

Литература

1. ОАО «ВНИКТИ». Система автоматизированного контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива АСК: руководство по эксплуатации, 2010. – 34 с.
2. Клименко Ю.И., Ким С.И., Грачев В.В., Федотов М.В., Нестеров А.И. Автоматизированная система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива: ст., 2011. – 7 с.
3. Перминов В.А., Федотов М.В., Киреев В.А., Бычкова Е.А., Журавлева О.В., Шарапов А.Л. Разработка протоколов и программного обеспечения обмена данными с бортовыми диагностическими системами тепловозов ТЭП70БС и 2ТЭ116У: техническое описание, 2014. – 139 с.
4. Уильям Р. Станек Microsoft SQL Server 2008. Справочник администратора – СПб.: БХВ-Петербург, Русская Редакция, 2013.
5. Хранимые процедуры. [Электронный ресурс]: документация, 2014. – Режим доступа: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ms190782.aspx>, свободный.

УДК 629.3.014.2:621.3

Энергетические и качественные показатели работы культиваторного МТА в режиме автоколебаний рабочих органов

д.т.н. Гапич Д.С., к.т.н. Фомин С.Д., Денисова О.А.
ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет
(8442) 41-13-70, Gds-08@mail.ru, fsd_58@mail.ru, denisova_olga_@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований влияния резонансных режимов работы рабочих органов культиватора *BOURGAULT 8810* на энергетические и качественные показатели обработки почвы.

Ключевые слова: рабочий орган, пар, стерня, упругий элемент.

Одним из направлений повышения качества обработки почвы по критериям энергоэффективности является создание рабочих органов, которые используют прогрессивные принципы воздействия на обрабатываемую среду. На практике это достигается использованием почвообрабатывающих орудий, в конструкции которых заложен упругий элемент в креплении рабочих органов. Такой упругий элемент выступает в качестве устройства способного, при определенных условиях, возбуждать колебания рабочего органа, что, согласно экспериментальным данным многих исследователей, улучшает очистку рабочих органов от нависания растительных остатков и почвы, крошение почвенного пласта, а также снижает общее тяговое сопротивление почвообрабатывающего орудия до 15% [1]. Кроме того, обеспечивается возможность изменения степени воздействия рабочего органа на почву и управление качеством процесса обработки.

Действенные незатухающие колебания рабочего органа во время работы машинно-тракторного агрегата (МТА) поддерживаются настройкой частоты его собственных колебаний на частоту колебаний, возбуждаемую в динамике рабочего процесса путем изменения жесткости упругого элемента в креплении.

Для оценки влияния характерных режимов работы рабочих органов (дорезонансного, резонансного и послерезонансного) на энергетические и качественные показатели работы почвообрабатывающего орудия были проведены экспериментальные исследования. В качестве объекта исследования был выбран культиватор модели *Bourgault 8810*, оснащенный упругими элементами в креплении рабочих органов к раме. Специальные устройства в

креплении упругих элементов, обеспечивали регулировку их жесткости [2], а следовательно позволяли настраивать собственную частоту колебаний рабочих органов на преобладающие частоты возмущающих воздействий.

Исследования проводились в Даниловском районе Волгоградской области на двух почвенных фонах: стерня пшеницы и пар. Влажность почвы составляла 12–14% для каждого почвенного фона.

Оптимальное значение жесткости упругого элемента, позволяющего генерировать незатухающие колебания рабочего органа, оценивается выражением:

$$c = \frac{\lambda^2 (J_z - ma^2) - mga}{h^2},$$

где: λ – частота вынужденных колебаний горизонтальной составляющей тягового сопротивления, с^{-1} ; J_z – момент инерции культиваторной стойки относительно оси подвеса, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; m – масса стойки, кг ; a и h – конструктивные параметры культиваторной стойки, м [3].

Частота вынужденных колебаний определялась по спектральной плотности горизонтальной составляющей тягового сопротивления рабочего органа (рисунок 1).

