

9. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики: т. II. Динамика / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лур'є. – М.: ГИТ–ТЛ, 1954. – 595 с.
10. Яблонский А.А. Курс теории колебаний / А.А. Яблонский, С.С. Нореико. – М.: Высшая школа, 1975. – 248 с.
11. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. т. II / А.И. Целиков, П.И. Полухин. – М.: Металлургия, 1988. – 432 с.
12. Степин П.А., Соппротивление материалов / П.А. Степин. – М.: Высшая школа, 1983. – 303 с.

Bibliography:

1. Panovko Ja.G. Foundations of Applied theory of elastic vibrations / Ja.G. Panovko. – Mashinostroenie, 1967. – 316 p. (Rus.)
2. Blekhman I.I. Unbalanced rotor rotation caused by harmonic oscillations of its axis / I.I. Blekhman. – М: Izv. AN SSSR, OTN, 1954. – № 8. (Rus.)
3. Bolshakov V.I. The dynamics of large machines / V.I. Bolshakov. – М.: Mashinostroenie, 1969. – 214 p. (Rus.)
4. Butsukin V.V. Improvement of electromechanical bahatodvyhunovoho about tilting the converter to reduce loads in transient conditions: Candidate. techn. science degree. – Dnepropetrovsk, 2004. – 210 p. (Ukr.)
5. Weitz V.L. Dynamic calculations drive cars / V.L. Weitz. — L.: Mashinostroenie, 1971. – 352 p. (Rus.)
6. Davydov B.L. Statics and dynamics of machines / B.L. Davidov, B.A. Skorodumov. – М.: Mashinostroenie, 1967. – 432 p. (Rus.)
7. Kozhevnikov S.N. The dynamics of non-stationary processes in machines / S.N. Kozhevnikov. -- Kyiv: Naukova Dumka, 1986. – 285p. (Rus.)
8. Timoshenko S.P. Fluctuations in engineering / S.P. Tymoshenko. – Moscow: Fizmatgiz, 1960. – 472 p. (Rus.)
9. Loytsyansky L.G. Course teoretycheskoy mechanics: Vol. II. Dynamics / L.G. Loytsyansky, A.I. Lurie. – М.: НУТ–ТЛ, 1954. – 595 p. (Rus.)
10. Jablonski A.A. Course in the theory of oscillations / A.A. Jablonski, S. Noreyko. – М.: Vysshaja shkola, 1975. – 248. (Rus.)
11. Cselikov A.I. Machines and units of metallurgical plants. Vol. II. / A.I. Cselikov, P.I. Polukhin. – Moscow, Metallurgya, 1988. – 432 p. (Rus.)
12. Stepin P.A. Strength of Materials / P.A. Stepin. – М.: Vysshaja shkola, 1983. – 303 p. (Rus.)

Рецензент: В.В. Суглобов
д-р техн. наук, ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 10.11.2012

УДК 621.875

©Сагиров Ю.Г.*

**УТОЧНЕННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БАШЕННОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
КОЛОННЫ ПОРТАЛЬНОГО КРАНА**

Разработаны пространственные модели металлоконструкции порталного крана. Выполнен анализ напряженного состояния колонны. Предложен уточненный метод анализа напряженно-деформированного состояния металлоконструкции башенной цилиндрической колонны порталного крана.

Ключевые слова: порталный кран, металлоконструкция, пространственная модель, метод конечных элементов, SolidWorks, Cosmos Works, долговечность.

* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

Сагіров Ю.Г. Уточнений метод аналізу напружено-деформованого стану баштових циліндричних колони порталного крана. Розроблено просторові моделі металокопструкції порталного крана. Виконано аналіз напруженого стану колони. Запропоновано уточнений метод аналізу напружено-деформованого стану металокопструкції баштової циліндричної колони порталного крана.

Ключові слова: порталний кран, металокопструкція, просторова модель, метод кінцевих елементів, SolidWorks, Cosmos Works, довговічність.

