

УДК 631.372:631.307

**М. В. Канделя, Н. М. Канделя**

## РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ

Изложена концепция совершенствования конструкции уборочно-транспортных машин высокой проходимости на основе перехода на резиноармированные гусеницы, реализации принципов блочно-модульного проектирования и преемственности как реальная основа обеспечения высокой функционально-экологической эффективности использования машин зональной мобильной полевой энергетики нового поколения.

*Ключевые слова:* универсальное энергетическое средство; металлогусеничный ход; комбайн.

На Дальнем Востоке зерновые культуры убираются, как правило, в период сильного переувлажнения почвы, что обусловлено климатическими условиями региона. Переувлажнению подвергаются до 95 % всех пахотных площадей. Данный фактор усугубляется тем, что почвы региона по механическому составу в основном относятся к тяжелым. В этих условиях технико-экономические показатели уборочных работ, а зачатую и возможность уборки, зависят от проходимости уборочно-транспортных машин.

Природно-климатические особенности региона Дальнего Востока определяют специфику формирования зональной системы машин [2]. Требование высокой проходимости машин обуславливает необходимость использования гусеничного движителя.

Для решения этой задачи на ЗАО «Биробиджанский комбайновый завод „Дальсельмаш“» было освоено производство комбайнов на гусеничном ходу. Гусеничный ходовой аппарат создан для обеспечения уборки урожая в период переувлажнения почвы.

Главным недостатком уборочно-транспортной техники на гусеничном ходу является её узкопрофильность — большинство машин выполняет только одну операцию. Период эксплуатации данных машин 20 — 40 дней за год, а в остальное время заложенные в них колоссальные энер-

---

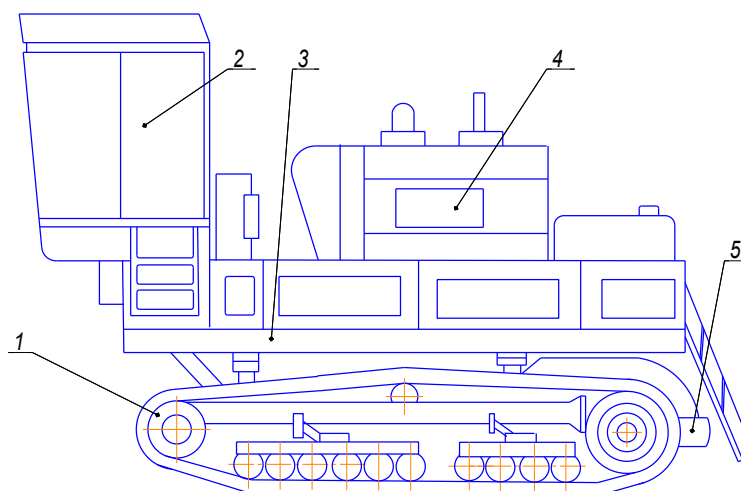
**Канделя Михаил Васильевич** — кандидат технических наук, профессор (Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан); e-mail: kandelya79@mail.ru.

**Канделя Николай Михайлович** — кандидат технических наук, доцент, заместитель председателя правительства Еврейской автономной области (Правительство Еврейской автономной области, Биробиджан); e-mail: kandelya79@mail.ru.

© Канделя М. В., Канделя Н. М., 2017

гетические мощности, сложные трансмиссии и механизмы «замораживаются». Такое состояние дел ставит перед исследователями актуальную задачу упростить структуру системы машин, сделать её более универсальной, гибкой, технологичной.

Одно из направлений решения данной проблемы – создание мобильного универсального энергетического средства на гусеничном ходу, обеспечивающего в агрегате с системой навесных машин к нему весь комплекс полевых работ от подготовки почвы до уборки урожая (рис. 1, 2).

