

*Инженер Гусев Ю. Б.
(ОАО «ГСКТИ», г. Мариуполь, Украина)
Канд. техн. наук, доц. Луцкий М. Б.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ ПМГ-20

Зроблен аналіз напружено-деформованого стану елементів металоконструкції перевантажувача ПМГ-20 від різних комбінацій діючих навантажень.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Повышение эффективности эксплуатации рудно-грейферных перегружателей может быть достигнуто за счет увеличения надежности и срока службы их металлоконструкций. Надежность работы металлоконструкции определяется оптимальным выбором ее схемы и методики расчета на выносливость всех элементов от различного сочетания действующих на перегружатель в разных режимах работы нагрузок. Это позволяет с достаточной степенью точности определить действующие во всех элементах металлоконструкции нагрузки и напряжения, и конструктивными методами свести последние к допускаемым величинам, что является важной и практической задачей.

Анализ исследований и публикаций. Анализ отечественных и зарубежных аналогов перегружателей показывает, что большое внимание уделяется вопросам напряженно-деформированного состояния металлоконструкций перегружателей и их прочностных характеристик.

В работе [1] представлены различные виды металлоконструкций перегружателей. По конструктивным схемам металлоконструкций различают перегружатели жесткой и шарнирной системы.

Перегружатели жесткой системы характеризуются пространственно жесткой металлоконструкцией, исключающей смещение опор в горизонтальной плоскости.

У перегружателей шарнирной системы одна из опор жесткая, другая шарнирная. Жесткая опора соединяется с мостом жестко и образует с ним пространственную жесткую конструкцию. Шарнирная опора соединяется с мостом шарнирно, что позволяет ей компенсировать температурные деформации моста и его перекося.

Постановка задачи. Исследовать напряженно-деформированное состояние металлоконструкции перегружателя ПМГ – 20 с определением напряжений от действующих нагрузок в различном их сочетании.

Изложение материала и результатов исследований. Перегружатель ПМГ-20, обеспечивающий непрерывный технологический процесс погрузки угля в коксовые печи, входит в состав технологического оборудования алчевского коксохимического завода.

Общий вид перегружателя ПМГ-20 представлен на рисунке 1.

Мост перегружателя 1 опирается на жесткую 5 и шарнирную 8 опоры, последняя соединена с мостом шарниром 9. На консоли 3 со стороны жесткой опоры 5 расположены ремонтное помещение 4 и ремонтный кран 2. Мост перегружателя 1 выполнен из двух коробчатых балок, по верхнему поясу которых передвигается грейферная тележка 7. Мост усилен шпренгельной системой 6.

Основным методом расчета металлоконструкции перегружателя является метод предельных состояний, основы которого разработаны Н.С. Стрелецким.

За расчетные предельные состояния принимаются такие, при которых конструкция под влиянием силовых воздействий перестает удовлетворять требованиям эксплуатации.

Использование этого метода, основанного на статическом учете работы конструкции, позволяет отказаться от недостаточно обоснованного запаса прочности и открывает широкие возможности устанавливать необходимые размеры и поперечные сечения элементов металлоконструкций, исходя из конкретных условий ее эксплуатации.

Первое предельное состояние – по прочности и устойчивости форм элементов от однократного действия наибольших нагрузок, ожидаемых за срок службы крана.

Второе предельное состояние – по выносливости несущих элементов от многократного действия нагрузок.

Третье предельное состояние – по упругой деформации несущих элементов.

Основная цель расчета по методу предельных состояний – получить гарантии, что в процессе нормальной эксплуатации конструкции не наступит ни одно из описанных выше предельных состояний.

