

Е.Н. БАРЧАН, В.А. ШКОДА, канд. техн. наук,
В.В. ПРОСЯНОК, канд. техн. наук, ОАО „Головной
 специализированный конструкторско-технологический институт”,
 г. Мариуполь, **А.В. ГРАБОВСКИЙ**, НТУ „ХПИ”

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ВЫБИВНОЙ МАШИНЕ

У статті наведені результати експериментальних досліджень вдосконалених вибивальних грат для великогабаритних вагонних відливок. Вдосконалення проводилося на основі верифікації та розрахунково-експериментальних досліджень побудованої раніше моделі. Показані недоліки спроектованої раніше моделі та запропонована схема вирішення цих проблем. Наведені графіки, отримані в результаті проведення експерименту.

The results of experimental researches of the optimized knock-out grates for large dimension molding are presented in this article. An improvement was conducted on the basis of verification and calculation-experimental researches of the model built before. The lacks of the model projected before are shown and the chart of decision of these problems are offered. The graphs are presented which received as experimental results.

1. Состояние вопроса и постановка задачи. В связи с тем, что спроектированная ранее инерционная выбивная решетка „Грохот”, установленная в автоматизированной линии „KW” (рис. 1) на ЗАО „АзовЭлектроСталь” имеет ряд серьезных недостатков [1-5], было принято решение исследовать работу выбивной машины и оптимизировать ее конструкцию, поскольку постоянная работа автоматизированной линии зависит от каждого звена, входящего в линию. А поскольку простой такой дорогостоящей линии влечет за собой большие убытки, то ставится задача максимально повысить надежность и долговечность выбивной машины (ВМ).

Выбивной машине уделяется особое внимание, поскольку она является конечным звеном технологической линии (см. рис. 1) и ее остановка приводит к остановке линии.

В качестве основного недостатка, выявленного в результате проведения предварительных экспериментальных исследований, можно выделить недостаточную прочность металлоконструкции, а именно – превышение предела выносливости в некоторых элементах выбивной машины [5] (рис. 2).

После проведения ряда численных исследований и применения процедуры сравнения полученных результатов с экспериментальными исследованиями в ОАО „ГСКТИ” была спроектирована новая модель инерционной выбивной решетки. В этой модели были устранены недостатки старой модели и внесены следующие изменения:

- сечение подрешетных балок было изменено с двутаврового на коробчатое (рис. 3);

- утолщены щеки стенок опор дебалансных валов (рис. 4).

