

УДК 630*36
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОЛУРАМЫ ФОРВАРДЕРА «АМКОДОР» ДЛЯ РУБОК УХОДА

С. А. ГОЛЯКЕВИЧ, А. Р. ГОРОНОВСКИЙ, С.Н. ПИЦОВ
УО «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Минск, Беларусь

Создание современных отечественных многооперационных лесозаготовительных машин, способных конкурировать на мировом рынке с лучшими зарубежными аналогами не возможно без проведения широкого спектра научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Важным этапом таких работ является анализ прочности несущих конструкций и разработка рекомендаций по их совершенствованию. Научный интерес вызывает определение технологически обоснованных расчетных режимов нагружения несущих конструкций и интерпретация полученных результатов для последующего использования.

Анализ режимов нагружения технологической полурамы форвардера «Амкодор» для рубок ухода проведен с использованием предварительно разработанной пространственной математической модели.

В качестве динамического нагружающего параметра рассматривалось торможение гидроцилиндра стрелы манипулятора в процессе опускания пачки сортиментов. Начальная скорость опускания 0,6 рад/с. Расчетная величина замедления, вызванная запирающим гидравлической аппаратурой – 2,5 рад/с². Следует учитывать, что рассматриваемый динамический режим нагружения является предельным для конструкций форвардера и на практике может быть вызван исключительно неквалифицированными действиями оператора.

Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции полурамы показал, что динамические режимы нагружения отличаются от статических лишь количественными показателями распределения напряжений. В этой связи дальнейшее рассмотрение конструкции осуществлялось для динамических режимов нагружения.

Несмотря на высокую начальную массу базовой технологической полурамы, ее конструкция обладает недостаточной усталостной долговечностью. Так, высокие локальные эквивалентные и первые главные напряжения были установлены на участке между конструкцией шарнирного сочленения полурамы и опорной площадкой манипулятора. На данном участке следует выделить две характерные области. Первая – на радиусном изгибе продольного листа соединяющего опорную площадку манипулятора и полушарнир, вторая – в зоне примыкания поперечного усилителя к опоре манипулятора. Напряжения в данных областях могут достигать 159 и

164 МПа соответственно. При этом, допускаемыми эквивалентными напряжениями для рассмотренных деталей является величина 120 МПа, с учетом имеющихся концентраторов напряжения и без учета температурного изменения свойств стали 09Г2С в местах сварных соединений. Для сварных участков соединений допускаемыми напряжениями при полном проваривании по толщине следует считать 100–105 МПа. При не полном проваривании – не более 75–80 МПа.

Высокие напряжения в данных областях вызваны в большей степени действием изгибающего момента от собственных масс полурамы, манипулятора и пачки погруженных сортиментов. На рассматриваемом участке в нижней части полурамы находится смотровое окно, обеспечивающее доступ для обслуживания промежуточной опоры карданного вала. Данное окно расположено на наиболее нагруженном участке полурамы, на краю сечения, работающего одновременно на изгиб и кручение, и несмотря на значительное (по массе) усиление пластиной, толщиной 16 мм и 2-мя продольными лонжеронами – не может обеспечить требуемой долговечности конструкции.

Опорная платформа манипулятора надстроена над основной частью полурамы, и представляет собой плиту 37–40 мм опирающуюся на стойки, каждая из которых выполнена из 1/4 трубы прямоугольного сечения. Стойки защиты с трех сторон перфорированным листом толщиной 12 мм и одним глухим листом той же толщины в задней части площадки. Следует отметить, что конструкция рамы и опорной площадки манипулятора при компенсации нагружения изгиба в продольной плоскости работают обособленно. Т.е. элементы являются дублирующими по своей несущей функции, поэтому их масса также избыточна.

Существенным ограничением в изменении поперечных размеров полурамы являются габариты конструкции крепления балансирного моста и шарнирного сочленения, которые, технологически, не могут быть уменьшены. В этой связи, рациональной габаритной шириной полурамы следует считать 600 мм. В случае изменения конструкции крепления моста и полушарнира на полураме энергетического модуля, ширина полурамы может быть уменьшена до 500 мм без существенного снижения усталостной долговечности. При этом масса полурамы может быть дополнительно снижена на величину до 170 кг. В связи с установкой манипулятора новой конструкции (Kesla 304) и разности в высоте его колонны относительно базового варианта (Kesla 303) положение опорной площадки манипулятора может быть снижено до 100 мм. (разность между высотами колонн составляет 75 мм).

Для повышения усталостной долговечности полурамы и снижения ее массы следует значительно изменить ее общую конструкцию. Так, следует исключить из конструкции нижнее смотровое окно, а для обеспечения доступа к промежуточной опоре карданного вала следует предусмотреть 2





отдельных, более широких окна (130 мм) в боковой части полурамы (начальная ширина 120 мм). Окна находятся в области средней линии полурамы и не испытывают значительных напряжений. При большинстве режимов нагружения они не превышают 40 МПа. Указанное позволяет полностью отказаться от нижних лонжеронов, а нижний перфорированный лист усиления заменить на более тонкий (толщиной 8 мм), который будет являться цельным на всем протяжении от шарнирного сочленения до центрального шпангоута. За шпангоутом данный лист следует исключить из конструкции ввиду его избыточности. Ширину полурамы и опорной платформы манипулятора на данном участке следует привести в соответствие с шириной полурамы под погрузочной площадкой (600 мм), а толщину листа уменьшить с 12 до 8 мм. Масса листа снизится до 33 %. Такое конструктивное изменение позволит технологично изготавливать цельногнутые боковые листы полурамы и опорной платформы манипулятора на всей их протяженности.

Верхние лонжероны также следует исключить из конструкции. Их несущая функция может быть выполнена передними стойками опорной платформы манипулятора. Их исполнение следует произвести следующим образом. Передние опоры выполняются косыми под углом около 60° и опираются на верхнюю плиту шарнирного сочленения полурам. Такое конструктивное решение позволит компенсировать действие разнонаправленных изгибающих моментов от рамы и манипулятора в месте соединения косой передней стойки с шарниром сочленения. В зоне данного контакта стоит предусмотреть связь верхней плиты шарнира с верхним продольным листом коробчатого сечения полурамы. Реализовать ее следует по углам верхней плиты в области примыкания передних стоек платформы манипулятора. Верхнюю часть передних стоек опорной платформы следует связать с задними. Такое конструктивное изменение позволит стойкам опорной платформы не только выполнять несущую функцию для манипулятора, но и значительно компенсировать продольный изгибающий момент, действующий на полураму. При этом масса полурамы снизится, а ее прочность и усталостная долговечность будут напротив повышены.

Боковые части верхнего продольного листа полурамы (находящегося под кониками грузовой платформы) достаточно выполнить в виде прямого контура без дополнительных изгибов. При этом усталостная долговечность конструкции не изменится, а конструкция будет более технологичной.

Проведенные исследования показывают, что при реализации данных предложений общая масса несущих элементов конструкции технологической полурамы без учета элементов крепления на участке от шарнирного сочленения до балансира моста будет уменьшена с 1746 кг до 1443 кг, т.е. на 303 кг.