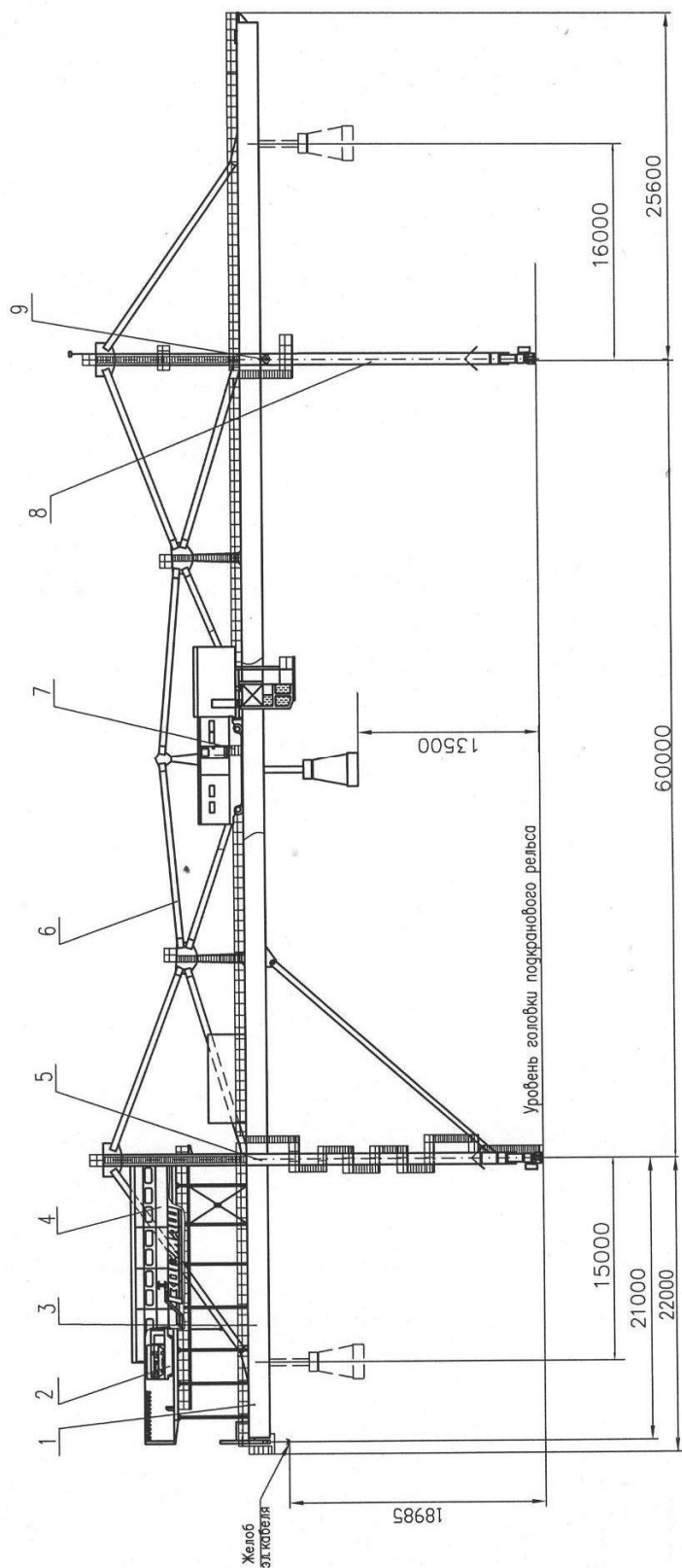


Рисунок 1 – Общий вид перегружателя ПМГ-2

При расчете стальных конструкций по методу предельных состояний должны выполняться условия:

$$\sigma_p \leq mR,$$

где σ_p – расчетное напряжение;

m – коэффициент условия работы;

R – расчетное сопротивление материала,

$$R = \frac{R^H}{k_m},$$

где R^H – нормативное сопротивление материала;

k_m – коэффициент безопасности по материалу.

