

Заключение

1. Анализ конструктивно-технологических особенностей зерноочистительных машин, входящих в существующий парк оборудования зернотоков сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь, показал, что основу его составляют машины, в которых применены устаревшие конструктивные решения, что ограничивает производительность комплексов и не обеспечивает качество очистки.

2. Новое поколение сепараторов отечественной разработки СВП-70, УС-40С и УС-25С отличается применением современных технических решений: систем равномерного распределения зернового вороха, замкнутой системы аспирации, развитой поверхностью решетчатого стана и уникальной системы одного приводного механизма. Их массовое применение позволит сельскохозяйственным организациям страны сократить потери урожая за счет проведения качественной и эффективной очистки зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловский, Е.И. Очистка зерна в хозяйствах республики. Проблемы и перспективы / Е.И. Михайловский // Белорусское сельское хозяйство, 2010. – №9. – С. 14-18.

2. Казакевич, П.П. Технологические основы сохранности зерна повышенной влажности / П.П. Казакевич, В.Н. Дашков, В.П. Чеботарев, Е.И. Михайловский, А.А. Князев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. темат. сб./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; под общ. ред. В.Н. Дашкова. – Минск, 2008. – Вып. 42. – С. 103-109.

3. Михайловский, Е.И. О послеуборочной доработке зерна. Актуальные проблемы повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса: сб. докладов Межд. науч.-практ. конф., Минск, 24-26 ноября 2010 г.: в 2-х ч.; редкол.: Н.В.Казаровец [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2010. – Ч. 2 – С. 46-51.

4. Шило, И.Н. Современное оборудование и машины для послеуборочной обработки зерна: справочник / И.Н. Шило, Е.И. Михайловский. – Минск: БГАТУ, 2011. – 508 с.

5. Михайловский, Е.И. Эксплуатация зерноочистительно-сушильных комплексов отечественных производителей: пособ. / Е.И. Михайловский, И.Н. Шило. – Минск: БГАТУ, 2011. – 348 с.

6. Маринич, Л.А. Эффективная очистка зерна – гарантия сохранности урожая / Л.А. Маринич // Белорусское сельское хозяйство, 2012. – №1. – С. 62- 66.

УДК 629.336.063

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 13.02.2012

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ

А.И. Бобровник, докт. техн. наук (БГАТУ); В.М. Мухин (ПО «МТЗ»); М.Ф. АЛЬ-Кинани, аспирант (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы необходимости повышения технологических свойств тракторов «Беларус», эксплуатируемых в сельскохозяйственном производстве. Проанализированы пути модернизации тракторов тяговой концепции. Сформулированы требования к тракторам тягово-энергетической концепции с приводом рабочих органов сельскохозяйственных машин от вала отбора мощности трактора. Предложено оборудовать тракторы системами отбора мощности стабилизированным приводом, позволяющим уменьшить удельный расход топлива, улучшить качество выполняемого технологического процесса.

The need to improve the technological properties of the "Belarus" tractors, used in agricultural production is investigated. The ways of modernization of pulling concept tractors are analyzed. The requirements for tractors and power-driven concept of working farm machinery from the PTO of a tractor. The article offers to equip the tractor with PTO drive stabilized systems, which allows to reduce the specific fuel consumption, improve the quality of the executed process.

Введение

В настоящее время трактор стал одной из наиболее распространенных машин, применяемых во всех отраслях хозяйственной деятельности. Разнообразие условий эксплуатации трактора предъявляет специфические требования к его конструкции, технологии производства, приспособленности к ремонту и уходу.

Трактор является органическим элементом энерго-технологического комплекса в сельскохозяйственном производстве, на основе которого можно комплектовать агрегаты различного технологического назначения. По соотношению между требованиями технологического процесса, касающимися как режима выполнения операций, так и агротехнического их качества, и эксплуатационными показателями трактора, делается вывод о

степени технологичности трактора, для выполнения которых в составе МТА он предназначен.

Минский тракторный завод (МТЗ) – один из крупнейших производителей тракторной техники в мире, флагман тракторостроения на всем пространстве СНГ. На МТЗ накоплен более чем полувековой опыт создания и серийного производства колесных тракторов, завод является непосредственным разработчиком концепции отечественного тракторостроения, которая включает в себя важнейшие научно-технические, конструкторские и экономические решения.

ПО «МТЗ» предлагает потребителю практически полную гамму тракторов различного назначения мощностью до 350 л. с., производит 24 модели универсально-пропашных и общего назначения тракторов.

