**Оценка несущей способности и эксплуатационной пригодности строительных конструкций главного корпуса обогатительной фабрики**

***Аннотация.***

Статья посвящена обследованию несущего металлического каркаса здания горно-обогатительного комплекса, выполненного, в связи с наличием значительных коррозионных повреждений при сравнительно небольшом сроке эксплуатации.

В данной статье рассматриваются причины возникновения значительных характерных повреждений несущих металлических конструкций промышленного здания, а также разработаны рекомендации по обеспечению их эксплуатационной надежности в процессе дальнейшей эксплуатации.

***Ключевые слова:*** *обследование, техническое состояние, несущая способность, промышленные здания, строительные конструкции, горно-обогатительная фабрика.*

Оценка несущей способности и эксплуатационной пригодности строительных конструкций главного корпуса обогатительной фабрики выполнялась согласно действующим в Казахстане нормам [1-22] в связи с наличием значительных коррозионных повреждений строительных конструкций металлического каркаса здания, не достигшего срока проведения планового капитального ремонта.

Целью выполнения указанной работы являлось определение фактического технического состояния несущих строительных конструкций здания и разработка рекомендаций по обеспечению их эксплуатационной надежности в процессе дальнейшей эксплуатации.

На момент проведения обследования здание эксплуатировалось в течение 7 лет.

Уровень ответственности здания – II.

Анализ результатов контрольных измерений воздушно-газовой производственной среды показал, что влажностный режим помещений объекта характеризуется как влажный, при температуре воздуха - 26-270С и относительной влажности воздуха – 52% [16]. Агрессивность газа установленного в помещениях здания относиться к *группе В*, в связи с концентрацией оксида азота - 2,3мг/м3 [13].

В технологическом процессе обогащения также постоянно присутствует оборотная вода в виде пульпы и отработки, которые имеют водородный показатель pH=10.5-11, то есть процесс обогащения носит щелочной характер. Водяные пары с определенным содержанием солей, образуемые в ходе производственного цикла при достижении стадии насыщения выпадают на строительных конструкциях в виде конденсата. Кроме прочего при уборке помещения 1-го этажа применяется гидросмыв оборотной водой, который также способствует парообразованию на участке.

Таким образом, определено, что степень агрессивности воздействия газа и парообразной среды на металлические конструкции объекта характеризуется как *«среднеагрессивная среда»* [13].

Конструкция здания представляет собой металлический каркас, несущими элементами которого являются колонны, балочные перекрытия и покрытия. Металлические колонны в свою очередь опираются на железобетонные столбчатые фундаменты.

Здание включает в себя три конструкции перекрытия, расположенные на отм.+2.010 (над первым этажом), +5.020 (над вторым этажом), +9.100 (над третьем этажом) и две технологические площадки, расположенные на отм.+13.620 и +16.150.

Конструкции покрытия выполнены в двух уровнях и располагаются на отм.+15.700 и +19.600.

В процессе обследования конструкций металлического каркаса здания были установлены следующее характерные дефекты и повреждения:

- недопустимые повреждения в виде язвенной коррозии колонн (в том числе - основания колонн в узлах опирания на фундаменты), элементов балочных перекрытий, элементов технологических площадок вертикальных связей;

- сквозная коррозия на отдельных участках элементов портальной связи;

- коррозия болтовых соединений главных балок на величину более 20%;

- выпадение конденсата и солей на поверхности металлических конструкций в следствии повышенной влажности и перепада температуры дневного и ночного времени суток;

- следы протечек оборотной воды по поверхности строительных конструкций несущего каркаса;

- скопления технологической пыли и образования грязевых мешков у основания колонн;

- недопустимые прогибы кровельных панелей типа «сэндвич» в связи со значительной коррозией стального листа и др.

Результаты измерения толщины стенок и полок колонн металлического каркаса здания ультразвуковым методом показали, что коррозионный износ колонн металлического каркаса здания составляет 14,3-25,8%, вертикальных портальных связей – 41% при допустимом до 5% [23].

На основании анализа результатов, измерения фактической толщины стенок несущих элементов конструкции, установлено:

 - максимальная скорость коррозии металла колонн составила 0,35мм/год;

 - относительная скорость коррозии металла балок составила 0,55мм/год;

Таким образом, сравнивая полученные фактические скорости коррозии 0,35мм/год и 0,55мм/год с показаниями 10-бальной таблицы (по ГОСТ 13819-68), приходим к выводу, что при строительстве был использован металл с «пониженной коррозионной стойкостью» (балл 6-7).

По результатам химического анализа на основании лабораторного исследования образца стали, установлено, что фактическая марка стали главных балок соответствует марке Ст.3кп (содержание кремния 0,01%) и соответствует классу прочности С235 по ГОСТ 27772-2015. Колонны выполнены из низколегированной конструкционной стали повышенной прочности марки 12Г2С по ГОСТ 19281–2014г., класс прочности по ГОСТ 27772-2015 - С345.

