

ПОВРЕЖДЕНИЯ И РАСЧЁТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Александр Николаевич ШУБИН, канд. техн. наук, доцент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Приведён анализ повреждений металлических конструкций подъёмно-транспортных машин, при оценке несущей способности которых необходим учёт сварочных напряжений.

Ключевые слова: подъёмно-транспортные машины, несущая способность, металлические конструкции, сварочные напряжения

Металлическая конструкция (МК) является наиболее дорогостоящей составляющей частью крана, цена которой в основном зависит от ее массы. Необходимо создавать несущие конструкции подъемно-транспортных машин (ПТМ), эффективно выполняющие свои функции в течение всего установленного срока службы и имеющие при этом возможно меньшую массу. Существует достаточно большое количество методик расчета таких конструкций на прочность, выносливость, усталость и устойчивость. Однако значительный опыт эксплуатации показывает наличие большого числа повреждений конструкции ПТМ, вызывающих необходимость ремонта и материальные потери организаций, эксплуатирующих эти машины. Все это связано с недостаточной проработкой методов расчета несущих МК ПТМ и малой автоматизацией процесса расчета.

На МК кранов при работе действуют статические от массы груза и конструкций и динамические нагрузки. Последние появляются при разгоне или торможении крана, при подъеме и опускании груза, а также вследствие толчков и ударов. Нагрузка, возникающая при подъеме груза, существенно различна при подъеме с веса или с основания. В первом случае зазоры в механизмах выбраны и канат находится в натянутом состоянии. При подъеме с основания барабан приводится во вращение при ослабленном канате, и

происходит рывок, а кроме того, динамическая нагрузка зависит от жесткости самого основания. На краны, работающие на открытом воздухе, дополнительно действуют ветровая нагрузка, нагрузки от массы снега и льда при гололеде.

При длительной эксплуатации кранов возникают повреждения МК, основными причинами которых являются: коррозия металла, нарушение режима эксплуатации крана, неудовлетворительная конструкция того или иного узла, некачественные изготовление, монтаж или ремонт. И если с нарушением режима эксплуатации крана можно бороться только привлечением к ответственности должностных лиц и надлежащими проверками, то неудовлетворительная конструкция узла должна быть устранена на стадии проектирования, а возникает она в основном из-за отсутствия достаточно надежных и высоко автоматизированных методов расчета.

В качестве примера повреждения из-за неудовлетворительной конструкции узла, можно привести автомобильный кран СМК-14, имеющий механизм подъема стрелы на канатной тяге. Ось крепления блоков полиспастов механизма подъема стрелы подвержена изгибу, поскольку не выдерживает нормативной нагрузки при большом вылете, требует дополнительного усиления узлов крепления. Другой пример часто повреждаемого из-за неудовлетвори-

тельной конструкции узла автомобильного крана КС-4572 выпуска до 1997 года: недостаточная прочность опорной рамы в месте крепления выносных опор из-за малой толщины элементов и большого числа пересекающихся сварных швов, создающих дополнительные концентрации напряжений. Классификация повреждений кранов дана в [1]. В настоящее время конструкция данного узла изменена и увеличены толщины его элементов. Пример повреждения представлен на рис. 1.

С разрушением несущих МК кранов связаны их аварии, например, разрушение стрелы портального крана, представленное на рис. 2. Оно произошло по границе сварного шва, место разрушения левого верного пояса стрелы было покрыто коррозией. Правый верхний и оба нижние пояса стрелы крана имели свежие следы излома, покрытые легким налетом коррозии. Это свидетельствует о коррозионном характере аварии, случившейся по причине разрушения стыкового сварного соединения верхнего левого пояса головной секции стрелы вследствие заводского дефекта при изготовлении стрелы, а также, вероятно, последующего некачественного контроля сварного соединения.

