

Гармашов Артем Николаевич

*студент, Казанский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Казани*

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭСТАКАДЫ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ

Аннотация. Промышленная эстакада - это ответственное несущее сооружение, предназначенное для размещения трубопроводов, кабельных трасс или пешеходных переходов на производственных площадках. Ее основная задача - создание компактного и безопасного межцехового коридора для инженерных систем, позволяющего минимизировать пересечения с наземным транспортом. По результатам анализа технической документации и обмерочных чертежей была создана трехмерная модель в программном комплексе и осуществлен расчет.

Annotation. An industrial overpass is a critical load-bearing structure designed to accommodate pipelines, cable routes, or pedestrian crossings at production sites. Its main purpose is to create a compact and safe inter-shop corridor for engineering systems, which helps minimize interference with ground-based transport. Based on the analysis of technical documentation and measurement drawings, a 3D model was created in a software package, and a calculation was carried out.

Ключевые слова: промышленная эстакада, обследование, поверочный расчет, трубопровод.

Keywords: industrial overpass, survey, verification calculation, pipeline.

1. Введение

Объектом расчета является промышленная эстакада типового проекта. Расчет осуществляется для определения состояния эстакады и принятия решения о дальнейшей эксплуатации с учетом дополнительных нагрузок (если обследование проводилось с этой целью). В рамках работы представлен алгоритм расчета подобной конструкции в программном комплексе.

2. Расчетная схема

На основании обмерочных чертежей создается трехмерная модель, назначается: жесткость элементов схемы, тип закрепления узлов, тип конечного элемента.

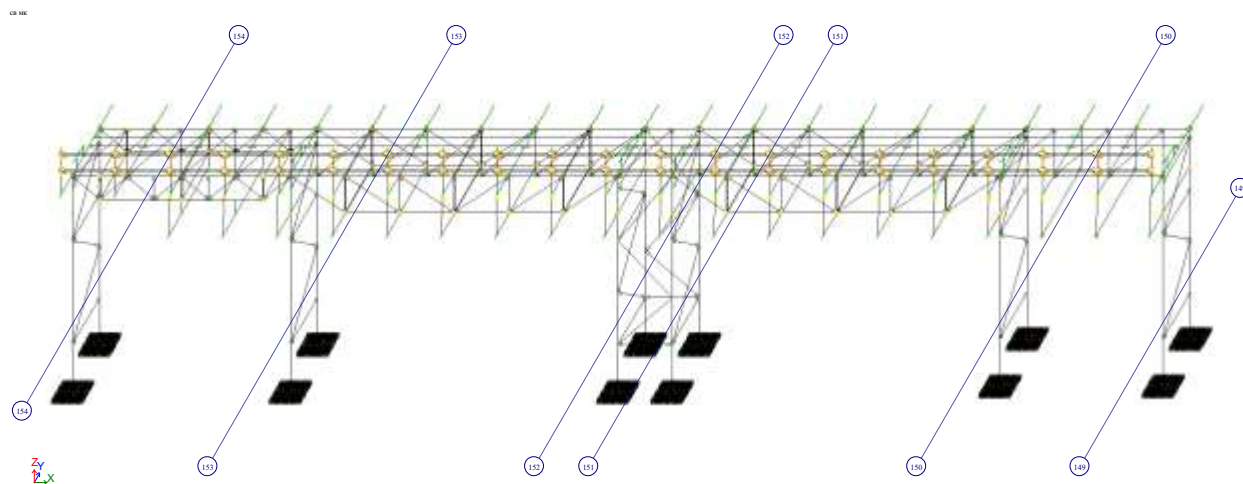


Рис. 1. Расчетная модель (иллюстрация авторов)

Figure. 1. Calculation model (illustration by the authors)

3. Нагрузки и загрузения

После создания расчетной модели идет расчет нагрузок действующих на объект.

3.1. Собственный вес

Собственный вес элементов конструкций, входящих в расчетную модель учитывается автоматически при задании жесткостей в ПК.

3.2. Технологические нагрузки

Вертикальные и горизонтальные нагрузки от трубопроводов, размещенных на эстакаде напрямую зависят от диаметра трубопровода и типа сырья. На основании этих данных производится расчет нагрузок от трубопровода и прикладывается на расчетную модель.

3.3. Снеговая нагрузка

Нормативное значение снеговой нагрузки:

$$S_0 = c_e c_t \mu S_g.$$

Расчетное значение снеговой нагрузки:

$$S = S_0 \gamma_f.$$

В зависимости от диаметра трубопровода высчитается нагрузка на траверсу и прикладывается к расчетной модели

3.4. Ветровая нагрузка

Расчетное значение ветровой нагрузки w определяется как сумма средней w_m и пульсационной w_p составляющих $w = w_m + w_p$.

Расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки w_m определяется по формуле

$$w_m = w_0 \times c \times \gamma_f,$$

где w_0 - нормативное значение ветрового давления, для соответствующего ветрового района; c – аэродинамический коэффициент; γ_f – коэффициент надежности по нагрузке.

Расчетное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки учитывается автоматически в ПК ЛИРА САПР в Загрузении 7.

3.5. Вертикальные нагрузки от кабельных лотков

Нормативное значение кабельной нагрузки от одной полки – $q = 50$ кг/м.

Расчетное значение кабельной нагрузки от 1 полки:

$Q = q \times \gamma_f \times n \times k$, где k – коэффициент заполняемости лотка.

3.6. Загрузки

При статическом и динамическом расчётах формировались и учитывались следующие загрузки:

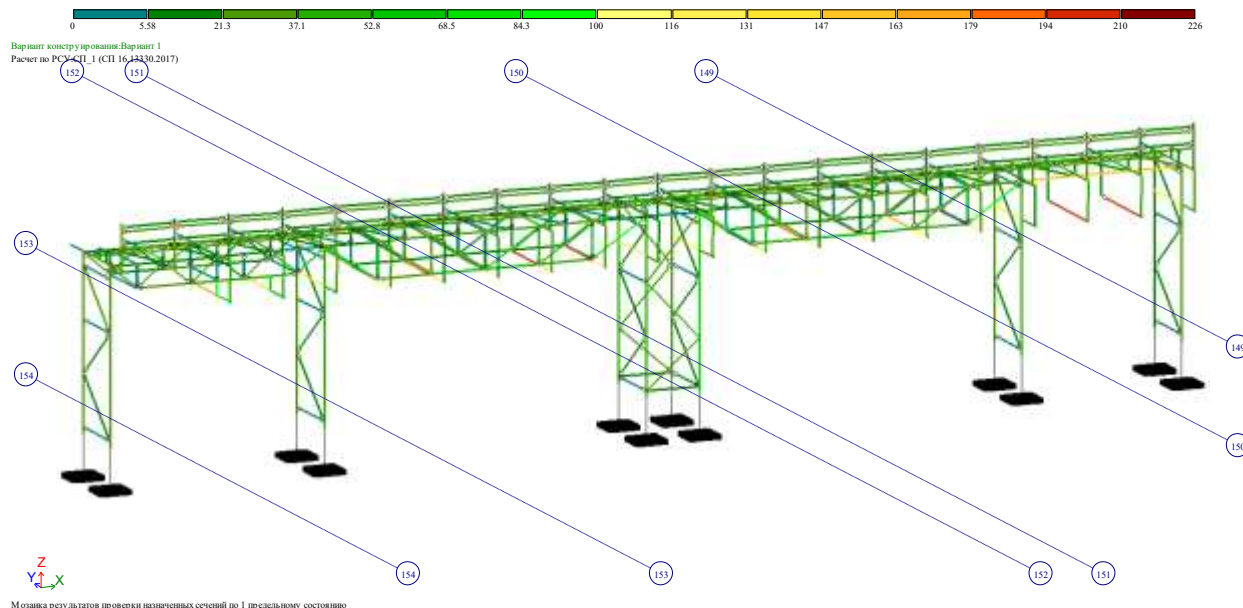
Таблица 4. Таблица загрузений

№ загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Козф. надежн.	Доля длительн.
1	св мк	Постоянное (Р)	+		1.05	1.0
2	верт трубы	Длит. прочие (Рl)	+		1.2	1.0
3	трубы гор	Длит. прочие (Рl)	+/-		1.2	1.0
4	снег	Кратк. прочие (Рt)	+		1.4	0.5
5	св кабеля	Длит. прочие (Рl)	+		1.2	1.0
6	нагр от людей	Кратк. прочие (Рt)	+		1.4	0.35
7	ветер стат	Неактивное (Н/а)	+		0.0	0.0
+8	ветер дин	Мгновенное(М)	+		1.4	0.0
9	св фунда	Постоянное (Р)	+		1.1	1.0

