

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

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ УГЛЕПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ

У статті розглядається вплив комплексу багатоваріантних досліджень напружено-деформованого стану (НДС) металоконструкції вуглеперевантажувача з метою обґрунтованого вибору його параметрів за критеріями міцності, жорсткості, довговічності, здатності навантаження і матеріаломісткості.

The influencing of complex of multichoice researches of the stressed-deformed state of coal-loader metalware is examined in the article with the purpose of the grounded choice of its parameters by the criteria of strength, rigidity, longevity, loading ability and material capacity.

Введение. В работах [1-6] приводятся методики и результаты исследований поведения элементов углеперегрузателя конструкции ОАО „ГСКТИ” (г. Мариуполь) при действии различных факторов. В частности, в статье [6] особое внимание было уделено проблемам, возникающим в процессе построения исследуемой модели конструкции углеперегрузателя, причинам, повлекшим необходимость исследования, алгоритму проведения компьютерных расчетов. Дальнейшим развитием работы является реализация комплекса многовариантных исследований НДС металлоконструкции углеперегрузателя.

Широкий спектр вынуждающих воздействий вызывает динамическое поведение грейферной тележки при совершении рабочего цикла. Нужно заметить, что грузоподъемность тележки на тросах составляет 32 тонны плюс вес самой тележки ~20 тонн, а максимальная скорость передвижения – 223,8 м/мин (3,73 м/с). Добавим сюда разгонно-тормозные нагрузки и получим весьма разнообразный „набор” вынуждающих факторов. В связи с этим возникает актуальная и важная задача определения динамических и жесткостных характеристик углеперегрузателя. В статье описаны этапы исследования углеперегрузателя на действие пробного усилия вдоль той или иной оси, а также влияние собственного веса на НДС и спектр собственных частот (СЧ) колебаний.

Единичное одноосное нагружение. Одним из основных этапов комплексно-го изучения конструкции является исследование отклика на единичное нагружение конструкции вдоль характерных осей, результаты расчета которого могут быть использованы для моделирования сложного многоосного напряженно-деформированного состояния путем суперпозиции с использованием соответствующих коэффициентов. С этой целью углеперегрузатель был подвергнут действию силы F_p величиной 1 кН, распределенной по опорным колесам грейферной тележки вдоль осей Z, X, Y (соответственно продольное, поперечное и вертикальное нагружение). На рис. 1 приведены картины НДС углеперегрузателя при при-

ложении F_p в средней части пролета, четверти пролетного расстояния от опоры и в крайнем положении грейферной тележки.

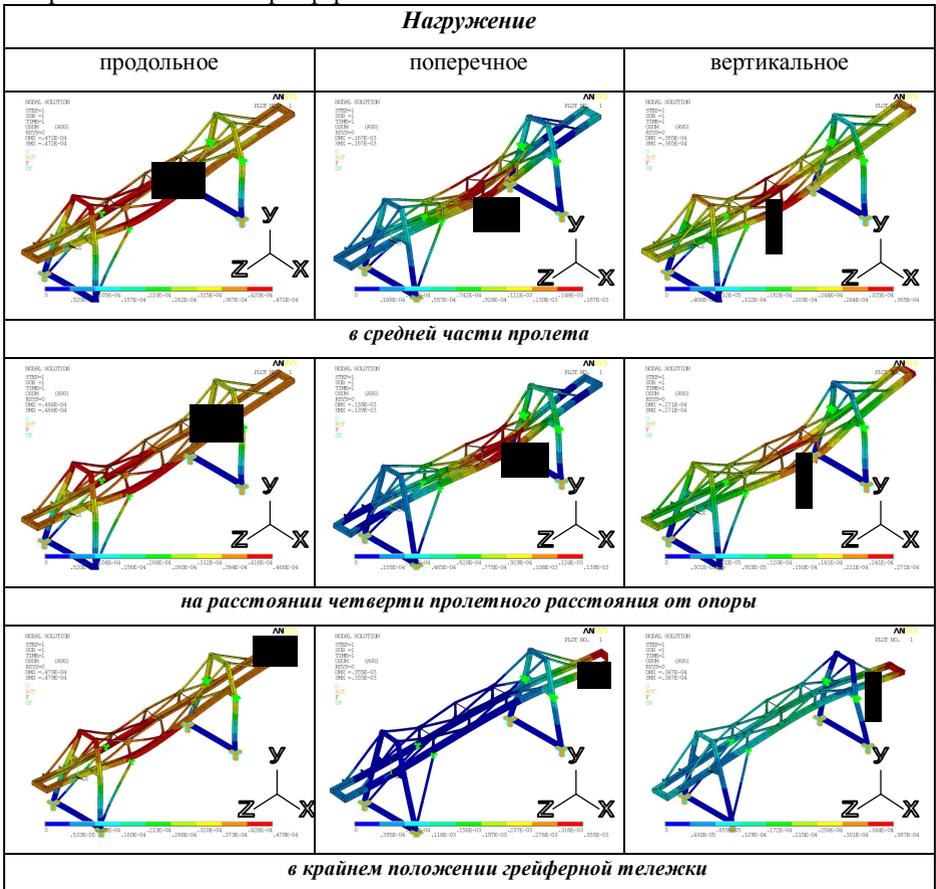


Рис. 1. Деформированное состояние металлоконструкции углеперегрузателя под действием единичной нагрузки

Характерными особенностями представленных картин НДС является резкое отличие характера деформирования и величин напряжений и перемещений углеперегрузателя при различных направлениях действия F_p , а также существенное влияние на них места приложения нагрузки.

