

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТНЫХ СВОЙСТВ  
ГЛУШИТЕЛЯ МОТОРНОЙ УСТАНОВКИ САМОХОДНОЙ  
УБОРОЧНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ КЗС-812**

**А. В. Воронин**

*Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,  
Республика Беларусь*

Конструкции, работающие в условиях повышенных вибраций, требуют неоднзначного подхода к обеспечению их работоспособности, а именно, обеспечению не только статической прочности, но и допустимой динамической нагруженности. Одной из таких конструкций является глушитель моторной установки самоходной уборочной сельскохозяйственной машины КЗС-812 ОАО «Гомсельмаш». Определение собственных частот данной конструкции является необходимым по причине того, что она размещается в непосредственной близости от источников вибрации во время работы машины. Источниками динамического нагружения, оказывающими влияние на рассматриваемую конструкцию, являются основная гармоника опрокидывающего момента двигателя внутреннего сгорания и коленчатый вал двигателя. Требуемым условием работоспособности конструкции при вибрациях является несовпадение собственных частот с рабочим диапазоном действующих внешних нагрузок. Если же данное условие не выполняется, то предпринимаются меры по выведению собственных частот из рабочего диапазона конструкции. Это достигается путем изменения жесткости конструкции или ее массово инерционных характеристик.

Так как глушитель находится в непосредственной близости от двигателя внутреннего сгорания, принимаем его за один из основных возбудителей резонансных явлений, непосредственно воздействующих на рассматриваемую конструкцию.

Двигатель внутреннего сгорания имеет два основных возмущающих фактора, определяющих его вибрацию: неуравновешенность коленчатого вала и опрокидывающий момент, возникающий под действием газовых сил в цилиндрах.

Обороты двигателя в сельскохозяйственной уборочной технике из-за необходимости поддержания равномерности техпроцесса поддерживаются на одном уровне и имеют очень малый диапазон рабочих частот вращения коленчатого вала, поэтому для КЗС-812 с двигателем ЯМЗ-238НЕ2-48 рабочие обороты двигателя будут равны  $\nu_{рх} = 35$  Гц (2100 об/мин).

Частота основной гармоники опрокидывающего момента для 4-тактного V-образного 8-цилиндрового двигателя ЯМЗ-238НЕ2-48 с неравномерным чередованием рабочих ходов может быть определена по формуле (1) [1]:

$$F_v = \frac{0,5ni}{60\tau}, \quad (1)$$

где  $n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;  $i$  – количество цилиндров двигателя;  $\tau = 2$  – для четырехтактного двигателя.

По результатам расчета конструкции определяют собственные частоты, величину отстройки и динамический коэффициент для форм собственных колебаний. Для обеспечения работоспособности рассматриваемой конструкции необходимо выполнение условия, при котором отстройка собственных частот конструкции от частот внешних возмущающих воздействий должна быть более чем 20 % [2]. Если данное условие не выполняется, то предпринимаются меры по увеличению отстройки собственных частот конструкции глушителя от частот рабочего диапазона двигателя комбайна.

Увеличение отстройки достигается несколькими способами. Первый способ заключается в изменении частоты вращения рабочих органов, имеющих малую отстройку частоты их колебаний от частоты собственных колебаний глушителя моторной установки. Второй способ по увеличению отстройки частот друг от друга это изменение жесткости рассматриваемой конструкции или ее массово инерционных характеристик. Другие способы гашения колебаний такие как вибродемпфирование и динамическое гашение колебаний в силу их сложной реализации в данной конструкции применять экономически не выгодно.

Для конструкции глушителя КЗС-812 изменение диапазона частот вращения двигателя не представляется возможным, так как они соответствуют величинам, обеспечивающим стабильный технологический процесс, а для изменения формы самого глушителя необходима глубокая оценка возможного изменения противодавления и шумоподавления отработанных газов двигателя, что значительно увеличивает трудоемкость изменений и является нецелесообразной.

В связи с вышеизложенным увеличение отстройки частот проведено путем изменения конструкции крепления глушителя [3]. Такое увеличение жесткости (уменьшение массы) позволяет увеличить собственную частоту ( $\omega_0$ ), при этом конструкция будет заведомо работать в дорезонансном режиме ( $\omega < \omega_0$ ). Уменьшение жесткости (увеличение массы) дает возможность работать в зарезонансной зоне ( $\omega_0 > \omega$ ) [4].

Представленный способ обеспечения допустимой динамической нагруженности позволяет гарантированно избежать возникновения резонансных явлений, тем самым обеспечивая работоспособность глушителя КЗС-812.

## **Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении 103**

Представленный подход эффективного решения вопросов снижения динамической нагруженности применяется в НТЦК ОАО «Гомсельмаш» при проектировании схожих конструкций глушителей моторных установок самоходных уборочных сельскохозяйственных машин производства ОАО «Гомсельмаш».

### **Л и т е р а т у р а**

1. Колебания силового агрегата автомобиля / В. Е. Тольский [и др.]. – М. : Машиностроение, 1976. – 266 с.
2. Штейнвольф, Л. И. Динамические расчеты машин и механизмов / Л. И. Штейнвольф. – М. : Машгиз, 1961. – 339 с.
3. Воронин, А. В. Обеспечение работоспособности навесных вспомогательных элементов в конструкциях сельскохозяйственных машин / А. В. Воронин, А. С. Шантыко, В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2018. – № 2. – С. 14–20.
4. Иванов, Н. И. Основы виброакустики / Н. И. Иванов, А. С. Никифоров. – М. : Политехника, 2000. – 482 с.
5. Басов, К. А. ANSYS справочник пользователя / К. А. Басов. – М. : ДМК Пресс, 2005. – 640 с.