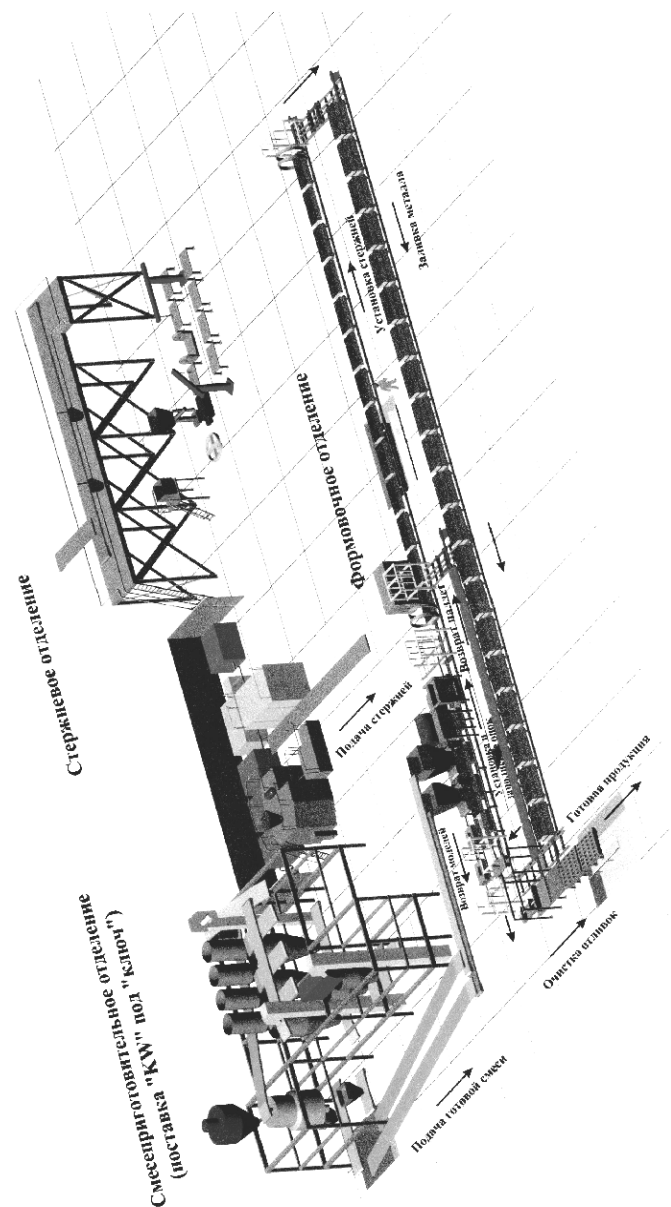


Рис. 1. Общая схема уникального формовочного комплекса, установленного в ЗАО „АзовЭлектроСталь”

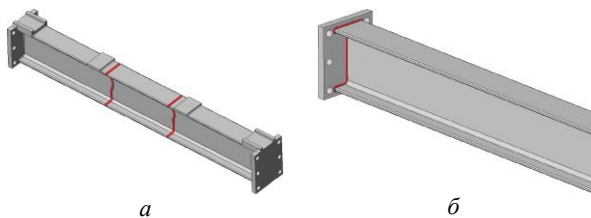


Рис. 2. Элементы металлоконструкции виброгрохота, в которых было выявлено разрушение материала: а – подрешетная балка 1, б – подрешетная балка 2

В результате возникла необходимость экспериментального определения напряженно-деформированного состояния (НДС) усовершенствованной ВМ.

2. Методика испытаний. В качестве объекта исследования выступает решетка выбивная транспортирующая. Эта модель виброгрохота спроектирована на базе разработанной ранее выбивной решетки модели 31260.

Исследуемые силовые элементы изготовлены из стали 09Г2С ГОСТ 19281-89. Материал, из которого изготовлена металлоконструкция инерционной выбивной решетки, имеет следующие механические характеристики: $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$, $\sigma_s = 415$ МПа, $\sigma_T = 270$ МПа, $\sigma_{-1} \approx 172$ МПа.

Измерения динамических напряжений выполнялись на подрешетных балках коробчатого сечения и щеках (стенках опор дебалансов).

Схема установки тензорезисторов приведена на рис. 5.

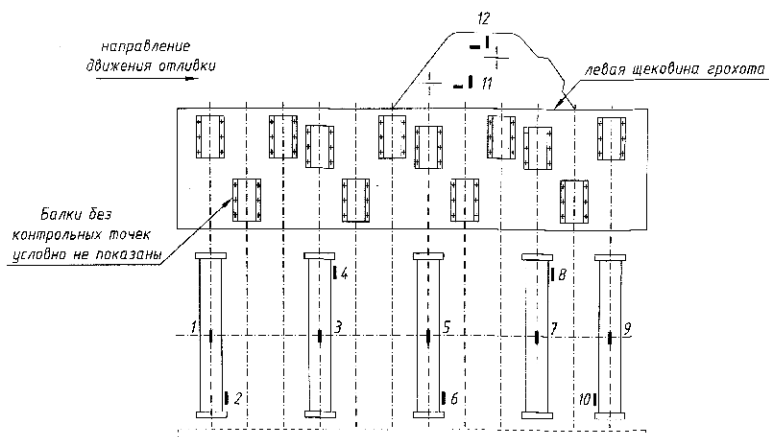


Рис. 5. Схема расположения тензорезисторов на металлоконструкции грохота

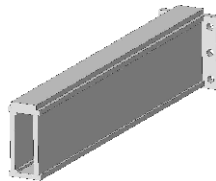


Рис. 3. Подрешетная балка новой модели грохота

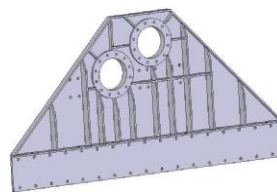


Рис. 4. Утолщенная стенка опор дебалансов

Для определения напряженно-деформированного состояния силовых элементов грохота применялся метод электротензометрии с использованием следующих приборов: тензорезисторы КФ-5-20-100; тензоусилители типа 8 АНЧ-23; портативный компьютер с аналогово-цифровым преобразователем Е-330.

