

Проведение экспертизы портального крана на основе моделирования оголовка портала

Голубев А. В.¹, Зеленков Н. Н.², Глазунов А. Е.³, Сахаров Т. М.⁴, Огарков А. Н.⁵

¹Голубев Александр Викторович / Golubev Aleksandr Viktorovich - технический директор, Общество с ограниченной ответственностью «ПТМ Северо-Запад»;

²Зеленков Николай Николаевич / Zelenkov Nikolay Nikolaevich - заместитель начальника отдела ЭПБ ГПМ и КП, эксперт;

³Глазунов Алексей Евгеньевич / Glazunov Aleksey Evgenievich – специалист отдела ЭПБ ГПМ и КП, инженер-механик,

⁴Сахаров Тарас Миронович / Sakharov Taras Mironovich - начальник лаборатории неразрушающего контроля;

⁵Огарков Анатолий Николаевич / Ogarkov Anatoliy Nikolaevich - инженер-дефектоскопист лаборатории неразрушающего контроля,

Общество с ограниченной ответственностью «Промышленная экспертиза», г. Череповец

Аннотация: в рамках реализации современных принципов проведения экспертизы промышленной безопасности разработана конечно-элементная модель оголовка портала портального крана. В качестве расчетного модуля был выбран пакет CosmosWorks, интегрированный в программу трехмерного моделирования SolidWorks. На основе разработанной модели предложена стратегия ремонта оголовка портала в месте образования усталостных трещин. Практическая реализация предложенного усиления показала его эффективность.

Ключевые слова: портальный кран, оголовок портала, конечно-элементное моделирование, ремонт, усиление.

УДК 66-6

Одно из современных направлений проведения экспертизы промышленной безопасности состоит в составлении эталонной математической модели исправной металлоконструкции крана на базе соответствующей расчетной схемы и в сопоставлении расчетных перемещений в наиболее чувствительных точках конструкции с замеряемыми на натурной конструкции при эксплуатации [1]. Разница между этими значениями — диагностический параметр, по эволюции которого можно следить за процессом старения конструкции. Выход этого параметра за заданное поле допусков свидетельствует о наступлении предельных состояний и позволяет идентифицировать появляющиеся аномалии. Кроме того, использование такого подхода позволяет проводить моделирование ремонтов металлоконструкций крана и определять рациональные его схемы.

В рамках реализации указанных принципов проведения экспертизы разработана конечно-элементная модель портального крана. В качестве расчетного модуля был выбран пакет CosmosWorks, интегрированный в программу трехмерного моделирования SolidWorks.

По чертежам и непосредственным замерам на кране в программе трехмерного моделирования была создана твердотельная модель оголовка портала. Затем модель подверглась оптимизации с целью упрощения наложения конечно-элементной сетки и последующего анализа, в частности для расчета была выбрана только четверть оголовка (по условию симметричной нагрузки и конструкции), часть элементов конструкции была удалена, фаски, скругления приведены к прямолинейным элементам. Трехмерная модель оголовка портала представлена на рис. 1.

Решение задачи включало в себя следующие этапы:

- Разбиение модели на конечно-элементную сетку.
- Определение закреплений: в районе фланца крепления ноги создается жесткая опора, запрещается перемещение в направлении, перпендикулярном отброшенным граням (условие симметрии).
- Определение гравитации: в направлении действия реальной силы тяжести задается ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.
- Приложение нагрузок: с учетом веса верхней части крана и веса поднятого максимального груза прикладываем распределенную нагрузку на опорное кольцо портала и поддерживающие балки. Нагрузка составляла 492 кН.
- Запуск расчета и получение результатов.

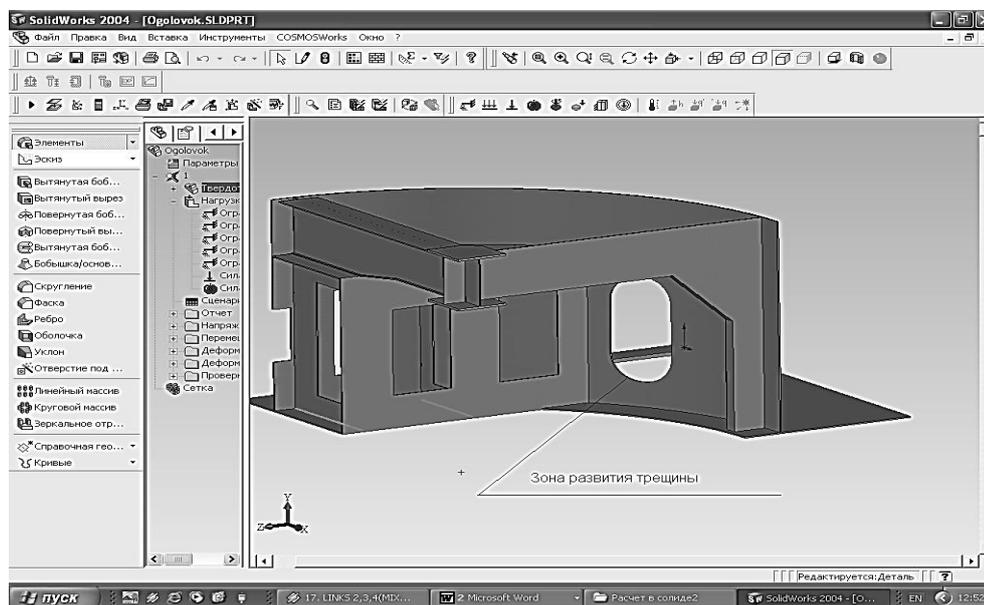


Рис.1. Трехмерная модель элемента оголовка портала

В результате проведенного анализа было установлено, что наиболее напряженными местами данной металлоконструкции являются районы возникновения усталостных трещин. Протокол результатов расчета распределения эквивалентных напряжений оголовка портала без усиления представлен на рис. 2.

