

Кроме того, выполнены расчеты для случая крепления длинномерного груза только с использованием продольных и поперечных брусков (рис. 3, а). Результаты моделирования в этом случае подтверждают сложившуюся практику перевозок длинномерных грузов и показывают, что из-за продольных колебаний, вызванных особенностями работы автосцепок, крепление длинномерного груза на сцепе с помощью стандартных деревянных упоров (брусков) не может обеспечить сохранность груза при перевозке (рис. 3, б). При этом бруски, на которые действуют инерционные силы, деформируются.

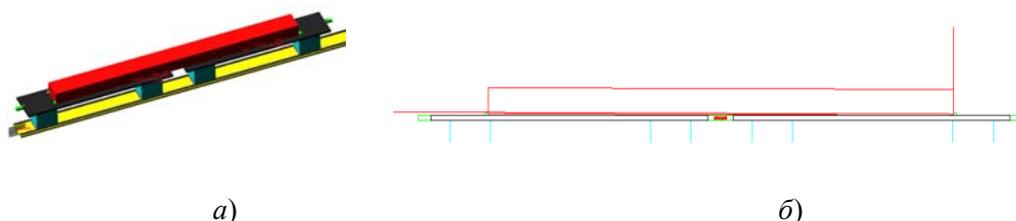


Рис. 3. Компьютерная модель длинномерного груза, размещенного на сцепе из двух вагонов (а) и закрепленного только брусками, работающими в продольном и поперечном направлениях, и смещение груза в процессе движения поезда (б)

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение инженерного пакета MSC.Adams позволяет решать динамические задачи, связанные с движением поездов и транспортировкой грузов, и получать при адекватно составленной модели результаты, близкие к реальным перевозочным характеристикам.

Литература

1. The influence of resistant force equations and coupling system on long train dynamics simulations / N. Bosso, M. Magelli, L. Rossi Bartoli, N. Zampieri // *Journal of Rail and Rapid Transit*. – Vol. 236, iss. 1. – P. 35–47.
2. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах : ТУ № ЦМ-943. – Утв. 27.05.2003 МПС России. – Москва : Юртранс, 2003. – 544 с.
3. Васильев, С. М. Математическое моделирование динамических воздействий на длинномерные грузы и опорные вагоны / С. М. Васильев // *Вестник Белорусского государственного университета транспорта. Наука и транспорт*. – 2006. – № 1–2 (12–13). – С. 30–36.
4. Research of the operation of the turnstile support-fastening device during the transportation of a long-dimensional heavy load / J. Musayev, V. Solonenko, A. Zhauyt, S. Zhunisbekov // *Vibroengineering Procedia*. – 2023. – Vol. 49. – P. 80–85.
5. Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) : действует с 1 нояб. 1951 г. : с изм. и доп. на 1 июля 2015 г. – Минск : Амалфея, 2015. – 216 с.

УДК 539.431:621.891

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ИСПЫТАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ»

С. А. Тюрин, М. О. Прядко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Приведена концепция испытаний сельскохозяйственных машин производства ОАО «Гомсельмаш» на стадиях их проектирования и производства. На базе которой ре-

шаются задачи обеспечения их требуемого качества при снижении риска повреждения в эксплуатации.

Ключевые слова: сельскохозяйственные машины, испытания, система, качество, надежность.

COMPREHENSIVE TESTING SYSTEM FOR AGRICULTURAL MACHINERY PRODUCED BY JSC GOMSELMASH

S. A. Tyurin, M. O. Pryadko

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The concept of testing agricultural machinery manufactured by JSC GOMSELMASH at the stages of their design and production is described, on the basis of which the tasks of ensuring their required quality while reducing the risk of damage during operation are solved.

Keywords: agricultural machinery, testing, system, quality, reliability.

