

на примере ГОПХ «Восточное» ДальНИИСХ. Материалы науч.-практ. конф. - Хабаровск, 2000. – С. 31-35.

УДК 631.172: 633/635

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА САМОХОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ НА БАЗЕ ВЫСВОБОЖДАЕМОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГОСРЕДСТВА НА РЕЗИНОАРМИРОВАННЫХ ГУСЕНИЦАХ

А.В. Липкань, ГНУ ДальНИПТИМЭСХ

В 2001 году ГНУ ДальНИПТИМЭСХ совместно с учеными ФГОУ ВПО ДальГАУ по заданию Минсельхоза России разработана технология уборки сои в экстремальных условиях Дальнего Востока, комплексно и системно объединяющая предшествующие наработки ученых региона [1].

Как более эффективная по критериям функционально-экологического совершенства, малого срока реализации, самовнедрения и малозатратности учеными ДальНИПТИМЭСХ обоснована концепция адаптированной технологической системы процесса уборки сои, включающей соезерноуборочные комбайны, мобильные кузова-компенсаторы и полевой технологический транспорт на резиноармированных гусеницах (*РАГ*), и признаки операций работы комбайнирования: жатка низкого среза, молотилка со щадящим динамическим воздействием, измельчитель-разбрасыватель-валкообразователь, половосборник и агрофильный гусеничный ходовой аппарат (*ГХТ*) с резиноармированными гусеницами (типа *ТГР-3* или *ТГР-4*), обеспечивающий допустимое воздействие на почву.

Реализация агрофильной концепции технологии уборки сои предполагает использование любой полевой техники только на *РАГ*. Адаптированная технологическая система уборки

сои в экстремальных условиях полностью исключает использование на поле большегрузных прицепов, колесных тракторов, особенно тяжелых, а также автомобилей.

Успешные результаты испытаний ГХТ с *РАГ* типа *ТТР-3* и *ТТР-4*, надежность которых в 4...5 раз выше серийной гусеничной тележки КСП-01 [2], явились толчком для конструктивных поисков пути совершенствования уборочно-транспортных машин высокой проходимости (УТМВП) на основе создания уборочных комплексов на базе высвобождаемого энерго модуля - универсального энергетического средства на резиноармированных гусеницах (УЭС-РГ) и комплектов сменных уборочных и транспортно-технологических модулей. То есть по пути модульно-блочного формирования УТМВП на базе УЭС-РГ. Высокий потенциал надежности ГХТ с *РАГ*, неиспользуемый даже за весь срок службы энергосредства только на уборочных работах, и стремление повысить его технико-экономическую эффективность за счет расширения сферы использования в течение года на операциях весенне-летнего цикла сельскохозяйственных работ (предпосевные работы, посев и уход за посевами) диктуют необходимость реализации тягово-приводной концепции УЭС-РГ.

Вышеприведенные положения, а также требование использования объемного гидропривода (*ОГП*) ходовой и технологической частей положены в основу разработанной ДальНИПТИ-МЭСХ концепции экологического совершенствования и реализации ресурсосберегающего направления развития УТМВП [3], согласно которой УЭС-РГ должно явиться базовым энергетическим модулем для проведения уборочно-транспортных и других технологических работ в условиях частого переувлажнения почвы в регионе Дальнего Востока путем агрегатирования (монтажа, навешивания или сцепки) с определенным комплектом технологических модулей в виде технологической части серийных сельскохозяйственных машин или их модификаций на основе модульно-блочного принципа компоновки.

Кроме расширения комплекта сменных технологических модулей, дальнейшее расширение сферы использования энерго модуля предусматривается за счет применения его в качестве тягово-приводного энергосредства общего назначения.

ДальНИПТИМЭСХ в 2001 году была разработана концепция модернизации конструкции универсального энергетического средства УЭС-РГ (рис. 1,а), на базе которого в 2000 году была разработана и успешно прошла испытания жатка валковая самоходная ЖВС-6РГ [4].

