

6. Взаємодія споруд із ґрунтом і пальові основи / Яковлев П.І., Готман А.Л., Курмаєв Р.Г. - Одеса: Астропринт, 2004. - 512 с.
7. Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений: Учебн. пособие для студентов вузов по спец. «ПГС» / Б.И. Далматов, Н.Н. Морарескул, В.Г. Науменко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 239 с., ил.
8. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: Підручник / М.Л. Зощенко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников. – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с.
9. Цветкова Е.В. Разработка метода расчета и прогноза устойчивости нагруженных откосов и склонов как оснований сооружений на основе анализа напряженного состояния грунтов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Цветкова Елена Владимировна; ВГАСУ. – Волгоград, 2007. – 23 с.
10. Bowmen E.T. General Report of TC 208. Slope Stability in Engineering Practice / E.T. Bowmen, R.J. Fannin // Proc. of the 18th Inter. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Challenges and Innovation in Geotechnics. – France, Paris: Press and Pons, 2013. – P. 2137–2144.

УДК 624.012

Яровой С.Н.

Проектный и научно-исследовательский институт «Харьковский Промстройинипроект»

Дорофеев Е.Ю.

Научно-производственный консорциум «Спецгеопарк», г.Москва

ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ И ПРИЧИНЫ ОБРУШЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭСТАКАДЫ ПОД ФАКЕЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ КОМПЛЕКСА РИФОРМИНГА ООО «ЛУКОЙЛ-НИЖЕГОРОДНЕФТЕОРГСИНТЕЗ»

Технологическая эстакада под факельные трубопроводы комплекса риформинга ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» г. Кстово Нижегородской обл. построена и введена в эксплуатацию в 1997 году по проекту института «Нижегородниинефтепродукт. Общая длина обследуемого участка металлической эстакады – 520.50м и насчитывает - 29 металлических стоек. На металлические стойки эстакады и пролетные строения на разных отметках опираются технологические трубопроводы и кабельная трасса (рис.1).

Металлические стойки технологической эстакады представляют собой сквозные колонны. Расстояние между ветвями колонн - 2400мм. Шаг колонн, в основном, - 12.00м -15.00м. Высота стоек – от 7600мм до 8900мм. Ветви стоек изготовлены из широкополочных двутавров 40Ш1 и 30Ш1.



Рис.1. Общий вид металлической технологической эстакады после обрушения балок кабельной трассы.

В нижней части стойки, до пролетных строений, ветви связаны крестовой решеткой из уголков 75х6. В верхней части стойки развязаны треугольной решеткой из двух парных уголков 75х6. В уровне оголовка ветви стойки связаны

между собой балкой из двух швеллеров №20, сваренных в коробку. Также к стойкам эстакады в двух или одном уровнях приварены поперечные балки (траверсы) из двух швеллеров №16, сваренных в коробку. Эти балки опираются на стойки через столики из уголков 140x10. Все элементы стоек изготовлены из стали С245 (ВСтЗпс).

Вдоль эстакады на металлические стойки в одном уровне установлены пролетные строения, на которые опираются технологические трубопроводы. Балки пролетных строений изготовлены из широкополочных балок 23Б1 и развязанных между собой треугольной решеткой из уголков 75x6. Балки опираются на ветви стойки через столики из уголков 140x10. На балки пролетных строений под технологические трубопроводы установлены поперечные балки из двух швеллеров №16, сваренных в коробку. Между некоторыми стойками установлены продольные треугольные связи из парных уголков 75x6 и 125x8. Все элементы пролетных строений изготовлены из стали С245 (ВСтЗпс), за исключением решетки пролетных строений, изготовленных из стали С235 (ВСтЗкп).