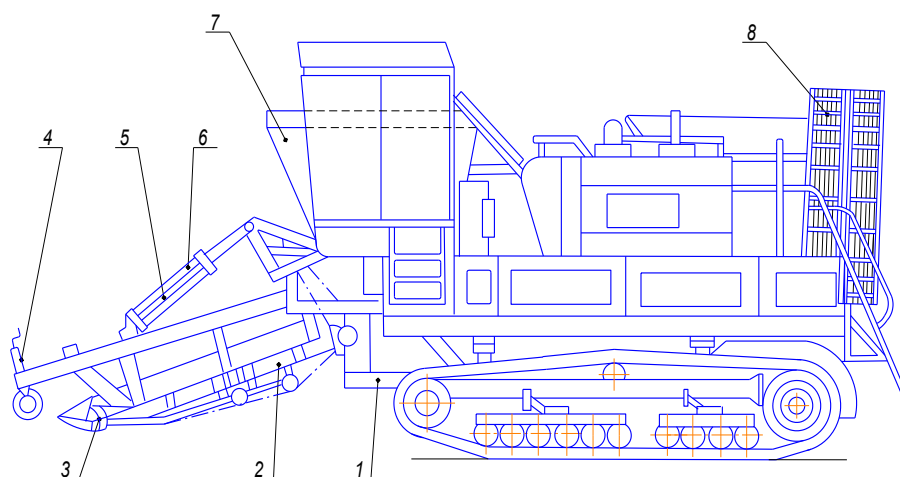


**Рис. 1. Универсальное энергетическое средство на металлогусеничном ходу (УЭС-Г):**  
1 – гусеничная тележка; 2 – кабина с органами управления; 3 – рама-платформа;  
4 – моторная установка; 5 – гидропривод ходовой части

Конструкция УЭС-Г состоит из гусеничной тележки 1, моторной установки 3, кабины с органами управления 4, размещенными на раме-платформе 2 переходного устройства, на которую навешиваются сельскохозяйственные машины, и гидропривода ходовой части 5.

В целях проверки функциональной работоспособности УЭС-Г проведены полевые испытания. На УЭС-Г навешивались картофелеуборочный комбайн и полевая платформа для уборки овощей.

Картофелеуборочный комбайн на базе УЭС-Г (рис. 2) имеет ряд отличий от ранее изготовленных образцов в БСХИ и ГСКБ завода «Дальсельмаш»: рама макетного образца выполнена съёмной, предусмотрено смещение центра тяжести комбайна посредством перемещения бункера или комбайна на раме, подкапывающая часть изготовлена путём переоборудования копателя КСТ-1,4 для копки картофеля в условиях повышенной влажности почвы.



**Рис. 2. Картофелеуборочный комбайн на металлогусеничном ходу:**

- 1 – универсальное энергетическое средство; 2 – подкапывающее устройство;  
 3 – активный лемех с дисковыми ножами; 4 – механизм регулировки глубины хода;  
 5 – уравнивающее устройство; 6 – гидроцилиндр подъёма картофелекопателя;  
 7 – бункер; 8 – картофелеуборочный комбайн ККУ-2А-1

Сравнение технических характеристик картофелеуборочного комбайна на гусеничном ходу и серийного комбайна представлено в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики картофелеуборочного комбайна на гусеничном ходу и серийного комбайна ККУ-2А-1 в агрегате с трактором МТЗ-80

Наименование	Комбайн на гусеничном ходу	Серийный комбайн ККУ-2А-1 с трактором МТЗ-80
Ширина захвата, м	1,4	1,4
Производительность за час основного времени, га	0,86–1,12	0,4–0,45
Число убираемых гряд, м	1	1
Глубина выкапывания гряд, м	до 0,25	до 0,20
Рабочая скорость на основных операциях, км / ч	6,2–8	1,8–4
Транспортная скорость, км / ч	до 11,3	до 16
Мощность двигателя, кВт	107	55
Удельный расход топлива, кг / га	22,8	28
Загрузочная ёмкость бункера, м <sup>3</sup>	2,9	0,8
Среднее значение времени выгрузки бункера, мин.	4,2	2,0
Масса машины конструктивная, кг	около 9000	9100
Количество обслуживающего персонала		
– основного	1	2
– вспомогательного	2	до 6
Срок службы, годы	7	8

Испытания опытного образца картофелеуборочного комбайна на базе универсального энергетического средства на гусеничном ходу подтвердили работоспособность как отдельных узлов конструкции, так и машины в целом.

Производительность за час основного времени смены – 0,86 га, коэффициент использования времени – 0,61. Технологический процесс отвечает предъявленным агротехническим требованиям, опытный образец имеет повышенную маневренность, проходимость и производительность по сравнению с базовым вариантом ККУ-2А-1 + МТЗ-80.

