

*В.А. Шевченко, к.т.н., доц.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
А.М. Чаплыгина, инженер-конструктор
ПАО «Свет шахтёра»*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ АВТОГРЕЙДЕРА

Приведены результаты экспериментального исследования возникновения колебательных процессов при работе автогрейdera на разных рабочих скоростях.

Ключевые слова: колебательные процессы, автогрейдер, нагрузки, рабочие операции, экспериментальное исследование.

Постановка проблемы. В процессе выполнения рабочих операций пневмоколесными землеройно-транспортными машинами во время блокирования рабочего органа часто развиваются колебательные движения остова машины. Практически всегда колебания сопровождаются быстрым нарастанием амплитуды, что может привести к увеличению интенсивности потоков отказов металлоконструкции и элементов привода управления рабочим оборудованием. Детальное изучение причин и условий появления подобных явлений позволит разработать мероприятия по их устранению и соответственно повышению показателей эффективности машин в целом.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых впервые предлагалось решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение не решенных прежде задач общей проблемы, которым посвящается указанная статья. Большинство исследований обращают внимание на то, что у пневмоколесных машин вероятность самопроизвольного развития колебаний несущей металлоконструкции существенно выше, чем у гусеничных. Тем самым в качестве основной причины возникновения исследуемых процессов указывается тип ходового оборудования. В научных исследованиях Л.В. Назарова [1] и В.П. Истомина [2] подобные явления трактуются как автоколебания. В математических моделях, предложенных авторами, учитывается нелинейная фрикционная характеристика зоны контакта ведущего колеса и опорной поверхности. При наличии мощного энергетического источника в виде двигателя внутреннего сгорания, подобный подход полностью совпадает с классическими положениями теории автоколебаний [3].

Если следовать предложенным теориям, то колебания машины должны происходить в горизонтальной плоскости при значительном смещении в этой же плоскости центра масс. В реальных же условиях

зафиксировано, что при блокировке рабочего органа машина, оставаясь на месте, начинает совершать «галопирующие» движения, поочередно опираясь то на передние, то на задние колеса. Очевидно, что рассматриваемое явление носит более сложный характер, чем представляющие его теории и требует дополнительного изучения.

Формулирование целей статьи (постановка задачи). С целью изучения влияния эксплуатационных факторов на процесс формирования и развития колебательных явлений при стопорении рабочего органа землеройно-транспортной машины, было предложено подготовить и провести экспериментальное исследование на реальной машине, а также выполнить анализ полученных опытных данных.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием научных результатов. В качестве объекта исследования был выбран автогрейдер ДЗК-251 Крюковского вагоностроительного завода. Эксперименты проводились в полевых условиях на базе УНПБ кафедры строительных и дорожных машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Во время опытов реализовывался процесс интенсивного зарезания основного отвала в грунт до полной его блокировки. В качестве варьируемых эксплуатационных параметров были выбраны: начальная скорость машины, угол перекоса основного отвала в вертикальной плоскости, вынос отвала в сторону, угол захвата отвала в плане. Пределы варьирования указанных параметров выбирались из учёта типичных рабочих операций, выполняемых автогрейдером. Специально разработанная аналогово-цифровая информационно-измерительная система позволила установить на машине 16 преобразователей физических величин в электрические. Последние позволили зафиксировать на компьютере процессы изменения напряженно-деформированного состояния основной рамы автогрейдера, давления во всех гидроцилиндрах управления рабочим органом и крутящих моментов в центральных осях балансирной тележки.

Результаты проведенных экспериментов показали, что при зарезании грунта всем отвалом в большинстве случаев после его стопорения автогрейдер выходит в режим неконтролируемого колебательного движения. Вместе с тем при зарезании краем отвала вероятность возникновения такого явления снижается практически до нуля. Подобная тенденция наблюдается и при смещении отвала в сторону от продольной оси смещения машины. Чем больше в сторону выдвинут отвал, тем ниже вероятность возникновения колебательного движения машины при его стопорении.

Существенное влияние на развитие формы колебательных процессов имеет начальная скорость машины (рис. 1).

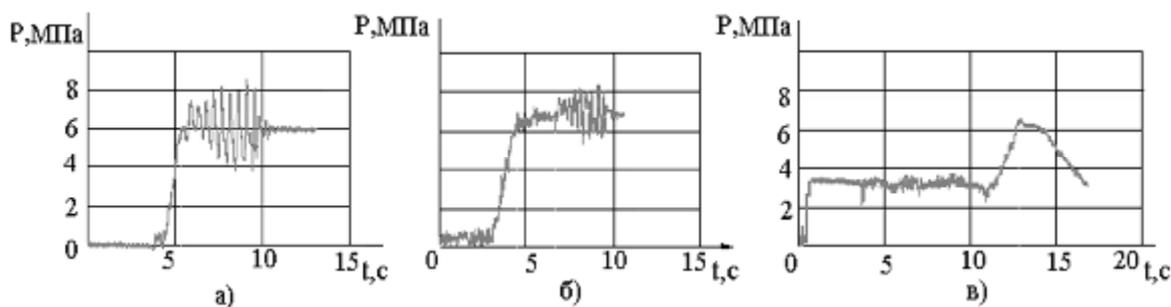


Рис. 1. Графики изменения во времени давления в нагруженной полости гидроцилиндров подъёма-опускания основного отвала:

- а) начальная скорость автогрейдера 1,2 м/с;**
- б) начальная скорость автогрейдера 1,0 м/с;**
- в) начальная скорость автогрейдера 0,8 м/с**

Характерным для представленных графиков является качественное их отличие в зависимости от значения исходной скорости машины. Так, при скоростях 1,1 м/с и выше колебательный процесс с быстрым нарастанием амплитуд начинает развиваться практически сразу же после стопорения отвала в грунте (рис. 1,а). В том случае, когда начальная скорость автогрейдера находится в пределах $0,9 \div 1$ м/с, колебательный процесс развивается не сразу в момент стопорения отвала, а через $2 \div 3$ с. Наконец, при скоростях менее 0,8 м/с колебательные процессы даже при длительной выдержке стопорного режима в опытах не фиксировались. Очевидно, что современные тенденции увеличения рабочих скоростей машин должны привести к повышению вероятности появления и развития неконтролируемых колебаний в системе.