В процессе эксплуатации между некоторыми стойками установлены дополнительные пролетные строения из широкополочных балок 23Б1 и развязанных между собой треугольной решеткой из уголков 75x6. Многие стойки были увеличены по высоте и на наращенные участки стоек установлены пролетные строения из широкополочных балок 23Б1 и развязанных между собой треугольной решеткой из уголков 75x6. На консольную часть поперечных балок металлических стоек и балок пролетных строений установлены стойки, к которым приварены две несущие балки кабельной трассы. Эти балки изготовлены из двух швеллеров №14, сваренных в коробку. То есть, за время эксплуатации происходит постоянное наращивание вертикальной и горизонтальной нагрузки на существующие несущие конструкции стоек и пролетных строений.

Металлические стойки эстакады опираются на монолитные железобетонные ростверки, основанием под ростверки

8 свай и 12 свай сечением 300x300мм длиной 8.00м. Ростверки изготовлены из бетона класса В15, W6, F75. Подошва ростверка армирована сетками из арматуры Ø 12АШ.

В ноябре 2014 года на участке длиной 150м произошло обрушение балок пролетных строений кабельной трассы (рис.2).



Рис. 2. Балки кабельной трассы между после обрушения изогнуты и деформированы

Для определения причин обрушения балок кабельной трассы и разработки рекомендаций по устранению причин и последствий обрушения было проведено обследование технического состояния несущих строительных конструкций. В результате визуального и инструментального обследования технического состояния строительных конструкций эстакады под технологические факельные трубопроводы комплекса риформинга ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» г. Кстово Нижегородской обл. выявлены следующие дефекты и повреждения, превышающие значения, установленные действующими нормативными документами и влияющие на эксплуатационную пригодность сооружения:

- разрушение швов в месте стыка швеллеров консольной части поперечной балки, на которую опиралась стойка под балки пролетных строений для кабелей;
- общая потеря устойчивости консольных участков поперечных балок под стойки, на которые устанавливались балки кабельной трассы (рис.3);

- сверхнормативные прогибы (110 мм, что составляет 1/100 пролета) балок кабельной трасы между стойками;

- деформация сечения балок под кабели в середине пролета (начало процесса потери общей устойчивости).

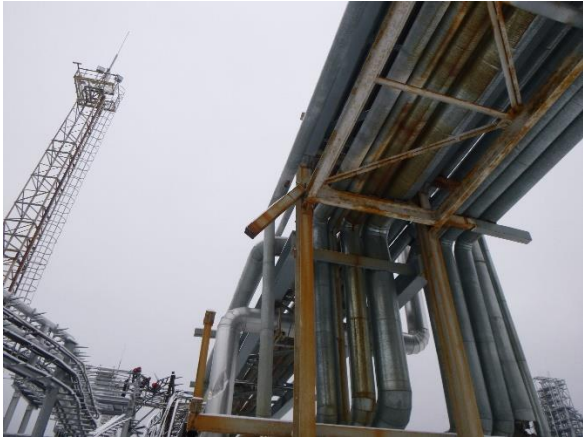


Рис. 3. Разрушение поперечной балки металлической стойки С274-риф-95 из-за разрушения швов в месте стыка швеллеров

За время эксплуатации металлоконструкций эстакады осуществлялось постоянное увеличение вертикальной и горизонтальной нагрузки на стойки, балки кабельной трасы за счет установки дополнительных трубопроводов и кабелей. Нарастают консоли поперечных балок по длине стыковыми швами (без разделки кромок и накладок), нарастают стойки по высоте для установки дополнительных трубопроводов, подвешиваются дополнительные кабели на балки пролетных строений без увеличения сечения балок. Фактические сверхнормативные прогибы балок кабельной трасы свидетельствуют о их перегрузке (рис.4). Проверочные расчеты прогибов балок пролетных строений с учетом реального нагружения соответствуют фактическим прогибам и существенно превышают нормативные (нормативный - 1/200 пролета, фактический - 1/100 пролета).

Балки пролетных строений кабельной трасы изготовлены из двух швеллеров №14, сваренных в коробку, и расположены по вертикали на расстоянии 1.0м друг от друга. Балки в пролете практически не развязаны между собой (крюки для

подвески кабелей, балки между собой не развязывают) и не развязаны из плоскости, что приводит к потере общей устойчивости. Нормальные напряжения в балках кабельной трасы с учетом фактического нагружения и учетом общей потери устойчивости (с учетом ϕ_b) составили $\sigma=2711 \text{ кг/см}^2$, что значительно больше $R_y \gamma_c=2450 \cdot 0.95=2327.5 \text{ кг/см}^2$.

