмма разбивалась на блоки, при этом число амплитуд в которых должно быть репрезентативным. За блок принимался цикл эксплуатации автосамосвала, который состоит из погрузки автосамосвала, транспорти-

количество циклов за данное время эксплуатации. Расстояние перевозки варьировалось от 1,5 км до 3 км, среднее количество циклов за один рабочий день составило 51. Статистическая обработка данных за один месяц работы по напряжениям и удельным затратам энергии выполнялась с использованием программного продукта STATISTICA 10.

На рис. 4 и 5 отображены ступенчатые гистограммы амплитуд напряжений и удельных затрат энергии, а также наиболее соответствующий им закон распределения.

Из полученных гистограмм видно, что распределение амплитуд напряжений в заднем мосту автосамосвала наиболее точно соответствует нормальному закону распределения, математическое ожидание составило 93,61. И распределение удельных затрат энергии автосамосвала также наиболее точно соответствует нормальному закону распределения, математическое ожидание составило 5,678.

По полученным данным построены совмещенные графики изменений напряжений и удель-

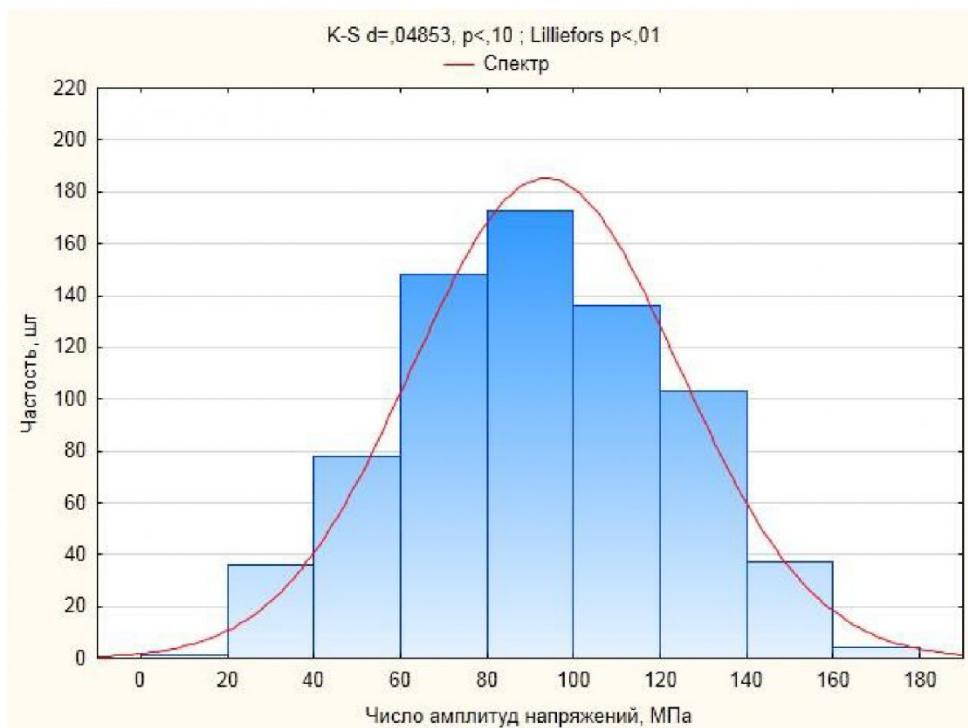


Рис. 4. Суммарный статистический анализ для амплитуд напряжений в программе STATISTICA 10

