

УДК 620.178.4

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗНОСОУСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ:  
РАЗРАБОТКА И ПРАКТИЧЕСКАЯ АПРОБАЦИЯ**

С.А. Тюрин, А.В. Чирков, Ю.В. Карпенко

УО «Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Классическое условие прочности  $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\lim} / n_{\sigma}$  записывается в виде простейшего соотношения между максимальным действующим ( $\sigma_{\max}$ ) и соответствующим предельным ( $\sigma_{\lim}$ ) напряжением с некоторым запасом прочности ( $n_{\sigma}$ ). Это соотношение берется за основу при определении необходимых и достаточных размеров нагруженных элементов механизмов, машин и оборудования; иными словами, оно обуславливает конструктивную массу и эксплуатационную надежность изделия, в конечном счете – его экономичность и конкурентоспособность.

Развитие современных методов вычислений, в том числе с применением компьютерных технологий, широко применяемых в НТЦК ОАО «Гомсельмаш», позволяет произвести расчетную оценку действующих полей напряжений ( $\sigma_{\max}$ ) практически в любом элементе конструкции с требуемой точностью. Что же касается определения предельных напряжений ( $\sigma_{\lim}$ ), то здесь присутствует сложность.

Существуют стандартные методы экспериментального определения с достаточной для практических целей точностью характеристик механических свойств материала. Но проблема состоит в том, что для левой части условия прочности действующие напряжения определяют в натуральных конструкциях, тогда как в правой его части используют характеристики механических свойств материала (пределы текучести, прочности, выносливости и т. д.). А свойства материала и конструкции могут различаться весьма существенно. Так, если предел выносливости гладких образцов (диаметром 10 мм) стали 45 равен  $\sigma_{-1} \approx 300$  МПа, то предел выносливости валов (диаметром 150 мм) с напрессованными втулками снижается до 50 МПа и менее [1].

Результаты натурального эксперимента в принципе позволяют достаточно корректно установить характеристики сопротивления деформации и разрушению конкретных деталей и узлов. Однако такой подход, будучи практически важным, в научном отношении малоэффективен. Натурный эксперимент, как правило, весьма трудоемок, очень дорог и длителен, но дает ограниченные результаты, пригодные лишь применительно, например, к исследованному узлу с деталями заданных типоразмеров. Достаточно изменить всего лишь размеры деталей – и требуется строить новую дорогостоящую испытательную установку и вести новые длительные и трудоемкие испытания, чтобы получить необходимые характеристики работоспособности узла

в заданных условиях. Естественно, что конструктивные варианты ответственных деталей и узлов в машиностроении практически неисчислимы, особенно учитывая изменение их размеров. Следовательно, по нашему мнению, натурные испытания целесообразны лишь в весьма ответственных случаях.

Применительно к серийным и массовым изделиям машиностроения перспективным является научный подход, основанный на моделировании [1]. Испытания моделей деталей и узлов, уменьшенных в разумных пределах, можно вести на универсальном испытательном оборудовании. Это резко снижает затраты и расширяет возможности испытаний по количеству испытываемых объектов. Результат – повышение точности оценки служебных свойств изделия, узла, детали.

Преждевременные отказы современных машин, в том числе сельскохозяйственной техники, в значительной мере определяются такими явлениями, как механическая усталость, трение и изнашивание, износоусталостные повреждения (до 80–90 % отказов). Следовательно, целесообразным представляется выполнить моделирование работы узлов этих машин именно применительно к таким повреждающим явлениям.

Анализ показал, что все многообразие типоразмеров систем, содержащихся в механизмах движения кормоуборочного комплекса, можно практически свести всего к двум принципиально различающимся моделям, работающим по трем видам износоусталостного повреждения: вал – втулка (фреттинг-усталость либо фрикционно-механическая усталость) и вал – ролик (контактно-механическая усталость).

Соответствующие методы износоусталостных модельных испытаний в условиях, близких к эксплуатационным, к настоящему времени разработаны и частично стандартизованы [2]. В результате таких испытаний определяют количественные характеристики сопротивления износоусталостным повреждениям. Эти характеристики могут быть использованы, а частности, при выборе конструкционных материалов и обосновании конструктивно-технологических решений, при контроле качества материалов, при расчетах на этапе проектирования и др.

Для испытания таких моделей на ОАО «Гомсельмаш» создано и успешно применяется (в лаборатории ЛКИМиС) высокотехнологичное испытательное оборудование – машины серии СИ / SZ, технические характеристики которого регламентируются требованиями государственного стандарта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андрияшин, В. А. Износоусталостные испытания: принципы моделирования / В. А. Андрияшин, А. В. Богданович, С. А. Тюрин // Надежность и долговечность машин и сооружений : Междунар. науч.-техн. сб. – Вып. 24. – Киев : ИПП НАНУ им. Г. С. Писаренко, 2005. – С. 21–26.