Учет веса грейферной тележки. Факт того, что тележка грейферного углеперегрузателя влияет на напряженно-деформированное состояние конструкции (причем как в статическом, так и динамическом виде анализа), сомнения не вызывает, другой вопрос – определение степени ее влияния. Для этой цели была проведена серия квазистатических расчетов, в которых тележка моделировалась присоединенными массами. Результаты приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

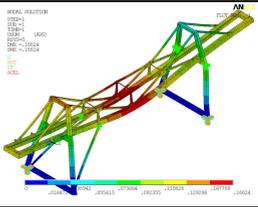
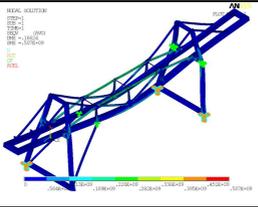
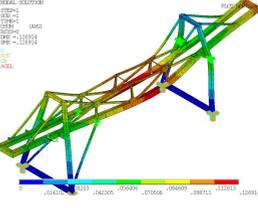
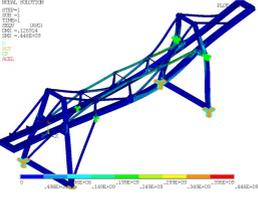
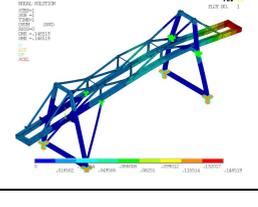
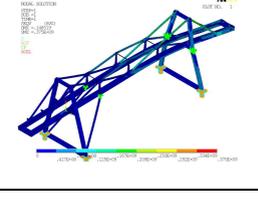
Перемещения и напряжения в металлоконструкции с учетом собственного веса тележки

| Положение грейферной тележки | Деформация металлоконструкции под действием: | | | |
|------------------------------------|---|---|---|---|
| | собственного веса (без тележки) | | собственного веса + веса тележки | |
| | Макси- мальные пере- мещения, (м) | Экви- валентные напряже- ния, (МПа) | Макси- мальные пере- мещения, (м) | Экви- валентные напряже- ния, (МПа) |
| середина | 0,022 | $3,98 \cdot 10^7$ | 0,166 | $5,07 \cdot 10^8$ |
| ? от опоры | | | 0,126 | $4,48 \cdot 10^8$ |
| крайнее | | | 0,148 | $3,75 \cdot 10^8$ |

Видно, что влияние напряженно-деформированного состояния веса грейферной тележки существенно на фоне НДС от собственного веса углеперегрузателя. В связи с этим и тот, и другой факторы должны учитываться в процессе анализа НДС углеперегрузателя.

Таблица 2

НДС металлоконструкции углеперегрузателя с учетом веса грейферной тележки

| | Деформированное состояние | Напряжения по Мизесу |
|--|---|---|
| Напряжение в средней части пролета |  |  |
| Напряжение на расстоянии четверти пролетного расстояния от опоры |  |  |
| Напряжение в крайнем положении грейферной тележки |  |  |

Учет веса конструкции в расчете собственных частот и форм. Определенный интерес представляет „вклад” собственного веса мостового крана в картину распределения собственных частот.

В результате анализа выяснилось, что, при прочих равных условиях, влияние собственного веса на значения собственных частот металлоконструкции незначительно (табл. 3 и рис. 2, 3).

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что ни на характер собственных форм, ни на значения собственных частот собственный вес металлоконструкции (при принятых конструктивных схемах и параметрах) существенного влияния не оказывает.

Заключение. Анализируя полученные на данном этапе работы результаты, можно сделать следующие выводы.

- Учет влияния собственного веса металлоконструкции слабо сказался на значениях собственных частот и характере собственных форм.

- С использованием результатов серии расчетов на одноосное единичное нагружение может быть смоделировано сложное напряженно-деформированное состояние углеперегрузателя.

- Статические расчеты с добавлением модели грейферной тележки показали существенное ее влияние на напряженно-деформированное состояние, что указывает на необходимость обратить на алгоритм взаимодействия тележки с краном особое внимание.

