

УДК.624.04.

ФЕРМОВАЯ (МАЧТОВАЯ) ТРУБА ДЛЯ КОТЕЛЬНОЙ ИЗ ТИПОВЫХ СЕКЦИЙ БАШЕННОГО КРАНА

Зернов Владимир Викторович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».

Зайцев Михаил Борисович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».

Аннотация

В статье представлен расчет и проектирование дымовой самонесущей трубы ферменного типа для модульных котельных. Показано, что типовые секции башенного крана КБМ-401ПА-27-02 можно использовать в качестве опор для газоотводящих труб модульных котельных.

Ключевые слова: модульная котельная, фермовая труба, типовые секции, башенный кран, расчетная схема, вычислительный комплекс.

TRUSS (MAST) PIPE FOR A BOILER ROOM FROM STANDARD SECTIONS OF A TOWER CRANE

Zernov Vladimir Victorovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.

Zaytsev Mihail Borisovich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.

Abstract

The article presents the calculation and design of a truss-type self-supporting chimney for modular boiler houses. It is shown that typical sections of the tower crane KBM-401PA-27-02 can be used as supports for exhaust pipes of modular boiler houses.

Keywords: modular boiler room, truss pipe, standard sections, tower crane, calculation scheme, computing complex.

Модульные котельные используются для отопления и горячего водоснабжения здания или группы зданий, обеспечения технологических процессов на промышленных предприятиях, обеспечения технологических процессов требующих пар. В качестве топлива может использоваться природный газ, дизельное топливо, сжиженный газ, мазут, сырая нефть, отработанные масла [1].

Достоинствами блочно-модульных котельных являются:

- полная заводская готовность котельной, заказчик получает котельную полностью готовую к эксплуатации;
- простота, удобство и короткие сроки монтажа котельной;
- автономность котельной и отсутствие обслуживающего персонала.

В любой блочной котельной должна быть предусмотрена возможность отведения продуктов сгорания топлива (дымовых газов, сажи, пепла, копоти). Эту функцию выполняет дымовая труба — неотъемлемый элемент любой системы отопления.

Принцип работы дымовой трубы основан на наличии тяги, то есть подъемной силы, заставляющей продукты сгорания стремиться вверх. Она, в свою очередь, обусловлена разницей температур дымовых газов и окружающего воздуха. Главное требование, которое к ней предъявляется, — соответствие экологическим нормам по скорости и концентрации рассеивания выбросов. Также дымовая труба для модульной котельной должна быть надежной, безопасной, удобной в эксплуатации.

При проектировании дымовой трубы учитываются следующие характеристики [2,3]:

1. Высота дымовой трубы. Её правильный выбор позволяет обеспечить хорошую тягу и достаточную скорость рассеивания вредных выбросов.

2. Диаметр, который должен соответствовать объему отводимых газов.

3. Расположение и количество газоотводящих стволов.

4. Материал изготовления дымовой трубы. Ее наружная поверхность должна быть морозоустойчивой, внутренняя — гладкой, жаропрочной, способной противостоять коррозии и выдерживать воздействие агрессивной химической среды.

5. Тип теплоизоляции. Она необходима для предотвращения образования конденсата на внутренней поверхности дымовой трубы, для улучшения тяги и продления срока службы конструкции.

6. Возможность технического обследования и чистки газоотводящих стволов. Для этого в каждом из них предусматривается отверстие в виде окна с дверцами.

7. Надежное крепление дымовой трубы. Оно осуществляется разными способами. В зависимости от типа крепления различают дымовые трубы самонесущие, на ферме, на растяжках, фасадные, колонные.

Для отопления и горячего водоснабжения городских микрорайонов широкое распространение получили автономные модульно-блочные котельные с ферменными (мачтовыми) дымоходами, которые состоят из сварной фермы (металлическая конструкция из решёток и поясов), к которой в свою очередь крепятся вертикальные газоходы. Именно на ферму приходятся все основные нагрузки.