В основу данной концепции модернизации, кроме максимальной реализации блочно-модульного принципа построения самого энерго модуля, обеспечивающей в сфере производства и эксплуатации многовариантность компоновки УЭС-РГ на основе использования постоянных унифицированных блоков, были заложены требования снижения общей массы машины, её габаритов по высоте и расширения пространства под установку сменного технологического оборудования (СТО) на основе технологических модулей из серийных конструкций, ширина которых не превышает 2,5 м.

Такая концепция модернизации УЭС-РГ призвана обеспечить преемственность компоновки с ранними разработками ОАО "Дальсельмаш" и облегчить привязку модулей серийных машин без их значительных изменений, а, следовательно, реально ускоряется процесс разработки и освоения производства машин уборочного и транспортно-технологического назначений на основе концепции высвобождаемого УЭС-РГ. Например, предложенный к разработке ВИМом [5] примерный набор сменных кузовов к сельхозавтомобилям, тракторным полуприцепам и технологическое оборудование к кузовам может без всякой доработки использоваться в качестве технологических модулей (ТМ) к разрабатываемому УЭС-РГ.

В 2001 году была начата, а в 2003 году завершена конструкторская разработка, а в 2004 году был изготовлен и начаты испытания улучшенного образца УЭС-РГ модели УЭС-150РГ.

УЭС-150РГ (рис. 1,б) относится к типу гибких, многофункциональных, блочно-модульных гусеничных самоходных шасси (**СШГ**) высокой проходимости и разработано как базовый мобильный энергомодуль (**ЭММ**) – **УЭС-150РГ_{ЭММ}** для формирования ресурсосберегающих, почвощадящих специализированных комплексов самоходных сельскохозяйственных машин (**СКССМ**) мобильной полевой энергетики (**МПЭ**) нового поколения путем оснащения его комплектом сменного технологического оборудования (**Σ СТО**).

В общем случае структуру блочно-модульного **УЭС-150РГ**, как мобильного энергомодуля, символично можно представить выражениями (1)...(3):

$$\begin{aligned} \text{УЭС-150РГ}_{\text{ЭММ}} = & \text{ГХТ} + \text{ГОп} + \text{ДОп} + \text{НР} + \text{МСУ}_{\text{СШ}} + \\ & + \text{КПУ} + \text{ГС} + \text{Э} = \text{ГХТ} + \text{НР} + \text{ГОп} + \text{ДОп} + \text{МУ}_{\text{СШ}} + \\ & + \text{ОГП ХЧ} + \text{ОГП ТЧ} + \text{К} + \text{ПУ} + \text{ГС} + \text{Э}, \end{aligned} \quad (1)$$

где **ГХТ** – гусеничная ходовая тележка на **РАГ (ТГР-4)**;

ГОп – Г-образные внутренние опоры (2 шт.);

ДОп – дополнительные внешние опоры (2 шт.);

НР – несущая рама для постоянных составляющих мобильного энергомодуля **УЭС-150РГ_{ЭММ}**, кроме **ГХТ** (верхняя часть);

МСУ_{СШ} – моторно-силовая установка самоходного шасси:

$$\text{МСУ}_{\text{СШ}} = \text{МУ}_{\text{СШ}} + \text{ОГП ХЧ} + \text{ОГП ТЧ}, \quad (2)$$

где **МУ_{СШ}** – моторная установка самоходного шасси;

ОГП ХЧ – объемный гидропривод ходовой части;

ОГП ТЧ – объемный гидропривод технологической части;

КПУ – пульт управления с кабиной:

$$КПУ = К + ПУ, \quad (3)$$

где $К$ – кабина;

$ПУ$ – пульт управления;

$ГС$ – гидросистема;

$Э$ – электрооборудование.