Yu.G. Sagirov. Improving method of the analysis of stress-deformed condition of towers cylindrical column portal crane. Developed a spatial model steel portal crane. The analysis of the stress state of the column. We propose a refined method of analysis of the stress-strain state of metal tower cylindrical column gantry crane.

Keywords: portal crane, steel structure, the spatial model, finite element method, Solid Works, Cosmos Works, durability.

Постановка проблеми. Совершенствование методов расчета долговечности крановых металлокопструкций – важная научно-техническая задача, решение которой позволит повысить безопасность эксплуатации грузоподъемных кранов, а также их надежность.

Анализ последних исследований и публикаций. Современным направлением в конструировании порталных кранов является отказ от четырехстоечного портала с поворотной колонной и переход к portalу с башенной цилиндрической колонной, на которой устанавливается опорно-поворотное устройство (ОПУ) типа Rote-Erde и поворотная часть крана [1].

Цель статьи – на примере порталного крана «Азовец», эксплуатируемого в Мариупольском государственном морском порту, разработать уточненный метод расчета и анализа металлокопструкций башенной цилиндрической колонны порталного крана.

Изложение основного материала. В процессе эксплуатации крана в Мариупольском государственном морском порту выявлены неоднократные случаи образования трещин и разрывы сварных швов, соединяющих элементы усиления («обребрения») цилиндрической обечайки колонны. Ремонт дефектных участков не давал эффективных результатов, трещины появлялись вновь. Изучение технической документации позволило выявить, что напряжено-деформированное состояние колонны определялось приближенным методом: колонна представлялась как стержень переменной жесткости в стержневом аналоге всей металлокопструкции крана, а не как оболочковая конструкция, подкрепленная диафрагмами и продольными ребрами.

Для определения фактического напряжено-деформированного состояния колонны и, в последующем, усиления был предложен уточненный метод расчета башенных колонн порталных кранов с ОПУ. Вначале разрабатывается расчетная схема (рис. 1), с учетом действующих нагрузок и их сочетаний [2, табл. 6.1].

Для этого все внешние нагрузки, действующие на кран, преобразовываются и приводятся к нагрузкам, равнозначным по воздействию на элементы конструкции колонны. Эти нагрузки можно разделить на три вида:

1. Нагрузки, действующие в вертикальной плоскости и воздействующие на колонну через тела качения ОПУ. Все вертикальные нагрузки на тела качения ОПУ распределяются равномерно (рис. 2) по следующей зависимости:

$$V_i = \frac{G_1 + G_3}{n} + \frac{V_M}{2R} \cdot r_i, \quad (1)$$

где G_1 – вертикальная сила, действующая от массы поворотной части крана,

G_3 – вес груза,

n – количество тел качения ОПУ,

V_M – максимальная вертикальная сила, нагружающая тело качения ОПУ от момента всех сил, действующих в вертикальной плоскости качения стрелы,

R – радиус окружности расположения тел качения ОПУ,

r_i – координата расположения i -того тела качения от центра оси вращения крана.