Дымовая самонесущая труба ферменного типа представляет собой трёх- или четырёхгранный пространственный блок (решетчатую колонну), состоящий, соответственно, из трёх или четырёх плоских ферм, объединённых раскосами и диафрагмами жёсткости. К блоку можно прикрепить от двух до четырех газоходов (по индивидуальному заказу и при наличии технической

возможности до шести газоходов) диаметром до 1,5 м каждый. Высота фермовой дымовой трубы может достигать 60 м. Газоходы могут размещаться как снаружи блока, так и внутри. Газоходы крепятся к колонне при помощи хомутов и кронштейнов.

Установка фермы осуществляется сначала в анкерную корзину, а затем в бетонный фундамент. Пример типовой дымовой ферменной трубы приведён на рис. 1.



Рисунок 1 – Типовая дымовая ферменная труба

Конструкции газоходов предусматривают возможность очистки дымовой трубы от грязи и сажи, а также отвода конденсата и осадков из нижнего модуля. Для технического обслуживания предусмотрены лестницы и площадки обслуживания, освещенные ограждения и молниезащита.

Авторам было предложено разработать проект решетчатой колонны высотой 36 м ферменной дымовой трубы под три дымохода диаметром 500 мм модульно-блочной котельной для теплоснабжения школы на 1100 учащихся и двух многоэтажных жилых домов переменной этажности из типовых секций башенного крана КБМ-401ПА-27-02 в одном из микрорайонов г. Пензы. Дымоходы расположены снаружи несущей фермы. Типовая секция

представляет собой пространственный блок длиной 5615 мм прямоугольный в плане с размерами по осям поясов 1600x2000 мм (рис. 2). Соединение секций производится при помощи болтов.

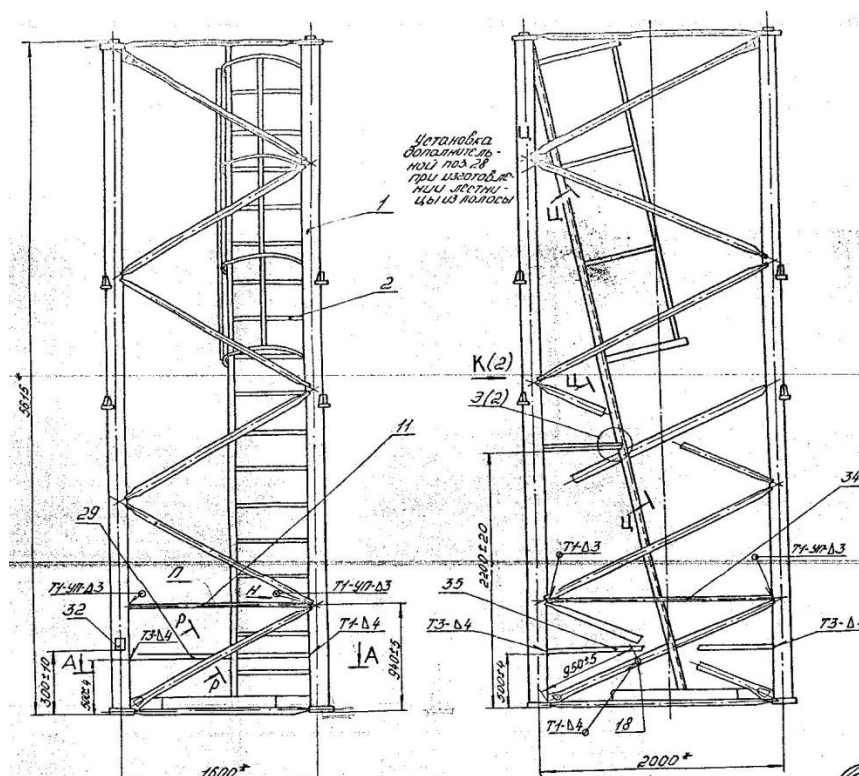


Рисунок 2 – Типовая секция башенного крана КБМ-401ПА-27-02

Для определения усилий в стержнях фермы и оценки прочности при помощи программного комплекса «Ли́ра» проведён расчёт при различных способах загрузки ферменной мачты [4-7] (рис.3).

