

УДК 69.057.44

**А. М. ЮГОВ, Е. В. ГРИГОРЕНКО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ТРАВЕРСА ДЛЯ МОНТАЖА ВЕРХНИХ БЛОКОВ СТАЛЬНОЙ ВЫТЯЖНОЙ БАШНИ ВЫСОТОЙ 150 М**

**Аннотация.** Вопрос выбора и расчета такелажной оснастки, применяемой при монтаже металлических конструкций, можно решить с помощью графического и аналитического методов определения усилий. Это позволит использовать технические характеристики заданного подъемно-транспортного оборудования и избежать ошибок при его использовании. Подъем и безопасное перемещение крупногабаритных грузов при помощи одного крюка мостового крана либо кран-балки во многих случаях опасно из-за возможного соскальзывания стропы или захвата с гнезда крюка. В этих ситуациях используются различные грузоподъемные траверсы, являющиеся промежуточным приспособлением между крюком и грузом. Разнообразие строительных конструкций по габаритным размерам, формам и массам обусловило изготовление грузозахватных траверс непосредственно отдельными строительномонтажными организациями, что привело к их различному конструктивному выполнению. С помощью траверсы можно значительно расширить возможности подъемного крана. Они позволяют сэкономить средства, ресурсы и время, что делает работу более эффективной.

**Ключевые слова:** такелажная оснастка, монтаж, траверса, канат, стропы.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

При монтаже металлоконструкций наравне с монтажными кранами применяется такелажное приспособление. Технически грамотное использование этого многообразного оборудования и оснастки, при условии безопасного ведения монтажных работ, связано с их расчетом.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Известно, что траверсы часто применяются для монтажа высотных сооружений, поскольку они обеспечивают проектное положение монтажного блока при подъеме и наведении на проектные отметки, и также сокращают время строповки, особенно при оснащении автоматическими грузозахватными приспособлениями, когда не требуется присутствие на проектной отметке стропальщика и ручная проверка надежности креплений. В зависимости от типов монтируемых элементов применяются захваты за рамные узлы или такелажные крюки. Траверсы позволяют распределить нагрузки на элемент, избежав его деформации [2], [3].

### **ЦЕЛИ**

Подобрать траверсу для монтажа двух верхних блоков стальной вытяжной башни с учетом максимальных расчетных усилий, возникающих в различных элементах такелажных средств в процессе подъема и перемещения оборудования и конструкций.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Башня высотой 150,000 м представляет собой пространственную стержневую конструкцию, имеющую внешнюю форму в виде четырехгранной усеченной пирамиды до отм. +59,500, в виде четырехгранной призмы между отметками +59,500сис+150,000 (рис. 1). В местах пересечения граней башни расположены пояса. В плоскости каждой грани расположены элементы решетки-распорки, раско-

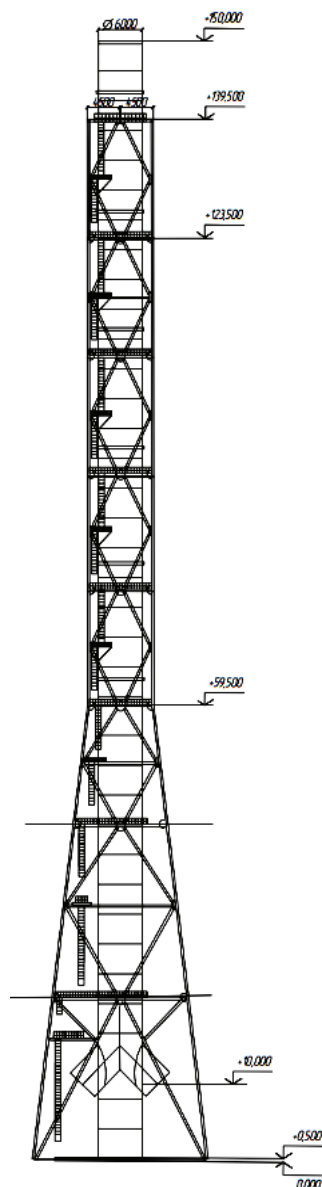


Рисунок 1 – Вытяжная башня 150 м.

