

УДК 699.1:665.6/7

В.С. ШИРОКОВ

аспирант кафедры металлических и деревянных конструкций, младший научный сотрудник ОНИЛ «Реконструкция» Самарский государственный архитектурно-строительный университет

О БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ПРЕДПРИЯТИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ABOUT SAFETY OPERATION OF OUTDOOR UNITS OF PETROCHEMICAL INDUSTRY ENTERPRISE

Представлены результаты технического обследования и диагностики металлических конструкций наружных установок предприятия нефтехимической промышленности Самарской области. Приведены основные конструктивные характеристики шести стальных этажерок. Даны основные виды дефектов строительных конструкций по каждой из наружных установок. Выявлены общие характерные повреждения, свойственные подобным сооружениям.

Ключевые слова: обследование, дефекты, наружная установка, металлические конструкции.

В нефтехимической промышленности для обеспечения технологического процесса часто используются наружные установки – металлические или железобетонные этажерки. На них располагается технологическое оборудование (крекинг-установки, установки непрерывного коксования, очистки масел, синтеза каучука и т.д.) [1], таким образом, конструкции подвергаются воздействию агрессивной среды в зависимости от вида производства.

На существующих и действующих предприятиях располагается большое количество наружных установок, возведенных в разные годы, многие из которых построены еще в середине XX в. При этом с течением времени на предприятиях изменяются технологические процессы и нагрузки, а также обновляется оборудование, установленное на существующих конструкциях. Все это дает предпосылки

There are represented results of engineering inspection and diagnostics of metal structures of outdoor units of Samara Region`s petrochemical industry enterprise. There are given major constructive characteristics of six steel independent stack-frames. There are given main types of defects of building structures for each outdoor unit. There are detected general characteristic defects are inherent to such constructions.

Key words: engineering inspection, defects, outdoor unit, metal structures.

к анализу технического состояния этажерок для их безопасной эксплуатации.

В [1] приводится следующее определение данных сооружений:

Этажерки – довольно широкий класс промышленных сооружений, применяемых в химической, нефтяной, машиностроительной и других отраслях промышленности.

Модернизация технологического оборудования завода, а также длительная эксплуатация сооружений вызвали необходимость проведения обследования технического состояния строительных конструкций наружных установок.

В отношении одного из предприятий нефтехимической промышленности Самарской области обследовано шесть металлических этажерок. Все они располагаются вне зданий основного производства

Таблица 1

Основные параметры наружных установок

Параметры	НУ И-8-13	НУ№2 И-9	НУ№1 ИП-4	НУ№3 ИП-4	НУ№5 И-6	НУ№2 И-6
Ширина, м	12,2	8,25	15,0	18,0	9,0	7,7
Длина, м	18,9	44,2	17,5	18,0	51,5	9,5
Общая высота, м	10,5	38,0	10,4	23,5	37,0	37,9
Количество ярусов	2	7	2	6	9	10
Отметка опнезащиты, м	4,0	3,0	5,4	3,6	3,0	7,0
Год постройки	1963	1961	1965	1968	Нет данных	Нет данных

и не имеют стенового ограждения. Если их условно разделить по высоте: до 30 м – низкие, свыше 30 м – высокие этажерки, то три из рассматриваемых сооружений являются низкими и, соответственно, три – высокими. Основные размеры наружных установок приведены в табл. 1.

В конструктивном отношении все сооружения – каркасного типа, состоящие из металлических колонн двутаврового сечения. Балочные клетки выполнены по чертежам, разработанным «Промстрой-проектом», и состоят из главных и второстепенных балок – прокатных и сварных двутавровых профилей. В качестве распределительных элементов под листовой настилом использованы прокатные швеллеры. Перекрытия выполнены из металлического прокатного настила по балочной клетке.

Для обеспечения жесткости и пространственной геометрической неизменяемости каркаса установлены связи из спаренных уголков.

В целях обеспечения пожарной безопасности, в пределах первого яруса металлические стойки и балки покрыты железобетонной рубашкой, перекрытия выполнены из монолитного железобетона. На вышележащих уровнях металлоконструкции окрашены защитной краской.