Требования к трактору постоянно возрастают, и его функциональные свойства расширяются. Производители тракторов непрерывно занимаются модернизацией и разработкой конструкции тракторов по требованию потребителей с целью повышения их технического уровня. Для создания конкурентной на мировом уровне продукции необходимо проводить дальнейшие исследования по долгосрочному прогнозированию ее развития, т. е. постоянно вести работы по улучшению технологических свойств тракторов. Все многообразие требований технологического процесса, предъявляемых к МТА, выражают обобщенными показателями: производительностью и агротехническим качеством выполняемой операции при низкой удельной себестоимости работ.

Основная часть

Необходимость в модернизации моделей тракторов и разработки новых вытекает из общественных потребностей и требует тщательного и глубокого обоснования с учетом технических и экономических возможностей, обусловленных прогрессом науки и техники, из практической реализации достигнутого научного потенциала и повышения экономических показателей данной отрасли народного хозяйства.

С учетом эволюции развития технической концепции трактора, созрела объективная возможность применения, наряду с тракторами существующей концепции, новой тягово-энергетической концепции, а в дальнейшем – энергетической концепции с весьма ограниченными тяговыми свойствами, с увеличением отбора мощности для привода рабочих органов сельскохозяйственных машин. Для этой цели совершенствование тракторов «Беларус» выполняется с повышением грузоподъемности навесных систем до лучших зарубежных аналогов (80...100%) от конструктивной массы с обеспечением навесоспособности за счет применения съемного балласта, увеличения количества управляемых из кабины гидровыводов, комплектацией по заказу рабочим оборудованием, обеспечивающим агрегатирование с машинами зарубежного производства, установкой переднего ВОМ на колесных тракторах 1,4 ... 3,0, разработкой и организацией производства прогрессивных трансмиссий с переключением без разрыва потока мощности для

колесных тракторов классов 3,0...5,0 и внедрением на тракторах элементов автоматизации и контроля, включая электронно-гидравлическую систему регулирования навесных систем, электронный контроль работы систем и агрегатов тракторов и др.

Технический уровень тракторов повышается за счет введения эластичных шин, обеспечивающих высокую тяговую нагрузку на сельскохозяйственных фонах на почвах разного состава, от глинистой до песчаной, дорогах без твердого покрытия. Трактор работает ранней весной, когда почва еще не просохла и осенью, когда уже начались дожди. В зависимости от времени года, типа и влажности почвы, характера ее предварительной обработки, опорная поверхность для движителей трактора может быть пластичной, скользкой или с высокими сцепными свойствами. Зимой трактор может работать в полевых условиях на вывозке удобрений, перемещаясь по снежной целине или по дороге. Сельские зимние дороги могут быть ровные, с хорошо укатанным плотным снежным покровом, а зачастую, особенно в переходный весенний и осенне-зимний период, при разбитой замерзшей дороге с глубокими профильными неровностями, включая колею. К тракторам предъявляются дополнительные требования технологической или агротехнической проходимости, обусловленные сохранением плодородия почвы, отсутствием повреждений обрабатываемых машинно-тракторными агрегатами культурных растений, особенно при движении в междурядьях. При этом колесные тракторы выполняют той или иной колесной формулы, и они различаются приводом, распределением веса по осям, размером передних и задних приводных колес, возможностью применения сдвоенных колес и т.д.

По стандартам развитых европейских стран, давление колеса на почву не должно превышать 0,6 кг/см² (0,06 МПа). В развитии ходовых систем колесных тракторов следует отметить все более широкое использование тракторов со всеми ведущими колесами, применение шин с увеличенной опорной поверхностью, сдвигание и страивание колес. Для улучшения агроэкологических свойств агрегата при выполнении сельскохозяйственных и транспортных работ, снижения расхода топлива, особенно на неровном рельефе, при криволинейном движении и движении на поворотах, в БГАТУ разработана конструкция опорно-сцепного устройства для сдвоенных задних колес трактора «Беларус» класса 5,0. В этом устройстве крутящий момент передается на наружное колесо и отключается от внутреннего ведущего колеса, что важно при криволинейном движении или повороте трактора. Это позволяет значительно снизить динамические нагрузки на конечные передачи и полуоси заднего моста трактора, увеличить ходимость шин, снизить циркуляцию мощности между колесами, увеличить скорость холостых переездов. В настоящее время данное устройство готовится к испытаниям [1].

Совершенствование конструкций тракторов и технологии сельскохозяйственного производства происходит непрерывно, и эти два процесса находятся в тесной взаимосвязи. В последнее время потреби-

тели сельскохозяйственных тракторов предпочитают приобретать модели все более высокой мощности энергетической концепции с тем, чтобы обеспечить выполнение работ в кратчайшие и оптимальные агротехнические сроки при снижении стоимости продукции за счет повышения производительности, уменьшения удельных затрат, сокращения номенклатуры машин в хозяйстве путем использования способности высокоэнергонасыщенных тракторов работать в составе комбинированных агрегатов.

Наиболее важными технологическими приемами, кроме повышения рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов и применения широкозахватных сельскохозяйственных машин, считается широкая химизация сельского хозяйства, играющая важную роль в повышении плодородия почв, особенно для Республики Беларусь. Важно, кроме обеспечения необходимой дозы удобрений, внести их с требуемой равномерностью, так как при неравномерности, например 25-30%, по результатам многочисленных исследований, урожайность зерновых может снизиться на 5-7% [2].

Оценка совокупного влияния различных проявлений неравномерного внесения удобрений на издержки приведена на структурной схеме (рис. 1).

Неизбежное появление некачественного внесения удобрений обусловлено объективными и субъективными факторами, условиями эксплуатации и режимами работы приводов машин.

Прицепные и самоходные машины для внесения

различных видов удобрений имеют привод рабочих органов от независимого вала отбора мощности трактора или мобильной машины, кинематически связанных с коленчатым валом двигателя.

Анализ конструкций приводов независимого вала отбора мощности тракторов «Беларус» показал, что за последние десятилетия этот узел практически не подвергался структурной модернизации, кроме изменения размеров из-за увеличения передаваемой мощности для тракторов различного тягового класса. От режима работы ВОМ зависят качественные показатели технологических машин, в том числе для внесения органических и минеральных удобрений.

Исследованиями установлено, что по мере внесения удобрений, т.е. выгрузки удобрений из бункера прицепных машин, доза внесения значительно снижается и зависит от конструкции привода трактора и сельскохозяйственной машины. Равномерность распределения удобрений, по данным профессора Н.М. Марченко, зависит, прежде всего, от режима работы привода, т.е. от угловых скоростей вращения подающего и распределяющего барабанов (рис. 2) [2].

Такая же картина наблюдается при внесении минеральных удобрений. Так, при снижении угловой скорости дисков самоходного разбрасывателя БИГ-2500А фирмы Риккель (США) от 105 до 75 с⁻¹ рабочая ширина на внесении гранулированного суперфосфата уменьшается от 25,5 м до 21 м, а при 42 с⁻¹ составляет 12,0 м (рис. 3) [2].

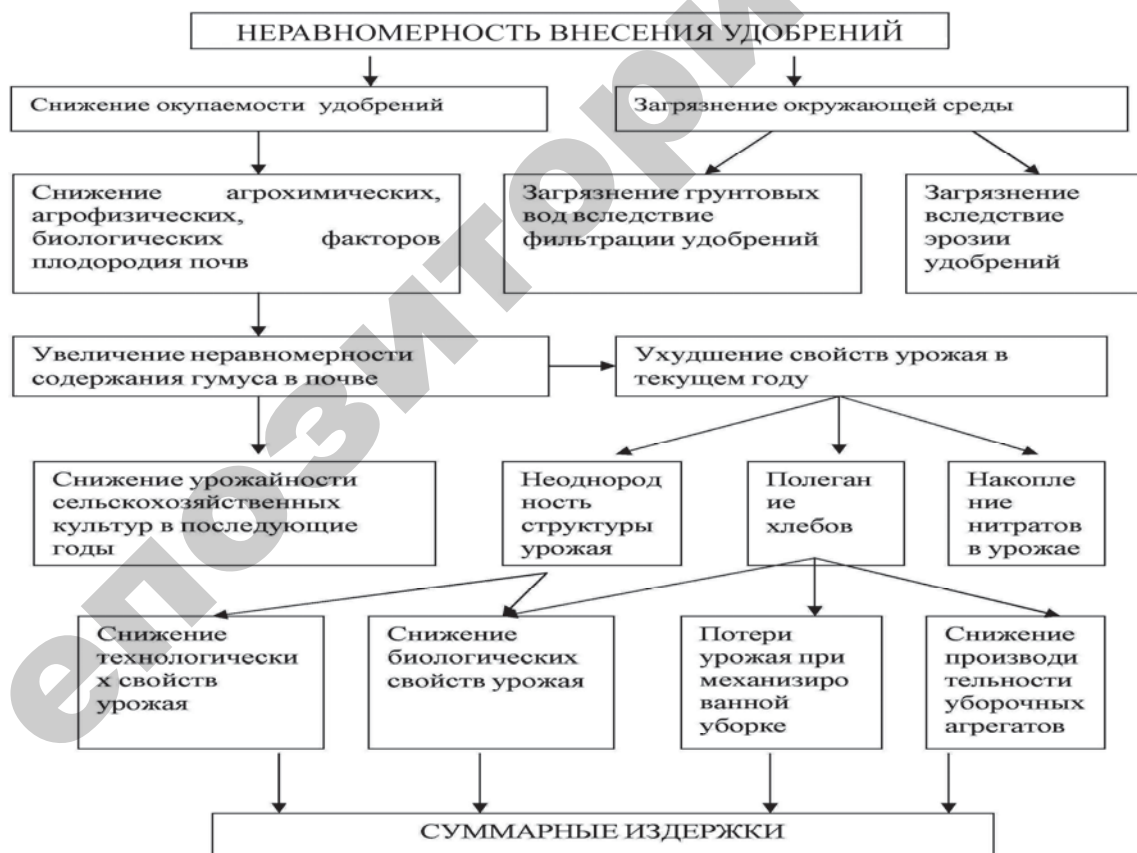


Рисунок 1. Структурная схема издержек от некачественного внесения органических удобрений

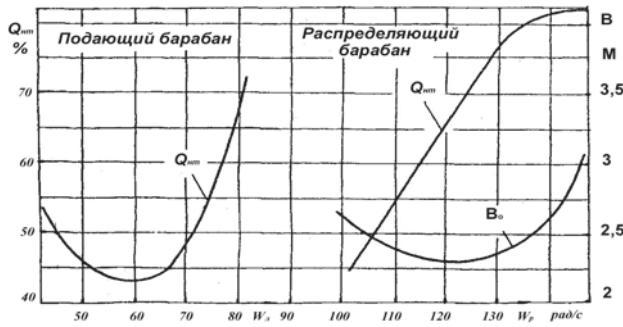


Рисунок 2. Зависимость неравномерности распределения удобрений $Q_{нр}$, ширины захвата B_0 от угловой скорости подающего W_p и распределяющего барабанов W_r

В этих случаях также изменяется доза внесения удобрений, равная соответственно 325, 440 и 430 кг/га, при допустимом отклонении – 5 % от заданной. Значительное изменение дозы наблюдается и при внесении хлористого калия, даже при оборудовании разбрасывателя системой синхронизации подачи удобрения транспортера скорости движения машины. При этом следует отметить, что концентрация питательных веществ в минеральных удобрениях и ядохимикатов при их производстве все время повышается, что требует более качественного дозированного внесения при выполнении технологических операций.

Особенностью эксплуатации агрегатов для внесения удобрений являются переменность массы во время выполнения технологического процесса. Так, при агрегатировании трактора «Беларус -3023» класса 5,0 (масса эксплуатационная 12 800 кг) с многофункциональным прицепом «FERABOX» массой 7 200 кг, предназначенным также для сплошного поверхностного внесения твердых органических удобрений грузоподъемностью 18 000 кг, масса агрегата изменяется в полевых условиях от 38 000 кг до 20 000 кг, что приводит к уменьшению загрузки двигателя почти в два раза и изменению скорости вращения коленчатого вала двигателя.

Стабилизированный привод трактора улучшит качество работы и других сельскохозяйственных машин. Полнота удаления ботвы активными рабочими органами ботвоизмельчителей в зависимости от окружной скорости ножа исследовалась при поступательной скорости агрегата $V_m=1,94$ м/с [3]. Первоначально был изготовлен 4-х рядный ботводробитель с вертикальной осью вращения рабочих органов, представляющих сферические диски диаметром 0,4 м, с внешней стороны которых закреплены шарнирно три цепи длиной 0,5 м. Привод осуществлялся от вала отбора мощности трактора через конический редуктор с частотой вращения 540 об/мин от трактора «Беларус» кл. 1,4. Для повышения полноты удаления ботвы были изготовлены и исследованы 2-х рядные ботводробители с горизонтальной осью вращения с цепями и ножами-лентами, подвешенными над междурядьем, а также комбинированный ботводробитель с рабочими органами с горизонтальной и вертикальной осями вращения. Исследования полноты удаления ботвы при изменении окружной скорости ножа ($V_H=14; 20; 26$ м/с) представлены на рис. 4,

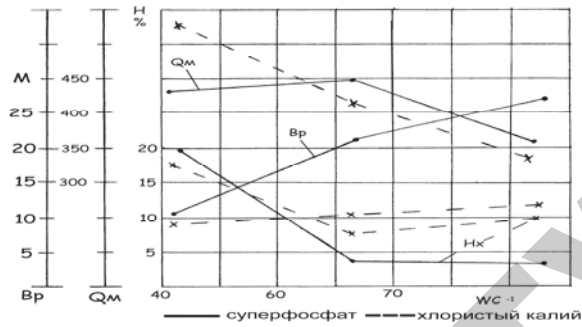


Рисунок 3. Показатели качества работы машины при различной частоте вращения центробежных дисков: Q_m – доза внесения; B_p – рабочая ширина; H_x – поперечная неравномерность внесения

из которого следует необходимость снабжения привода стабилизированной частотой вращения.

Мощность, затрачиваемая на привод сельскохозяйственных машин, приведена в табл. 1.

Мощность на привод ВОМ зависит от пропускной

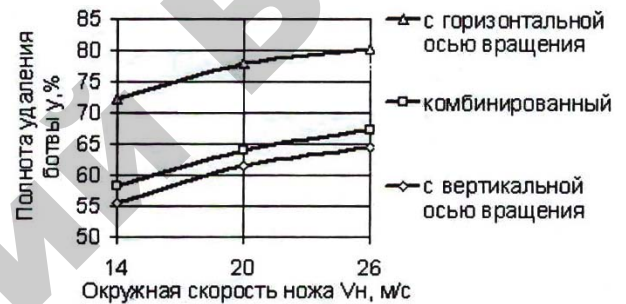


Рисунок 4. Полнота удаления ботвы рабочими органами ботвоизмельчителей в зависимости от окружной скорости ножа при поступательной скорости агрегата $V_m=1.94$ м/с

способности q машины, удельных затрат мощности $N_{уд}$ на технологический процесс, приходящихся на единицу пропускной способности, затрат мощности $N_{вомх}$ на холостой ход механизмов машин, затрат мощности $N_{вомд}$ на привод вспомогательных агрегатов. Эту зависимость можно выразить в виде уравнения [4]

$$N_{вом} = N_{уд} * q + N_{вомх} + N_{вомд}$$

В расчетах часто используют средние значения, приведенные в табл. 1, устанавливаемые в ходе хозяйственных и государственных испытаний и приводимые в справочной литературе [4].

Стабилизированный привод вала отбора мощности может быть разработан при незначительном усложнении конструкции, с обязательным использованием дифференциального механизма и регулируемого промежуточного звена. Кинематическая схема (рис. 5) содержит планетарный механизм и цилиндрическую передачу.

Стабилизированный привод вала отбора мощности трактора позволит также повысить надежность технологических процессов для посевных агрегатов. Изменение массы мобильного агрегата приводит к непостоянству сопротивления перекачиванию, а, следовательно, и нагрузке двигателя. Известно, что основными эксплуатаци-

Таблица 1. Мощность, затрачиваемая на привод сельскохозяйственных машин

Сельскохозяйственная машина	Марка машины	$N_{\text{в.ом}}$, кВт
Сеялка универсальная пунктирная пневматическая	СУПН-8	7,4-11,0
Картофелесажалки	СКС-4; КСМ-4; КСМ-8	3,7-112,5
Культиваторы	ФПУ-4,2; КФ-5,4	25,8-36,8
Косилки-измельчители	КИР-1,5Б; КУФ-1,8	15,8-40,5
Косилки	КС-2,1; КДП-4,0; КТП-6	3,7-25,8
Косилка-измельчитель	Е-281	60-70
Жатка	ЖРС-4,9	22,1-25,8
Машина ботвоуборочная	БМ-6	22,1-29,4
Машина корнеуборочная	РКС-6	40,6-47,9
Картофелекопалки	КТН-2Б; УКВ-2	7-22,1
Разбрасыватели минеральных удобрений и извести, опрыскиватели	ОВМ-630-2; РУМ-8; РУМ-16	5-37,5
Разбрасыватели органических удобрений	РЖТ-4; ПРТ-10; МТТ-23	14,7-40,4-72,2

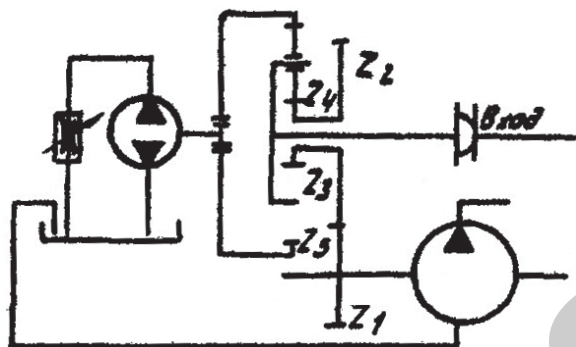


Рисунок 5. Гидрокинематическая схема дифференциального механизма для привода распределяющих рабочих органов машины для поверхностного внесения минеральных удобрений

онными показателями тракторного двигателя являются эффективная мощность и крутящий момент, часовой и удельный расход топлива, частота вращения коленчатого вала двигателя. В эксплуатационных расчетах наиболее часто применяется скоростная характеристика двигателя, которая соответствует полной подаче топлива, называемая внешней скоростной характеристикой. С точки зрения лучших показателей работы двигателя – это номинальный или близкий к нему режим. При перегрузках для преодоления возросшего тягового сопротивления двигатель работает на коррекционной или перегрузочной ветви, при этом происходит снижение частоты вращения на 30-50% до максимального момента, что при агрегатировании тракторов с машинами для внесения удобрения значительно ухудшит качественные показатели агрегата.

В отдельных случаях, когда работа двигателя на внешней скоростной характеристике становится нецелесообразной по его тяговым и скоростным возможностям, переходят на частичную характеристику с уменьшением подачи топлива и изменением эксплуатацион-

ных показателей двигателя. При этом улучшается экономичность двигателя по расходу топлива до 10-15%. В условиях эксплуатации изменение степени неравномерности тягового сопротивления агрегата и момента сопротивления вала отбора мощности вызывает колебания частоты вращения коленчатого вала, а, следовательно, и кинематически связанного с ним вала отбора мощности и рабочих органов, агрегируемых с трактором сельскохозяйственных машин, что приводит к повышенному расходу топлива.

Максимальная величина снижения удельного расхода топлива двигателя наиболее точно может быть оценена по многопараметровой характеристике, строящейся по экспериментальным данным для конкретной модели двигателя.

Многочисленными исследователями установлено, что перевод работы двигателя на частичный режим при сохранении скорости движения мобильных технологических агрегатов переменной массы повышает также долговечность узлов двигателя.

Заключение

Таким образом, для повышения технологических свойств тракторов энергетической концепции при передаче мощности сельскохозяйственным машинам через независимый вал отбора мощности, обеспечивающих повышение качества выполняемых технологических операций, снижение погектарного расхода топлива, повышение надежности технологического процесса и долговечности узлов двигателя – транспортно-технологических агрегатов переменной массы с непостоянной частотой вращения коленчатого вала двигателя во время перегрузок или переводе работы двигателя на частичный режим при его недогрузке, целесообразно системы отбора мощности тракторов оборудовать устройствами для поддержания заданной частоты вращения хвостовика независимого вала отбора мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство для улучшения опорно-сцепной проходимости движителя: патент 6695 Респ. Беларусь, ВУ МПК В 60С 3/00/ М.А. Прищепов, С.К. Карпович, А.И. Бобровник и др.; заявитель Бел. гос. аграрн. техн. ун-т. – № у 20100270; заявл. 18.03.10; опубл. 30.10.10// Афіцыйны бюл./ Нац. цэнтр інтэлект. уласнасці. – 2010. – № 5. – С. 189-190.
2. Бобровник, А.И. Повышение эксплуатационных качеств мобильных агрегатов для внесения удобрений/ А.И. Бобровник. – Минск, 1997. – 159 с.
3. Первушин, В.Ф. Повышение эффективности механизированной технологии возделывания картофеля в условиях малых форм хозяйствования (фермерские и личные подсобные хозяйства населения): автореф... дисс. на соискание ученой степени докт. техн. наук. – Москва, 2011. – 35 с.
4. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: практикум/ А.В. Новиков [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2011. – 407 с.