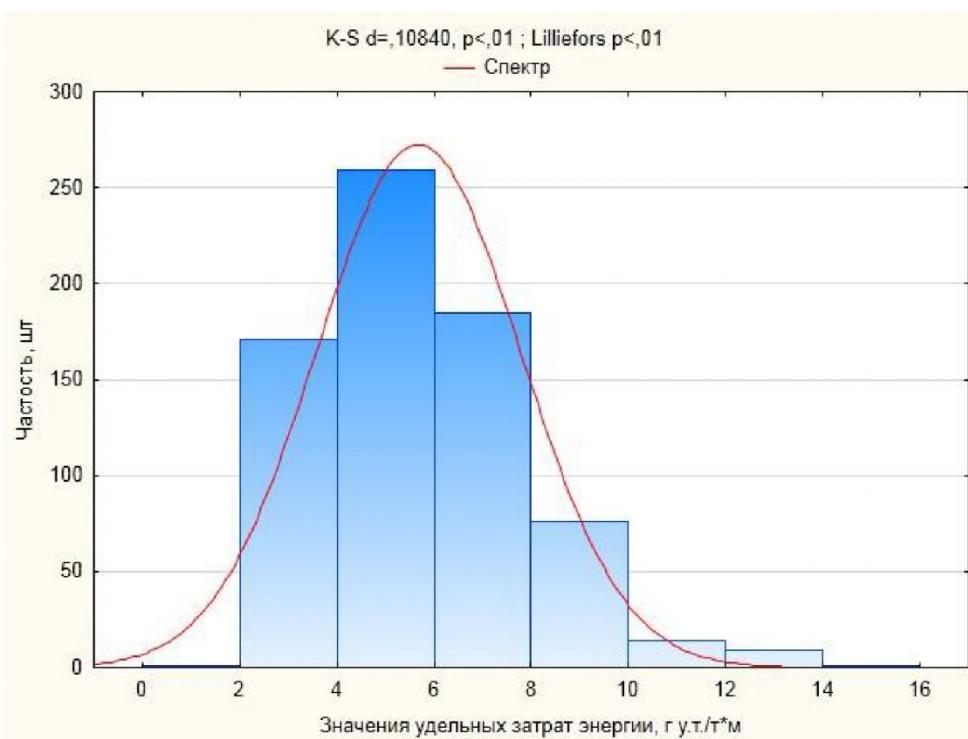


Рис. 5. Суммарный статистический анализ для удельных затрат энергии в программе STATISTICA 10

ных затрат энергии в течение одного полного рабочего дня автосамсвала (рис. 6).

Из рисунка видно, что большинство переходов от максимальных значений к минимальным и от минимальных к максимальным на графиках совпадают по направлению: если за цикл увеличиваются удельные затраты энергии, то и значение

амплитуды напряжений также возрастает.

Эмпирическая зависимость между амплитудой напряжений в металлоконструкциях заднего моста и удельными затратами энергии автосамсвала (рис. 8) представлена в виде

$$\sigma_a = 1,1261P_\phi^2 - 3,2475P_\phi + 29,448$$

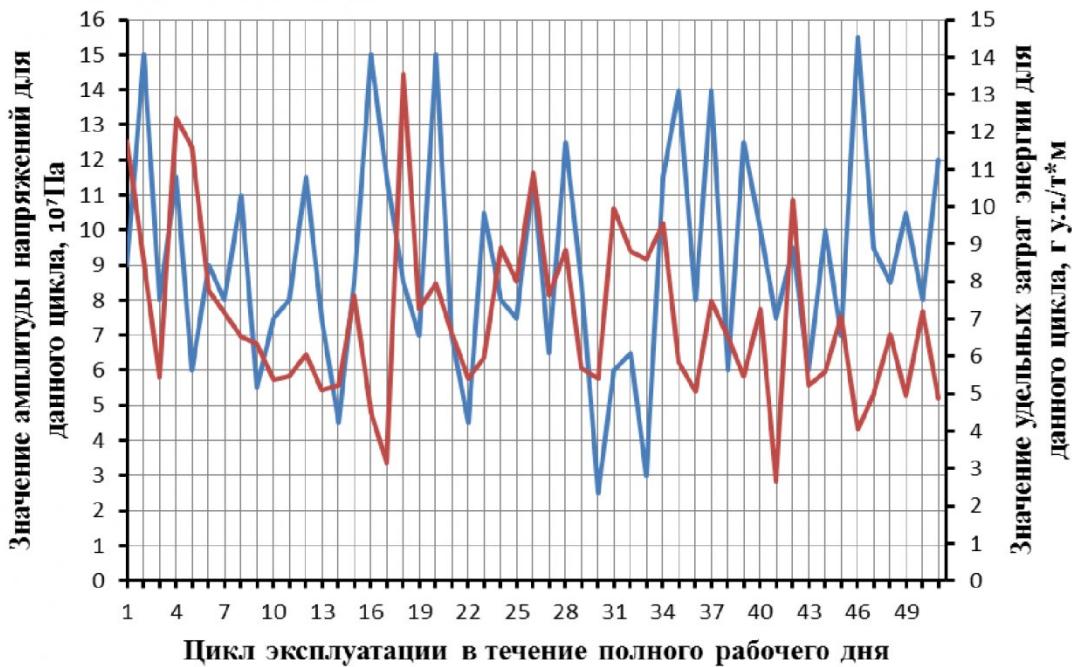


Рис. 6. Изменение значений амплитуд напряжений и удельных затрат энергии за полный рабочий день автосамосвала БелАЗ-75131

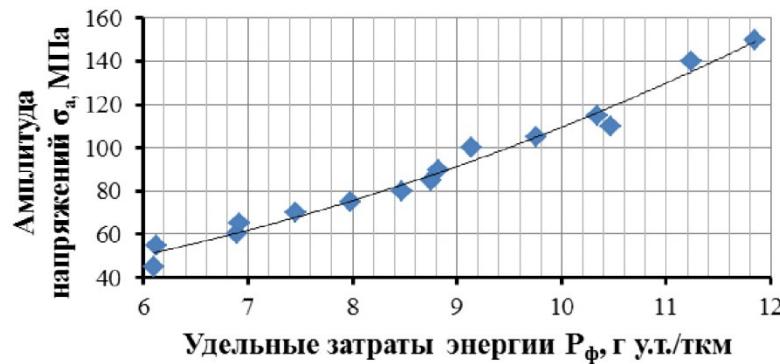


Рис. 8. Эмпирическая зависимость амплитуды напряжений от удельных затрат энергии

Коэффициент аппроксимации составил 0,982 при допускаемом 0,95. Это говорит о том, что данной зависимостью можно пользоваться для решения практических задач.