Состав сечений по элементам конструкций наружных установок приведен в табл. 2, из которой видно, что для высоких этажерок (НУ №2 И-9, НУ №5 И-6 и НУ №2 И-6) использованы сечения основных стоек I №40 или аналогичные сварные двутавровые профили. Для низких наружных установок применены в основном двутавровые сечения I №30,

Таблица 2

Сечения основных элементов каркаса

Основные элементы каркаса	НУ И-8-13	НУ №2 И-9	НУ №1 ИП-4	НУ №3 ИП-4	НУ №5 И-6	НУ №2 И-6
Стойки каркаса	I №30К	I №40Т ₃ I №40Т ₃ I №20Т	Сварные двутавры*: <u>250/200/320</u> 16/10/16 <u>300/200/350</u> 10/8/10 <u>250/200/320</u> 16/10/16	Сварные двутавры: <u>380/360/380</u> 16/10/16 <u>250/360/250</u> 10/10/10 <u>300/300/300</u> 12/10/12 <u>250/280/250</u> 10/8/10	I №40Т ₄ I №40Т ₁₀ I №22Т ₃	Сварные двутавры: <u>370/355/370</u> 16/10/16
Продольные балки перекрытия	I №30 I №45	I №45 I №50 I №55а I №60	I №40 I №45 I №55	I №40 I №45 I №55 Сварные двутавры: <u>360/710/360</u> 16/16/16 <u>240/710/240</u> 10/10/10	I №40 I №45 I №50 I №55 I №60	I №30
Поперечные балки перекрытия	I №20	I №22 I №24а I №30	I №30 I №36	I №30 I №36	I №33	I №30
Балки под оборудование и балки настила	[№16 [№20	[№12 [№14а	[№16 [№20 [№24	[№12 [№16 [№20 [№24 [№30	[№12	[№18
Вертикальные связи	2L60x6 2L75x7	2L63x6 2L75x6 2L90x6 2L110x7	2L63x6 2L75x6 2L90x6 2L110x7 2L125x9 2L140x9 2L160x10	2L63x6 2L75x6 2L90x6 2L110x7 2L125x9 2L140x9	2L63x6 2L75x6 2L90x6 2L110x7	2L125x200x12 2L160x100x12

* – Формат записи сечений сварных двутавров:
Ширина нижней полки/Высота стенки/Ширина верхней полки
Толщина нижней полки/Толщина стенки/Толщина верхней полки

а также эквивалентные им сварные двутавры. Продольные балки перекрытий являются основными горизонтальными несущими элементами, на которые приходится наибольшая нагрузка, поэтому они выполнены из мощных двутавров сечений от I №40 до I №60. Поперечные балки, несущие меньшую нагрузку, изготовлены из двутавров от I №20 до I №30, в некоторых случаях – из двутавров I №36. Вертикальные связи выполнены из спаренных уголков сечениями от 2L60x6 до 2L160x10.

Сотрудниками ОНИЛ «Реконструкция» в третьем квартале 2012 г. был произведен комплекс работ по обследованию несущих конструкций наружных установок и выявлены основные дефекты, возникшие в элементах сооружения при воздействии агрессивной среды нефтехимического производства.

В ходе обследования выявлены следующие основные дефекты строительных конструкций этажей.

Огнезащита колонн каркаса этажерки НУИ-8-13 до отметки +3,500 м имеет нарушения на локальных участках. В балках под оборудование в осях Д-Н обнаружена начальная коррозия конструкций до 5 % площади сечения.

Для конструкций наружной установки НУ №2 И-9 наиболее распространенным дефектом является коррозия различной степени балок перекрытия по всей высоте этажерки (рис. 1). При этом многие балки имеют сквозную коррозию полог или стенок, что особенно ярко выражено на первых двух ярусах (+3,000 и +6,000 м). Также обнаружены нарушения узлов крепления связевых конструкций.

Для этажерки НУ №1 ИП-4 основным видом повреждений является нарушение бетонной огнезащиты металлических конструкций до отметки +5,400 м, что выражается в вертикальных трещинах и в некоторых случаях в разрушении обетонки колонн и балок перекрытия первого яруса.