Разработанная конструкция самоходного шасси $УЭС-150РГ$ потенциально реализует три продольных варианта расположения моторно-силовой установки (левостороннее, правостороннее и центральное), три варианта моторной установки номинальной мощностью 100, 145 и 200 л.с. (соответственно двигатели СМД-18К, СМД-22А и ЯМЗ-236) и все три функциональные концепции (уборочная – $УВЭС-РГ$, транспортно-технологическая – $УТТЭС-РГ$ и тягово-приводная – $УТЭС-РГ$). На испытания в 2004 году представлен образец самоходного шасси $УЭС-150РГ$ с левосторонним расположением кабины и моторно-силовой установки, с двигателем СМД-22А номинальной мощностью 145 л.с., как наиболее соответствующий реализации всех функциональных концепций.

Для формирования $ΣСТО$ к $УЭС-150РГ$ ДальНИПТИМЭСХ разработаны и изготовлены комплекты технологических модулей ($ΣТМ$) и дополнительного оборудования – переходных устройств (комплектов многофункциональных ($ΣМА$) и специальных ($ΣСА$) конструкционных адаптеров):

$$ΣСТО = ΣМА + ΣСА + ΣТМ. \quad (4)$$

В комплект разработанных технологических модулей входит один основной, самосвальный $ТМ_{КС}$ – КС-6, разработанный на основе серийного тракторного прицепа типа 2-ПТС-6, и один дополнительный, загрузочный $ТМ_{ЗУ}$ – БЗУ, разработанный как сменный борт с загрузочным устройством шнекового типа. Самосвальный модуль КС-6 укомплектован штатным передним гидрофицированным бортом-клапаном и комплектами надставных бортов – сплошных и сетчатых. Самосвальный технологи-

ческий модуль в комплектации со сплошными надставными бортами при демонтированном переднем борте-клапане - TM'_{KC} (КС-6)' вместе с дополнительным, загрузочным технологическим модулем TM_{3y} (БЗУ), формирует другой основной, перегрузочный технологический модуль TM_{KP} (КП-6).

В комплект конструкционных адаптеров (переходных устройств с помощью которых технологические модули устанавливаются на раму ГХТ) входят один общий многофункциональный - MA (представляющий собой универсальную раму UP , закрепляемую непосредственно на раме гусеничной ходовой тележки), два специальных - CA (жатвенный $CA_{ж}$ и кузовной $CA_{к}$) и один вспомогательный многофункциональный, тягово-приводной - MA_{BC} (включает НУ, ТСУ - навесное и тягово-цепное устройства, редуктор ВОМ) адаптеры. Установка на $УЭС-150РГ_{ЭММ}$, как на мобильный энергомодуль, общего MA (UP) формирует гусеничное самоходное шасси ($СШГ$) - $УЭС-150РГ$.

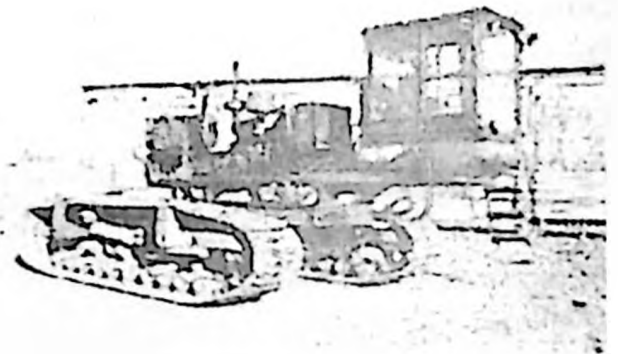
Установка сменного технологического оборудования на $УЭС-150РГ_{ЭММ}$, как на ЭММ, формирует специализированный комплекс самоходных сельскохозяйственных машин ($СКССМ$):

$$СКССМ = УЭС-150РГ_{ЭММ} + \Sigma СТО = УЭС-150РГ_{ЭММ} + \Sigma МА + \Sigma СА + \Sigma ТМ. \quad (5)$$

