

4. Разработанная имитационная модель САУ пневмогидропривода может быть использована для расчета параметров при проектировании конструкции механизма режущего инструмента.

5. Проверка на адекватность модели САУ показывает достаточную точность работы пневмогидропривода короснимателя в диапазоне рабочих частот процесса.

Литература

1. *Побединский В.В., Берстнев А.В.* Математическая модель гидропривода рабочего органа роторного окорочного станка // Сб. докл. к междунар. науч.-техн. конф. УГЛТУ (Екатеринбург, 21–23 сентября 2006). – С. 87–92.
2. *Ричард К., Дорф К., Роберт Х.* Современные системы управления. – М.: Изд-во Лаб. базовых знаний, 2004. – 831 с.



УДК 631.35:629.03.001.5

М.В. Канделя

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ МОБИЛЬНЫХ УБОРОЧНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Рассмотрены мобильные уборочно-транспортные машины высокой проходимости. Приводится описание научных и производственно-конструкторских разработок ходовых систем нового поколения, которые позволяют повысить производительность и долговечность машин, реализовать принципы ресурсосбережения и экологически допустимого воздействия на почву.

Ключевые слова: гусеничный движитель, мобильные уборочно-транспортные машины, почва, переувлажнение.

М. V. Kandelya

WAYS FOR TECHNOLOGICAL LEVEL IMPROVEMENT OF CATERPILLAR TRACK MOVER IN MOBILE HARVESTERS AND TRANSPORT MACHINES

Mobile harvesters and transport machines of high trafficability are considered in the article. The scientific, production and design development description of new generation running systems that allow to increase machines productivity and durability, to realize principles of the resources cost-effective use and ecologically admissible impact on the soil is provided.

Key words: caterpillar track mover, mobile harvesters and transport machines, soil, over wetting.

Введение. Мобильные уборочно-транспортные машины на гусеничных ходовых системах находят широкое применение на Дальнем Востоке во многих отраслях народного хозяйства. Прежде всего – это сельскохозяйственное производство и особенно уборка риса, сои и других культур в специфических условиях переувлажнения почв; разведка и освоение полезных ископаемых и заготовка сырьевых ресурсов в условиях бездорожья; обеспечение сезонной доставки оленеводов в дистанционные стойбища, рабочих на вахтовые прииски и создание бытовых условий на передвижных бытовых модулях; строительство новых транспортных артерий при освоении природных богатств, в т.ч. прокладка газо- и нефтепроводов.

Дальний Восток в XXI веке является довольно привлекательным регионом России, где требуется использование в больших масштабах машин высокой проходимости. Мировой и отечественный опыт позволяет создавать большой парк транспортных средств для обеспечения проходимости мобильных машин: колесные движители с двумя, тремя и более ведущими мостами (автомобили повышенной проходимости, БТР, тягачи), автомобили со специальными пневмоколесами и пневмокатками с низким давлением, гусеничные и полугусеничные шасси, амфибии и другие средства.

Бывший завод «Дальсельмаш» (ныне ЗАО ПО «Дальсельмаш»), ДальГАУ и ДальНИИМЭСХ имеют многолетний опыт в разработке и использовании машин высокой проходимости в сложных условиях сельскохозяйственных работ. На Дальнем Востоке зерновые культуры убираются, как правило, в период переувлажнения почвы. Обусловлено это климатическими условиями региона. Переувлажнению подвергается до 95% всех пахотных площадей. Данный фактор усугубляется тем, что почвы региона по механическому составу в основном относятся к тяжелым суглинкам с плотным подстилающим слоем на глубине 16...25 см. В этих условиях технико-экономические показатели уборочных работ, а зачастую и сама возможность уборки, зависят от проходимости уборочно-транспортных машин.

Для обеспечения уборки урожая в таких условиях с 1958 года на заводе «Дальсельмаш» было налажено производство уборочно-транспортных машин на базе гусеничной ходовой системы.

Практика первых лет эксплуатации комбайнов на гусеничном ходу позволила резко улучшить технико-экономические показатели уборочных работ по сравнению с прицепными колесными комбайнами. Так, прямые издержки снизились в 3,9...11,3 раза, металлоемкость на гектар сезонной производительности уменьшилась в 1,4...2,0 раза, производительность труда увеличилась в 9,2...12,7 раза.

В настоящее время самоходные комбайны выпускаются как в гусеничной, так и в колесной модификациях. Несмотря на существенные недостатки металлогусеничного движителя (большой вес, сложность конструкции, малый срок службы и т.п.), рисозерноуборочный комбайн гусеничной модификации обладает высокой проходимостью и в тяжелых почвенных условиях является единственной машиной, способной выполнять технологический процесс.