Таким образом, можно заключить, что в статье приводятся результаты различных вариантов исследования напряженно-деформированного состоя-

Таблица 3
Значения собственных частот с учетом влияния собственного веса конструкции

| № СЧ | Значения собственных частот, Гц | | Разница, % |
|------|---------------------------------|----------------------------|------------|
| | Без учета собственного веса | С учетом собственного веса | |
| 1 | 1,2343 | 1,2302 | 0,33 |
| 2 | 1,312 | 1,3079 | 0,31 |
| 3 | 1,3804 | 1,3764 | 0,28 |
| 4 | 1,8271 | 1,8236 | 0,19 |
| 5 | 2,5573 | 2,5521 | 0,20 |
| 6 | 2,6363 | 2,6414 | -0,19 |
| 7 | 3,7867 | 3,7865 | 0,005 |
| 8 | 4,0684 | 4,0554 | 0,32 |
| 9 | 4,3924 | 4,3981 | -0,13 |
| 10 | 4,4232 | 4,4146 | 0,19 |

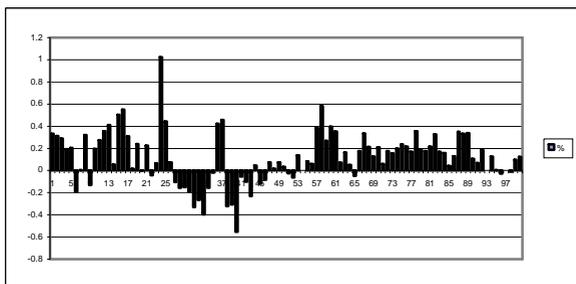


Рис. 2. Графическое представление разницы значений собственных частот с учетом и без учета собственного веса конструкции (%)

ния металлоконструкции углеперегрузателя, демонстрирующие степень влияния в данном конкретном случае различных внешних факторов и необходимость их учета в дальнейших исследованиях.

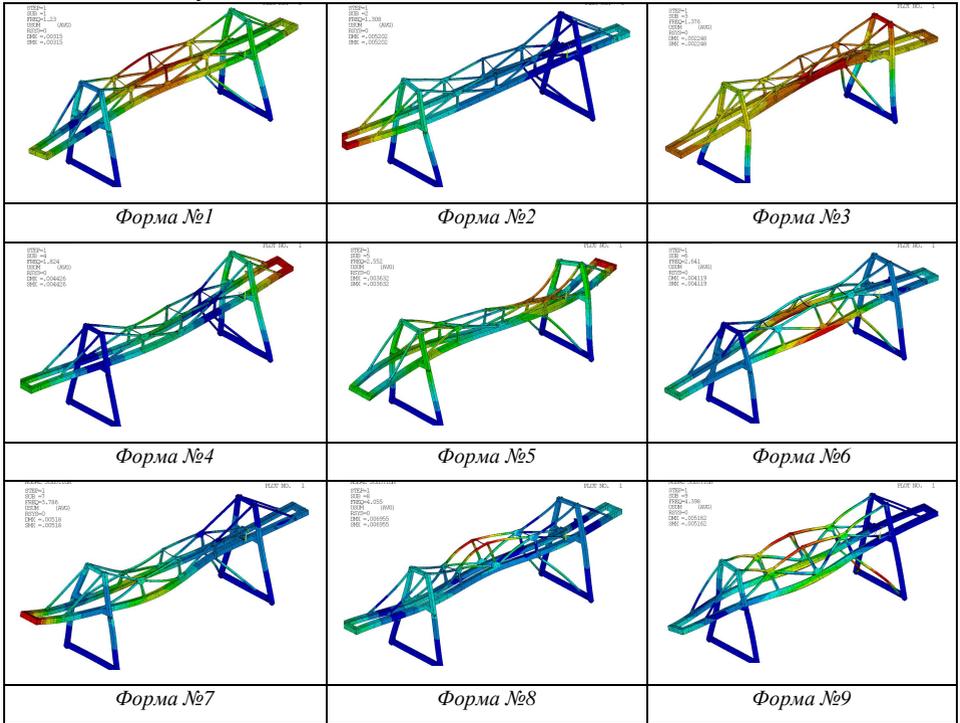


Рис. 3. Собственные формы колебаний углеперегрузателя с учетом собственного веса конструкции

Список литературы: 1. Чепурной А.Д., Глинин Г.П., Гусев Ю.Б., Пеклич М.М., Барчан Е.Н., Ткачук Н.А. Расчетно-экспериментальный метод определения параметров элементов машиностроительных конструкций // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2005. – №53. – С.162-176. 2. Ткачук Н.Н., Гусев Ю.Б., Танченко А.Ю., Васильев А.Ю. Системный подход к проектированию, анализу и синтезу элементов зубчатых передач и транспортных средств на основе взаимного обмена данными между подсистемами // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2006. – Вип.36. – С.115-121. 3. Глинин Г.П., Гусев Ю.Б., Головченко В.И., Орлов Е.А. Методи автоматизованого аналізу міцності та жорсткості просторових конструкцій // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2006. – №3. – С.58-69. 4. Гусев Ю.Б. К вопросу об исследовании напряженно-деформированного состояния металлоконструкции перегружателя ПМГ-20 // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2006. – №24. – С.70-75. 5. Гусев Ю.Б., Слободяник В.А., Ткачук Н.А., Танченко А.Ю. К вопросу об определении причин сверхнормативного износа реборд колес грейферной тележки мостового крана-перегрузателя // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2007. – № 3. – С.55-66. 6. Гусев Ю.Б., Шкода В.А, Танченко А.Ю. Формирование конечно-элементной модели металлоконструкции углеперегрузателя // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2007. – № 7. – С.33-39.

Поступила в редколлегию 25.09.2007