

АГРЕГАТИРОВАНИЕ ПЛУГОВ ПО СХЕМЕ «PUSH-PULL» И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕГО ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ

В. Б. Попов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Вспашка почвы является одной из наиболее энергоемких операций в перечне работ по возделыванию сельскохозяйственных культур. Поэтому экономия топлива и эффективное использование мощности двигателя трактора (или другого мобильного энергетического средства) являются весьма важными задачами, делающими необходимостью рациональный выбор схемы пахотного машинно-тракторного агрегата (МТА).

Известно, что при работе МТА, состоящего из полноприводного сельскохозяйственного трактора (4×4) и задненавесной почвообрабатывающей машины или орудия, рост тягового усилия влечет за собой догрузку его заднего и разгрузку переднего мостов [1]. Процесс этот сопровождается ростом буксования передних ведущих колес трактора и одновременным ухудшением управляемости, что в целом снижает производительность МТА. Один из наиболее распространенных способов решения проблемы состоит в рациональном балластировании трактора со стороны переднего моста, способствующем повышению его тягово-цепных свойств [2].

С другой стороны периодические информационные сообщения о работах зарубежных фирм и ученых [3], [4] показывают, что фронтальный балласт успешно может быть заменен передненавесной машиной (орудием), функционально связанной с технологическим процессом и одновременно выступающей в роли балласта. Примером может служить пахотный МТА (рис. 1), состоящий из трактора и двух плугов, агрегируемых с передним подъемно-навесным устройством (ПНУ) и задним ПНУ по схеме «push-pull» – «тяги-толкай».

Преимущество этого МТА состоит в том, что фронтально навешенный плуг повышает вертикальную нагрузку на передние ведущие колеса, увеличивая их сцепление с почвой и уменьшая буксование. Тяговые свойства трактора, от которых зависят показатели пахотного МТА, определяются не только его эксплуатационной массой, но и распределением ее между мостами. В результате проведения теоретических исследований было установлено, что при использовании трактора с тяговым усилием 30–32 кН (3 тс) фронтальный плуг должен иметь 2 корпуса, а задний – 4. Во время испытаний [5] трактор двигался правыми колесами в борозде и толкал фронтальный плуг, жестко связанный с ним в горизонтальной плоскости, при этом его опорное колесо находилось вне борозды.



Рис. 1. Пахотный машинно-тракторный агрегат, работающий по схеме «push-pull»

По результатам проведенных испытаний утверждается, что пахотный МТА, составленный по схеме «2+4», и состоявший из трактора ХТЗ-16131, фронтального ПЛН-2-35 и заднего ПЛН-4-35 плугов, пахал с большей стабильностью по глубине обработки почвы, чем пахотный МТА составленный по схеме «0+5», представленный тем же трактором и задненавесным плугом – ПЛН-5-35. Кроме того, в соответствии с полученными экспериментальными данными рабочая ширина захвата агрегата по схеме «2+4» была на 20,9 % больше, чем у агрегата по схеме «0+5». Это обеспечило большую производительность первого МТА – на 19,5 %, несмотря на то, что его рабочая скорость оказалась на 1,5 % ниже. В результате удельный расход топлива для пахотного МТА, составленного по схеме «2+4», был ниже, и в условиях полевого эксперимента экономия составила 11,5 % [5].

Автоматизированное проектирование ПНУ тракторов (или других мобильных энергетических средств) на ранних стадиях тесно связано с их функциональным проектированием, опирающимся на математическое и компьютерное моделирование функционирования ПНУ и его компонентов. Обоснованный выбор рациональных параметров ПНУ способствует улучшению агрегатирования трактора и плуга. При известной структуре гидропривода (ГП) и механизма навески (МН), массово-геометрических параметрах плугов и их режимов работы формирование соответствующих функциональных математических моделей (ФММ) вполне реализуемо [6].

Использование ФММ в ходе функционального проектирования представляется в виде последовательно выполняемых процедур геометрического, кинематического, динамического и силового анализа свойств ПНУ, выражающихся в расчетах выходных параметров ГП и МН. Процедура анализа свойств ПНУ целиком входит в состав процедуры его параметрического синтеза, включающую также постановку задачи выбора оптимальных параметров и используемый метод (методы) оптимизации.

Формализованное описание работы переднего и заднего ПНУ в составе пахотного МТА, работающего по схеме «push-pull», и состоящего из трактора ХТЗ-16131, агрегируемого с двухкорпусным и четырехкорпусным плугами, было выполнено на основе апробированной методики функционального проектирования в ходе курсового и дипломного проектирования на кафедре «Сельскохозяйственные машины».

94 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

Литература

1. Гуськов, В. В. Тракторы. Ч. II. Теория / В. В. Гуськов. – Минск : Выш. шк., 1981. – 384 с. : ил.
2. Кутьков, Г. М. Балластирование тракторов / Г. М. Кутьков, И. В. Грибов, Н. В. Перевозчикова // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 9. – С. 52–60.
3. Pour une bonne utilisation – Revue technique, 1981. – № 14. – P. 47.
4. Кирюхин, В. Г. Эффективность применения плугов передней и задней навески / В. Г. Кирюхин, А. Ш. Касымов // Тракторы и сельхозмашины. – 1985. – № 2. – С. 21–23.
5. Надыкто, В. Т. Исследование траекторных и тягово-энергетических показателей работы пахотного агрегата по схеме «PUSH-PULL» / В. Т. Надыкто, А. Д. Кистечок // Агропанорама. – 2016. – № 5. – С. 2–6.
6. Попов, В. Б. Математическое моделирование подъемно-навесных устройств мобильных энергетических средств : монография / В. Б. Попов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 252 с.