К настоящему времени специалисты ОАО «Гомсельмаш» создали целый ряд современных высокопроизводительных зерноуборочных, кормоуборочных, свеклоуборочных, картофелеуборочных и других машин и комбайнов. Теперь перед предприятием стоит сложная задача – обеспечение высокого уровня их качества и надежности, чтобы удовлетворять все возрастающим требованиям современного рынка. Это означает, что надо иметь комплексную систему испытаний на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации машин.

Натурные и модельные испытания. Поскольку силовые системы являются, как правило, наиболее ответственными и тяжелонагруженными узлами машины, то обеспечение их требуемой эксплуатационной надежности становится задачей первоочередной важности.

В сельскохозяйственном машиностроении давно сложилась и получила широкую реализацию концепция приоритетности натуральных испытаний – от отдельных деталей и узлов до агрегатов и машин в целом. Недостатки таких испытаний хорошо известны: высокая трудоемкость и стоимость, а результаты испытаний имеют ограниченное значение, они относятся лишь к тем типоразмерам объекта, которые предусмотрено испытывать на данном стенде. Если появляются иные типоразмеры, надо строить новый стенд со всеми вытекающими отсюда последствиями.

В последнее десятилетие получила признание идея модельных испытаний относительно небольших объектов. Приведем только один пример ее эффективности. Анализ показал, что вместо 125 силовых систем механизма движения комплекса для заготовки кормов целесообразным оказывается проводить ускоренные лабораторные испытания лишь трех типоразмеров моделей [1]. Однако здесь тоже возникает проблема: как осуществить обратный переход от модели к натуре, чтобы получить достаточно достоверный прогноз сопротивления реальных силовых систем износоустойчивым повреждениям.

Итак, с одной стороны, имеем традиционную для машиностроения концепцию натуральных испытаний, имеющую ряд недостатков. С другой стороны, современная концепция модельных испытаний тоже не может стать приоритетной: это другая крайность; к тому же методы эффективного моделирования разработаны недостаточно.

И здесь целесообразным представляется подход, заключающийся в разумном сочетании обеих концепций. В то же время нельзя не признать огромной роли механических испытаний материалов в обеспечении надежности изделий, поскольку эти изделия изготавливают из различных материалов.

Исходя из изложенных соображений, и была разработана семиуровневая концепция испытаний (рис. 1), которая позволяет экспериментально установить показатели надежности и качества объектов на трех масштабных ступенях (рис. 2), если разработаны соответствующие методы испытаний (рис. 3). Таким образом, реализация предложенной концепции должна обеспечить требуемый уровень качества и надежности как машины в целом, так и составных ее частей (агрегатов, узлов, систем, деталей), а также материалов. Конечно, обоснование и выбор необходимого числа уровней испытания (рис. 1) в значительной мере обуславлен экономической и иной ответственностью исследуемого или разрабатываемого объекта.



Рис. 1. Последовательный ряд уровней испытаний



Рис. 2. Иерархическая структура свойств испытываемых объектов



Рис. 3. Комплексная система испытаний сельскохозяйственных машин

50 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

Для реализации описанной концепции испытаний имеется целый ряд испытательного оборудования, некоторые примеры которого приведены ниже.

Стендовый комплекс для натуральных испытаний. Для своевременного проведения все возрастающего объема стендовых испытаний в НТЦК ОАО «Гомсельмаш» существует мощный стендовый комплекс, который включает в себя стенды как для доводочных испытаний и проверки на функционирование вновь разработанных узлов, агрегатов, комбайнов, так и для проведения испытаний на надежность [2]. Стендовый комплекс оснащен оборудованием, позволяющим проводить испытания практически любых объектов: от деталей до машин в сборе (полнокомплектных машин).

В стендовый комплекс входит, в частности, стенд для испытания самоходных машин (рис. 4), предназначенный главным образом для испытаний универсальных энергосредств типа УЭС-250 и других машин, однако конструкция стенда позволяет трансформировать его для испытаний машин с другими габаритами.