Исчерпанию несущей способности способствует и увеличение боковой нагрузки от ветра при увеличении количества кабелей (за счет увеличения парусности).



Рис. 4. Прогибы металлических балок кабельной трасы - 100мм (1/100 пролета).

Все эти факторы привели к перегрузке и исчерпанию несущей способности балок пролетных строений и поперечных балок на колоннах, разрушению стыковых швов поперечной балки стойки С273-риф-95 с последующим обрушением балок кабельной трасы.

На момент обследования балки кабельной трасы и поперечные балки колонн находились на пределе несущей способности, что угрожало при дальнейшем увеличении вертикальной или горизонтальной нагрузки (сильный порыв ветра) обрушением несущих конструкций эстакады.

По результатам технического обследования металлических конструкций технологической эстакады под факельные трубопроводы комплекса риформинга, проверочных расчетов с учетом реального за-

гружения были даны рекомендации по замене и усилению металлических конструкций. Проведение срочных ремонтных работ по замене и усилению металлических конструкций предотвратили возникновение потенциальных аварийных ситуаций на объекте повышенной опасности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.
2. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкции зданий и сооружений. Стальные конструкции. Нормы проектирования, изготовления и монтажа.
3. СНиП 3.04.03-85. Защита строительных конструкций от коррозии. Правила производства работ.
4. Металлические конструкции. Г.С. Ведеников и коллектив авторов. Москва. Стройиздат. 1998 г.
5. Металлические конструкции. Современное состояние и перспективы развития. Мельников Н.П. Москва. Стройиздат. 1983 г.
6. Металлические конструкции. Специальный курс. Е.И. Беленя, Н.Н. Стрелецкий, Г.С. Ведеников, Л.В. Клепиков, Т.Н. Морачевский. Москва. Стройиздат, 1982.
7. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Под общ. ред. В.В.Кузнецова. ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова. Москва. 1999.
8. Строительная сталь. В.Н. Скороходов, П.Д. Одесский, А.В. Рудченко. Москва. Metallurgizdat. 2002.
9. Steel Structures. Design and Behavior (5-th Edition). Salmon C., Jonmson J. UK. 2008.
10. Steel Structures Design. USA: New Factor Publication. Williams A. 2010.

УДК 628.147.25

Алейникова А.И.*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ
ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ
ВОДОСНАБЖЕНИЯ г.ХАРЬКОВА**

Введение. Надежное и устойчивое функционирование систем питьевого водоснабжения является неотъемлемым элементом жизнеобеспечения населения городов. Системой водоснабжения называют комплекс сооружений для обеспечения водой всех потребителей, которая должна отвечать основным требованиям, предъявляемым к ней: иметь надлежащую степень надежности и непрерывности подачи воды; обеспечивать необходимое качество и количество воды; обеспечивать необходимое давление воды на выходе [1]. Стабильность централизованного водоснабжения во многих научных исследованиях и на практике рассматривается как отсутствие перебоев в подаче воды потребителям и сводится к сохранению и обеспечению эксплуатационного уровня количественных параметров на сооружениях

распределения воды по давлению и расходу [2–4]. На сегодняшний день проблема развития и модернизации системы водоснабжения, ключевым элементом которой являются водоводы и водораспределительные сети, остается одной из наиболее актуальных среди многочисленных проблем реформирования систем жилищно-коммунального хозяйства г. Харькова, Недостаточное финансирование на плановый капитальный ремонт влечет за собой интенсивный поиск организационно-технологических решений, позволяющих обеспечить надежность и экономическую эффективность от последующей эксплуатации сетей водоснабжения г. Харькова.

Целью данной работы является исследование комплекса мероприятий, направленного на повышение надежности