В расчетах на прочность и устойчивость должны учитываться следующие нормативные нагрузки:

а) весовые постоянные:

- вес стальных конструкций;

- вес механического и электрооборудования;

б) весовые подвижные нагрузки, действие которых возможно в любом сечении вдоль пролета крана:

- вес грузовой грейферной тележки G_m ;

- вес груза G_{gp} и горизонтальные силы от веса груза, возникающие при отклонении грузовых канатов (силы приложены в месте контакта ходовых колес с рельсом):

$$Q_x = Q \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

$$Q_y = Q \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

где $\alpha = 3^\circ$, $\beta = 3^\circ$ – углы отклонения канатов;

в) инерционные нагрузки:

- горизонтальные инерционные нагрузки T , возникающие при разгоне и торможении тележки, принимаются для мостовых перегружателей 1/10 от суммы давлений всех колес тележки. Эти силы приложены в месте контакта ходовых колес и направлены вдоль подтележечных рельс;

- горизонтальные инерционные нагрузки H , возникающие при передвижении тележки, принимаются равными для мостовых перегружателей $1/10$ от суммы давлений всех колес тележки. Эти силы приложены в месте контакта ходовых колес и направлены поперек подтележечных рельс;

- горизонтальные инерционные нагрузки, возникающие при разгоне и торможении крана;

г) другие нагрузки (перекос крана);

д) особые нагрузки (горизонтальные продольные нагрузки при наезде крана на упоры).

Все нормативные нагрузки принимаются с учетом коэффициентов перегрузок; динамическое воздействие груза при подъеме учитывается динамическим коэффициентом; динамическое воздействие металлических конструкций, оборудования, грузовой тележки, груза при передвижении крана учитывается коэффициентом толчков.

Расчет металлоконструкции мостового перегружателя ПМГ-20 проводится для следующих расчетных случаев:

а) рабочее состояние «подъем груза и передвижение тележки» (перегружатель находится в неподвижном состоянии, а грейферная тележка в середине пролета и в крайних положениях на консолях);

б) рабочее состояние «передвижение крана» (грейферная тележка располагается в пределах пролета или на одной из опор);

в) нерабочее состояние (перегружатель не работает и застопорен, тележка без груза расположена на одной из опор);

Деформации от нормативных нагрузок не должны превышать:

- прогиб балок моста при статическом воздействии грейферной тележки – $1/700$ пролета;

- уклон пути на консолях, создающийся под воздействием грейферной тележки с грузом – $0,003$ длины консоли.

Расчет от статических воздействий выполнен на программном комплексе «ЛИРА - WINDOWS» [2], разработанный НИИ автоматизированных систем в строительстве (НИИАСС) г. Киев, предназначенном для численного исследования на ЭВМ прочности и устойчивости конструкций.

«Ли́ра 9.0» – программный комплекс для расчета и проектирования конструкций. Реальная металлоконструкция перегружателя представлена в виде пространственной стержневой системы. Расчет выполнен на статические и динамические воздействия. Статические нагрузки моделируют силовые воздействия от сосредоточенных и распределенных сил и моментов. ПК «Ли́ра» реализует численный метод дискретизации сплошной среды – метод конечных элементов (МКЭ). Основными

этапами решения задач по МКЭ является синтез дискретной расчетной схемы на основе расчленения исследуемой системы на конечные элементы, построение матриц жесткости, формирование системы канонических уравнений, решение системы уравнений, вычисление значений узловых перемещений и определение компонентов напряженно-деформированного состояния исследуемой системы по перемещениям.

Расчетная схема металлоконструкции перегружателя ПМГ-20 представлена на рисунке 2.

Материал конструкции – Сталь 09Г2С. Расчетное сопротивление:

$$\sigma_p = mR,$$

где m – коэффициент условий работы;

R – расчетное сопротивление материала, вычисляется как произведение нормативного сопротивления R_n и коэффициента однородности материала k .