Сравнить развитие колебательных процессов в различных системах автогрейдера можно, анализируя осциллограммы различных преобразователей. Для одной и той же опытной ситуации колебания основной рамы машины начинаются сразу же в момент стопорения отвала (рис. 2), в гидроцилиндрах колебательный процесс начинает развиваться через $0,25 \div 1,25$ с после стопорения (рис. 1,а), а колебания крутящего момента в центральных полуосях начинаются со смещением $1,5 - 3$ с (рис. 3).

Таким образом, колебательные процессы в различных системах начинают развиваться не одновременно, как утверждает существующая теория, а последовательно, после некоторой временной выдержки. Очевидно, что «порождающим» является движение самой несущей металлоконструкции автогрейдера.

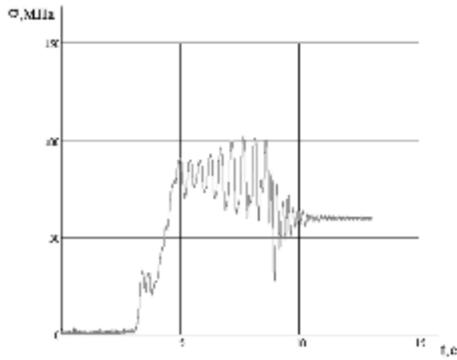


Рис. 2. График изменения во времени нормальных напряжений в хребтовой балке автогрейдера

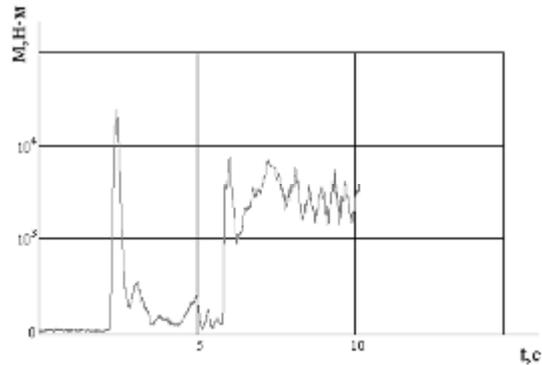


Рис. 3. График изменения во времени крутящего момента в центральной полуоси балансирующей тележки

Выводы из данного исследования.

Проведенные экспериментальные исследования позволили установить следующее:

На вероятность возникновения неуправляемых колебательных процессов автогрейдера в режиме стопорения основного отвала существенно влияет вид выполняемой рабочей операции. При интенсивном зарезании всего отвала подобные явления почти не фиксировались. Вместе с тем при зарезании грунта всем отвалом вероятность появления и развития колебательных процессов возрастает.

На форму колебаний существенно влияет начальная скорость движения автогрейдера. При скоростях до 0,8 м/с после блокировки отвала ведущие колеса срываются в режим 100% – го буксования без дальнейшего развития колебаний остова машины. В той же ситуации, но при скоростях 1,1 м/с и выше машина мгновенно переходит в колебательный режим движения.

В различных системах и элементах машины колебания начинаются не одновременно. Первой в колебательный режим переходит металлоконструкция, затем гидропривод управления основным отвалом и только после этого – трансмиссия.

Литература

1. Кириченко І.Г. Наукові основи створення високоефективних землерійно-транспортних машин / Кириченко І.Г., Назаров Л.В., Нічке В.В., Демішкан В.Ф. та ін. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 588 с.
2. Истомин В.П. Динамика пневмоколесного бульдозера при автоколебаниях: дисс.кандидата технических наук: 05.05.04 / Истомин Владимир Павлович - Х., 1995. - 255 с.

З. Ланда П.С. Автоколебания в системах с конечным числом степеней свободы /П.С. Ланда. – М.:Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 360 с.

Надійшла до редакції 20.11.2012

© В. О. Шевченко, О. М. Чаплигіна

УДК 621.869

*В. О. Шевченко, к.т.н., доц.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
О. М. Чаплигіна, інженер-конструктор
ПАТ «Світло шахтаря»*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ ПІД ЧАС РОБОТИ АВТОГРЕЙДЕРА

Наведено результати експериментального дослідження виникнення коливальних процесів при роботі автогрейдера на різних початкових швидкостях.

Ключові слова: *коливальні процеси, автогрейдер, навантаження, робочі операції, експериментальне дослідження.*

UDC 621.869

*V. O. Shevchenko, Ph. D., Associate Professor
Kharkiv National Automobile and Highway University
O. M. Chaplygina, design engineer
PJSC "Svet shakhtyora"*

INVESTIGATION INTO OSCILLATORY PROCESSES ARISING IN MOTOR GRADERS

The investigations of experimental oscillatory processes arising in motor graders with different operating velocities are shown.

Keywords: *oscillatory processes, motor grader, loads, working operations, experimental research.*