Разработанный ГНУ ДальНИИПТИМЭСХ $СКССМ$ (рис. 2) формируется на базе энергомодуля $УЭС-150РГ_{ЭММ}$, одного основного $МА$, трех основных технологических адаптеров жатвенного - $ТА_{ж}$, самосвального - $ТА_{КС}$, перегрузочного - $ТА_{КП}$, последний из которых формируется на базе второго и дополнительного загрузочного технологического модуля - TM_{3y} , и одного вспомогательного многофункционального, тягово-приводного адаптера - MA_{BC} , не исключающего одновременное его использование с любым из основных технологических адаптеров. Причем каждый $ТА$ конструктивно представляет собой



а)



б)

Рис. 1. Универсальное энергетическое средство на резиноармированных гусеницах: а) УЭС-РГ образца 2000 года; б) модернизированный образец УЭС-РГ – самоходное шасси модели УЭС-150РГ



а)



б)



в)



г)

Рис. 2. УЭС-150РГ в варианте: а) жатки валковой самоходной ЖВС-6РГМ; б) самоходного кузова-самосвала СКС-6РГ; в) универсального тягово-приводного энергосредства УТЭС-150РГ; г) самоходного кузова-перегрузчика СКП-6РГ

ТМ, устанавливаемый на основной многофункциональный адаптер *МА* (универсальную раму – *УР*) посредством специального (индивидуального) адаптера (жатвенного – *СА_ж* или кузовного – *СА_к*).

Разработанный минимальный комплект сменного технологического оборудования (*ΣСТО*) позволяет сформировать *СКССМ*, структуру каждой из мобильных машин которого символично можно представить выражениями (6)...(9):

- *ЖВС-6РГМ* – жатка валковая самоходная, модернизированная формируется на базе *УЭС-150РГ* путем навешивания с помощью специального модернизированного адаптера *СА_ж*, смонтированного на передней части основного многофункционального адаптера *МА*, уборочного, жатвенного технологического модуля *ТМ_ж*, представляющего из себя серийную валковую жатку типа ЖВН-6А без каких либо доработок (данная машина реализует функциональную концепцию *УВЭС-РГ*):

$$\begin{aligned} \text{ЖВС-6РГМ} &= \text{УЭС-150РГ}_{\text{ЭММ}} + \text{МА} + \text{СА}_{\text{ж}} + \\ &+ \text{ТМ}_{\text{ж}} (\text{ЖВН-6А}) = \text{СШГ} + \text{ТА}_{\text{ж}}; \end{aligned} \quad (6)$$

- *СКС-6РГ* – самоходный кузов-самосвал формируется на базе *УЭС-150РГ* путем монтажа на центральную часть основного многофункционального адаптера *МА* с помощью специального адаптера *СА_к* самосвального технологического модуля *ТМ_{кС}* – *КС-6*, представляющего из себя доработанные раму и кузов самосвальный от серийного тракторного прицепа типа 2-ПТС-6 (данная машина реализует функциональную концепцию *УТ-ТЭС-РГ*):

$$\begin{aligned} \text{СКС-6РГ} &= \text{УЭС-150РГ}_{\text{ЭММ}} + \text{МА} + \text{СА}_{\text{к}} + \text{ТМ}_{\text{кС}} (\text{КС-6}) = \\ &= \text{СШГ} + \text{ТА}_{\text{кС}}; \end{aligned} \quad (7)$$