Уже более 50 лет как выпускаются и модернизируются гусеничные ходовые системы для специфических условий Дальнего Востока. Более чем в 2 раза увеличился объем бункера рисозерноуборочного комбайна (от 1,8 до 4,5 м³), растет его конструктивная и эксплуатационная масса. Ходовая часть рисозерноуборочного комбайна «Енисей-1200Р» представляет собой гусеничную тележку, которая является базой для гусеничного силосоуборочного комбайна «Амур-680» и других опытных экспериментальных образцов уборочно-транспортных машин высокой проходимости. Удачная кинематическая схема и конструкция, разработанная на основе тракторного и танкостроения, практически не претерпела принципиальных изменений.

Но на сегодняшний день остро стоит проблема надежности и экосовместимости как тракторной в целом, так и уборочно-транспортной техники в частности [2]. По критерию максимально допустимого давления на почву [3] $U=75\text{кН/м}$ ни одно серийное энергетическое средство не отвечает требованиям экологически безопасного воздействия на почву. Жесткий контакт с дорогой порождает проблему улучшения эргономики (условий труда) и асфальтоходности.

Исследования гусеничного движителя показывают, что металлические гусеницы оказывают вредное воздействие на почву: разрушают структуру, уплотняют плодородный слой, нарушают агрофизические процессы. Воздействие ходовых аппаратов на почву является одним из факторов, приводящих к потере плодородия почвы. Особенно отрицательное воздействие ходовых систем на почву проявляется в зонах, подверженных переувлажнению. Сегодня вопросы охраны окружающей среды, и в том числе сохранения плодородия почвы, приобретают важное народнохозяйственное значение. Из анализа исследований [4] можно сделать вывод, что потенциальные ресурсы существующего серийного металлогусеничного движителя ограничены как в отношении улучшения эксплуатационных качеств, так и экологического совершенствования. Поэтому разработки, направленные на совершенствование гусеничной ходовой системы и устранение вышеперечисленных недостатков, являются особенно актуальными.

Цель исследований. Обоснование выбора пути совершенствования технического уровня гусеничного движителя мобильных уборочных машин.

Задачи исследований. Провести анализ развития технического уровня гусеничного движителя мобильных уборочных машин. Обосновать целесообразность использования резиноармированного гусеничного движителя.

Материалы и методы исследований. Материалом для данной работы послужили многолетние исследования, проведенные в ГСКБ завода «Дальсельмаш», по разработке новых и модернизации существующих гусеничных движителей уборочно-транспортных машин. При проведении исследований использовались опытные образцы гусеничных тележек, изготовленных в экспериментальном цехе завода «Дальсельмаш». Исследования проводились с использованием ГОСТ 26953-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия на почву» и ГОСТ 26955-86 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву» на базе Государственной машиноиспытательной станции Амурской области (с. Зеленый Бор), Дальневосточного научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства (г. Благовещенск).

Результаты исследований и их обсуждение. Перспективным направлением совершенствования гусеничной ходовой системы является использование резиноармированных гусениц [4], получивших широкое распространение в конструкциях гусеничных машин за рубежом. В настоящее время крупнейшие тракторные и комбайновые фирмы: Джон Дир, Катерпиллер, Клаас, Кейс, Нью-Холланд и другие – ведут опытные разработки и серийный выпуск тракторов и комбайнов на резиноармированных гусеницах, что позволяет в сравнении с традиционной для западных стран колесной техникой снизить вредное воздействие на почву и улучшить тягово-сцепные свойства машин. Для России использование резиноармированных гусениц имеет особое значение, так как отечественная промышленность в течение многих лет выпускает тракторы и комбайны на металлических гусеницах.

Поисковые исследования уборочно-транспортных машин высокой проходимости на резиноармированных гусеницах конструкции и производства японской фирмы «Бриджстоун» («Bridgestone») [4, 5] выявили их значительные преимущества перед металлогусеничным двигателем, особенно в плане повышения надежности гусеничной ходовой системы и всей машины в целом. По результатам исследований, ресурс до предельного состояния резиноармированных гусениц в сравнении с серийными возрос в 4,5 раза (20000 км у резиноармированной гусеницы, 4500 км у металлической). Только после пробега 20000 км наблюдались трещины и изломы на беговых дорожках резиноармированных гусениц в местах размещения металлических закладных элементов. Нарботка на отказ по раме молотилки увеличилась в 3...4,7 раза (для отказов 1–3-х групп сложности).

Установка РАГ на серийную ходовую систему приводит к снижению максимального давления и уплотняющего воздействия на почву. Несмотря на увеличение массы, коэффициент неравномерности распределения давления ходовой системы с резиноармированной гусеницей в 1,72...2,02 раза ниже, чем серийного. При этом улучшается эргономика машин, обеспечивается асфальтоходность и снижается техногенное воздействие на почву до экологически безопасного уровня.