Наиболее перспективными с точки зрения снижения техногенного воздействия на почву, улучшения условий работы механизаторов являются движители на резиноармированных гусеницах (РАГ) [4].

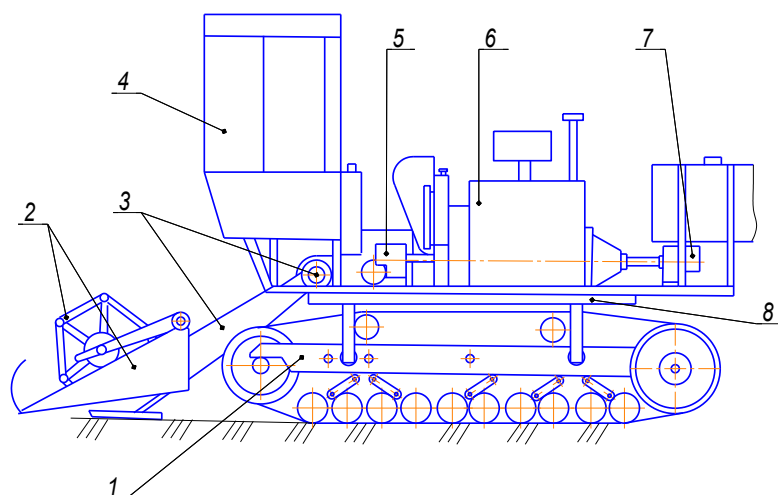
Учитывая высокий ресурс движителей с РАГ (в 4,5 раза выше, чем у металлогусеничных), в ДальНИПТИМЭСХ совместно с ГСКБ «Дальсельмаш» и ДальГАУ на основе концепции создания комплекса машин МПЭ начаты работы по созданию универсального энергетического средства с РАГ – УЭС-РГ. Первой из уборочных машин, подлежащих разработке на базе универсального энерго модуля с РАГ, была создана валковая самоходная жатка для работы в условиях повышенного увлажнения почвы.

Конструктивная схема жатки определяется навешиванием на универсальное энергетическое средство с резиноармированными гусеницами УЭС-РГ серийной валковой жатки ЖВН-6А. Агрегатирование осуществляется с помощью монтируемого на УЭС-РГ сменного оборудования (адаптера) для навески и привода рабочих органов.

Валковая самоходная жатка предназначена для скашивания зерновых, зернобобовых, сеяных трав с укладкой скошенной массы в валок.

Валковая самоходная жатка ЖВС-6РГ (рис. 3) состоит из следующих основных частей: ходового аппарата с резиноармированными гусеницами 1, рамы-платформы 8, переходного устройства для расположения сменного (жатка валковая 2, адаптер 3) и постоянного оборудования, смонтированного на подмоторной раме. На последней установлены моторно-силовая установка 6, объёмный гидропривод ходовой части 7, объёмный гидропривод технологической части 5, кабина с органами управления 4. Элементы основной гидравлической системы и электрооборудования УЭС-РГ соответствуют элементам силоуборочного комбайна КСГ-3,2А.

Независимые объёмные гидроприводы ГСТ-90 служат для передачи мощности от двигателя к ходовой части с бесступенчатым регулированием скорости движения агрегата и к рабочим органам жатки с плавным регулированием частоты колебаний ножа режущего аппарата, частоты вращения мотвила с рабочего места механизатора. Это обуславливает увеличение производительности валкового агрегата. Теплообменники и масляные резервуары, входящие в состав гидрообъёмных приводов, взяты с серийной техники, остальные элементы входят в комплект поставки ГСТ-90.



**Рис. 3. Схема жатки валковой самоходной ЖВС-6РГ на базе универсального энергетического средства на резиноармированных гусеницах: 1 – ходовой аппарат; 2 – жатка валковая; 3 – адаптер; 4 – кабина с органами управления; 5 – объёмный гидропривод технологической части; 6 – моторно-силовая установка; 7 – объёмный гидропривод ходовой части; 8 – рама-платформа**

Передача мощности на ходовую и технологическую части осуществляется от коленчатого вала двигателя соответственно со стороны муфты сцепления и вентилятора на соответствующие гидронасосы НП-90 посредством карданных валов.

