

УДК 621.875.56

А.В.Некрасова (6 курс, каф. ТТС), С.А.Соколов, д.т.н., проф., Д.Е.Бортяков, к.т.н., доц.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕМЕНТОВ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ПОРТАЛЬНОГО КРАНА

Современные грузоподъемные машины – высокоскоростные и металлоемкие краны – являются достаточно дорогими и сложными объектами конструирования, а проведение тщательного и полного расчета может открыть их существенные резервы и одновременно устранить ошибки.

Целью данной работы являлось создание методики для оценки долговечности и определения остаточного ресурса несущих конструкций порталных кранов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

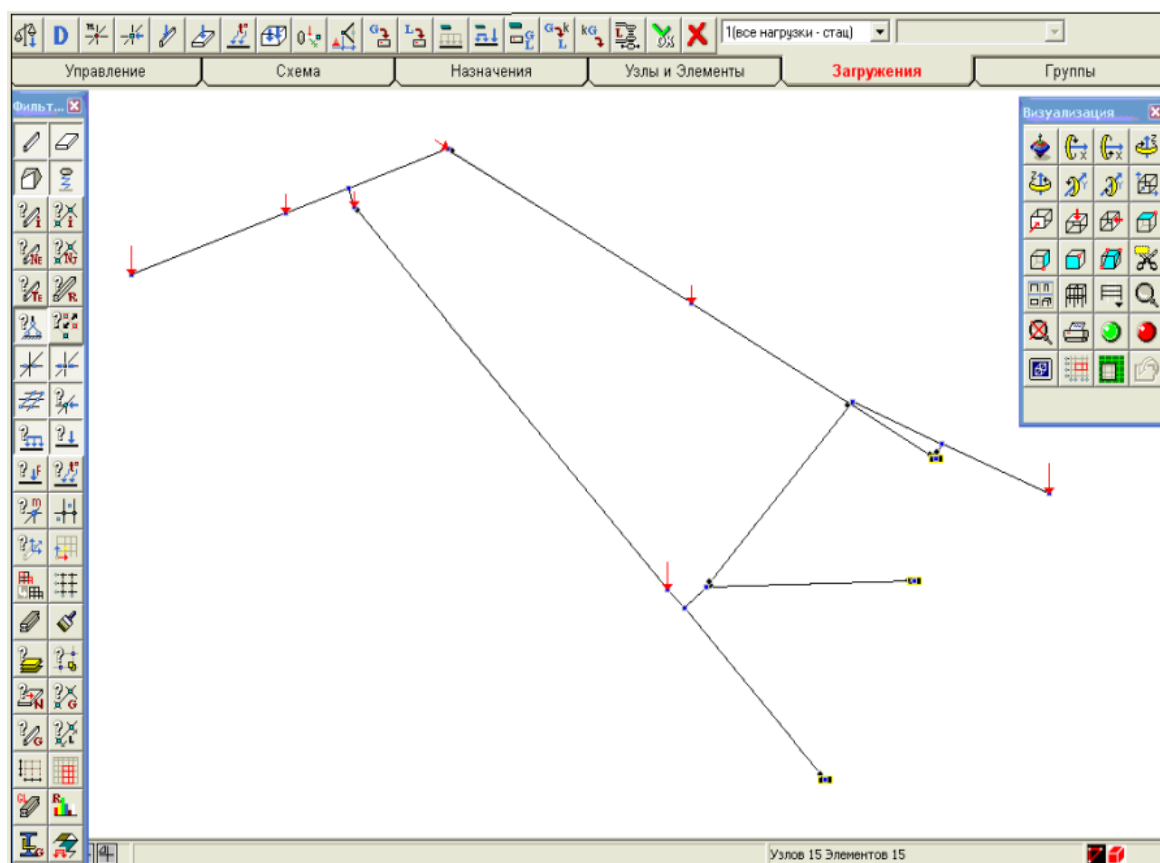


Рис. 1. Схема жесткозвенной модели СИВ portalного крана на вылете $R = 32$ м, представленная в среде SCAD

Произведен анализ геометрии и разработана жесткозвенная модель portalного крана (рис. 1), в рамках которой кран рассматривается как совокупность взаимосвязанных подсистем: системы изменения вылета (СИВ), включающей в себя стреловое и уравнивающее устройства, механизмы изменения вылета, подъема груза, вращения крана; и опирающейся на портал, имеющий механизм передвижения. Для создания жесткозвенной обобщенной модели portalного крана в среде Компас была построена параметрическая стержневая модель СИВ крана, далее было осуществлено импортное моделирование геометрии, создание конечно-элементной модели и анализ данной модели с использованием программ SolidWorks, SCAD, MSC NASTRAN.

Для оценки нагруженности конструкции были проанализированы эксплуатационные нагрузки и их наиболее вероятные комбинации. Была рассмотрена взаимосвязь подсистем крана друг с другом с учетом действующих внешних нагрузок, составлены характерные технологические циклы (ХТЦ) работы портального крана и определены внутренние усилия, возникающие в расчетных зонах (РЗ) крана при воздействии внешних нагрузок на элементы несущих конструкций подсистем крана. Расчеты внутренних усилий, возникающих в РЗ крана, были выполнены в программах SolidWorks, SCAD, MSC NASTRAN.

Произведен анализ результатов расчета в указанных программах на основе сравнения полученных результатов с существующими методиками проектировочного расчета общей нагруженности несущих металлоконструкций портальных кранов.

Основная сложность вышеперечисленных задач заключается в том, что и опорные и несущие конструкции СИБ крана являются конструкциями, изменяющими свою конфигурацию в пространстве при перемещении груза. Очевидно, именно данная сложность и является основной причиной того, что подобных расчетно-теоретических методик для портальных кранов на сегодняшний день пока не существует.

Далее были определены напряжения, возникающие в РЗ крана, при его работе по ХТЦ. Процесс нагружения элементов конструкции крана всегда является нестационарным. Выполнение предшествующих этапов работы позволило получить графики нестационарных процессов нагружения РЗ крана, в то время как усталостные характеристики и условия сопротивления усталости заданы для случая стационарного нагружения. Поэтому для расчета на сопротивление усталости необходимо заменить нестационарные графики нагружения РЗ стационарными.

Для решения последней задачи была написана программа на языке Java, предназначенная для обработки данных, полученных на вышеперечисленных этапах работы, и оценки остаточного ресурса крана на основе полученных данных. Созданная в среде Java программа позволяет рассчитать усталостные характеристики элементов конструкции крана и осуществить обработку процесса нагружения, в результате которой графики нестационарных процессов нагружения заменяются эквивалентными по создаваемому усталостному повреждению стационарными графиками. Программа обеспечивает выполнение следующих операций:

- схематизация процесса нагружения, то есть разложение его на отдельные циклы (для схематизации процесса нагружения в созданной программе использован метод полных циклов);
- приведение циклов нагружения к общему коэффициенту асимметрии ($R = -1$);
- определение параметров эквивалентного стационарного нагружения.

Описанная программа также позволяет определить значения коэффициентов запаса прочности и долговечности металлоконструкции крана, долговечности по количеству циклов работы крана и коэффициента циклического нагружения.

Таким образом, в результате проделанной работы был создан алгоритм оценки долговечности и остаточного ресурса несущей металлоконструкции портального крана с учетом полученных оценок нагруженности.

Разработанная методика позволит обоснованно принимать решения о возможности продления срока службы кранов, отработавших нормативный срок, достоверно оценивать возможные неточности и несовершенство существующих методов расчета сложных металлических конструкций при проектировании, что является важным фактором безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.