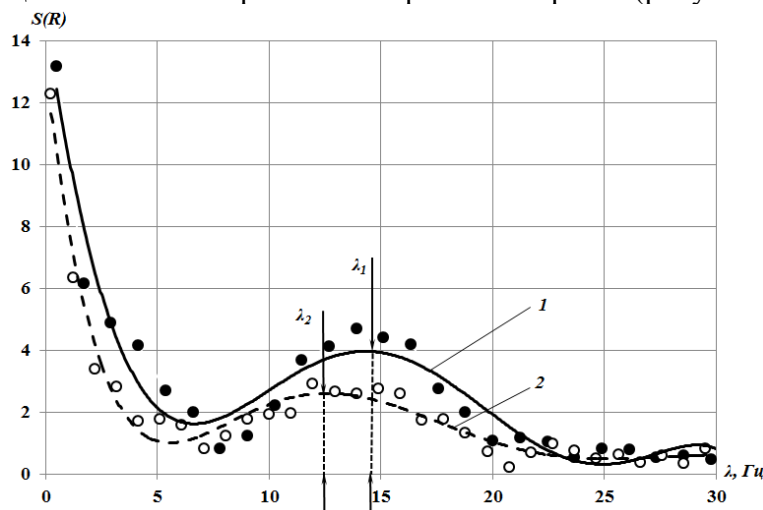


Рисунок 1. Спектральные плотности горизонтальной составляющей тягового сопротивления рабочего органа культиватора: 1 – фон стерня, 2 – фон пар

Расчетное значение жесткости упругого элемента, обеспечивающей максимальное снижение горизонтальной составляющей тягового сопротивления, составило: для почвенного фона стерня – 133 кН/м, пар 85 кН/м.

В качестве основного показателя энергоемкости процесса обработки почвы в процессе эксперимента, фиксировалась крюковая нагрузка трактора при постоянной теоретической скорости движения МТА. Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

Анализ экспериментальных данных показывает, что при работе на режимах близких к резонансу наблюдается снижение крюкового усилия трактора. На почвенном фоне стерня снижение составило 17% по сравнению с жестким креплением рабочего органа, и 11% на почвенном фоне пар.

Качество работы орудия оценивалось по глубине обработки и степени крошения почвенного пласта. Глубина обработки определялась по диагонали контрольного участка при помощи линейки по ГОСТ 17435-72, отклонение глубины обработки от среднего значения представлено на рисунке 3.

Сравнение результатов агротехнической оценки показало, что использование режима автоколебаний рабочих органов существенно влияет на устойчивость хода рабочего органа в вертикальной плоскости. Можно предположить, что на почвах со слабыми диссипативными свойствами будет наблюдаться нарушение агротехнических требований предъявляемых к культивации.

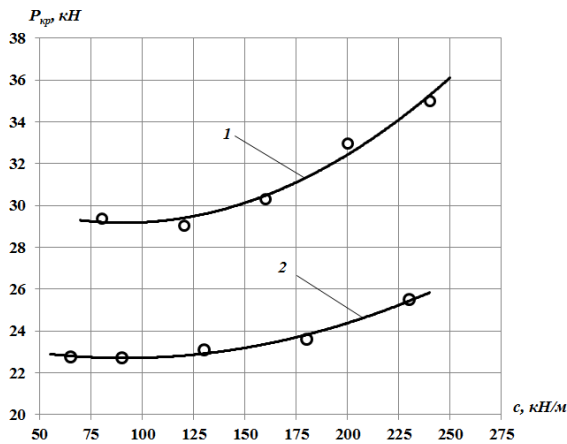


Рисунок 2. Зависимость крюкового усилия трактора John-Deere- 8430 от жесткости упругих элементов в креплении рабочих органов культиватора Bourgault 8810:
1 – фон стерня, 2 – фон пар