Адаптер служит для навески и привода жатки и включает наклонную камеру серийного комбайна «Енисей-1200Р», шарнирно соединённую с рамкой сварной конструкции, монтируемой на раме-платформе.

Крутящий момент от гидромотора НП-90 объёмного гидропривода на рабочие органы жатки передаётся посредством привода и штатной цепной передачи наклонной камеры. Привод, смонтированный на рамке, включает гидромотор, соединительную муфту, вал привода с подшипниками в корпусе опоры и шкив клиноременной передачи на шкив наклонной камеры с натяжным роликом.

Сравнительные испытания жатки ЖВС-6РГ проведены в ЗАО «Агрофирма АНК» и на Амурской зональной машиноиспытательной станции на скашивании гречихи и сеяных трав. Испытания проводились на типичных для южной зоны Амурской области тяжелосуглинистых почвах. Результаты и их анализ представлены в таблице 2.

В ходе хозяйственной проверки ЖВС-6РГ на скашивании гречихи в ОАО «Агрофирма АНК» выявлено повышение производительности в час основного времени на 23–57 %.

Результаты испытаний ЖВС-6РГ

Показатель	Значение показателя		
	ЖВС-6РГ	Енисей-1200Р с жаткой ЖВН-6А	Улучшение показателя
Производительность в час основного времени, га	5,57 ± 0,4	4,0 ± 0,2	39,3 %
Рабочая скорость, км / ч	9,77 ± 0,70	7,02 ± 0,33	39,2 %
Максимальная рабочая скорость, км / ч	11,69	7,5	55,9 %
Транспортная скорость, км / ч	16,4	14,9	10,1 %
Эксплуатационная масса агрегата, кг	11740	11290	4,0 %
Глубина следа, см, при влажности W <sub>ср</sub> = 30,8 ± 1,9 %	3,8 ± 0,2	4,1 ± 0,6	7,3 %
W <sub>ср</sub> = 42,6 ± 5,2 %	5,5 ± 0,6	6,8 ± 1,1	19,1 %
W <sub>ср</sub> = 63,7 ± 2,2 %	15,9 ± 2,0	21,8 ± 1,6	27,1 %
Плотность почвы, г/см, в слое 0–10 см, при влажности W <sub>ср</sub> = 30,8 %			
исходная	0,836	0,836	
после прохода	0,871	0,923	
увеличение	0,035	0,87	2,49 раза
Твёрдость почвы, кПа, в слое 0–10 см, при влажности W <sub>ср</sub> = 30,8 %:			
исходная	406	406	
после прохода	832	973	
увеличение	426	567	1,33 раза
Твёрдость почвы, кПа, в слое 0–20 см, при влажности W <sub>ср</sub> = 30,8 %:			
исходная	554	554	
после прохода	961	1052	
увеличение	407	498	1,22 раза

В ходе агротехнической оценки работы ЖВС-6РГ подтверждено, что жатка качественно выполняет технологический процесс и снижает уровень техногенного воздействия на почву. На почве с абсолютной влажностью  $W_{ср} = 28,9 \dots 32,7 \%$  техногенное воздействие на почву оценивалось изменением плотности, твёрдости почвы и глубиной следа после прохода сравниваемых агрегатов, а на почве с повышенной влажностью  $W_{ср} = 37,4 \dots 47,8 \%$  и переувлажнённой  $W_{ср} = 61,5 \dots 65,9 \%$  – только глубиной следа.

Анализ полученных результатов показывает, что использование РАГ позволяет снизить увеличение твёрдости почвы в среднем на 30 %, и особенно в поверхностном слое 0–10 см.

При движении по почве с влажностью  $W_{ср} < 0,5$  НВ ( $W_{ср} = 30,8 \%$ ), гусеничный движитель ЖВС-6РГ с РАГ оказывает меньшее в 2,5 раза уплотняющее воздействие на почву при примерно одинаковой эксплуатационной массе сравниваемых валковых агрегатов.