Приведенные примеры говорят о том, что обеспечение безопасности экс-

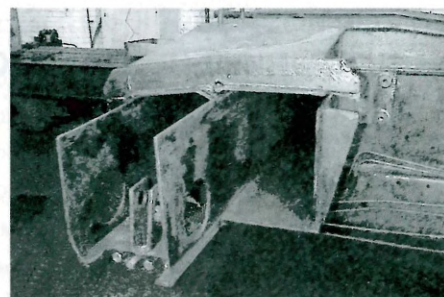


Рис. 1. Раскрытая трещина правой задней опоры крана КС-45-72



Рис. 2. Разрушение стрелы портального крана

Эксплуатации ПТМ требует надлежащего контроля, частью которого является качественные расчёты несущей способности металлоконструкций. Это подтверждает необходимость создания более современных и высоко автоматизированных методов расчета МК крана [2], позволяющих с высокой точностью и быстро оценить правильность принимаемых конструктивных решений при их проектировании. Особое место здесь принадлежит расчёту сварных соединений.

В настоящее время методы расчёта сварных элементов МК основываются на оценке прочности металла либо самого сварного шва, либо около шовной зоны по границе сплавления [3]. Трещины и трещиноподобные дефекты, как правило, не допускаются, но в тоже время для вычисления расчетной длины шва уменьшают его геометрическую длину на 10 мм как раз для учета некоторых из подобного рода дефектов (непроваров и кратеров), поскольку указывается, что данное уменьшение связано с невысоким качеством шва в зонах начала его выполнения (зажигание сварочной дуги,

характеризующееся непроваром) и конца шва (прерывание сварочной дуги, характеризующееся появлением кратера). Для стыковых швов в нормах рекомендуется при определении расчетной длины шва вычитать не 10 мм, а две толщины наименьших из соединяемых элементов. При этом указывается, что если концы шва выведены за пределы соединения, то расчетная длина шва принимается равной геометрической длине шва.

Однако эти расчёты не учитывают, во-первых, того факта, что при выполнении сварных соединений в металле шва и в околошовной зоне появляются остаточные сварочные напряжения, вызванные неравномерным распределением температур в свариваемых деталях при нагреве и последующем остывании. Во-вторых, прочность сварного соединения может снижаться из-за возможного наличия скрытых дефектов в сварном шве, таких как трещины, шлаковые включения, непровары. Поэтому более обоснованная оценка несущей способности сварных соединений может быть сделана только на основе глубокого научного подхода к этой проблеме на современном уровне.

Литература

1. Витчук П.В., Шубин А.А., Крылов К. Ю. Классификация дефектов и отказов башенных и автомобильных кранов // Подъемно-транспортное дело. – 2015. – № 4-5. – С. 38-40.
2. Вершинский А.В., Лагереv И.А., Шубин А.Н., Лагереv А.В. Расчет металлических конструкций подъемно-транспортных машин методом конечных элементов: учеб. пособие. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – 210 с.
3. Плотников Д.Г., Соколов С.А., Боровков А.И., Михайлов А.А. Методика оценки прочности металлических конструкций подъемно-транспортных машин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского ГПУ. – 2015. – № 1 (214). – С. 186 -193.

А.Н. Шубин. Тел. (phone) 499-263-63-51.
E-mail: shubin-an@bmsu.ru

**ТОРМОЗА ДЛЯ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ
ПЕРЕДВИЖЕНИЯ И ПОВОРОТА
ТКГ-160-1, ТКГ-200-1
и ТКГ-300-1**

www.npp-pts.ru



ПТС Научно-производственное предприятие
ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС

По установочным размерам унифицированы с тормозами ТКГ-160, ТКГ-200 и ТКГ-300.

Обеспечивают плавное ступенчатое торможение механизмов благодаря регулируемому демпфирующему устройству электрогидравлического толкателя ТЭ-30РД.

Согласно РД 24.010.102-01 рекомендованы Ростехнадзором в качестве средства защиты кранов от ветровых воздействий.

Тел./факс: (495) 993-06-13, -14; 993-10-25, 967-69-83

E-mail: pts@npp-pts.ru