Теоретическое обоснование действительных нагрузок [5] показало, что резиноармированные гусеницы позволяют существенно снизить нормальную нагрузку на опорную поверхность почвы за счет снижения дополнительной вертикальной нагрузки вследствие колебаний остова комбайна.

Действительная нормальная нагрузка на почву определяется по выражению

$$P = P_3 \pm M_d a_c, \quad (1)$$

где P_3 – эксплуатационный вес машины, кН;
 M_d – подрессоренная масса, кг;
 a_c – ускорение центра масс, м/с².
 Принимая $M_d = P_3/g$, получим

$$P = P_3 (1 + a_c/g). \quad (2)$$

Эксплуатационный вес машины пропорционален эквивалентному коэффициенту жесткости подвески гусеничного движителя. Учитывая, что эквивалентный коэффициент жесткости гусеничной системы с РАГ $C_{экв}$ приблизительно равен половине коэффициента эквивалентной жесткости подвески, получим вертикальную нагрузку от эксплуатационного веса комбайна на металлогусеничной ходовой системе

$$P_{МГД} = P_3 (1 + a_c/g). \quad (3)$$

Для ходовой системы на резиноармированных гусеницах

$$P_{РАГ} = P_3 (1 + a_c/2g). \quad (4)$$

Из уравнений (3) и (4) следует, что при одинаковых условиях эксплуатации гусеничных машин на РАГ по сравнению с металлогусеничными ходовыми системами вертикальная нагрузка, а следовательно и нормальное давление, снижается на величину

$$\frac{P_{МГД} - P_{РАГ}}{P_{МГД}} \cdot 100\% = \frac{a_c / 2g}{1 + a_c / 2g} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Результаты испытаний комбайнов на серийной ходовой системе показали, что максимальные значения ускорений остова машины при движении по стерне кормовых трав достигают более 2,5 м/с². При этих значениях снижение давления под гусеничной ходовой системой с РАГ составляет 10,1%. Это обстоятельство дополнительно обеспечивает преимущество гусеничных систем на РАГ при сравнительных испытаниях [3, 4].

Выводы. На основании проведенных исследований работы различных гусеничных движителей мобильных уборочно-транспортных машин в реальных условиях эксплуатации, в условиях переувлажнения почвы наиболее целесообразным с точки зрения повышения тягово-сцепных свойств и снижения техногенного воздействия на почву является использование резиноармированных гусениц. Применение данного вида движителя обеспечит критерий максимального допустимого давления 75Кн/м, что соответствует требованиям экологически безопасного воздействия на почву.

Литература

1. Ксеневич И.П. Внедорожные тягово-транспортные системы: проблемы защиты окружающей среды // Тракторы и сельхозмашины. – 1996. – №6. – С. 18–22.
2. Ксеневич И.П., Скотников В.А., Ляско М.Н. Ходовые системы – почва – урожай. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
3. Канделя М.В. Исследование и обоснование технического уровня различных типов гусеничных ходовых систем уборочно-транспортных машин.: дис. ... канд. техн. наук. – Биробиджан, 1997. – 162 с.
4. Разработка движителя с резиноармированными гусеницами / А.М. Емельянов [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – №2. – С. 14–16.
5. Создание унифицированной конструкции гусеничной ходовой системы и ведущего моста для новых рисозерноуборочных комбайнов: науч. отчет. – М., 1988. – 88 с.



УДК 631:363(031)

Л.Г. Крючкова, С.М. Доценко, А.А. Борсук

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛНОРАЦИОННЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ СВИНЬЯМ

В работе представлены данные, полученные в результате проведенных исследований, позволяющие проектировать и создавать технологии и технические средства для реализации процесса механизированного кормления свиней.

Ключевые слова: корнеплоды, кормовая смесь, измельчитель, технологическая линия.

L.G. Krjuchkova, S.M. Dotsenko, A.A. Borsuk

SUBSTANTIATION OF PROCESS PARAMETERS FOR PIGS' FULL DIETING FODDER MIXES PREPARATION

The research data allowing to project and create technologies and technical facilities for pigs feeding mechanized process implementation is presented in the article.

Key words: root crops, fodder mix, grinder, technological line.

Одним из основных путей развития свиноводства является укрепление кормовой базы, позволяющее эффективно использовать белковые, углеводные, минеральные и витаминные ресурсы производимых в Российской Федерации кормовых культур. При этом важнейшими источниками углеводов являются корнеклубнеплоды, в частности корнеплоды сорта кузузика [1]. Данный вид корнеплодов из-за своих больших размеров и специфической формы практически не может быть подвергнут мойке и измельчению с помощью существующих технических средств.