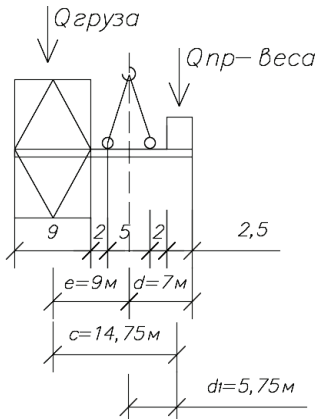
сы, шпренгели. Пояса соединены между собой перекрестной решеткой в плоскости каждой грани и горизонтальными диафрагмами – в сечениях. Диафрагмы обеспечивают поперечную жесткость башни в горизонтальных плоскостях, сохраняя неизменяемым ее контур [4].

В процессе монтажа вытяжной башни используется кран Liebherr LR1500 SL2DB (длина основной стрелы – 132 м, грузоподъемность – 62,3 т, вылет 24 м). В соответствии с техническими характеристиками крана, он не имеет возможности смонтировать два верхних блока конструкции, расположенных на высоте +139,500 и +123,500 (масса блоков 10,26 и 11,33 т соответственно). С целью решения данной проблемы было принято использовать вспомогательную траверсу с противовесом для монтажа данных элементов конструкции.

При использовании технологического оборудования для монтажа существует вероятность его опрокидывания с грузом при приложении боковой силы. Наибольшая вероятность опрокидывания возможна в максимально поднятом состоянии рабочего стола тележки. Проведем расчет противовеса для исключения возможности опрокидывания груза:

1. Определим места строповки (рис. 2):

$$X_{\text{ит}} = h_{\text{ол}} / 2 = 16 / 2 = 8 \text{ м.} \quad (1)$$



**Рисунок 2** – Схематическое расположение груза и противовеса на удерживающей траверсе.

2. Определим массу противовеса:

$$M_{\text{груза}} = M_{\text{противовеса}}, \quad (2)$$

$$M_{\text{тр}} = Q_{\text{тр}} \cdot e = 21,59 \cdot 9 = 194,31 \text{ тм}, \quad (3)$$

$$M_{\text{пр-в}} = Q_{\text{пр-в}} \cdot d \cdot Q_{\text{пр-в}} = M_{\text{тр}} / d = 194,31 / 7 = 27,76 \text{ т}. \quad (4)$$

Т. к.  $21,59 + 27,76 = 49,35 \text{ т}$ , можно сделать вывод о том, что кран выдержит данную конструкцию.

Рассчитаем траверсу, работающую на изгиб:

1. Подсчитаем нагрузку, действующую на траверсу:

$$P = Q \cdot \kappa_{\text{п}} \cdot \kappa_{\text{д}} = 49,35 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 59,71 \text{ тс} = 59\,710 \text{ кгс}. \quad (5)$$

2. Рассчитаем стальной канат

$$(\cos \alpha = 75^\circ) \quad (6)$$

Натяжение:

$$S = P / (m \cdot \cos \alpha) = 59\,710 / (2 \cdot 0,866) = 34\,475 \text{ кгс}. \quad (7)$$

Разрывное усилие ( $\kappa_3 = 6$  – коэффициент запаса прочности):

$$R = S \cdot \kappa_3 = 34\,475 \cdot 6 = 206\,847 \text{ кгс}. \quad (8)$$

По найденному разрывному усилию подбираем канат со следующими данными:

Тип каната ЛК-РО (6×36 + 1ос),

Разрывное усилие 209 500 кгс.

Временное сопротивление разрыву 160 кгс/мм<sup>2</sup>.

3. Определим максимальный изгибающий момент в траверсе:

$$M_{\text{макс}} = (P \cdot e \cdot d_1) / c = (59\,710 \cdot 9 \cdot 5,75) / 14,75 = 209\,455,932 \text{ кгс}\cdot\text{м} = 2\,094\,593,2 \text{ кгс}\cdot\text{см}. \quad (9)$$

4. Вычисляем требуемый момент сопротивления:

$$W_{\text{тр}} \geq M_{\text{макс}} / (m \cdot R) = 2\,094\,593,2 / (2 \cdot 209\,500) = 49,99 \text{ см}^3. \quad (10)$$

5. Выбираем конструкцию балки траверсы сквозного сечения, состоящую из двух двутавров, соединенных стальными пластинами.

6. Подобрав две двутавровые балки № 20а с  $W_x^a = 41,60 \text{ см}^3$ , определяем момент сопротивления сечения траверсы в целом:

$$W_x = 2 \cdot 2 \cdot 41,60 = 83,20 \text{ см}^3 > W_{\text{тр}} = 49,99 \text{ см}^3, \quad (11)$$

что удовлетворяет условию прочности сечения траверсы [1].