Рис. 4. Стенд для натуральных испытаний полнокомплектных самоходных машин



Рис. 5. Стенд для модельных комплексных износоусталостных испытаний типа SZ

Машины для модельных испытаний. На базе ряда изобретений ОАО «Гомсельмаш», ОИМ НАНБ и ИМАШ РАН создали новый класс испытательного оборудования – модульные машины для износоусталостных испытаний моделей силовых систем (рис. 5). Описание машин и методов испытаний можно найти в работе [3]. К основным достоинствам этих модульных машин можно отнести, в частности, высокую универсальность, полную автоматизацию испытаний, возможность проведения ускоренных испытаний и др.

Таким образом, разработана концепция испытания сельскохозяйственных машин на стадиях их проектирования и производства, на базе которой решаются задачи обеспечения их требуемого качества при снижении риска повреждения в эксплуатации. Она предусматривает 7 уровней испытания на трех масштабных ступенях. Важное достоинство концепции состоит в том, что в нее включены эффективные методы износоусталостных испытаний наиболее ответственных силовых систем машин. Реализация концепции обеспечивается соответствующими методиками испытаний.

Для реализации разработанной концепции создан стендовый комплекс для натуральных испытаний разработанных узлов, агрегатов и комбайнов в целом, а также ряд модульных машин для износоусталостных испытаний моделей силовых систем.

Литература

1. Тюрин, С. А. Силовые системы сельскохозяйственной техники: моделирование и испытания / С. А. Тюрин, Н. Н. Малык // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2023. – № 2 (93). – С. 5–13.
2. Комплекс испытательных стендов для ускоренной экспериментальной оценки ресурса кормоуборочных машин и их ответственных узлов / В. А. Шуринов [и др.]. – Гомель : ГСКБ ПО «Гомсельмаш», 1990. – 37 с.
3. Испытательный центр SZ : Hi-Tech / Л. А. Сосновский, В. О. Замятин, Н. А. Махутов, Н. В. Псырнов // Актуальные вопросы машиноведения : сб. науч. тр. / ОИМ НАН Беларуси. – Минск, 2012. – Вып. 1. – С. 276–278.

УДК 621.778

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛОСКОГО ИЗГИБА ТОНКОЙ
СТАЛЬНОЙ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ
НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОВОЛОКИ**

Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Для тонкой высокопрочной проволоки диаметром 0,30 мм класса прочности HT из стали 80 определено: предел прочности проволоки с ростом количества плоских изгибов в процессе рихтовки уменьшается в среднем с 3455 до 3107 МПа, а среднее относительное удлинение проволоки изменяется в диапазоне 2,20–2,63 %.

Ключевые слова: стальная тонкая проволока, изгиб, механические свойства.

**INFLUENCE OF FLAT BENDING PARAMETERS OF THIN STEEL
HIGH-CARBON WIRE ON THE MECHANICAL PROPERTIES
OF THE WIRE**

Y. L. Bobarikin, Y. V. Martyanov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

For thin high-strength wire with a diameter of 0.30 mm of strength class HT made of steel 80, it has been determined: the tensile strength of the wire decreases from an average of 3455 to 3107 MPa with an increase in the number of flat bends during the straightening process, and the average relative elongation of the wire changes in the range of 2.20–2.63 %.

Keywords: steel thin wire, bending, mechanical properties.

Стальная тонкая высокоуглеродистая проволока используется для свивки металлокорда. В производстве проволоки применяется плоский изгиб в рихтовальном устройстве (рис. 1) для снижения уровня и повышения равномерности остаточных напряжений. Рихтовальное устройство позволяет производить знакопеременный плоский изгиб. Снижение остаточных напряжений дает возможность уменьшить величину отклонения от прямолинейности тонкой проволоки и металлокорда из этой проволоки. Однако знакопеременный изгиб проволоки в рихтовальном устройстве оказывает влияние на комплекс механических свойств тонкой проволоки из-за эффекта Баушингера. В этой связи исследование влияния изгиба на механические свойства проволоки является актуальным.