Методика измерений – та же, что и при экспериментальных исследованиях старого варианта конструкции ВМ [5]. Для исследований был предоставлен полностью смонтированный виброгрохот со штатным электроприводом. Грохот был установлен на раме из балок коробчатого сечения с опиранием на пружины, имитирующие штатные опоры. Напряжения в металлоконструкции грохота измерялись при включенном приводе в двух режимах нагружения:

- 1) на холостом ходу без приложения нагрузки;
- 2) при нагружении испытательным грузом (три цикла нагружения).

В качестве испытательного использовался груз массой 2,2 т. Регистрация напряжений выполнялась в процессе прогона испытательного груза по решеткам грохота, имитирующего цикл выбивки.

3. Результаты испытаний. Характер динамических напряжений, полученных при испытаниях, представлен на рис. 6-10 (полная запись цикла). Выборки записи динамического процесса нагружения длительностью 1000 мс представлены в подрешетных балках (рис. 11-14) и в левой щеке (стенке) – на рис. 15. Нумерация контрольных точек – в соответствии с приведенной на рис. 5 схемой.

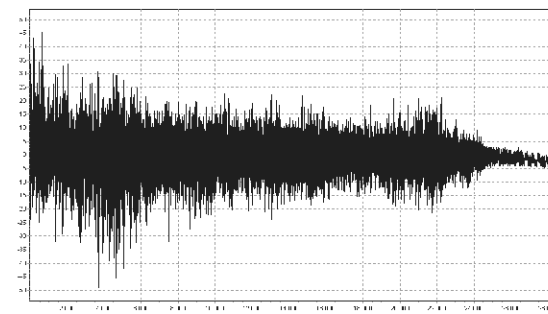


Рис. 6. Характер динамических напряжений (балка 1, точка 1, 29000 ед. \approx 1с, интервал времени 0..1с)

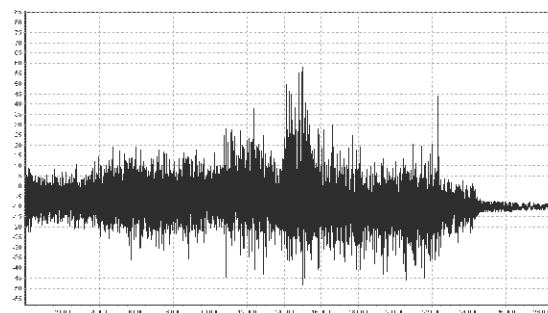


Рис. 7. Характер динамических напряжений (балка 3, точка 5, 29000 ед. \approx 1с, интервал времени 13,5..14,5с)

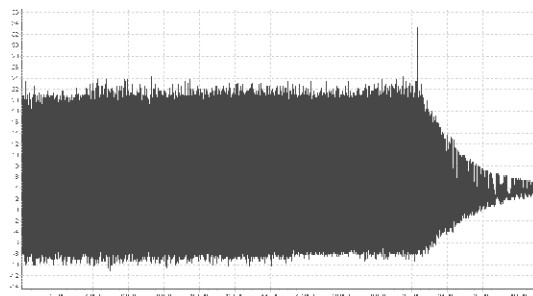


Рис. 8. Характер динамических напряжений (балка 3, точка 6, 29000 ед. \approx 1с, интервал времени 21,4..22,4с)

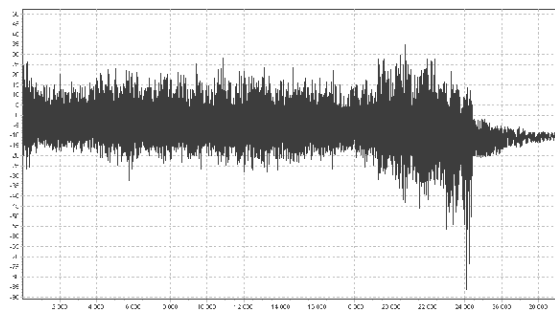


Рис. 9. Характер динамических напряжений (балка 5, точка 9, 29000 ед. \approx 1с, интервал времени 23,5..24,4с)