- *СКП-6РГ* – самоходный кузов-перегрузчик формируется

на базе *УЭС-150РГ* путем непосредственного монтажа вместо переднего борта самосвального технологического модуля *КС-6* самоходного кузова-самосвала *СКС-6РГ* дополнительного загрузочного технологического модуля *ТМ_{ЗУ}*, представляющего сменный борт с загрузочным устройством в виде шнекового транспортера – *БЗУ*, тем самым образующего основной перегрузочный технологический модуль *ТМ_{КП} – КП-6* (данная машина также реализует функциональную концепцию *УТЭС-РГ*):

$$\begin{aligned} \text{СКП-6РГ} &= \text{СКС-6РГ}' + \text{ТМ}_{\text{ЗУ}} (\text{БЗУ}) = \text{УЭС-150РГ}_{\text{ЭММ}} + \\ &+ \text{МА} + \text{СА}_{\text{К}} + \text{ТМ}'_{\text{КС}} (\text{КС-6})' + \text{ТМ}_{\text{ЗУ}} (\text{БЗУ}) = \text{УЭС-} \\ &50\text{РГ}_{\text{ЭММ}} + \text{МА} + \text{СА}_{\text{К}} + \text{ТМ}_{\text{КП}} (\text{КП-6}) = \text{СШГ}' + \text{ТА}_{\text{КП}}; \end{aligned} \quad (8)$$

• *УТЭС-150РГ* – универсальное тягово-приводное энергосредство формируется на базе *УЭС-150РГ* путем монтажа на заднюю часть основного многофункционального адаптера *МА* и рамы гусеничной тележки энергосредства с помощью вспомогательного многофункционального, тягово-приводного адаптера *МА_{ВС}*, представляющего из себя навесное (НУ) и тягово-цепное (ТСУ) устройства с редуктором ВОМ, заимствованные с трактора типа ДТ-75, с системой привода ВОМ от ОПТ технологической части энергосредства (данная машина призвана реализовать функциональную концепцию *УТЭС-РГ* класса тяги 3):

$$\begin{aligned} \text{УТЭС-150РГ} &= \text{УЭС-150РГ}_{\text{ЭММ}} + \text{МА} + \text{МА}_{\text{ВС}}(\text{НУ} + \text{ТСУ} + \text{ВОМ}) = \\ &= \text{СШГ} + \text{МА}_{\text{ВС}}. \end{aligned} \quad (9)$$

Таким образом, *СКССМ* обобщено можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 СКССМ &= УЭС - 150РГ' + МА + \begin{cases} СА_{Ж} + ТМ_{Ж} , \\ СА_{К} + ТМ_{КС} , \\ СА_{К} + ТМ_{КС} + ТМ_{ЗУ} , \\ МА_{ВС} . \end{cases} = \\
 &= СШГ + \begin{cases} ТА_{Ж} , \\ ТА_{КС} , \\ ТА_{КП} , \\ МА_{ВС} . \end{cases} = \begin{cases} ЖВС - 6РГМ , \\ СКС - 6РГ , \\ СКП - 6РГ , \\ УТЭС - 150РГ . \end{cases} \quad (10)
 \end{aligned}$$

Помимо основных трех вариантов для уборочных и транспортно-технологических работ с расширением годовой загрузки энергомодуля путем использования в четвертом дополнительном варианте – *УТЭС-150РГ* на ранне-весенних и летних работах при проведении предпосевных работ, посеве и уходе за посевами возможна их комбинация. Сочетание последнего с любым из трех основных возможно путем постановки на заднюю часть основного многофункционального адаптера *МА* – универсальной рамы *УР* вспомогательного многофункционального, тягово-приводного адаптера *МА_{ВС}*. Данные варианты могут быть востребованы (допустимы) [*СКССМ*] из-за необходимости постановки на навеску погрузочно-разгрузочных устройств, противовесов, агрегатирования с другими машинами или буксировки прицепов, полуприцепов и т.п.:

$$[СКССМ] = \begin{cases} ЖВС - 6РГМ + МА_{ВС} , \\ СКС - 6РГ + МА_{ВС} , \\ СКП - 6РГ + МА_{ВС} , \\ УТЭС - 150РГ . \end{cases} \quad (11)$$

Разработка высвобождаемого самоходного шасси и *СКССМ* на его базе преследует цель создания мобильной полевой энергетики (*МПЭ*) нового поколения не моноблочной, а блочно-модульной структуры. Это позволит в течение года монтировать