Основные несущие конструкции наружной установки НУ №3 ИП-4 получили повреждения в виде разной степени коррозии металлических конструкций, разрушения огнезащитной обетонки (рис. 2), эрозии бетона некоторых участков плиты перекрытия на отметке +3.500 м, нарушения целостности металлических конструкций (срез связей, разрез балок перекрытия).

Наиболее распространенными дефектами конструкций этажерки НУ №5 И-6 является разрушение огнезащитной обетонки в пределах первого яруса. По всей высоте наружной установки наблю-

дается коррозия несущих металлических конструкций различной степени в виде слоистой коррозии на нижних уровнях и начальной – на верхних. Многие элементы конструкции этажерки имеют погибы. Практически на всех вертикальных связях выявлено отсутствие соединительных планок и нарушение узлов крепления элементов связей к колоннам. На отметке +28,000 м установлены фермы, элементы которых имеют погибы, потерю устойчивости, также у одной фермы отсутствует раскос (рис. 3).

У конструкций наружной установки НУ №2 И-6 нарушена огнезащита колонн до отметки +7,000 м, коррозия металла на локальных участках составляет до 5 %. Балки перекрытия на отметке +7,000 м имеют нарушения огнезащиты и коррозию нижнего пояса балки до 15 % толщины сечения. Значительной коррозии подвержены также вертикальные связи, результатом которой является деформация ветвей. Также отсутствуют многие элементы вертикальных связей (рис. 4).

Обобщая повреждения шести наружных установок, можно выделить следующие основные дефекты, свойственные данным сооружениям:

1. Разрушение огнезащитной обетонки и сильная коррозия металлических конструкций первого яруса этажерок.
2. Коррозия различной степени металлических конструкций по всей высоте сооружений.
3. Погибы элементов металлических конструкций.
4. Нарушение узловых соединений.
5. Нарушение целостности (вырезы, срезы) либо полное отсутствие элементов металлических конструкций.

Анализ указанных дефектов показал, что они вызваны следующими причинами:

1. Недочетами при проектировании сооружения, которые выражаются в устройстве бетонной огнезащиты. Некоторые вопросы коррозии металлических конструкций под огнезащитной обетонкой рассмотрены в работе А.М. Гончарова [2], в которой показано, что такой вид огнезащиты не только неэффективен, но также в некоторых случаях может усугублять коррозионные процессы. Такое конструктивное решение сокращает срок службы сооружения.

2. Некачественным производством работ на стадии монтажа, результатом чего являются погибы и нарушения узловых соединений. В некоторых случаях данные дефекты могут привести к изменению статической работы конструкции: появление



Рис. 1. Сквозная коррозия полок балки этажерки НУ №2 И-9



Рис. 2. Разрушение огнезащитной обетонки и слоистая коррозия элемента связи НУ №3 ИП-4



Рис. 3. Отсутствие раскола фермы НУ №5 И-6



Рис. 4. Отсутствие элементов вертикальной связи НУ №2 И-6

эксцентриситетов, перераспределение усилий в элементах и т.д.

3. Низкой культурой эксплуатации, следствием которой является коррозия конструкций. Согласно [3], нормативный срок службы подобных сооружений составляет 59 лет, фактический же либо уже достиг этого значения, либо приближается к нему (табл. 1). За это время должны проводиться плановые ремонтные мероприятия, в том числе и перекраска металлических конструкций. Судя по виду повреждений, данный вид работ не проводился, что усугубилось воздействием агрессивной среды.

4. Необходимостью проложить новые технологические коммуникации, установить оборудование и т.п. Это вызывает наиболее серьезные виды дефектов – отсутствие и вырезы элементов. Нарушение конструктивной целостности элементов или конструкций оказывает значительное влияние на прочность и устойчивость сооружения в целом, а соответственно, и на безопасную эксплуатацию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Троицкий, П.Н. Промышленные этажерки [Текст] / П.Н. Троицкий. – М.: Стройиздат, 1965.
2. Гончаров, А.М. Повреждение металлических конструкций производственных сооружений: дис. ... маг. техники и технологии [Текст] / А.М. Гончаров. – Самара, 2011.
3. Руководство по инженерной эксплуатации, содержанию и ремонту производственных зданий и сооружений РТМ 1652-10-91 [Текст]. – М.: МГО Нефтеком, 1991.

© Широков В.С., 2013