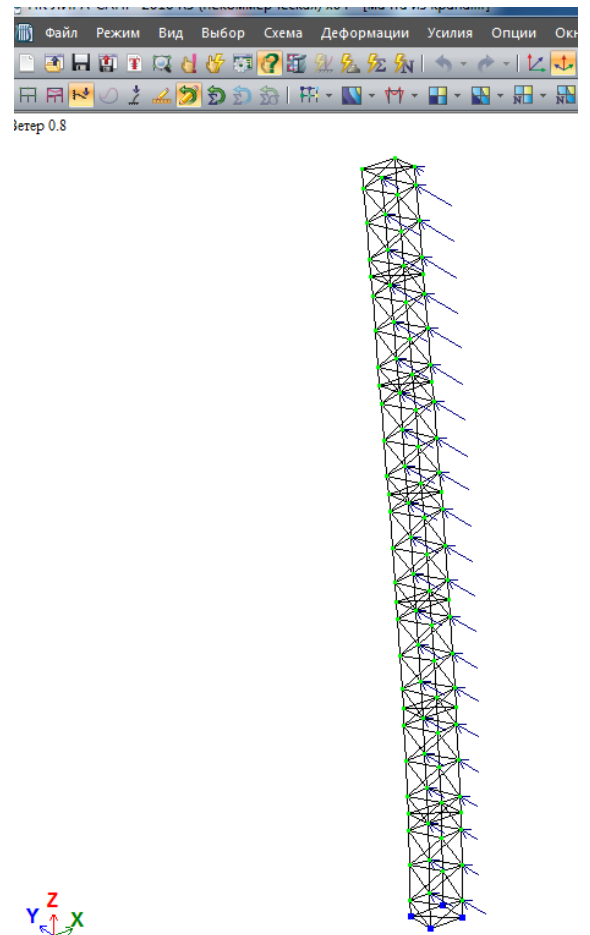
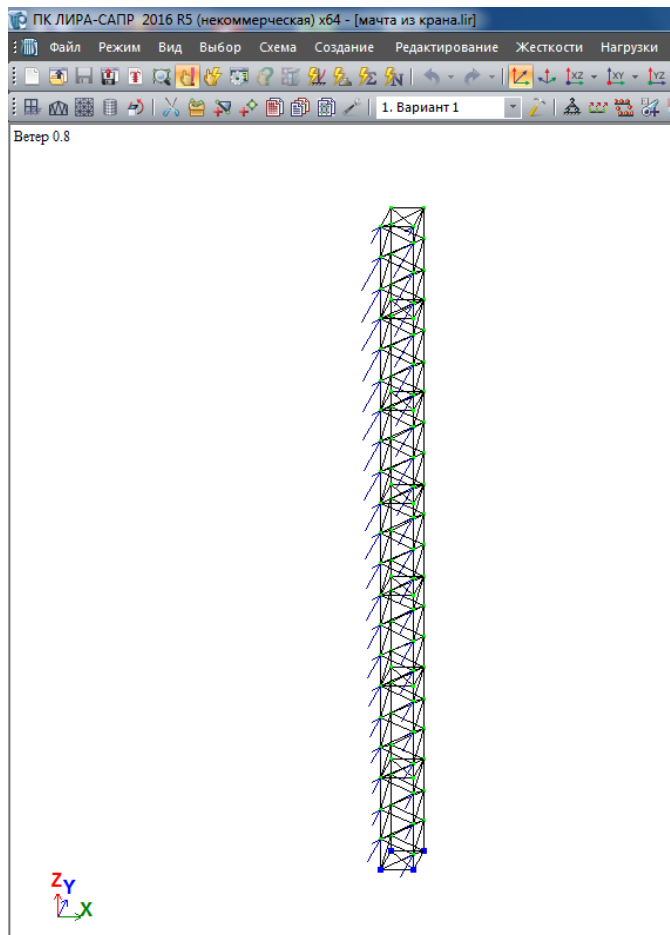


Рисунок 3 – Расчетная схема и схема деформаций от ветровой нагрузки фермовой мачты

По результатам расчёта подобраны диаметры анкерных и соединительных болтов, а также проверена прочность элементов поясов и решётки фермы (рис.4).

Фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Примечание	Проценты исчерпания несущей способности фермы по сечениям, %										Длина элемента
					нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: 1. Профиль "Молодечно" 180 x 180 x 8															
Профиль: 180 x 180 x 8; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82															
Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88															
Сортамент: УРАЛТРУБПРОМтрейд квадратные профили рекомендуемый сортамент															
1					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 100 x 100 x 4.5										
					Профиль: 100 x 100 x 4.5; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
1	1			0	83	99	99	43	43	41	41	99	43	41	2.00
1	2			0	83	99	99	43	43	41	41	99	43	41	2.00
2					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 100 x 100 x 4.5										
					Профиль: 100 x 100 x 4.5; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
2	1			0	79	94	94	42	42	40	40	94	42	40	2.00
2	2			0	79	94	94	42	42	40	40	94	42	40	2.00
3					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 100 x 100 x 4										
					Профиль: 100 x 100 x 4; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
3	1			0	79	94	94	42	42	47	47	94	42	47	2.00
3	2			0	79	94	94	42	42	47	47	94	42	47	2.00
4					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 100 x 100 x 4										
					Профиль: 100 x 100 x 4; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
4	1			0	79	94	94	42	42	47	47	94	42	47	2.00
4	2			0	79	94	94	42	42	47	47	94	42	47	2.00
8					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 80 x 4.5										
					Профиль: 80 x 80 x 4.5; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
8	1			0	74	96	96	53	53	28	28	96	53	28	2.00
8	2			0	74	96	96	53	53	28	28	96	53	28	2.00
9					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 80 x 4.5										
					Профиль: 80 x 80 x 4.5; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
9	1			0	73	95	95	53	53	27	27	95	53	27	2.00
9	2			0	73	95	95	53	53	27	27	95	53	27	2.00
10					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 100 x 100 x 4										
					Профиль: 100 x 100 x 4; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
10	1			0	76	90	90	41	41	46	46	90	41	46	2.00
10	2			0	76	90	90	41	41	46	46	90	41	46	2.00
11					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 100 x 100 x 4										
					Профиль: 100 x 100 x 4; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										
11	1			0	79	94	94	42	42	47	47	94	42	47	2.00
11	2			0	79	94	94	42	42	47	47	94	42	47	2.00
15					Подобрано: 1. Профиль "Молодечно" 80 x 80 x 4										
					Профиль: 80 x 80 x 4; ГОСТ 30245-94; ГОСТ 25577-83; ГОСТ 8639-82										
					Сталь: С255; ГОСТ 27772 - 88										

Рисунок 4 – Результаты расчета фермовой мачты

Фермовая мачта из секций башенного крана приведена на рис. 5.



Рисунок 5 – Фермовая мачта из секций башенного крана

Таким образом, типовые секции башенного крана КБМ-401ПА-27-02 можно использовать в качестве опор для газоотводящих труб модульных котельных.

Библиографический список:

1. Справочник «Промышленное газовое оборудование» / Издание 5. Под редакцией Е.А. Карякина, 2010.
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*, М., 2011.
3. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*, М., 2011.
4. Зернов В.В. Определение внутренних усилий в элементах плоской стержневой системы на основе статической матрицы [Электронный ресурс] / В.В. Зернов, М.Б. Зайцев // Моделирование и механика конструкций. 2019. №10. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no-10-nov-2019/stroitel'naya-mehanika/2.2/view>.
5. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт использования запаса несущей способности стропильной фермы при реконструкции производственного цеха [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2018. №7. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no7/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-isooruzheniya/7.20/at_download/file.
6. Зернов В.В., Зайцев М.Б., Анурьева Ю.В. Анализ устойчивости стержневых систем в упруго-пластической стадии работы [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №6. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no6/stroitel'naya-mehanika/6.4/at_download/file.

7. Зернов В.В., Зайцев М.Б. Определение предельной нагрузки для сжатого искривленного стержня фермы с учетом развития пластических деформаций сечения и реальных условий закрепления в узлах [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2015. №2. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanicspguas.ru/Plone/nomerazhurnala/no2/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/2.17/at_download/file.