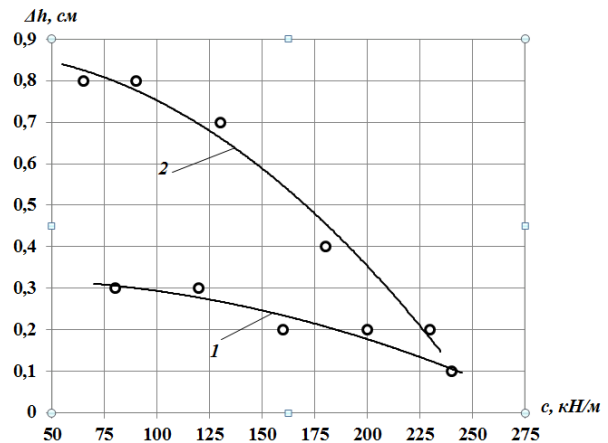


Рисунок 3. Отклонение глубины обработки от среднего значения в зависимости от жесткости упругих элементов в креплении рабочих органов культиватора Bourgault 8810: 1 – фон стерня, 2 – фон пар

Дальнейшие сравнительные экспериментальные работы были направлены на оценку качества крошения почвенного пласта. На первом этапе обработанная почва разделялась на фракции диаметром более 100 мм; 50-100 мм; 25-50 мм; менее 25 мм. Результаты этих работ представлены на рисунках 4 и 5.

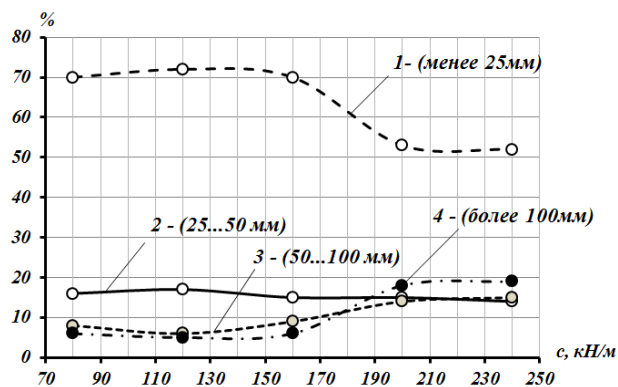


Рисунок 4. Влияние жесткости упругого элемента в креплении рабочего органа на фракционный состав почвы.

Фон стерня: 1 – фракции размером менее 25 мм, 2 – фракции размером 25-50 мм, 3 – фракции размером 50-100 мм, 4 – фракции размером более 100мм

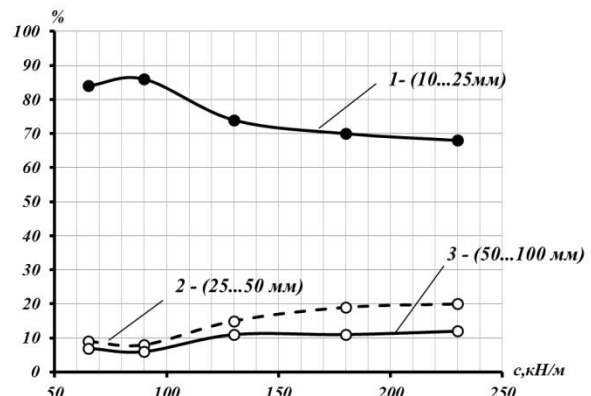


Рисунок 5. Влияние жесткости упругого элемента в креплении рабочего органа на фракционный состав почвы.

Фон пар: 1 – фракции размером менее 25 мм, 2 – фракции размером 25-50 мм, 3 – фракции размером 50-100 мм

Анализ графических зависимостей позволяет утверждать, что при работе на режимах близких к резонансу существенно улучшается качество крошения почвенного пласта. Наблюдается увеличение фракций диаметром до 25 мм и значительное уменьшение нежелательного, с точки зрения агрономии, количества фракций диаметром более 100мм. Напомним, что агротехническими требованиями к предпосевной обработке стерневых фонов регламентируются наличие количества фракций диаметром менее 25 мм до 80%. Использование резонансного режима позволяет значительно приблизиться к данному показателю. В случае жесткого крепления рабочего органа культиватор неспособен обеспечить предъявляемые агротехнические требования на всех почвенных фонах.