7. Проверим напряжение в сечениях балки:

Масса 1 м – 29,40 кг = 0,288 кН.

$$Q = 2 \cdot 0,288 = 0,576 \text{ кН}. \quad (12)$$

Воспользовавшись расчетными программами, построим эпюры напряжений в балке (рис. 3).

Напряжение в сечении:

$$\sigma = M_{\text{макс}} / (2 \cdot W_x) = 1\,386\,800 / 2 \cdot 634 = 219 \text{ МПа} < R_y = 230 \text{ Мпа} [5]. \quad (13)$$

## ВЫВОДЫ

Все грузоподъемные устройства рассчитываются с учетом следующих нагрузок и воздействий: масс поднимаемого груза и самого грузоподъемного устройства вместе со всеми монтажными приспособлениями; усилий в оттяжках и расчалках; нагрузок, вызываемых устройства от вертикали; отклонением грузоподъемного динамических воздействий, учитываемых коэффициентом, равным 1,1.

Все захватные приспособления рассчитываются с учетом следующих нагрузок: масс поднимаемых грузов и захватных приспособлений; усилий оттяжек; динамических воздействий, учитываемых коэффициентом, равным 1,1.

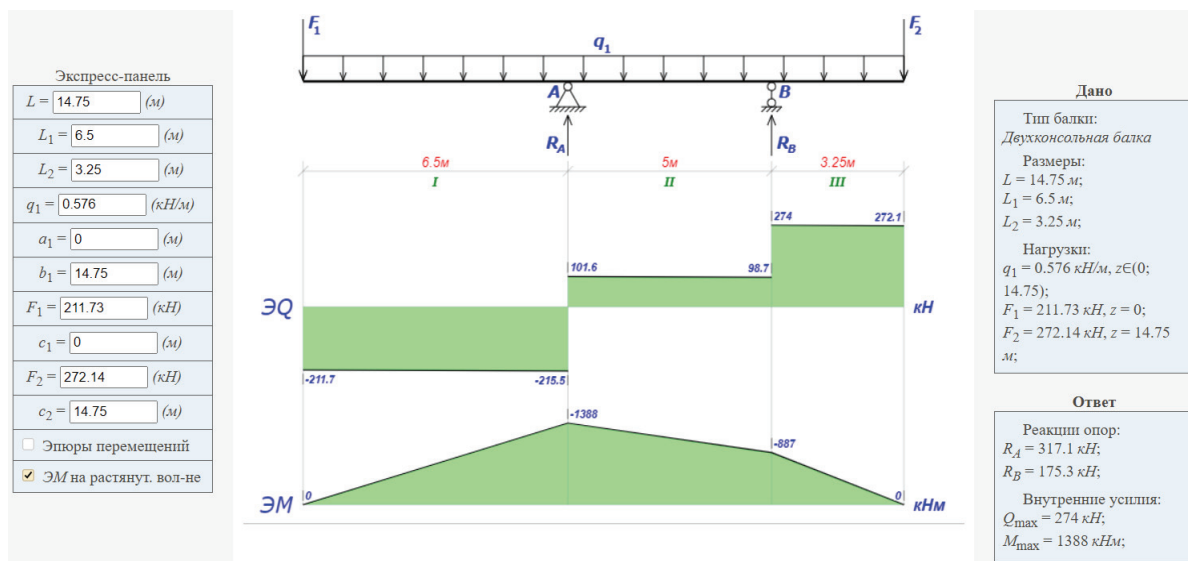


Рисунок 3 – Расчет балки.

При определении усилий в грузоподъемных устройствах и траверсах масса поднимаемого груза и самого грузоподъемного устройства умножается на коэффициент надежности по нагрузке, равный 1,1. При определении усилий в грузовых полиспадах, расчалках, оттяжках, тягах и стропях коэффициенты надежности по нагрузке и динамичности не учитываются.