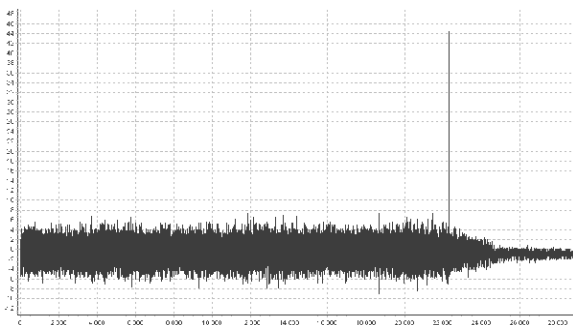


Рис. 10. Характер динамических напряжений (левая щека, точка 11, 29000 ед. \approx 1с, интервал времени 22,0..23,0с)

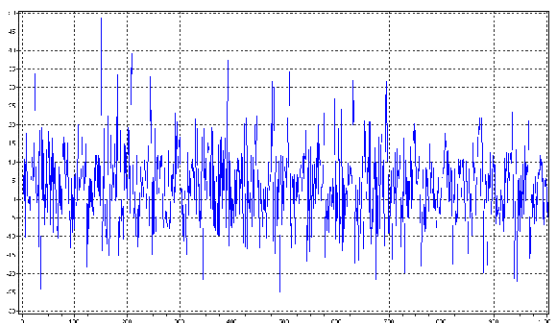


Рис. 11. Характер динамических напряжений (балка 1, точка 1, 29000 ед. \approx 1с)



Рис. 12. Характер динамических напряжений (балка 3, точка 5, 29000 ед. \approx 1с)

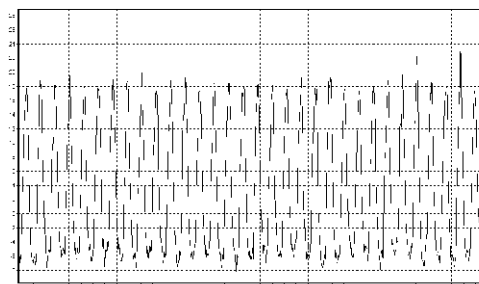


Рис. 13. Характер динамических напряжений (балка 3, точка 6, 29000 ед. \approx 1с)

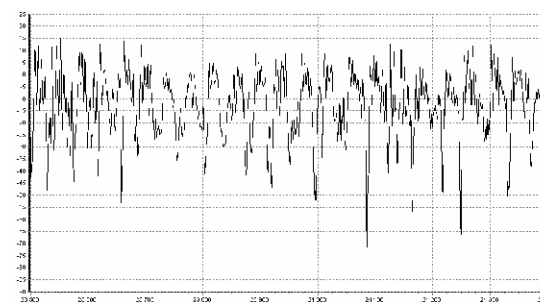


Рис. 14. Характер динамических напряжений (балка 5, точка 9, 29000 ед. \approx 1с)

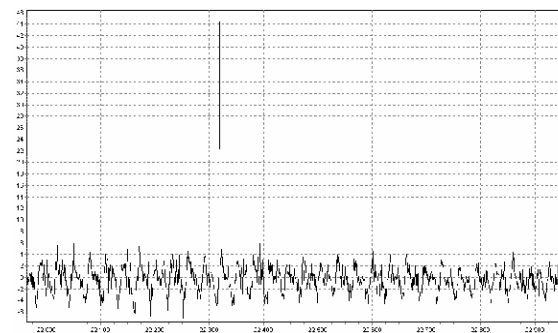


Рис. 15. Характер динамических напряжений (левая щека, точка 11, 29000 ед. \approx 1с)

4. Анализ результатов и рекомендации. Величины динамических напряжений в исследованных элементах металлоконструкции грохота, полученные после обработки результатов измерений, приведены в таблице. По прове-

денным экспериментальным исследованиям можно сделать некоторые выводы. Металлоконструкция оптимизированной инерционной выбивной решетки имеет достаточную усталостную прочность, так как напряжения в контролируемых опасных точках в 2.5 раза меньше предела усталостной прочности при динамическом воздействии экспериментального груза 2,2 т.