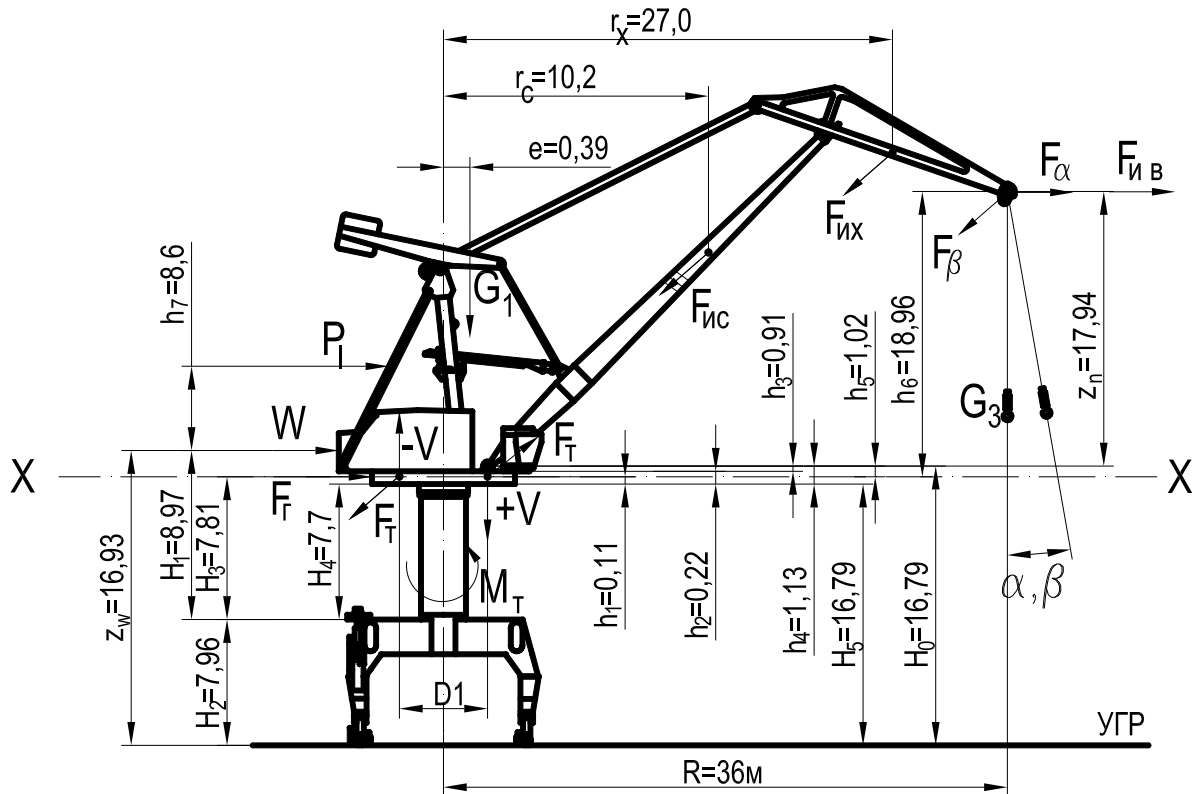


Рис. 1 – Расчетная схема портального крана

2. Нагрузки, действующие в плоскости качания стрелы и вызывающие изгиб колонны в этой плоскости. Такими нагрузками являются (рис. 1):

- горизонтальная сила от отклонения канатов:

$$F_{\alpha} = G_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha . \quad (2)$$

- сила инерции стреловой системы при изменении вылета стрелы:

$$F_{иВ} = \frac{m_c \cdot V}{t} , \quad (3)$$

- где m_c – приведенная к блокам хобота масса стреловой системы,
 V – мгновенная скорость оголовка хобота,
 t – время разгона (торможения) механизма изменения вылета.
- горизонтальная сила давления ветра.

Действие этих нагрузок приведено к горизонтальной равнодействующей силе P_1 (рис. 2), вызывающей изгиб колонны в плоскости качания стрелы.

3. Нагрузки, действующие в горизонтальной плоскости и вызывающие кручение колонны вокруг ее вертикальной оси. Кручение колонны вокруг ее вертикальной оси вызывается окружными силами торможения F_T (рис. 2) при торможении двух механизмов вращения колонны:

$$F_T = \frac{M_T}{d} , \quad (4)$$

- где M_T – момент торможения,
 d – диаметр делительной окружности зубчатого венца ОПУ.

Момент торможения определяется, как разность моментов: момента инерции всех вращающихся масс при повороте крана и момента сил трения в ОПУ.

Затем разрабатывается компьютерная твердотельно-деформируемая модель колонны

(рис. 2). Геометрические параметры модели (геометрическое подобие) полностью соответствуют натурному образцу колонны. Вариант нагружения крана и комбинации нагрузок принимаются в соответствии с нормами расчета металлоконструкций порталных кранов [3, с. 48].

