

В ходе испытаний машина показала высокую мобильность, что обусловлено значительным снижением потерь при переездах на лесосеку и внутри ее, на ремонт, а также при перебазировках.

В результате эксплуатационно-технологических испытаний установлено, что наиболее эффективно использование колесной трелевочной машины ТТР-402 в насаждениях со средним объемом хлыста $0,25 \dots 0,3 \text{ м}^3$. При меньшем объеме хлыста время на формирование пачки увеличивается по сравнению с трелевочной машиной ТТР-401 в чокерном варианте на 15-20 %.

В настоящее время ведется доработка конструкции трелевочной машины ТТР-402 с учетом результатов испытаний с целью повышения эффективности ее использования.

УДК 629.114

С.П. Мохов, А.В. Рубцов
(БГТУ, г. Минск)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ НЕСУЩИХ СИСТЕМ МАГИСТРАЛЬНЫХ АВТОПОЕЗДОВ-СОРТИМЕНТОВОЗОВ

Несущая система автопоездов-сортиментовозов является одним из основных элементов, от надежности которого зависит долговечность специализированного автотранспорта для перевозки сортиментов. Прочность и жесткость этого узла в значительной мере предопределяет работоспособность конструкции. Рама воспринимает все нагрузки, возникающие при движении по магистралям и лесовозным веткам, а также является основанием для размещения и крепления сортиментов в сочетании с технологическим оборудованием. Поэтому в силовой схеме автопоезда-сортиментовоза несущая система является одним из важнейших узлов при оценке ее прочности [1].

Несущие системы автопоездов-сортиментовозов по своим конструктивным схемам относятся к лонжеронному типу. Основной конструктивной схемы рамы лонжеронного типа является наличие двух продольных балок, которые соединяются между собой поперечинами. Лонжероны представляют собой балки двутаврового сечения с переменной высотой профиля.

При оценке нагруженности несущих систем автопоездов-сортиментовозов необходим расчет напряжений в элементах их конструкций. Наиболее предпочтительным методом исследования напряженно-деформированного состояния является метод конечных элементов (МКЭ). Использо-

вание данного метода даст возможность описать конечными элементами любой по форме объект независимо от характера его закрепления и закона изменения нагрузок [2,3]. Применение МКЭ позволяет учесть свойство симметрии рам, рассматривать различные виды нагружений при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных операций, а также проводить многовариантные расчеты. Погрешность вычислений зависит от степени дискретизации. Более подробное разбиение на конечные элементы приводит к повышению точности решения МКЭ [4]. Поэтому одной из задач при оценке нагруженности несущих систем автопоездов-сортиментовозов является исследование особенностей построения их конечно-элементных моделей. Учет специфики конструкции является наиболее сложным этапом и представляет наибольшие трудности. Основным элементом несущей конструкции автопоездов-сортиментовозов является шлоско-пространственная платформа. Данная платформа состоит из двух лонжеронов, соединенных между собой поперечинами различной длины. Для анализа нагруженности такой конструкции наиболее приемлемой является стержневая модель, учитывающая действие различных внешних нагрузок, влияние граничных условий и конструктивных особенностей автопоездов-сортиментовозов на деформированное состояние их несущих систем. Возможность описания рамы стержневыми элементами обусловлена тем, что исследуемые объекты представляют собой развитую в продольном направлении балочную систему, к которой применима теория стержней. При использовании стержневой конечно-элементной модели, повторяющей конструктивную форму рамы, достигается удовлетворительная точность решения задачи МКЭ. Стержневая конечно-элементная модель требует минимального объема вводимой исходной информации, что необходимо при проведении многовариантного оперативного расчета. Поэтому для оценки прочности несущих систем автопоездов-сортиментовозов наиболее приемлемым является использование конечно-элементной модели стержневого типа.

При составлении расчетных схем рам автопоездов-сортиментовозов в соответствии с основными принципами МКЭ строится геометрическая конфигурация несущей системы, образованная продольными осями стержневых конечных элементов, которые проходят через центр тяжести их поперечных сечений. В итоге расчетная схема рамы состоит из конечных элементов, ограниченных узловыми точками. В местах изменения геометрии сечения лонжерона для более детального описания конструкции рамы вводятся дополнительные узловые точки. Граничные условия задаются путем исключения смещения опорных узловых точек (узлы, моделирующие опирание в районе седельного устройства, а также в местах установки

кронштейнов подвески рамы). Рамы исследуемых объектов симметричны относительно продольной оси, что при составлении расчетных схем позволяет рассматривать только симметричную часть несущей системы. Это сокращает время на подготовку исходных данных и увеличивает точность расчета. При рассмотрении симметричной части конструкции должны быть определенным образом заданы граничные условия вдоль оси симметрии, которые вводятся путем запрещения кососимметричных перемещений и соответствующих им силовых факторов.

Внешняя нагрузка моделируется в виде узловых сосредоточенных сил, включающих вертикальную нагрузку от пакета сортиментов и снаряженной массы транспортного средства. Помимо вертикальной нагрузки от пакета сортиментов, на основании теории транспортировки сыпучих грузов действует и боковое усилие. Данное усилие определяется углом откоса сортиментов и воспринимается вертикальной стойкой. В расчетных схемах рам рассматриваются только основания кониковых устройств без вертикальных стоек. Поэтому боковая нагрузка учитывается путем приложения соответствующего изгибающего момента к каждому из оснований кониковых устройств, расположенных на лонжероне. Конструкции автопоездов-сортиментовозов имеют специфику в связи с установкой специального технологического оборудования. Сложные эксплуатационные условия требуют проверки прочности рам не только при выполнении транспортных операций, но и при проведении погрузочно-разгрузочных операций. Данная проверка необходима в связи с тем, что в этом случае имеет место сложное динамическое взаимодействие системы "рама-гидроманипулятор-груз", при котором возможно появление больших кососимметричных нагрузок. При выполнении погрузочно-разгрузочных операций работа гидроманипулятора характеризуется приложением нагрузок к раме как в продольной, так и в поперечной плоскости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий М.С., Жуков А.В. Динамика длиннобазных автопоездов. - Минск: Наука и техника, 1987.
2. Бэгс К., Вильсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов: Пер. с англ. - М.: Стройиздат, 1982.
3. Сахаров А.С. Метод конечных элементов в механике твердых тел. - Киев: Выща. шк., 1982.
4. Мяченков В.И. Расчеты машиностроительных конструкций методом конечных элементов. - М.: Машиностроение, 1989.