

УДК 624.012

Яровой С.Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

НАДЕЖНОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРИГОДНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ЭСТАКАДЫ 6-7 ЦЕХА АММИАК 4 ОАО «АКРОН» В ГОРОДЕ ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ПРЕБЫВАНИЯ В СТАДИИ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В середине 80-тых годов XX столетия на Новгородском ПО «Азот» было начато строительство 4-й очереди по производству аммиака, мощностью 450 тыс. тонн в год. К 1988 году были смонтированы железобетонные и металлические конструкции большинства зданий и сооружений, входящих в пусковой комплекс цеха Аммиак 4. В этом же году стройка была приостановлена. Мероприятия по консервации строительных конструкций зданий и сооружений выполнены не были. В 2013 году было принято решение на строительство современного агрегата аммиака мощностью 2060 т/сутки, максимально используя здания и сооружения незавершенного строительства. На момент начала реконструкции здания и сооружения простояли без эксплуатации 25-30 лет. В начале реконструкции в 2013 году было проведено несколько обследований технического состояния и экспертиз промышленной безопасности всех недостроенных зданий и сооружений. В октябре 2015 года перед пуском цеха Аммиак 4 в эксплуатацию было проведено дополнительное обследование технического состояния зданий и сооружений, для определения технического состояния конструкций после устранения повреждений выявленных в предыдущих обследованиях. Рассмотрим техническое состояние металлических и железобетонных конструкций технологической эстакады 6-7 (фото 1).

Эстакада построена по проекту Новгородского отделения института ГИАП. Сооружение более 25 лет простояло в стадии незавершенного строительства. Общая длина эстакады в осях 15-27 – 177 м. По длине эстакада разделена на два температурных отсека, в осях 15-21 – длиной 90 м, в осях 22-27 – 78 м.



Фото 1. Общий вид эстакады 6-7 цеха Аммиак 4.

Основными несущими конструкциями эстакады является металлические пространственные неподвижные опоры по осям 18 и 24 и железобетонные колонны маятникового типа по остальным осям, соединенные между собой пролетными строениями, по которым в трех уровнях уложены траверсы. Устойчивость и геометрическая неизменяемость эстакады обеспечивается в продольном направлении – неподвижными опорами в каждом температурном отсеке, в поперечном направлении – связями по колоннам эстакады.

Неподвижные опоры по осям 18 и 24 – башенного типа. Ветви опор изготовлены из металлических широкополочных двутавров 50Б2, решетка опор – крестового и таврового сечения из уголков 125х8 и 75х6. Маятниковые опоры – железобетонные прямоугольные двухветвевые высотой 9,4 м, сечением – 400х600 мм, рабочая арматура 25 А III. Решетка между колоннами – из парных металлических уголков таврового сечения из парных уголков 100х8 и 90х8.



Фото 2. Железобетонная колонна эстакады. Разрушение защитного слоя бетона вдоль рабочей арматуры, оголение и коррозия арматуры до 5%.

Пролетные строения эстакады – металлические фермы, параллельные пояса и раскосы которой выполнены из парных уголков таврового сечения. Верхний пояс изготовлен из парных уголков 180x11, нижний – из парных уголков 110x8, раскосы – из парных уголков 125x8 и 75x6. Пролеты ферм – 12м и 18м, высота ферм – 3.43м. Консоли ферм длиной 3м и 4.5м. По нижним и верхним поясам ферм устроены продольные крестовые связи из парных уголков 90x7 или 75x6. Траверсы на фермах изготовлены из двух швеллеров №30 и стального листа толщиной 10мм. Расстояние между швеллерами – 300мм или 400мм. На траверсы по верхним поясам ферм пролетных строений установлены опорные рамы для третьего яруса эстакады. Стойки траверс рам – составные из металлических прокатных швеллеров №24. По траверсам нижнего пояса ферм в отдельных участках выполнены проходные площадки. Для подъема на площадку выполнена металлическая лестница.