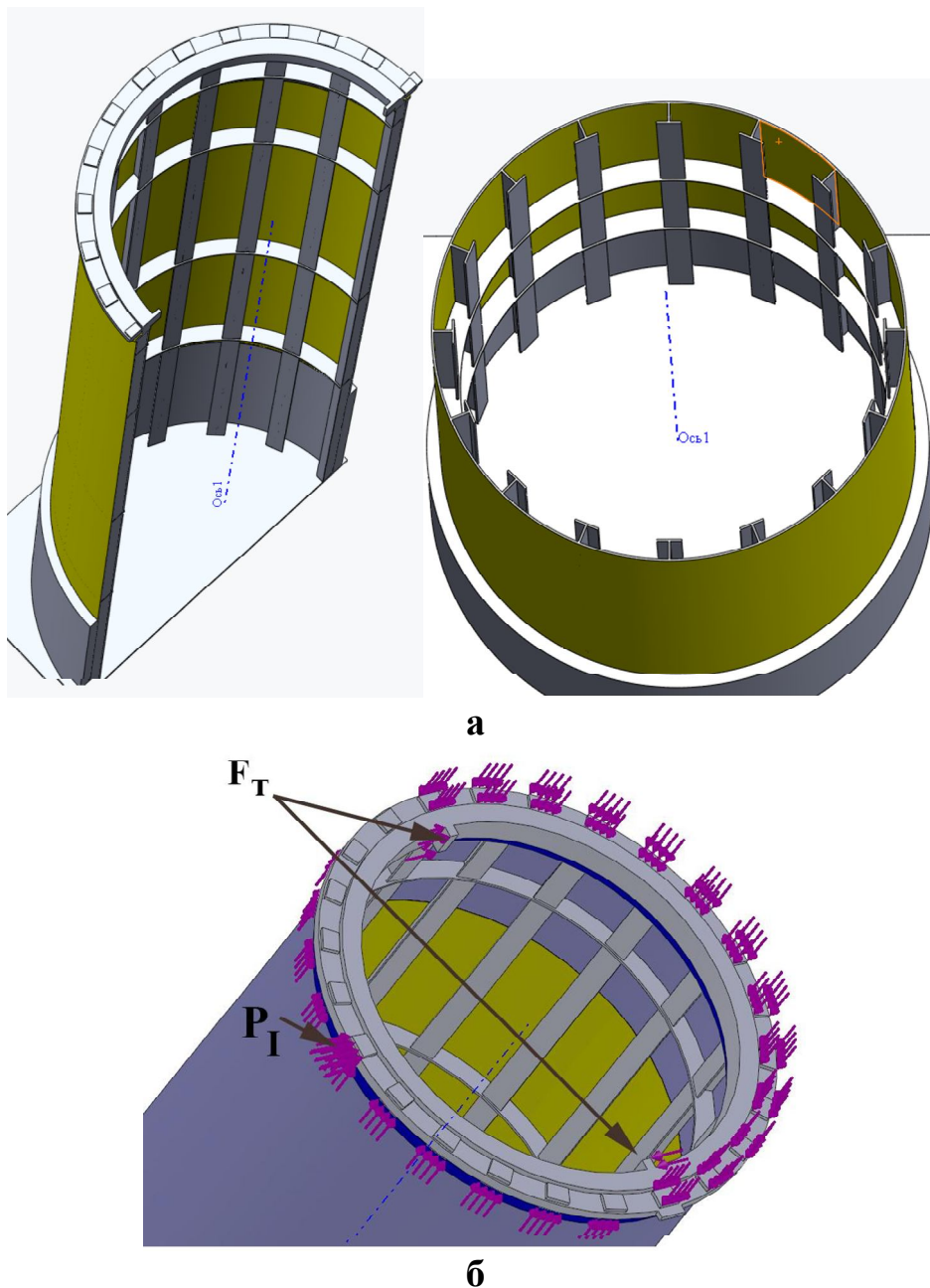


Рис. 2 – Модель колонны (а) и участки приложения сил (б)

Для каждого режима нагружения крана (подъем груза; подъем груза и поворот; подъем груза, поворот и изменение вылета и т.д.) и соответствующих значений действующих нагрузок определяется напряженно-деформированное состояние колонны с использованием САПР SolidWorks, CosmosWorks.