Эффективность РАГ в исследуемом диапазоне влажности почвы в плане снижения слеодообразования повышается по мере роста её величины. Так, снижение средней глубины следа после прохода ЖВС-6РГ по

сравнению с серийным агрегатом составляет от 7,3 % при  $W_{ср} = 30,8$  % до 27,1 % при  $W_{ср} = 63,7$  %.

Снижение твёрдости почвы и колееобразования способствует снижению энергозатрат и повышению качества последующих технологических операций по её обработке.

В ходе энергооценки ЖВС-6РГ отмечено снижение удельного расхода топлива и энергозатрат. Наиболее эффективна жатка на уборке трав при движении со скоростью 9,1 км/ч. При этом развиваемая мощность двигателя составляет 71,7 кВт, коэффициент загрузки двигателя  $K = 0,97$ . Затраты мощности на привод рабочих органов жатки невелики и по величине незначительно изменяются в рабочем диапазоне скоростей.

Годовая экономия труда составила 127,5 чел./ч. Отмечена высокая надёжность ЖВС-6РГ. За время испытаний при наработке 50 часов не было отказов конструктивного характера.

Таким образом, использование схемы УЭС-РГ при навеске различных сельскохозяйственных машин обеспечивает высокие технико-экономические показатели и может быть рекомендовано для выполнения уборочных работ в экстремальных условиях Дальнего Востока.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов А. М. Особенности взаимодействия гусеничного движителя уборочных машин с переувлажнёнными почвами Дальнего Востока. Благовещенск: ДальГАУ, 2000. 215 с.
2. Зональная система технологий и машин для растениеводства Дальнего Востока на 2001 – 2005 годы / под общ. ред. Ю. В. Терентьева, Б. И. Кашпуры. Благовещенск: ДальГАУ, 2002. 472 с.
3. Канделя М. В. Исследование и обоснование технического уровня различных типов гусеничных ходовых систем уборочно-транспортных машин: дисс. ... канд. техн. наук. Благовещенск, 1997. 184 с.
4. Рябченко В. Н., Канделя М. В., Худолеев В. П. Обоснование и разработка универсального энергетического средства на гусеничном ходу // Наука производству: материалы научно-практической конференции УНПК. Вып. 5. Благовещенск: ДальГАУ, 1999. С. 17 – 22.

\* \* \*

**Kandelya Mikhail V., Kandelya Nikolay M.  
DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL POWER  
FACILITY ON CATERPILLAR TRACKS**

(Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan)

The paper gives the concept of improving the design of harvesting and transport vehicles of high cross-country capacity based on the transition to rubber-reinforced caterpillars, the implementation of the principles of block-modular design and continuity, as a real basis for ensuring high functional and environmental efficiency of the use of new generation mobile zone power machines.

*Keywords:* universal energy means; metal-track running; harvester.

REFERENCES

1. Emel'yanov A. M. *Osobennosti vzaimodeystviya gusenichnogo dvizhitelya uborochnykh mashin s perevlazhnennymi pochvami Dal'nego Vostoka* (Features of the interaction of the caterpillar drive of harvesters with wetland soils of the Far East), Blagoveshchensk, Dal'GAU Publ., 2000. 215 p.
2. Terent'ev Yu. V. (ed.), Kashpur B. I. (ed.) *Zonal'naya sistema tekhnologiy i mashin dlya rastenievodstva Dal'nego Vostoka na 2001 – 2005 gody* (Zonal system of technologies and machines for plant growing in the Far East for 2001 – 2005), Blagoveshchensk, Dal'GAU Publ., 2002. 472 p.
3. Kandelya M. V. *Issledovanie i obosnovanie tekhnicheskogo urovnya razlichnykh tipov gusenichnykh khodovykh sistem uborochno-transportnykh mashin* (Research and substantiation of the technical level of various types of crawler running systems of harvesting vehicles), Blagoveshchensk, 1997. 184 p.
4. Ryabchenko V. N., Kandelya M. V., Khudoleev V. P. Justification and development of a universal power facility on caterpillar tracks [Obosnovanie i razrabotka universal'nogo energeticheskogo sredstva na gusenichnom khodu], *Nauka proizvodstvu: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii UNPK* (Science of production: materials of the scientific-practical conference) Issue 5, Blagoveshchensk, Dal'GAU Publ., 1999, pp. 17 – 22.

\* \* \*