Использование резонансных режимов работы может существенно влиять на устойчивость почвенного фона к ветровой эрозии. Господствующие ветры в Волгоградской области

дуют со скоростью 5...6 м/с, поэтому к эрозионно-опасным почвенным частицам относятся частицы диаметром менее 1 мм. Почвы, имеющие в своем составе таких частиц более 25%, считаются эрозионно-опасными [4]. Следовательно, на каждую агротехническую операцию, которая способствует повышению количества эродирующих частиц в почве, должно быть наложено ограничение. Поэтому следующая группа полевых экспериментов была направлена на изучение влияния резонансного режима работы рабочих органов на фракционный состав почвы диаметром менее 25 мм, для чего использовался набор сит диаметром отверстий 10–25 мм, 7–10 мм, 5–7 мм, 3–5 мм, 1–3 мм, 0,5–1 мм, менее 0,5 мм.

На почвенном фоне стерня (рисунок 6) результаты опытов говорят в пользу рабочих органов, настроенных на режим автоколебаний, наблюдается хорошее крошение более крупных фракций (диаметром 7–25 мм) и прирост процента фракций диаметром 3–7 мм, при этом доля пылевидных фракций (диаметром менее 1 мм) остается практически постоянной.

Совсем по другому распределению происходит крошение массы почвы на почвенном фоне – пар (рисунок 7). При приближении к резонансному режиму работы наблюдается резкий прирост пылевидных частиц (диаметром менее 1 мм) за счет крошения наиболее благоприятных с агротехнической точки зрения фракций (5–10 мм).

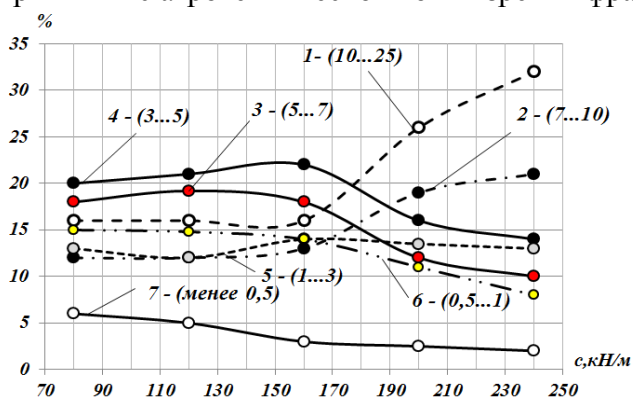


Рисунок 6. Влияние жесткости упругого элемента в креплении рабочего органа на фракционный состав почвы.

Фон стерня: 1 – фракции размером 10-25 мм, 2 – фракции размером 7-10 мм, 3 – фракции размером 5-7 мм, 4 – фракции размером 3-5 мм, 5 – фракции размером 1-3 мм, 6 – фракции размером 0,5-1 мм, 7 – менее 0,5 мм

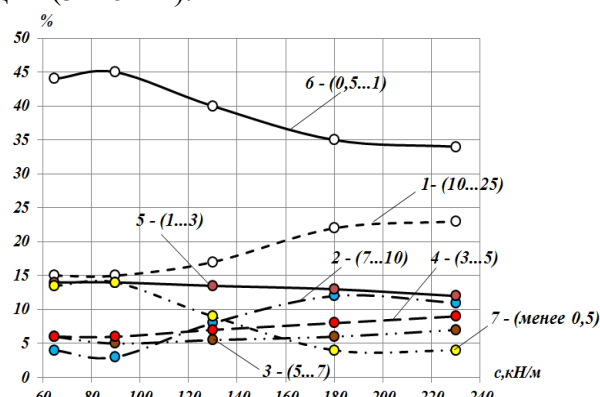


Рисунок 7. Влияние жесткости упругого элемента в креплении рабочего органа на фракционный состав почвы.

Фон пар: 1 – фракции размером 10-25 мм, 2 – фракции размером 7-10 мм, 3 – фракции размером 5-7 мм, 4 – фракции размером 3-5 мм, 5 – фракции размером 1-3 мм, 6 – фракции размером 0,5-1 мм, 7 – менее 0,5 мм

Объяснить это можно слабыми диссипативными свойствами почвенного фона, неспособными обеспечить снижение амплитуды колебания рабочего органа до приемлемых пределов.