4. Анализ расчета

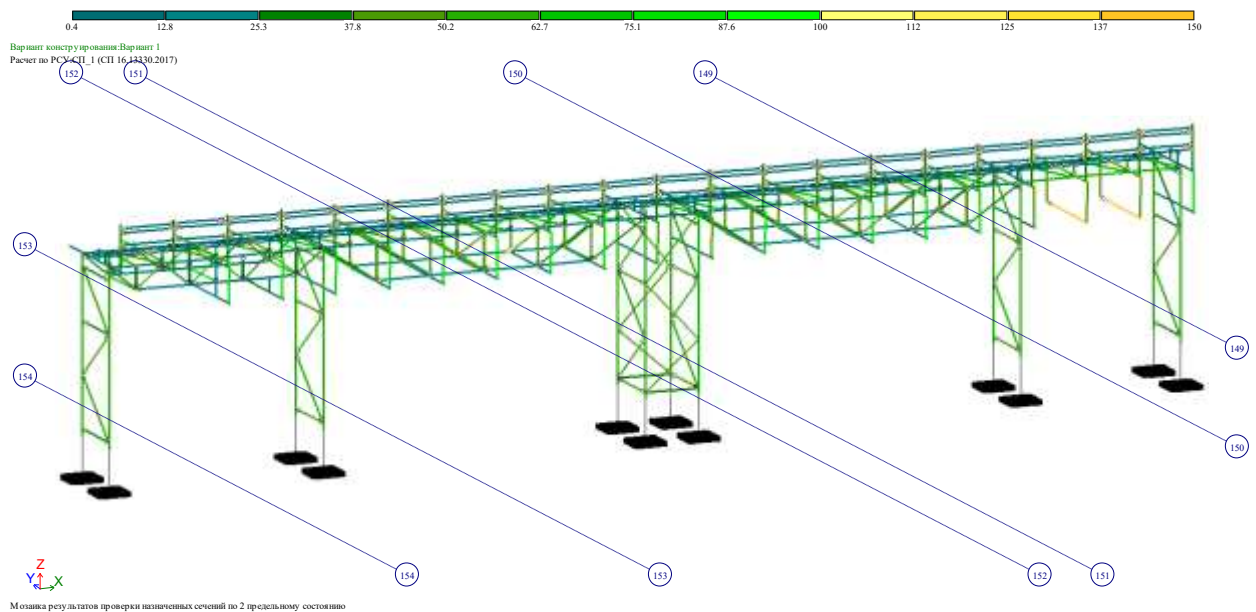
После того, как была составлена расчетная схема, рассчитаны нагрузки, загружена схема, и замоделировано основание, производится анализ усилия конструкций. Изучается и оценивается эпюры и мозаика напряжений максимальных и минимальных значений по N , M_x , M_y , а также мозаика перемещений по X, Y, Z . Полученные значения не должны превышать предельных допустимых.

Также проводится проверка назначенных сечений элементов по 1 и 2 группе ПС, коэффициент использования не должен превышать 1.



***Рис. 2 – Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 ПС
(иллюстрация авторов)***

Figure. 2. – A mosaic of the results of checking the assigned sections for 1 PS
(authors' illustration)



***Рис. 3 – Мозаика результатов проверки назначенных сечений по 2 ПС
(иллюстрация авторов)***

Figure. 3. – A mosaic of the results of checking the assigned sections for 2 PS
(authors' illustration)

Выводы. По результатам поверочных расчетов установлено, что по 1 ПС и 2ПС не проходят следующие элементы конструкций: траверсы из двутавра 12Б1; раскос фермы состоящий из уголка 63х6; балка из двутавра 30Ш1; стойка состоящая из двутавра 12Б1.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что прочность и эксплуатационная пригодность конструкций эстакады на действие существующих нагрузок не обеспечена, требуется усиление.

5. Заключение

1. В рамках данной работы был изучен подхода расчета технологической эстакады, был составлен алгоритм с примером загружений и вычисления нагрузок.

2. По результатам поверочных расчетов установлено, что несущая способность конструкций эстакады не обеспечена, а коэффициент использования элементов не превышает 1, требуется усиление.

3. Таким образом не подтверждается способность дальнейшей эксплуатации эстакады, а также не подтверждается установление дополнительного оборудования.

Список литературы /References.

1. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – Москва, 2016.
2. СП 24.13330.2021 «Свайные фундаменты». – Москва, 2022.
3. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Москва, 2017.
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – Москва, 2016.
5. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция / Минрегион России. – М.: ОАО ЦПП, 2020.
6. Пособие по проектированию отдельно стоящих опор и эстакад под технологические трубопроводы (к СНиП 2.09.03-85) ЦНИИпромзданий. – Москва, 1989. – 80с. Москва: ЦНИИпромзданий, 1989. – 80 с.
7. ГОСТ 31937-2024. Правила обследования и мониторинга технического состояния.