В настоящее время кипящие стали не рекомендуется применять в несущих элементах конструкции покрытия, в связи с тем, что кипящая сталь склонна к образованию хрупких трещин, приводящих к внезапному разрушению несущих элементов конструкций покрытий, часто без предварительных признаков и при низком уровне напряжений от действующих нагрузок. Кроме вышеуказанных неблагоприятных факторов, влияющих на несущую способность проката из кипящей стали, данные стали обладают и пониженной коррозионной стойкостью в связи с наличием в готовом прокате обширных зон с содержанием серы до 0,15% при допустимом средне-плавочном значении - 0,05%.

В процессе технического обследования были проведены статические и поверочные расчеты несущего металлического каркаса здания с учетом выявленных коррозионных повреждений и фактических характеристиках применяемой стали. Результаты расчетов показали, что несущая способность металлического каркаса в целом не обеспечена.

Основными причинами возникновения дефектов и повреждений конструкций объекта, выявленных при техническом обследовании, являются:

- недостатки рабочего проекта, по которому велось строительство здания узла гравитации, в части применения металла несущих конструкций с пониженной коррозионной стойкостью и неэффективной антикоррозионной защитой при степени агрессивности воздействия воздушно-газовой производственной среды эксплуатации, характеризующиеся как «среднеагрессивная среда»;

- выпадение конденсата и солей на поверхности металлических конструкций в следствии выделения водяных паров в процессе технологического цикла и перепада температуры дневного и ночного времени суток, также дополнительным условием, способствующим выпадению конденсата (достижением водяных паров точки росы), является присутствие солей в водяных парах, которые понижают парциальное давление (давление водяного пара без солей) для достижения паром насыщенного состояния;

- отклонения от действующих строительных норм и пособий по проектированию металлических конструкций и применение нестандартных решений в части принятых конструктивных решений по сборке узлов сопряжений главных балок с колоннами и между собой;

- нарушения правил технической эксплуатации конструкций в части несоблюдения сроков планово-предупредительных ремонтных работ и применение способа уборки в виде гидросмыва.

На основании анализа результатов технического обследования и поверочных расчетов состояние объекта в целом оценено по категории «***значительного повреждения»***, в связи с наличием ряда конструкций, техническое состояния которых оценено как **«аварийное»** и **«ограниченно работоспособное»**, ввиду значительной степени коррозионного износа несущих конструкций каркаса здания и нарушений требований строительных норм, снижающие их надежность и долговечность.

Дальнейшая безопасная эксплуатация Объекта возможно только при условии выполнения капитального ремонта с заменой и усилением ряда несущих строительных конструкций, техническое состояние которых оценено как «аварийное» и «ограниченного работоспособное» соответственно. Вместе с тем, для конструкций техническое состояние которых оценено как «работоспособное» при наличии малозначительных дефектов и повреждений, необходимо выполнить текущий ремонт с целью обеспечения в дальнейшем их долговечности. Кроме того, требуется проведение комплекса мероприятий по восстановлению антикоррозионной защиты всех без исключения металлических несущих и ограждающих строительных конструкций, с обязательной предварительной отчисткой их от продуктов коррозии с учетом степени агрессивности воздействия воздушно-газовой производственной среды эксплуатации.

Капитальный ремонт с заменой и усилением конструкций необходимо вести по специально разработанному рабочему проекту усиления, а также проекту производства работ при замене конструкций, согласно требованиям действующих строительных норм с учетом влияющих факторов от технологических процессов, возникающих в процессе эксплуатации здания.

**Список использованных источников**

1. СП РК 1.04-101-2012 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений.
2. МД «Технический надзор за состоянием зданий и сооружений».
3. СНиП РК 5.04-23-2002 «Стальные конструкции. Нормы проектирования».
4. СНиП РК 5.04-18-2002 «Металлические конструкции. Правила производства и приемки работ».
5. СНиП РК 5.03-34-2005 Бетонные и железобетонные конструкции. Общие положения. – Астана: «КАZGOR», 2006.
6. СН РК 5.03-07-2013 «Несущие и ограждающие конструкции».
7. СП РК 5.03-107-2013 Несущие и ограждающие конструкции.
8. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия/Госстрой СССР.-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-36с.
9. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия (Дополнения. Разд.10. Прогибы и перемещения)/Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.-8с.
10. СН РК 1.03-03-2013 «Геодезические работы в строительстве».
11. СП РК 1.03-103-2013 «Геодезические работы в строительстве».
12. СН РК 2.01-01-2013 «Защита строительных конструкций от коррозии».
13. СП РК 2.01-101-2013 «Защита строительных конструкций от коррозии.
14. СН РК 3.02-37-2013 Крыши и кровли. – Астана, 2015-19с.
15. СП РК 2.04-01-2017 «Строительная климатология».
16. СП РК 2.04-107-2013 «Строительная теплотехника».
17. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества.
18. ГОСТ 27772 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия
19. ГОСТ 23118-2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.
20. ГОСТ 22690 – 88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. - М.: Изд-во стандартов, 1988.
21. ГОСТ 18105 – 2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – Москва, Стандартинформ, 2013г.
22. ГОСТ 17624-88 Определение прочности бетона ультразвуковым методом. - М.: Изд-во стандартов, 1988.