Основные выводы, которые можно сделать, анализируя представленный материал, следующие:

- резонансный режим работы наблюдается при жесткости упругого элемента для почвенного фона стерня – 120 кН/м, пар – 90 кН/м, что близко к значению жесткости, определенному теоретическим путем. Наблюдается хорошая сходимость расчетных и экспериментальных данных;
- использование режима автоколебаний рабочих органов позволяет снизить крюковую нагрузку трактора до 17% по сравнению с жестким креплением рабочего органа на почвенном фоне стерня и до 11% на почвенном фоне пар, что существенно снижает энергетические затраты на проведение почвообрабатывающих операций;
- снижение крюкового усилия трактора обусловлено появлением виброэффекта рабочих органов, а не уменьшением глубины обработки за счет выглубления рабочего органа;

- в процессе эксперимента установлено, что агротехнические требования, предъявляемые к культивации по устойчивости движения рабочего органа в случае использования резонансного режима полностью выполняются; экспериментально подтверждено лучшее качество крошения почвенного пласта;
- в целом резонансный режим работы, положительно сказываясь на энергетических затратах на обработку почвы, существенно влияет на устойчивость почвенного фона к ветровой эрозии, особенно сильно это проявляется на почвах, обладающих слабыми диссипативными свойствами. Поэтому при оптимизации упругих связей культиваторного МТА должны учитываться экологические аспекты взаимодействия рабочего органа с почвой с целью сохранения её плодородной структуры.

Литература

1. Кузнецов Н.Г. О проблемах использования сельскохозяйственных машин с упругим креплением рабочих органов [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.А. Назаров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. №1 – С. 132-135.
2. Патент РФ №146230 Рабочий орган почвообрабатывающего орудия с изменяемой частотой собственных колебаний / Гапич Д.С., Денисова О.А. / ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет. – № 201422228. Заявл. 30.05.2015; Оpubл. 03.09.2014г.
3. Кузнецов Н.Г. Математическая модель генерации автоколебаний рабочего органа культиватора BOURGAULT 8810 [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.А. Назаров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. №4 – С. 203-209.
4. Гапич Д.С. Экологические особенности использования резонансных режимов работы рабочих органов культиваторного машинно-тракторного агрегата [Текст] / Д.С. Гапич, О.А. Денисова // Научное обозрение. Саратов. – 2015. №10 – С. 40-43.

Влияние ветровых воздействий на нагруженность гидравлических крано-манипуляторных установок с шарнирно-сочлененными стрелами

д.т.н. проф. Ковальский В.Ф., к.т.н. Лагереv И.А.

*Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ),
Брянский государственный университет имени академика И.Г.Петровского
8 (495) 684-22-08, kovalskij@miit.ru, 8 (4832) 64-81-17, lagerev-bgu@yandex.ru*

Аннотация. С использованием универсальных математических моделей исследования динамики гидравлического крана-манипулятора при движении звеньев стрелы проанализировано влияние интенсивности продольных и поперечных ветровых воздействий на его нагруженность. Показано, что ветровая нагрузка не только вызывает дополнительные механические напряжения в элементах конструкции, но также влияет на кинематические и динамические параметры движения звеньев шарнирно-сочлененной стрелы крана-манипулятора.

Ключевые слова: установка крано-манипуляторная, кран-манипулятор, ветровое воздействие, динамика, нагруженность, моделирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых ученых-кандидатов наук № МК-92.2014.8.

Гидравлические крано-манипуляторные установки, смонтированные на подвижном шасси различных транспортно-технологических машин, получили широкое распространение в различных отраслях экономики Российской Федерации. Они широко используются во всех регионах России, в том числе, в регионах с высоким ветровым давлением до 700... 1000 Па, т.е. в V-VII ветровых районах согласно СНиП 2.01.07 (горные районы Кавказа, Средней Азии и Сибири, северное и северо-восточное побережье России). В этих условиях ветровая