Таблица

Напряжения в металлоконструкции грохота при прогоне испытательного груза массой 2,2 т

Исследуемый элемент – подрешетчатая балка	№ тензорезистора	Напряжения σ , МПа				Интервал времени t, с
		При холостом ходе грохота	Средние	max растягив.	max сжим.	
№ 1	1	3	37,5	48,0	-27,0	0...1
	2	1,5	6,5	6,5	-6,5	3,5...4,5
№ 4	3	9,5	61,5	44,0	-79,0	5,8...6,8
	4	2,8	6,1	6,9	-5,3	6,0...7,0
№ 7	5	4	57,8	75,5	-40,1	13,5... 14,5
	6	14	18,3	28,2	-8,4	21,4...22,4
№ 10	7	4	51,0	50,0	-52,0	19,0...20,0
№ 12	9	8,5	51,0	15,0	-87,0	23,5...24,4
	10	1,5	20,9	15,8	26,0	21,0...22,0

Таким образом, можно заключить, что в результате проведенных расчетно-экспериментальных исследований была спроектирована работоспособная и надежная металлоконструкция выбивной инерционной решетки с дебалансными вибро-возбудителями. Полученную модернизированную выбивную решетку конструкции ОАО „ГСКТИ” планируется внедрить в автоматизированную линию „KW” на ЗАО „АзовЭлектроСталь”.

Список литературы: 1. Барчан Е.Н. Особенности работы выбивного оборудования в составе автоматизированной формовочной линии крупного литья // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2005. – №53. – С.19-23. 2. Барчан Е.Н. О напряженном состоянии несущих конструкций выбивных транспортирующих решеток в составе комплексной автоматической формовочной линии // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2006. – №24. – С.16-20. 3. Барчан Е.Н., Чепурной А.Д., Ткачук Н.А. Розробка конструкції та вдосконалення параметрів решітки вибивальної транспортуючої у складі автоматизованої формувальної лінії крупного вагонного литва // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Львів. – 2006. – №40. – С.11-20. 4. Барчан Е.Н. Методы, модели и алгоритмы для синтеза параметров выбивной инерционной машины на основе моделирования динамических процессов // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2007. – №3. – С.3-17. 5. Барчан Е.Н., Ткачук Н.А., Грабовский А.В. Экспериментальное исследование динамических процессов в выбивной машине с дебалансным приводом // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2007. – №3. – С.14-24.

Поступила в редколлегию 15.05.07

УДК 621.87:531.8:539.3

Ю.Б. ГУСЕВ, В.А. ШКОДА, канд. техн. наук, ОАО “Головной специализированный конструкторско-технологический институт”, г. Мариуполь, **А.Ю. ТАНЧЕНКО**, НТУ „ХПИ”

ФОРМИРОВАНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ УГЛЕПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ

У статті описана технологія формування параметричних скінченно-елементних моделей метало-конструкції вуглеперевантажувача. Наведені приклади побудованих моделей та результати розв'язання тестових задач про власні коливання та напружено-деформований стан.

Technology of forming of parametrical finite-elements models of coal-loader hardware is described in the article. The examples of the built models and results of solution of test problems of own vibrations and stressedly-deformed state are presented.

Введение. В статьях [1-5] описаны проблемные вопросы, возникшие в процессе проектирования и опытной эксплуатации углеперегрузателя конструкции ОАО „ГСКТИ” грузоподъемностью 200 кН. Эти вопросы неизменно возникают при проектировании машин такого типа. В частности, основными факторами, обеспечивающими работоспособность, долговечность, нагрузочную способность и приемлемую массу углеперегрузателя, являются следующие: износ подтележных путей углеперегрузателя; прочность и жесткость металлоконструкций; частотные характеристики металлоконструкции углеперегрузателя; реакция углеперегрузателя на действие подвижной динамической перегрузки от грейферной тележки, совершающей ускоренное движение с грузом.

Первый из перечисленных вопросов освещен в работе [5]. Для решения остальных вопросов, связанных с расчетом напряженно-деформированного состояния (НДС) сложной пространственной конструкции, необходимо разработать соответствующее математическое и программное обеспечение. В силу сложности объекта исследований возникает необходимость привлечения численных методов для решения всего комплекса задач анализа и синтеза. В первую очередь в качестве основного численного метода анализа привлекается метод конечных элементов (МКЭ) [6], являющийся достаточно мощным современным методом численного моделирования физико-механических процессов. Он реализован в виде универсальных программных комплексов ANSYS, NASTRAN, Cosmos. Однако применение такого класса программных комплексов особенно эффективно при наличии расчетных моделей, предоставляющих возможность их параметрического изменения. Это, в свою очередь, составляет отдельную актуальную и важную задачу, являющуюся предметом рассмотрения в данной статье.

Технология построения конечно-элементной модели. Для построения параметрических моделей сложных машиностроительных конструкций, управляемых извне программных комплексов и приспособленных для их