Этот коэффициент учитывает опасность снижения способности материала сопротивляться внешним воздействиям вследствие изменчивости механических свойств

$$R = \sigma_m \cdot k = 325 \cdot 0,85 = 276 \text{ МПа},$$

$$\sigma_p = 0,9 \cdot 276 = 248 \text{ МПа}.$$

Расчет на прочность, выносливость и деформативность элементов металлоконструкции показал, что максимальные напряжения в металлоконструкции перегружателя не превышают расчетного сопротивления $\sigma_p = 248 \text{ МПа}$, выносливость и деформативность обеспечиваются:

$$\sigma_{max} < [\sigma_{rk}],$$

$$\frac{\Delta f}{L} = [f_{cm}],$$

$$\Delta f = 47,5 \text{ мм},$$

$$\frac{47,5}{60000} = \frac{1}{1260} < \frac{1}{700}.$$

Прогибы консолей жесткой и шарнирной опор не превышают допустимых:

- для жесткой опоры $\Delta f/L = 0,0014 < 0,003$;
- для шарнирной опоры $\Delta f/L = 0,0022 < 0,003$.

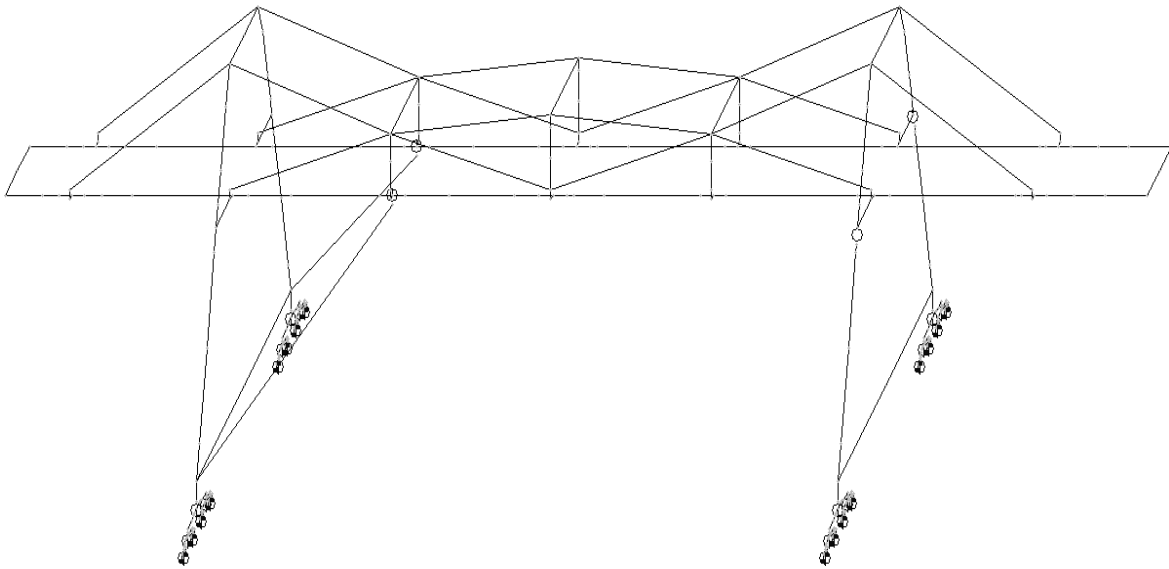


Рисунок 2 – Расчетная схема металлоконструкции перегружателя

Выводы и направление дальнейших исследований. Полученные результаты расчета металлоконструкции перегружателя свидетельствуют о том, что все элементы металлоконструкции удовлетворяют условию прочности и деформативности. В дальнейшем необходимо провести более детальный расчет используя конечные элементы в виде пластин.

Произведен анализ напряженно-деформированного состояния элементов металлоконструкции перегружателя ПМГ-20 от разных комбинаций действующих нагрузок.

We were carried out the stressed-deformed state of “ПМГ - 20” overloader metalwork elements for different combination of active loads.

Библиографический список

1. Беглов Б.В. Мостовые перегружатели / Б. В. Беглов, П.И. Кох. – М.: Машиностроение, 1974. – 223 с.

2. ПК ЛИРА. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций / Под. ред. Академика АИН Украины А. С. Городецкого. – К.-М., 2003. – 464 с.