на общий энергомодуль (*ЭММ*) минимум 2-3 и более технологические машины (технологические адаптеры – *ТА*, представляющие технологические модули – *ТМ* с дополнительным оборудованием – конструкционными адаптерами *МА* и *СА*), снижая общую стоимость МТП, амортизационные и эксплуатационные затраты, энергоемкость, металлоемкость на единицу обрабатываемой площади и продукции за счет более широкой сферы использования самого энергомодуля по сравнению с однооперационными уборочными и транспортно-технологическими мобильными машинами моноблочной структуры.

Сочетание ранее разработанного и испытанного соезернового комбайна на резиноармированных гусеницах *СЗК-1200РАГ* [6], самоходных уборочно-транспортных машин на резиноармированных гусеницах специализированных комплексов типа *СКССМ* с расширением сферы использования высвобождаемого самоходного шасси в качестве универсального тягово-приводного энергосредства *УТЭС-РГ*, соответствующего, как минимум, одному из классов тяги 3...5, образует основу структуры гибкого технологического комплекса мобильной полевой энергетики на резиноармированных гусеницах (*ГТК МПЭ-РАГ*) нового поколения, способного при условии дальнейшего совершенствования *ГХТ* с *РАГ* (усиление рамы и установка модернизированного ведущего моста [7]) и наличии соответствующего шлейфа сельхозмашин, осуществить комплексную механизацию возделывания и уборки сои и других культур в экстремальных условиях машинного земледелия Дальнего Востока:

$$\mathbf{ГТК\ МПЭ-РАГ = СЗК-1200РАГ + СКССМ} \quad (12)$$

Литература

1. Разработка технологии уборки сои в экстремальных условиях Дальнего Востока: Отчет о НИР (госконтракт № 1935) /ДВНМЦ РАСХН. ГНУ ДальНИПТИМЭСХ; руководитель М.М. Присяжный. Шифр темы 1935. – Благовещенск, 2001. – 470 с.

2. Канделя М.В. Исследование и обоснование технического уровня различных типов гусеничных ходовых систем уборочно-транспортных машин.- Автореферат дис... канд. техн. наук. – Благовещенск, 1997. – 24с.

3. Липкань А.В. Основные тенденции развития мобильных энергетических средств и концепция создания почвощадающей мобильной полевой энергетики для земледелия Дальнего Востока // Проблемы комплексной механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции АПК Дальнего Востока (Материалы научно-практической конференции 11-12 сентября 2002 года, ДальНИПТИМЭСХ). – Благовещенск, 2003. – с. 106 – 119.

4. Липкань А.В., Канделя М.В., Емельянов А.М., Рябченко В.Н. Жатка ЖВН-6А на резиноармированных гусеницах // Техника в сельском хозяйстве, 2001, № 6. – с. 16 – 18.

5. Евтюшенков Н. Транспортные средства со сменными кузовами // Сельский механизатор, 2004, № 11. – с. 15, 49.

6. Соезерновой комбайн на резиноармированных гусеницах СЗК-1200РАГ. Амурский ЦНТИ – информационный листок № 2-2002 (авторы: Присяжный М.М., Канделя М.В., Липкань А.В., Худолеев В.П., Присяжная С.П., Аникин К.В., Рычков Д.В.)

7. Канделя М.В., Рябченко В.Н., Емельянов А.М., Загорный Л.М., Канделя Н.М., Липкань А.В., Ширяев В.М. Гусеничный движитель уборочно-транспортных машин нового поколения // Механизация и электрификация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве: Сб. науч. тр. – Благовещенск: ДальГАУ, 2004 – вып. 10. – с. 189-201.

УДК 631.171: 635.655

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАШИНЫ
В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА «СОЯ-ЗЕРНОВЫЕ»**

Г.И. Орехов, А.В. Сюмак, ДальНИПТИМЭСХ