Фундаменты под опоры – монолитные железобетонные столбчатого типа. Глубина заложения – 2.84м, размеры подошвы фундамента – 3.6x4.2м. Фундамент изготовлен из бетона класса В15, водонепроницаемость – W6, морозостойкость – F75. Нормативная глубина сезонного промерзания насыпных грунтов и супесей составляет 1.49м. Геологическое строение площадки в районе сооружения следующее: супеси серые, пылеватые, текучие с

включением гравия, гальки со следующими физико-механическими характеристиками: $\rho=2.10 \text{ кг/см}^3$, $\varphi=240$, $c=10 \text{ кПа}$, $E=12 \text{ МПа}$ и суглинки бурые, легкие, пылеватые, полутвердые с включением гравия, гальки со следующими физико-механическими характеристиками: $\rho=2.12 \text{ кг/см}^3$, $\varphi=200$, $c=57 \text{ кПа}$, $E=23 \text{ МПа}$.

Эстакада 6-7 предназначена для размещения технологических трубопроводов.

При инструментальном обследовании определялись следующие характеристики:

- фактическая прочность бетона, толщина защитного слоя бетона, коррозионный износ арматуры монолитных железобетонных фундаментов и сборных железобетонных колонн (фото 2);
- коррозионный износ элементов металлических колонн и связей между колоннами, металлических ферм пролетных строений, металлических связей по верхнему и нижнему поясам ферм, металлических поперечных траверс (фото 3);
- фактические геометрические размеры и марки стали металлоконструкций пролетных строений;
- наличие и качество сварных швов металлоконструкций эстакады.



Фото 3. Узел опоры металлической колонны на фундамент. Гайки на анкерных болтах отсутствуют, отсутствует цементная подливка под опорным листом колонны.

Прочность бетона железобетонных конструкций определялась прибором ОНИКС-2.5 и составила – для монолитных железобетонных фундаментов - 21,2-23,5 МПа (класс В15), для сборных железобетонных колонн – 25,2-27,3 МПа (класс

примерно В20), что соответствует проектной прочности.

Толщина защитного слоя бетона монолитных железобетонных фундаментов и сборных железобетонных колонн измерялась металлической линейкой в местах разрушения бетона и на неповрежденных участках конструкций магнитным прибором «Поиск-2.5» и составила в монолитных железобетонных фундаментах – 42-45 мм; в сборных железобетонных колоннах – 20-22 мм, что соответствует нормативным требованиям.

Степень поражения коррозией арматуры монолитных железобетонных фундаментов и сборных железобетонных колонн, металлических колонн, металлических ферм пролетных строений, металлических связей по верхнему и нижнему поясам ферм, металлических поперечных траверс, определялась путем измерения фактических размеров штангенциркулем.

Коррозионный износ рабочей арматуры в монолитных железобетонных фундаментах отсутствует, коррозионный износ рабочей арматуры и хомутов сборных железобетонных колонн – до 5%. Коррозионный износ металлических колонн, металлических балок металлических ферм пролетных строений, металлических связей по верхнему и нижнему поясам ферм, металлических поперечных траверс – до 5%.

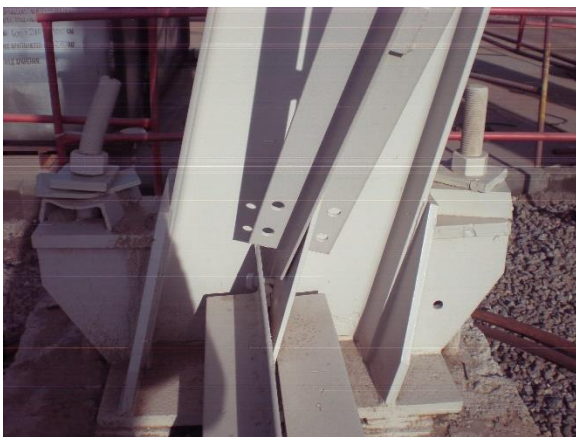


Фото 4. Металлическая опора. Отсутствуют болты и сварные швы между фасонками и элементами решетки, анкерные болты изогнуты.