Из анализа полученных результатов следует, что напряжения по Мизесу (эквивалентное напряжение, учитывающее все составляющие напряжения в элементе) не превышают допустимых значений и составляют порядка 197 МПа. Максимальная эквивалентная деформация составляет $0,592 \cdot 10^3$ мм.

Для снижения уровня напряжений в районе развития трещины предложено выполнить сплошную обшивку торца выреза листовой обечайкой. Ширина обечайки 80 мм, толщина 8 мм.

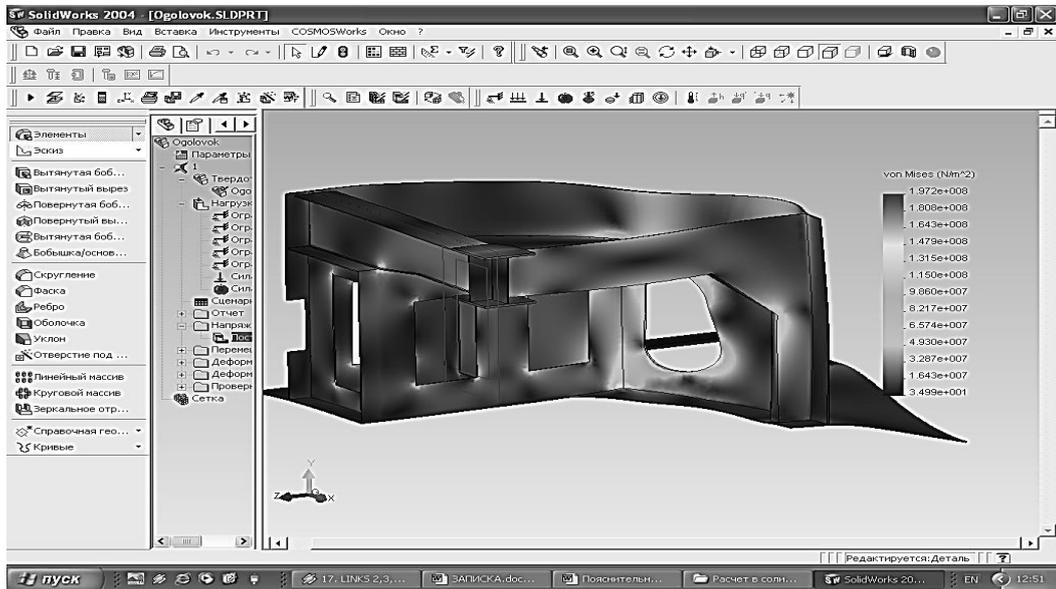


Рис. 2. Протокол распределения эквивалентных напряжений оголовка портала без усиления

Проектируемое усиление показано на рис. 3.

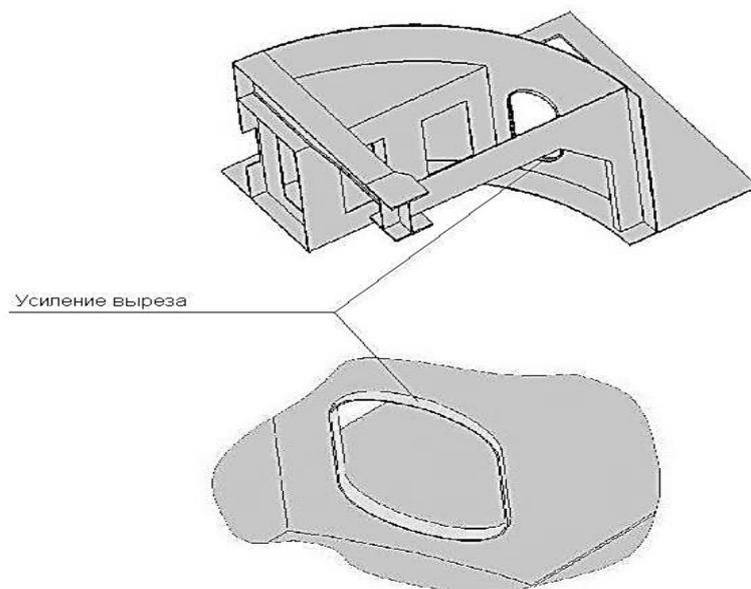


Рис. 3. Проектируемое усиление выреза

Практическая реализация разработанной стратегии ремонта оголовка портала показала действенность предложенного усиления для предотвращения развития усталостных повреждений.

Литература

1. Методические указания по проведению обследования порталных кранов с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации. РД-10-112-4-98.