Результаты исследования каждого варианта нагружения выдаются в виде:

1. Эпюр распределения коэффициента запаса прочности (рис. 3);
2. Эпюр эквивалентных напряжений в цилиндрической оболочке колонны (рис. 4), в скрытых участках (элементы обрешения) колонны и в кольцевых диафрагмах (рис. 5).

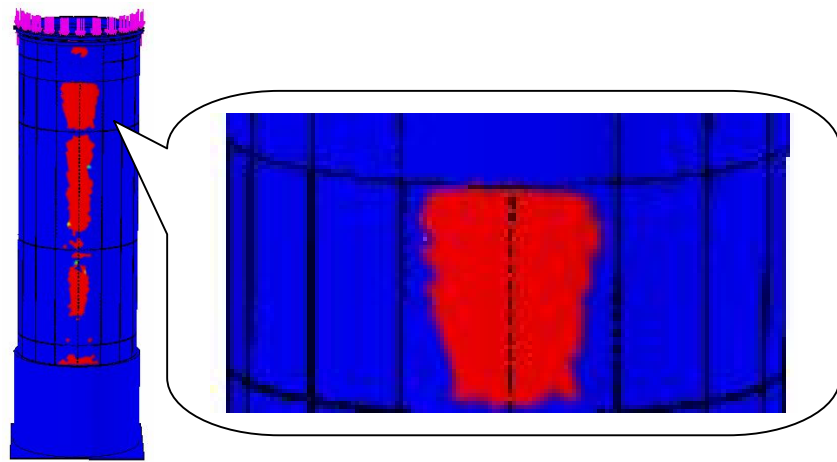


Рис. 3 – Эпюра распределения коэффициента запаса прочности

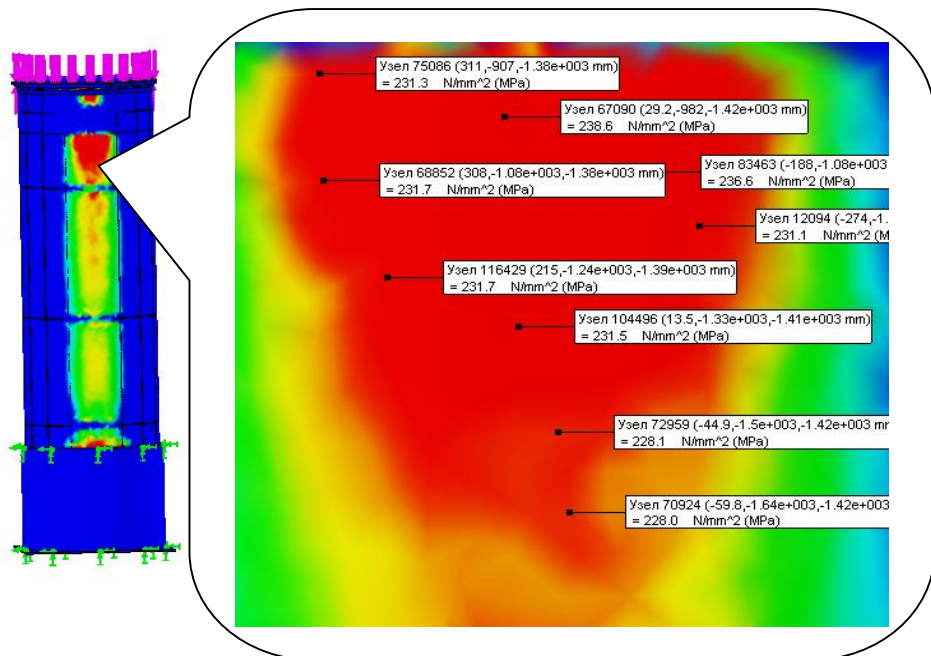


Рис. 4 – Эпюра распределения эквивалентных напряжений

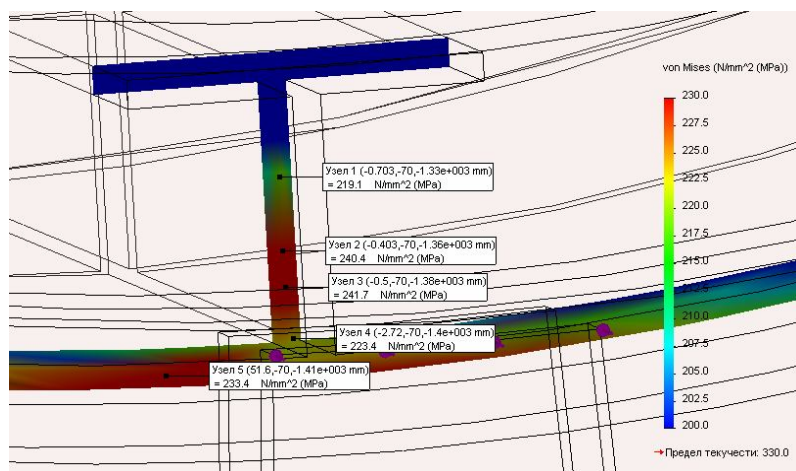


Рис. 5 – Эпюра распределения эквивалентных напряжений в скрытых участках

Выводы

1. Предложен уточненный метод анализа напряженно – деформированного состояния.
2. Полученные результаты анализа использованы в практических рекомендациях по усилению колонны крана «Азовец».
3. Предложенный метод может быть использован при расчетах башенных цилиндрических колонн других машин и сооружений.

Список использованных источников:

1. Михеев В.А. Специальные краны. Учебник для студентов технических ВУЗов / В.А. Михеев, В.Т. Власов. – Мариуполь: ПГТУ, 2004. – 424 с.
2. Петухов П.З. Специальные краны: учебное пособие для машиностроительных ВУЗов / П.З. Петухов, Г.П. Ксюнин, Л.Г. Серлин. – М.: Машиностроение, 1985. – 248 с.
3. Брауде В.И. Справочник по кранам: В 2 т., Т. 1. / В.И. Брауде, М.М. Гохберг, И.Е.Звягин. – М.: Машиностроение, 1988. – 536 с.
4. Алямовский А.А. Solid Works / Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов. – СПб.: БВХ-Петербург. – 2005. – 800 с.

Bibliography:

1. Mikheev V.A. Special cranes. Textbook for students of technical universities / V.A. Mikheev, V.T. Vlasov. – Mariupol: PSTU, 2004. – 424 p. (Rus.)