По результатам исследований отобранных образцов металла из металлоконструкций ферм пролетных строений установлено, что конструкции изготовлены из стали ВСтЗсп.

В результате визуального и инструментального обследования выявлено большое количество дефектов и повреждений, отклонений от проектных характеристик, превышающих значения, установленные действующими нормативными документами и влияющие на надежность и эксплуатационную пригодность:

- сколы бетона граней в шести монолитных железобетонных фундаментах;
- отсутствует цементная подливка между фундаментами и опорной плитой башмака двух неподвижных металлических колонн;
- разрушение защитного слоя бетона вдоль рабочей арматуры, оголение и коррозия рабочей арматуры в пяти сборных железобетонных колоннах;
- анкерные болты крепления двух металлических колонн к фундаментам изогнуты, многие гайки не установлены, остальные гайки не затянуты (фото 4);
- в качестве опорной пластины на траверсе в двух металлических колоннах для крепления анкерных болтов использован швеллер, который от натяжения болта потерял устойчивость;
- отсутствуют болты крепления между элементами решетки двух металлических колонн и фасонками, установленные болты не затянуты;
- отсутствуют сварные швы между элементами решетки двух металлических колонн и фасонками;
- крестовые металлические связи по нижнему поясу ферм пролетных строений на двух участках вырезаны (фото 5).

Наличие большого количества серьезных дефектов и повреждений позволило отнести к ограниченно работоспособному техническому состоянию (категория III) следующие конструкции: шесть монолитных железобетонных фундаментов, четыре сборных железобетонных колонны; анкерные болты крепления двух металлических колонн, две металлические неподвижные колонны, металлические

связи по нижнему поясу ферм пролетных строений на двух участках. Техническое состояние эстакады 6-7 цеха Аммиак 4 ОАО «Акрон», в целом, отнесено к ограниченно работоспособному состоянию (III категория).



Фото 5. Металлические связи по нижнему поясу ферм пролетных строений вырезаны.

Для обеспечения надежности, эксплуатационной пригодности и ввода в эксплуатацию эстакады 6-7 цеха Аммиак 4 ОАО «Акрон» было предписано выполнить следующие основные ремонтные работы:

- выполнить обетонировку фундаментов;
- выполнить подливку из цементного раствора на фундаментах под опорными плитами башмаков двух металлических колонн;
- раскрыть острым шабером коррозионные трещины вдоль хомутов в пяти железобетонных колоннах, очистить хомуты от продуктов коррозии и восстановить защитный слой цементным раствором;
- выпрямить изогнутые анкерные болты крепления двух металлических колонн к фундаментам, установить недостающие гайки и затянуть их;

- демонтировать изогнутые швеллеры на траверсе колонн под анкерными болтами, установить на траверсе опорные пластины;

- во всех узлах между решеткой и ветвями двух металлических колонн приварить элементы решетки к фасонкам;
- восстановить вырезанные крестовые связи по нижним поясам ферм.

После выполнения ремонтных работ надежность и эксплуатационная надежность эстакады 6-7 была обеспечена, все здания и сооружения цеха Аммиак 4 были введены в эксплуатацию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. Москва, 2004 г.
2. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
3. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. – М.: АО «НИЦ «Строительство», 2011.
4. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. – М.: АО «НИЦ «Строительство», 2011.
5. Металлические конструкции. Г.С. Ведеников и коллектив авторов. Москва. Стройиздат. 1998 г.
6. Металлические конструкции. Современное состояние и перспективы развития. Мельников Н.П. Москва. Стройиздат. 1983 г.
7. Металлические конструкции. Специальный курс. Е.И. Беленя, Н.Н. Стрелецкий, Г.С. Ведеников, Л.В. Клепиков, Т.Н. Морачевский. Москва. Стройиздат, 1982.
8. Металлические конструкции. Справочник проектировщика. Под общ. ред. В.В.Кузнецова. ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова. Москва. 1999.
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.