На основе данных из учебных пособий был произведен расчет и подбор траверсы для монтажа двух верхних блоков стальной вытяжной башни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев, В. В. Примеры расчета такелажной оснастки : учебное пособие для учащихся монтажных техникумов / В. В. Матвеев ; издание 3-е, перераб. и доп. – Ленинград : Стройиздат, Ленинградское отделение, 1975. – 236 с. – Текст : непосредственный.
2. Васильев, А. А. Металлические конструкции / А. А. Васильев. – Москва : Стройиздат, 1975. – 138 с. – Текст : непосредственный.
3. Васильев, М. И. Монтаж вертикальных тяжеловесных аппаратов и конструкций / М. И. Васильев. – Москва : Стройиздат, 1973. – 195 с. – Текст : непосредственный.
4. Михайлов, А. М. Металлические конструкции в примерах / А. М. Михайлов. – Москва : Стройиздат, 1976. – 216 с. – Текст : непосредственный.
5. СП 16.13330.2010. Стальные конструкции = Steelstructures : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря № 791 : взамен СНиП 2-23-81\* : дата введения 2011-05-20 / исполнители ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ "Строительство"», ЦНИИПСК им. Мельникова и др. – Москва : ОАО «ЦПП», 2011. – 155 с. – Текст : непосредственный.

Получена 11.11.2021

А. М. ЮГОВ, О. В. ГРИГОРЕНКО  
 ТРАВЕРСА ДЛЯ МОНТАЖУ ВЕРХНІХ БЛОКІВ СТАЛЕВОЇ ВИТЯЖНОЇ  
 ВЕЖІ ВИСОТОЮ 150 М  
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Питання вибору і розрахунку такелажної оснастки, що застосовується при монтажі металевих конструкцій, можна вирішити за допомогою графічного та аналітичного методів визначення зусиль. Це дозволить використовувати технічні характеристики заданого підйомно-транспортного обладнання і уникнути помилок при його використанні. Підйом і безпечно переміщення великогабаритних вантажів за допомогою одного гака мостового крана або кран-балки в багатьох випадках небезпечно через можливе зісковзування стропа або захоплення з гнізда гака. У цих ситуаціях використовуються різні вантажопідйомні траверси, які є проміжним пристосуванням між гаком і вантажем. Різноманітність будівельних конструкцій за габаритними розмірами, формам і масами зумовило виготовлення вантажозахоплювальних

траверс безпосередньо окремими будівельно-монтажними організаціями, що призвело до їх різного конструктивного виконання. За допомогою траверса можна значно розширити можливості підйомного крана. Вони дозволяють заощадити кошти, ресурси і час, що робить роботу більш ефективною.

**Ключові слова:** такелажне оснащення, монтаж, траверса, канат, стропи.

ANATOLIY YUGOV, ELENA GRIGORENKO  
TRAVERSE FOR MOUNTING THE UPPER BLOCKS OF THE 150 M HIGH  
STEEL EXHAUST TOWER

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The issue of choosing and calculating the rigging equipment used in the installation of metal structures can be solved using graphical and analytical methods for determining forces. This will allow you to use the technical characteristics of the specified lifting and transport equipment and avoid mistakes when using it. Lifting and safe movement of bulky loads using a single hook of an overhead crane or a crane beam is dangerous in many cases due to possible slipping of the sling or grabbing from the hook socket. In these situations, various lifting traverses are used, which are an intermediate device between the hook and the load. The variety of building structures in overall dimensions, shapes and weights led to the manufacture of load-lifting traverse directly by individual construction and installation organizations, which led to their different constructive implementation. With the help of a traverse, you can significantly expand the capabilities of a crane. They allow you to save money, resources and time, which makes the work more efficient.

**Key words:** rigging equipment, installation, traverse, rope, slings.

**Югов Анатолий Михайлович** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, техническая диагностика строительных конструкций, технология и организация монтажа металлических конструкций, работа металлических конструкций с учетом монтажных состояний.

**Григоренко Елена Викторовна** – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: влияние метода монтажа на напряженно деформированное состояние конструкции.

**Югов Анатолий Михайлович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технології і організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, технічна діагностика будівельних конструкцій, технологія і організація монтажу металевих конструкцій, робота металевих конструкцій з урахуванням монтажних станів.

**Григоренко Олена Вікторівна** – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вплив методу монтажу на напружено-деформований стан конструкції.

**Yugov Anatoliy** – D. Sc. (Eng.), Professor; Head of the Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational reliability of building metal structures, technical diagnostics of building structures, technology and organization of installation of metal structures, work of metal structures taking into account installation conditions.

**Grigorenko Elena** – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the influence of the mounting method on the stress-strain state of the structure.