2. Petukhov P.Z. Special cranes: a textbook for engineering universities / P.Z. Petukhov, G.P. Ksyunin, L.G. Serlin. – M.: Mashinostroenie, 1985. – 248 p. (Rus.)
3. Braude V.I. Reference cranes: in 2 books, book 1 / V.I. Braude, M.M. Hochberg, I.E. Zvyagin. – M.: Mashinostroenie, 1988. – 536 p. (Rus.)
4. Alyamovsky A.A. Solid Works / Computer modeling in engineering / A.A. Alyamovsky, A.A. Sobachkin, E.V. Odintsov. – SPb.: BVH - Peterburg. – 2005. – 800 p. (Rus.)

Рецензент: В.В. Суглобов
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 10.11.2012

УДК 621.771.06–589.4

©Лоза Е.А.*

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДИСКОВ ПИЛ
ГОРЯЧЕЙ РЕЗКИ ПРОКАТА**

Определено напряженное состояние диска в опасном сечении методом неплоских сечений. Предложен критерий усталостной прочности диска в виде условия невышления напряжений в основании зуба над напряжениями во впадине. Приведены рекомендации по выбору рациональных размеров режущей части дисков.

Ключевые слова: напряженное состояние диска, метода неплоских сечений, критерий усталостной прочности.

Лоза О.А. Оцінки напруженого стану дисків для пил гарячого різання прокату. *Визначено напружений стан диска в небезпечному перерізі методом неплоских перетинів. Запропоновано критерій втомної міцності диска у вигляді умови неперевищення напружень в підставі зуба над напруженнями в западині. Наведено рекомендації з вибору раціональних розмірів ріжучої частини дисків.*

Ключові слова: напружений стан диска, методу неплоских перетинів, критерій втомної міцності.

* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь