

К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МОДУЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MODULAR AGGREGATES

А.И. ДМИТРЕНКО, к.т.н.

А.И. БУРЬЯНОВ, д.т.н.

Ю.О. ГОРЯЧЕВ, к.т.н.

ФГБНУ «Аграрный научный центр "Донской"», Зерноград,
Россия, burjanov 2015@yandex.ru

A.I. DMITRENKO, PhD in Engineering

A.I. BUR'YANOV, DSc in Engineering

YU.O. GORYACHEV, PhD in Engineering

The Federal State Budget Scientific Institution «Agrarian Science
Center «Donskoy», Zernograd, Russia, burjanov 2015@yandex.ru

Территории сельскохозяйственных регионов России подразделяются на подзоны с разными климатическими и почвенными условиями, севооборотами культур и технологиями возделывания, годовыми объемами и сроками работ, определяющими структуру и состав машинно-тракторных парков. В конструкциях традиционных технических средств по мере их совершенствования наращивалось применение достижений науки и техники, обеспечивающих увеличение производительности машин с опережающим ростом их цен. Увеличение годовой загрузки современных мобильных энергетических средств, которое могло бы существенно снизить себестоимость производимых ими работ, ограничено агротехническими сроками их проведения. Очевидно, что одним из путей повышения эффективности технических средств является объединение функций, выполняемых разными типами машин, например тракторными и уборочными, в одном агрегате на базе энергетического средства. Реализовать потенциальные возможности таких агрегатов удастся не всегда. Это возможно только при несовпадении периодов пиковых нагрузок машин разного назначения с учетом специфики функционирования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия определенного вида деятельности в конкретном регионе. При этом, кроме решения традиционных задач, связанных с разработкой конструктивных и технологических схем мобильных энергетических средств нового поколения с наборами сменяемых модулей-адаптеров, возникает целый ряд новых задач, для решения которых необходимо разработать совокупность методов их выполнения или методологию. Предмет исследования статьи – методология разработки модульных агрегатов на базе несущих и сменных технологических систем для сельскохозяйственных предприятий с учетом специфики современного рынка и зональных условий. Цель исследования – систематизация и раскрытие методических аспектов разработки модульных агрегатов для машинно-тракторных парков. Применение модульных агрегатов на примере одной модели сельскохозяйственного предприятия обеспечит снижение капитальных вложений в машинно-тракторный парк и эксплуатационных затрат на его содержание более чем на 17 и 14 %, соответственно, с одновременным увеличением чистого дисконтированного дохода более чем на 53 %.

Ключевые слова: методология, модульные агрегаты, мобильные или универсальные энергетические средства, сменные модули-адаптеры.

The territories of agricultural regions of Russia are subdivided into subzones with different climatic and soil conditions, crop rotations and technologies, annual volumes and terms of work that determine the structure and composition of machine and tractor parks. In the designs of traditional technical means, as they were improved, the application of science and technology achievements was increased, ensuring an increase in the productivity of machines with a faster growth in their prices. An increase in the annual load of modern mobile energy facilities, which could significantly reduce the cost of their work, is limited by the agrotechnical timing of their implementation. Obviously, one of the ways to improve the efficiency of technical means is to combine the functions performed by different types of machines, for example, tractor and harvesting machines in one unit based on the power tool. Implementing the potential of such units will not always succeed. This is possible only if the periods of peak loads of machines for different purposes do not coincide, taking into account the specific functioning of the machine and tractor fleet of the agricultural enterprise of a certain type of activity in a particular region. At the same time, in addition to solving traditional tasks related to the development of constructive and technological circuits for mobile power equipment of a new generation with sets of replaceable adapter modules, a whole series of new problems arise, for the solution of which it is necessary to develop a set of methods for their implementation or methodology. The subject of the article's research is the methodology for the development of modular aggregates based on frame and replacement technological systems for agricultural enterprises taking into account the specifics of the current market and zonal conditions. The purpose of the study is to systematize and disclose methodological aspects of the development of modular aggregates for machine and tractor parks. The use of modular aggregates on the example of one model of an agricultural enterprise will ensure a reduction of capital investments in the machine and tractor fleet and operating costs for its maintenance by more than 17 and 14 % respectively, while a simultaneous increase in net discounted income by more than 53 %.

Keywords: methodology, modular aggregates, mobile or universal energy facilities, plug-in adapters.

Введение

Территории федеральных округов России подразделены на регионы и основные сельскохозяйственные (с.-х.) производственные зоны, каждая из которых отличается характерными природно-климатическими и почвенными условиями [1]. Сумма годовых температур, количество выпадаемых осадков и их распределение в периоды вегетации растений определяют возможные наборы возделываемых с.-х. культур и их чередование, технологии их возделывания и уборки, календарные сроки выполнения и связанные с ними годовые объемы работ. Все эти факторы являются основополагающими при выборе и обосновании составов агрегатов машинно-тракторного парка (МТП) для растениеводства в с.-х. предприятиях (СХП) каждого из округов и входящих в него регионов. Не совсем благоприятное географическое положение и климатические условия природной среды в целом существенно снижают возможности успешного развития сельского хозяйства в России. Так, территории с благоприятными условиями для ведения с.-х. производства (Северный Кавказ, Центральнo-Черноземный район и Среднее Поволжье) занимают чуть более 5 % страны. В силу отмеченных выше особенностей в СХП вынуждены применять технологии возделывания с.-х. культур с минимизацией затрат. В постсоветский период в связи с появлением различных форм собственности в СХП существенно изменились и их размеры. Наряду с бывшими колхозами и совхозами, реорганизованными в структурные формирования в виде открытых или закрытых акционерных обществ, появились как крупные агрохолдинги, так и фермерские хозяйства, площади пашни которых составляют от десятков тысяч до нескольких сотен га.

Сложившийся уровень финансового и материально-технического обеспечения производства продукции в СХП России привел к резкому снижению их покупательной способности и в целом оказал негативное влияние на отрасль с.-х. машиностроения. Отказ многих СХП от ведения у себя сопутствующих отраслей, например животноводческой, при производстве основной продукции которых широко применялась побочная продукция растениеводства (солома и полова, отходы переработки зерна и семян), лишил их возможности получать регулярно в течение года денежные доходы. Это также привело к снижению урожайности в

растениеводстве и общей эффективности деятельности СХП. Последние стали меньше приобретать новую с.-х. технику, в особенности тракторы и комбайны, что привело к сокращению фактического количественного состава МТП в СХП относительно его нормативной потребности, к резкому старению МТП и, как следствие, к несоблюдению технологий возделывания с.-х. культур и агросроков их проведения. Зачастую в СХП уборка зерновых культур вместо 10–12 нормативных дней продолжается 20–30 дней, что приводит к потерям зерна осыпанием и снижению его товарного качества. Наряду с этим, негативное влияние оказывает фактор постоянного роста цен на продукцию с.-х. машиностроения, а также снижение эффективности ее применения в СХП.

Цель исследования

Цель исследований состоит в разработке и систематизации материалов, посвященных раскрытию методологических аспектов разработки с.-х. модульных агрегатов нового поколения на базе МЭС с наборами СМ-А для их возможного применения в составах МТП СХП.

Материалы и методы исследования

На основании ранее выполненных нами исследований [2–6] были сформулированы требования, предъявляемые к мобильным или универсальным энергетическим средствам (МЭС или УЭС) нового поколения. Эффективное и конкурентноспособное производство продукции в современных условиях СХП требует применения в составах их МТП технических средств или систем принципиально нового поколения, совмещающих технологические функции и дополняющих существующие парки тракторов и с.-х. уборочных машин. Средства или системы нового поколения по своему конструктивному и технологическому исполнению, прежде всего, должны быть универсальными, высоко адаптируемыми к зональным условиям возделывания с.-х. культур в СХП. Кроме того, они должны включать в свой состав в качестве основных элементов несущие системы в виде самоходных шасси энергоносителей МЭС или УЭС, которые заменяют тракторы и уборочные машины и технологические системы в виде сменных модулей-адаптеров (СМ-А), заменяющие с.-х. машины или их части соответствующих ком-

плектаций и назначения. Исполнение указанных систем должно быть осуществлено на современном техническом и технологическом уровне. Комплектации необходимых составов СМ-А определяются, прежде всего, исходя из перечня выполняемых технологических операций в производственных процессах в СХП. Эффективность работы составных агрегатов МЭС со СМ-А напрямую зависит от наличия на них штатных механизмов для обеспечения оперативного монтажа их в единые технологические агрегаты и обратного демонтажа. При этом, операции по агрегатированию шасси МЭС со СМ-А, как правило, должны осуществляться в автоматическом (или в полуавтоматическом) режиме с контролем их выполнения со стороны оператора из кабины шасси МЭС, а также за ходом сопряжения исполнительных механизмов агрегата (навесных устройств, рабочих органов, замков для фиксации, органов управления и других). Эффективность разработки модульных агрегатов должна проверяться и подтверждаться оценкой их функционирования методом наложения на модели СХП разных производственных специализаций с включением таких агрегатов в составы МТП.

Разработка новых с.-х. модульных агрегатов на базе МЭС (УЭС) с комплектами СМ-А к ним в целом является сложной научно-технической проблемой для соответствующих отраслей науки и машиностроения. Проблема представляет собой интеграцию ряда отдельных задач, в том числе связанных с обоснованием и разработкой основных методических положений по рациональному комплектованию и агрегатированию между собой составных элементов – несущих и технологических систем в составе единых технологических агрегатах и их эффективному использованию в СХП.

Различные методические подходы к решению проблем разработки и создания техники на принципах универсализации и комбинирования машин представлены в ряде работ [7–12].

Под руководством академика Рунчева М.С. [7] во ВНИИМЭСХ (ныне ФГБНУ «Аграрный «Донской») выполнен значительный комплекс исследований, посвященных разработке методов комплектования агрегатов на основе принципов универсализации и комбинирования, методов оценки их экономической эффективности.

В работе Шуринова В.А. [8] преимущественно с позиций конструктора-разработчика раскрыты аспекты и методические положения, связанные с созданием с.-х. модульных агрегатов различного назначения, выполненных в виде УЭС с набором СМ-А. При этом недостаточно отражены технологические вопросы агрегатирования составных единиц агрегатов УЭС и СМ-А, а также вопросы технико-экономического обоснования и оценки эффективности функционирования таких агрегатов в условиях СХП.

В работе Кутькова Г.М. [9] представлены классификация с.-х. МЭС по их назначению, конструктивные и компоновочные схемы их построения, варианты их соединения со СМ-А в технологические агрегаты для выполнения широкого спектра операций при производстве с.-х. продукции, в том числе на обработке почвы, посеве культур и уходе за ними. Также раскрыты некоторые аспекты и взаимосвязи систем – МЭС и СМ-А, их технологические основы и свойства, параметры, характеристики и другие показатели.

В работе Евтенко В.Г. [10] систематизированы и раскрыты материалы мирового опыта по конструктивным и кинематическим схемам с.-х. агрегатов на базе несущих энергосредств – тракторов, МЭС, самоходных машин и другие аспекты их агрегатирования со СМ-А (машинами-орудиями), а также спрогнозированы перспективы дальнейшего развития таких несущих энергосредств.

В работе Петрова Г.Д. и др. [11] рассмотрены вопросы текущего состояния узкоспециализированных средств механизации на примере конструкций самоходных машин для уборки корне- и клубнеплодов, овощной продукции в условиях СХП на основе составных агрегатов в виде высвобождаемых энергетических средств – МЭС и сменных машин-орудий, показаны тенденции и перспективы их дальнейшего развития.

Зарубежными авторами [12], с позиции решения изобретательской задачи, раскрыты отдельные аспекты построения универсальной конструкции зерно- и кормо-уборочных агрегатов на базе единого несущего энергетического средства – МЭС с перемещаемой вдоль его шасси кабиной управления и монтируемых на навесном устройстве шасси МЭС и сверху на нем составных СМ-А. Уборочные СМ-А предназначены, например, для выполнения опера-

ций уборки урожая с.-х. культур. Конструкции модульных кормоуборочных агрегатов на базе МЭС «Хеглион» и СМ-А реализованы в опытных образцах фирмой CLAAS из Германии, которые имеют непрямочные и зауженные технологические тракты продвижения продуктов уборки между составными СМ-А и снижают производительность агрегата.

В ряде работ [2–6] раскрыто состояние проблематики развития и построения с.-х. модульных агрегатов. Затронуты вопросы методологии разработки модульных агрегатов, технико-экономического обоснования и оценки эффективности применения таких агрегатов в условиях СХП, перспективы технических и технологических направлений совершенствования компоновок и конструкций составных агрегатов МЭС и СМ-А, в том числе их патентной защищенности [13–17].

Актуальность приводимых в статье исследований заключается в том, что в литературных источниках отсутствуют систематизированные материалы по рассматриваемой проблематике, то есть не в полной мере раскрыты методологические аспекты разработки универсальных агрегатов нового поколения на базе МЭС и набора СМ-А, предназначенных для выполнения технологических операций при производстве с.-х. продукции.

Предметом исследований являются аспекты методологии разработки модульных агрегатов на базе несущих систем в виде МЭС и технологических систем – в виде СМ-А, их взаимосвязи, свойства, параметры и показатели эффективного использования.

Новизна исследований состоит в системном подходе к разработке модульных агрегатов на базе МЭС и СМ-А с позиций конструктора-разработчика, технолога-эксплуатационника, исследователя и испытателя с оценкой показателей эффективности функционирования новых агрегатов в составах МТП методом наложения на модели СХП. При проведении исследований использованы элементы аналитических и статистических методов. Эффективность новых агрегатов в сравнении с агрегатами из серийной техники оценена в составах МТП методом наложения на одну модель СХП зернопроизводящего региона юга России. При этом использован разработанный в ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» алгоритмно-программный комплекс «Автоматизированная система проектирования технического оснаще-

ния растениеводства» (АСПТОР) по оптимизации составов МТП, раскрыты в работе Бурьянова А.И., Бурьянова М.И. Дмитренко А.И. [2].

Основные результаты исследований и их обсуждение

Для реализации поставленных задач нами предложена укрупненная схема поэтапной разработки с.-х. модульных агрегатов, которая проиллюстрирована на рис. 1 и раскрыта на примере агрегатов из составных систем – несущей (МЭС) и технологической (СМ-А).

Этапы включают группы блоков, связанных:

- № 1–8 – с выбором варианта специализации МЭС (универсального или специального назначения), обоснованием компоновки МЭС, класса и основных параметров;
- № 9–13 – с обоснованием состава СМ-А, их типов (технологического или другого назначения) и параметров для агрегатирования совместно с МЭС;
- № 14 – с обоснованием зернопроизводящих моделей СХП (по производственной специализации и зональной принадлежности) для технико-экономической оценки эффективности новых модульных агрегатов;
- № 16–17 – с выбором вариантов комплектации агрегатов (базовой и новой) в составе МТП СХП (на базе серийной техники или МЭС и СМ-А);
- № 18–22 – с моделированием функционирования различных вариантов комплектации МТП по рассматриваемым моделям СХП и специализации МЭС;
- с их технико-экономической оценкой (ТЭО) и оптимизацией составов МТП;
- с выдачей результатов (расчетом потребности в альтернативных агрегатах по сравнимым составам МТП на операциях);
- с их технико-экономической оценкой и выбором оптимальных вариантов технического оснащения;
- № 23–24 – с разработкой конструкторской документации (КД) на образцы МЭС и СМ-А, их изготовление и испытание.

При выборе специализации МЭС по назначению (универсальному или специальному) прежде всего определяют варианты комплектации его шасси набором СМ-А, компоновку самого шасси МЭС и способы соединения его с

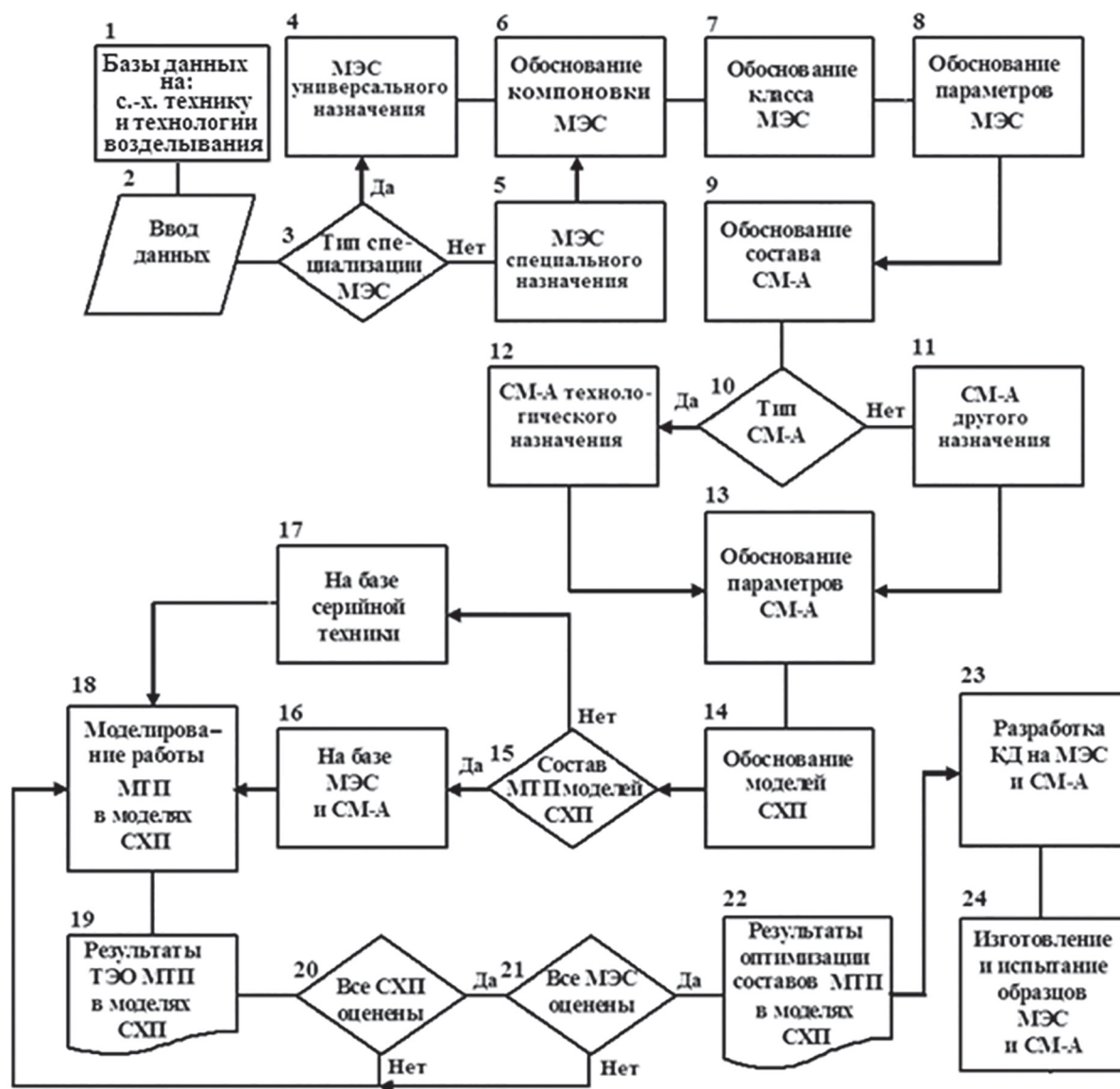


Рис. 1. Укрупненная схема поэтапной разработки с.-х. модульных агрегатов:

1–24 – блоки; 3 – блок выбора варианта специализации МЭС (универсального или специального назначения); 10 – блок выбора типа СМ-А (технологического или другого назначения); 15 – блок выбора варианта комплектации агрегатов в составе МПП СХП (на базе серийной техники или МЭС и СМ-А); 20–21 – блоки проверки выполнения технико-экономической оценки (ТЭО) МПП по рассматриваемым моделям СХП и специализациям МЭС; КД – конструкторская документация

СМ-А между собой в единые технологические агрегаты (рис. 2).

В перспективе предпочтение отдают ходовым шасси МЭС с колесами одинакового диаметра (например МЭС «XERION»-3300/3800 фирмы CLAAS [18]), (рис. 2, а). Недостатком предложенных схем зерно- и кормоуборочных модульных агрегатов является асимметричное расположение технологических модулей к направлению движения обрабатываемого продукта, что существенно снижает производительность всего технологического агрегата.

Совокупность же нижнего расположения силовой установки на шасси МЭС в его межколесном пространстве и перемещения кабины управления относительно шасси МЭС в технических и технологических решениях по патентам ФГБНУ СКНИИМЭСХ [13–14] создают возможность для монтажа сверху на шасси СМ-А разного назначения. Это способствует повышению эргономики конструкции при агрегатировании шасси со СМ-А и управления агрегатом в ходе выполнения операций, а также возможности построения модульных

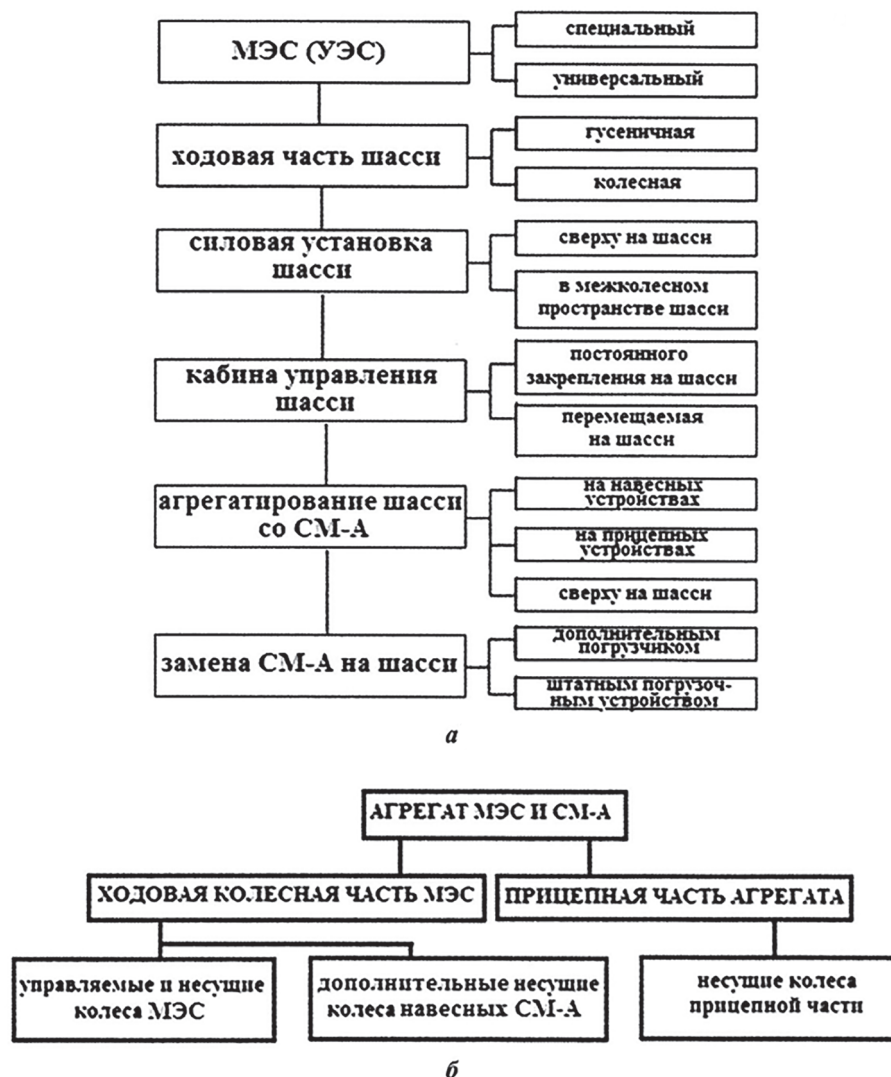


Рис. 2. Основные виды МЭС (а), их компоновки и агрегаты МЭС со СМ-А (б)

уборочных агрегатов с прямоточным продвижением, с момента подачи в наклонную камеру уброемого продукта, в течение всего технологического процесса.

При разработке модульных агрегатов нового поколения необходимо сочетать технологические возможности МЭС как тягового, так и тягово-энергетического исполнения. Конструкции их трансмиссии должны обеспечивать развиваемую мощность силовых установок как на преодоление тягового сопротивления ($N_{\text{тяг}}$), так и на привод ($N_{\text{прив}}$) активных рабочих органов на СМ-А.

Соединение СМ-А и МЭС между собой посредством его навесных и прицепных устройств, а также размещение и монтаж СМ-А сверху на шасси МЭС позволяют эффективно распределять полную массу агрегата по осям шасси МЭС или на колеса прицепной части агрегата (рис. 2, б и рис. 3) [16].

В первом и во втором случаях расвиваемые реакции на колесах каждой из осей R_1 , R_2 и R_3 примерно одинаковы между собой по величине. Однако при этом абсолютные значения величин реакций составляют около 50 % для первого случая и примерно около 33 % – для второго.

Выбор класса МЭС и его основных параметров по массе и тяговой мощности осуществляют в соответствии с действующей в России и в странах СНГ классификацией с.х. тракторов и МЭС. Обоснование типа применяемых с МЭС СМ-А, их состава в агрегате и параметров выполняют исходя из назначения СМ-А и их конструктивного исполнения (рис. 4, а). При создании уборочных агрегатов модульного построения предпочтение отдают прямоточному перемещению уброемого продукта по технологическим трактам рабочих органов СМ-А [13, 15].

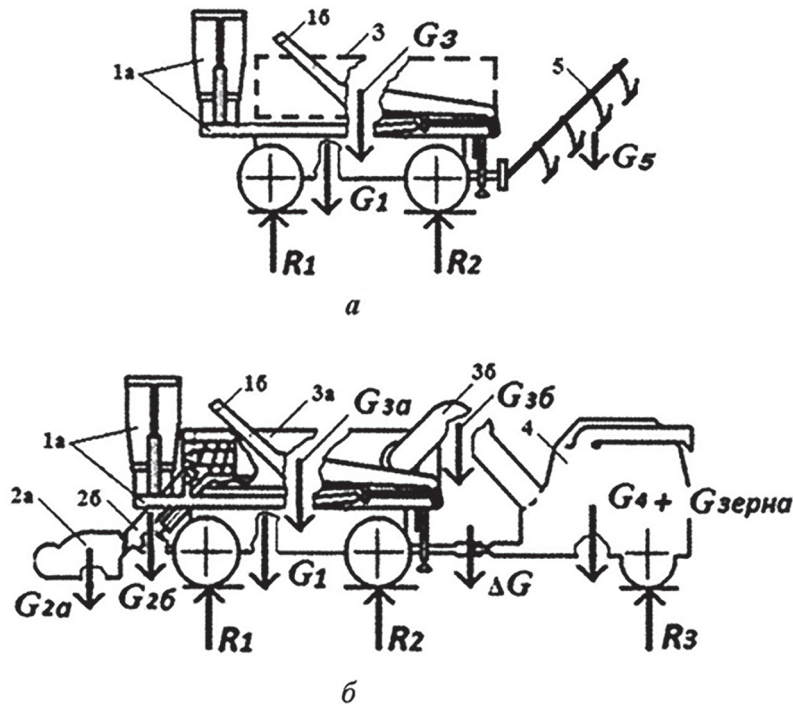


Рис. 3. Схемы построения на базе шасси МЭС и составных СМ-А почвообрабатывающего на двух осях (а) и зерноуборочного на трех осях (б) модульных агрегатов (по патенту РФ № 2574479), действующих на агрегаты сил и реакций:

- 1, а – шасси МЭС; 1, б – механизм замены СМ-А; 2, а – жатка; 2, б – наклонная камера;
- 3 – технологический кузов или балласт: 3, а – молотильно-сепарирующее устройство;
- 3, б – система транспортирования зернового вороха; 4 – прицепной очиститель-накопитель зерна;
- 5 – почвообрабатывающее орудие; силы от конструкций: шасси МЭС (G_1), жатки (G_{1a}), наклонной камеры (G_{16}), молотильно-сепарирующего устройства – МСУ (G_{3a}), системы транспортирования зернового вороха (G_{3b}), догрузки от прицепного очистителя-накопителя зерна (ΔG), самого очистителя-накопителя зерна (G_4), почвообрабатывающего орудия (G_5), зерна в нем ($G_{зерна}$); нормальные реакции: на передние (R_1) и задние (R_2) колеса шасси УЭС, на колеса очистителя-накопителя зерна (R_3)

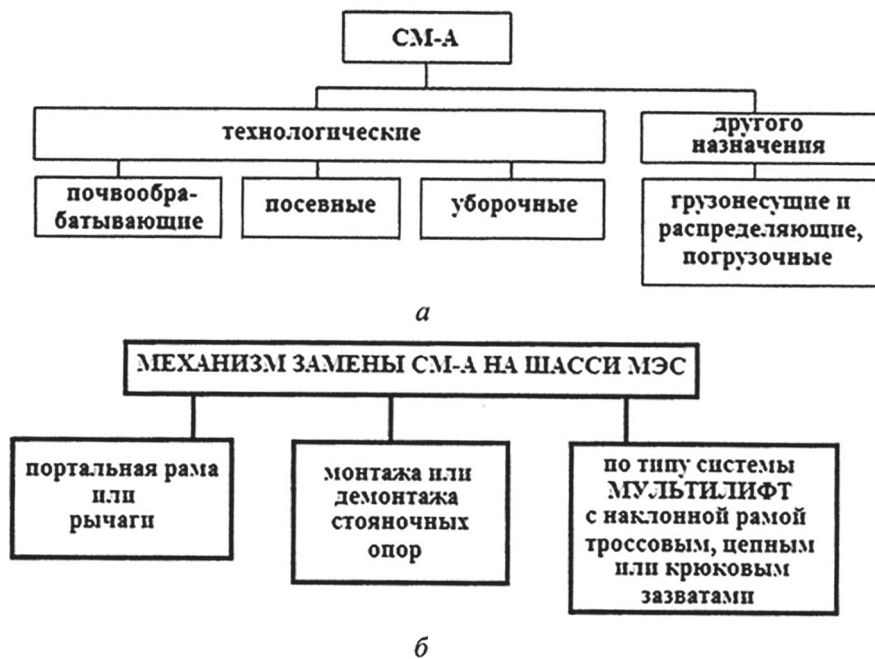


Рис. 4. Виды СМ-А (а) и механизмов их замены на шасси МЭС (б)

Более эффективная и производительная работа МЭС со СМ-А возможна при оснащении шасси МЭС своим штатным механизмом замены СМ-А разных конструктивных исполнений (рис. 4, б). Наибольшее применение на практике нашли технические элементы рычажных механизмов замены СМ-А на шасси МЭС с сочетанием конструкций СМ-А на стояночных опорах [3, 6, 13], а также системы типа «Мультилифт» [15].

Оценка эффективности разрабатываемых универсальных агрегатов модульного построения в условиях их предполагаемой эксплуатации выполняется с применением известного в экономике метода наложения на объемы работ «типовых хозяйств». Сфера научной деятельности нашего ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» охватывает территории основных зернопроизводящих регионов юга России, которые подразделены в свою очередь на подзоны. Последние включают 11 подзон: в Краснодарском крае – Северную, Центральную, Западную и Анапо-Таманскую; в Ростовской области – Северную, Южную и Восточную; в Ставропольском крае – Овцеводческую, Зерново-овцеводческую, Зерново-скотоводческую и Прикурортную.

Для адекватной оценки универсальных модульных агрегатов в составах МТП, применительно к условиям каждой из подзон этих регионов, в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в качестве «типовых хозяйств» синтезированы модели СХП с размером площади пашни в 5000 га. На основе рекомендованных для регионов и подзон хозяйствования норм внесения удобрений и средств защиты растений в соответствии с действующими «Системами ведения с.-х. производства...» выбраны рациональные севообороты возделываемых культур.

В качестве примера рассмотрена модель СХП Южной подзоны Ростовской области в составе МТП этой модели и оценены новые модульные агрегаты. В расчетах заложены образцы конструкций МЭС и СМ-А со следующими технико-эксплуатационными характеристиками: мощность силовой установки (двигателя) МЭС – 184 кВт; масса шасси МЭС – около 9000 кг; масса зерноуборочного СМ-А – около 9500 кг (рис. 3). С использованием алгоритмного программного комплекса АСПТОР [2] проведены оптимизационные расчеты. По результатам последних определены для модели СХП оптимальные варианты комплектации составов МТП из агрегатов как на базе серий-

Таблица 1

Показатели потребности МТП модели СХП Южной подзоны Ростовской области по вариантам комплектации его агрегатами на базе серийной техники (базовый) и МЭС со СМ-А (новый) на выполнении годового объема работ, эффективности МТП

| Показатели МТП | Значение показателей МТП по вариантам комплектации агрегатов | | |
|--|--|-----------------------------|---|
| | базовый | новый | изменение показателей (нового к базовому) в % |
| | на базе серийной техники | с использованием МЭС и СМ-А | |
| Потребность составов МТП в энергомашинах (тракторах, комбайнах и энергосредствах) на выполнении годового объема работ при возделывании с.-х. культур в модели СХП | | | |
| Энергомашины всего, единиц | 30 | 20 | (-) 33,3 |
| В том числе: тракторы | 18 | 10 | (-) 44,4 |
| зерноуборочные комбайны | 10 | – | (-) 10 |
| кормоуборочные комбайны | 2 | – | (-) 2 |
| энергосредства МЭС | – | 10 | (+) 10 |
| зерноуборочные СМ-А | – | 10 | (+) 10 |
| кормоуборочные СМ-А | – | 2 | (+) 2 |
| Эффективность использования составов МТП на выполнении годового объема работ при возделывании с.-х. культур в модели СХП | | | |
| капитальные вложения в МТП, млн руб. | 214,2 | 176,0 | (-) 17,8 |
| эксплуатационные затраты по МТП, млн руб. | 49,0 | 42,1 | (-) 14,1 |
| чистый дисконтированный доход (ЧДД) от использования МТП, млн руб. | 93,6 | 143,3 | (+) 53,1 |

ной техники (базовый), так и МЭС со СМ-А (новый) на выполнении годового объема работ, а также показатели эффективности использования этих вариантов комплектации МТП (см. табл. 1).

Данные таблицы показывают, что в «новом» варианте комплектации состава МТП, в сравнении с «базовым», общая потребность в энергомашинах снижается более чем на 33 %, или на 10 единиц. При этом потребность в тракторах сокращается более чем на 44 %, или на 8 единиц, а самоходные зерноуборочные (10 единиц) и кормоуборочные комбайны (2 единицы) полностью заменяются модульными агрегатами на базе МЭС (10 единиц) и СМ-А (12 единиц, из них 10 зерноуборочного и 2 кормоуборочного назначения).

Применение нового состава МТП и более эффективное его использование обеспечат снижение величин капитальных вложений в МТП и эксплуатационных затрат на его содержание соответственно более чем на 17 и 14 %. При этом величина ЧДД от использования нового состава МТП увеличивается более чем на 53 %.

Полученные результаты оценки разрабатываемых модульных агрегатов свидетельствуют об их эффективности на данном этапе создания. Далее, при необходимости, могут быть проведены более широкие исследования с использованием моделей СХП разных специализаций такого же размера по площади пашни или на других площадях – более малых или крупных.

После этого принимается решение об изготовлении опытных образцов модульных агрегатов и их испытании в реальных производственных условиях, по результатам которых окончательно решается вопрос об их производстве опытными партиями или мелкими сериями с привязкой технического и технологического оснащения конкретного предприятия-изготовителя.

Выводы

При разработке с.-х. модульных агрегатов нового поколения на базе МЭС и СМ-А необходимо создание единой методологии их проектирования, оценки эффективного функционирования в составах МТП СХП с учетом их зональных особенностей, различия в специализации и размерах.

Для решения поставленных задач предложен один из вариантов методологии поэтапной разработки сельскохозяйственных модульных

агрегатов. Включение в состав МТП модульных агрегатов (МЭС и СМ-А) модели СХП Южной подзоны Ростовской области обеспечивает снижение капитальных вложений в МТП и эксплуатационных затрат на его содержание соответственно на 17 и 14 % с одновременным увеличением ЧДД от использования МТП более чем на 53 %.

Литература

1. Бурьянов А.И., Бурьянов М.А., Дмитренко А.И., Горячев Ю.О. О влиянии природно-климатических и экономических факторов на эффективность механизированных технологий и средств их реализации при производстве продукции полеводства // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: Мат-лы 7-й междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2014. С. 71–74.
2. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И., Горячев Ю.О. Оценка эффективности машинно-тракторного парка на базе универсальных энергетических средств с комплектами сменных модулей в условиях Юга России // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 7. С. 41–46.
3. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И., Горячев Ю.О., Рехлицкий, Камко А.И., Новиков А.А. Модульные зерноуборочные агрегаты на базе универсальных энергетических средств // Вестник аграрной науки Дона. 2016. № 3. Т. 35. С. 14–30.
4. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Современные тенденции развития мобильных энергетических средств // Техника и оборудование для села. 2015. № 6. С. 8–14.
5. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И., Бурьянов М.А. Способы и средства адаптации МЭС для агрегатирования с уборочными и транспортно-технологическими модулями // Техника и оборудование для села. 2013. № 6. С. 5–10.
6. Дмитренко А.И. Способы и средства агрегатирования набора адаптеров с энергосредством для выполнения технологических и погрузочно-транспортных процессов при производстве продукции полеводства // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники: Сб. статей междунар. науч.-практ. конф. Краснодар, 2013. С. 109–115.
7. Рунчев М.С., Краснопольский А.Н., Перерва А.П. Основы универсализации и комбинирования машин в полеводстве. Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 1969. 183 с.
8. Шуринов В.А. Основы агрегатирования универсального мобильного энергетического средства

с адаптерами различного назначения. Гомель: ИММС НАНБ, 1999. 392 с.

9. Кутьков Г.М. Технологические основы мобильных энергетических средств. М.: МГАУ, 1999. 150 с.
10. Евтенко В.Г. Технологические основы универсализации сельскохозяйственных тракторов и самоходных комбайнов // Техника в сельском хозяйстве. 1995. № 1. С. 16–19.
11. Петров Г.Д., Хвостов В.А., Золотарев В.В. Состояние и тенденции развития самоходных машин для уборки корне-клубнеплодов и овощей с использованием высвобождаемых энергетических агрегатов: Обзорная информация. М. 1982. 232 с.
12. Фредриксен Н., Хайдяни Ф., Кляйнемкенке Х. Сельскохозяйственное несущее транспортное средство: патент на изобретение № 2037284, Российская Федерация. Опубликовано 19.06.1995.
13. Бурьянов А.И., Пахомов В.И., Дмитренко А.И., Бурьянов М.А. Способ агрегатирования набора сменяемых модулей-адаптеров и блоков из них с энергосредством для выполнения механизированных работ при производстве сельскохозяйственной продукции и средство для его осуществления: патент на изобретение № 2431954, Российская Федерация. Опубликовано 27.10.2011.
14. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И., Бурьянов М.А., (RU). Рехлицкий О.В., Волков И.В., Камко А.И. (BY). Энергосредство для агрегатирования с набором сменяемых модулей-адаптеров при производстве сельскохозяйственной продукции: патент на изобретение № 2574479, Российская Федерация. Опубликовано 10.02.2016.
15. Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Универсальные технические системы для сельского хозяйства // Селскостопанска техника. 2015. Т. LII. № 1. С. 27–39.
16. Дмитренко А.И., Бурьянов А.И. Агрегатирование составных модулей зерноуборочного комплекса КЗР-10 с универсальным энергетическим средством // Тракторы и сельхозмашины. 2016. № 3. С. 43–47.
17. Дмитренко А.И., Бурьянов А.И., Горячев Ю.О. Несущие и технологические системы для построения сельскохозяйственных агрегатов // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 5. С. 19–31.
18. XERION 3800/3300 TRAC/TRAC VC. CLAAS. Один способен на большее: Проспект. Harsewinkel. Deutschland.: CLAAS KGaA mbH. 49 с.

References

1. Bur'yanov A.I., Bur'yanov M.A., Dmitrenko A.I., Goryachev Yu.O. The impact of natural and cli-

matic and economic factors on the effectiveness of mechanized technologies and their means of implementation in the production of field crop production. Sostoyanie i perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennogo mashinostroeniya: Mat-ly 7-y mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [The state and prospects of the development of agricultural machinery: Materials of the 7th International Scientific and practical conference]. Rostov-na-Donu, 2014, pp. 71–74 (in Russ.).

2. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I., Goryachev Yu.O. Evaluation of the efficiency of the machine and tractor park on the basis of universal energy facilities with sets of plug-in modules in the conditions of the South of Russia. Traktory i sel'khoz mashiny. 2016. No 7, pp. 41–46 (in Russ.).
3. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I., Goryachev Yu.O., Rekhliitskiy, Kamko A.I., Novikov A.A. Modular grain-harvesting units based on universal energy facilities. Vestnik agrarnoy nauki Dona. 2016. No 3. Vol. 35, pp. 14–30 (in Russ.).
4. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Modern current trends in the development of mobile energy sources. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2015. No 6, pp. 8–14 (in Russ.).
5. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I., Bur'yanov M.A. Ways and means of adaptation of main electrical networks for integration with harvesting and transport-technological modules. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2013. No 6, pp. 5–10 (in Russ.).
6. Dmitrenko A.I. Methods and means of aggregating a set of adapters with an energy source for performing technological and loading-transport processes in the production of field crop production. Tekhnika budushchego: perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: Sb. statey mezhdunar. nauch.- prakt. konf. [Technology of the future: prospects for the development of agricultural machinery: collection of papers of international scientific and practical conference]. Krasnodar, 2013, pp. 109–115 (in Russ.).
7. Runchev M.S., Krasnopol'skiy A.N., Pererva A.P. Osnovy universalizatsii i kombinirovaniya mashin v polevodstve [Basics of universalization and combination of machines in field cultivation]. Rostov-na-Donu: Rostovskiy universitet Publ., 1969. 183 p.
8. Shurinov V.A. Osnovy agregatirovaniya universal'nogo mobil'nogo energeticheskogo sredstva s adapterami razlichnogo naznacheniya [Basics of aggregation of a universal mobile power tool with adapters for various purposes]. Gmel': IMMS NANB Publ., 1999. 392 p.

9. Kut'kov G.M. Tekhnologicheskie osnovy mobil'nykh energeticheskikh sredstv [Technological foundations of mobile power tools]. Moscow: MGAU Publ., 1999. 150 p.
10. Evtenko V.G. Technological bases of universalization of agricultural tractors and self-propelled combines. Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 1995. No 1, pp. 16–19 (in Russ.).
11. Petrov G.D., Khvostov V.A., Zolotarev V.V. Sostoyanie i tendentsii razvitiya samokhodnykh mashin dlya uborki korneklubneplodov i ovoshchey s ispol'zovaniem vysvobozhdaemykh energeticheskikh agregatov [The state and development trends of self-propelled machines for harvesting root-tubers and vegetables using the released power aggregates]: Obzornaya informatsiya. Moscow. 1982. 232 p.
12. Fredriksen N., Khayd'yani F., Klyaynemenke Kh. Sel'skokhozyaystvennoe nesushchee transportnoe sredstvo [Agricultural carrying vehicle]: patent na izobretenie No 2037284, Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 19.06.1995.
13. Bur'yanov A.I., Pakhomov V.I., Dmitrenko A.I., Bur'yanov M.A. Sposob agregatirovaniya nabora smenyaemykh moduley-adapterov i blokov iz nikh s energosredstvom dlya vypolneniya mekhanizirovannykh rabot pri proizvodstve sel'skokhozyaystvennoy produktsii i sredstvo dlya ego osushchestvleniya [The method of aggregating a set of replaceable modules-adapters and blocks of them with an energy source for performing mechanized works in the production of agricultural products and a means for its implementation]: patent na izobretenie No 2431954, Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 27.10.2011.
14. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I., Bur'yanov M.A., (RU). Rekhliitskiy O.V., Volkov I.V., Kamko A.I. (BY). Energosredstvo dlya agregatirovaniya s naborem smenyaemykh moduley-adapterov pri proizvodstve sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Power means for aggregating with a set of exchangeable module-adapters in the production of agricultural products]: patent na izobretenie No 2574479, Rossiyskaya Federatsiya. Opublikovano 10.02.2016.
15. Bur'yanov A.I., Dmitrenko A.I. Universal technical systems for agriculture. Selskostopanska tekhnika. 2015. Vol. LII. No 1, pp. 27–39 (in Russ.).
16. Dmitrenko A.I., Bur'yanov A.I. Aggregation of composite modules of the grain harvesting complex KZR-10 with a universal power facility. Traktory i sel'khoz mashiny. 2016. No 3, pp. 43–47 (in Russ.).
17. Dmitrenko A.I., Bur'yanov A.I., Goryachev Yu.O. Bearing and technological systems for building agricultural aggregates. Traktory i sel'khoz mashiny. 2017. No 5, pp. 19–31 (in Russ.).
18. XERION 3800/3300 TRAC/TRAC VC. CLAAS. One is capable of more: Prospekt. Harsewinkel. Deutsch-land.: CLAAS KGaA mbH. 49 p.