Полученная эмпирическая зависимость характеризует взаимосвязь напряжений металлоконст-

рукций заднего моста и удельных затрат энергии. Следовательно, представляется возможность оценивать ресурс металлоконструкций при постоянном мониторинге энергоемкости процесса транспортирования горной массы большегрузными автосамосвалами с использованием GPS-навигации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паначев И.А. Оценка безопасности работы металлоконструкций экскаваторов при наличии трещин [Текст] / И.А. Паначев, М.Ю. Насонов // Современные научноемкие технологии – 2004. - №6. – С. 43-44
2. Паначев И.А. Влияние величины уклона трассы карьерных дорог на энергоемкость транспортирования горной массы автосамосвалами на больших глубинах [Текст] / И.А. Паначев, И.В. Кузнецов // Нелинейные геомеханико-геодинамические процессы при обработке месторождений полезных ископаемых на больших глубинах: 2-ая Российско-Китайская научная конференция – Новосибирск. 2012. - №12. – С. 312-315
3. Паначев И.А. К методике экспериментальных исследований нагруженности элементов конструкций экскаваторов-мехлопат [Текст] / И.А. Паначев, А.А. Черезов // Вестник Кузбасского государственного университета – 2013. - №1. – С. 19-23

4. Паначев И.А. Оценка остаточного ресурса горнотранспортных машин, отработавших нормативный срок эксплуатации / Паначев И.А., Насонов М.И., Моисеенко В.Д., Артамонов П.В. // Безопасность жизнедеятельности предприятий в угольных регионах. Материалы VI Международной научно-практической конференции -Кемерово: КузГТУ, 2005.-С.120 - 123.
5. Паначев И.А. Оценка уровня нагруженности металлоконструкций карьерных автосамосвалов, в зависимости от качества карьерных дорог / Паначев И.А., Насонов М.И., Артамонов П.В. // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Материалы XI Международной научно-практической конференции. – Кемерово, ГУ КузГТУ, 2006.-С. 119 - 122.
6. Болотин. В.В. Прогноз ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение - 1984, 334 с.
7. Тангаев И. А. Энергоемкость процессов добычи и переработки полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 231 с.
8. Броек Дэ. Основы механики разрушения: Пер. с анг. – М.: Выс. школа, 1980.

□ Авторы статьи:

| | |
|--|---|
| Паначев Иван Андреевич, докт.техн. наук, проф. каф. сопротивления материалов КузГТУ, тел. 8-(384-2)-396326 | Кузнецов Илья Витальевич , ассистент каф. сопротивле- ния материалов КузГТУ, e-mail: kuznetcov-ilia@yandex.ru |
|--|---|

УДК 622.684

И.А. Паначев, И.В. Кузнецов

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ БАЛКИ ЗАДНЕГО МОСТА БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

За один цикл транспортирования горной массы металлоконструкции автосамосвалов испытывают различные динамические и вибрационные нагрузки. Увеличение масштабов добычи, углов наклона на подъем при увеличении глубины разработки и расстояния перевозки на сегодняшний день приводит к тому, что причиной простоев автосамосвалов большой грузоподъемности является трещинообразование в металлоконструкциях заднего моста (рис. 1).

Мониторинг дефектов в металлоконструкциях заднего моста большегрузных автосамосвалов в

течение одного месяца позволил установить зоны трещинообразования, где длина трещин в отдельных элементах достигла критических значений и составляла 500-600 мм, что являлось следствием внеплановых простоев автосамосвалов, избежать которые было бы возможно при своевременном контроле зон концентрации наибольших напряжений [1].

Для исследования напряженно-деформированного состояния в элементах данной конструкции была спроектирована 3D-модель с использованием программного продукта ANSYS и составлена

Таблица 1. Исходные данные автосамосвала БелАЗ-75131

| Входные данные | | Расчетные данные | |
|--|--------|---|--------|
| Полная масса с грузом, кг | 237000 | Смещение центра тяжести при боковом наклоне, мм | 250 |
| Допускаемый боковой угол наклона, ° | 10 | Расстояние между центрами колеи, мм | 2210 |
| Передаточное отношение редуктора колеса | 19 | Отношение нагрузок при наклоне на колеса | 1,2551 |
| Мощность тягового электродвигателя ЭК-420А, кВт | 420 | Боковая сила, Н | 135248 |
| Крутящий момент тягового электродвигателя ЭК-420А, Н*м | 5984 | Смещенная сила тяжести от наклона, Н | 767032 |
| Наружный диаметр шин, мм | 3045 | Сила на левое колесо, Н | 962704 |
| Материал корпуса | Ст30Л | Сила на правое колесо, Н | 611131 |
| Материал приваренных деталей | Ст20 | Тяговое усилие для разгона до 60 км/ч, Н | 74677 |