

УДК 631.3:311

НАПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В БАЗОВОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКЕ



Посвящается светлой памяти
академика Болтинского Василия Николаевича –
крупнейшего специалиста в области мобильной энергетики

ЛИПКОВИЧ Э.И.,
академик РАН,
докт. техн. наук, профессор

Азово-Черноморский инженерный институт, филиал Донского государственного аграрного университета, ул. Ленина, 14.
г. Зерноград, Ростовская обл., 347740, Российская Федерация, e-mail: 4ye@mail.ru

Обоснованы направления ресурсосбережения применительно к базовой сельхозтехнике: зерноуборочным комбайнам и тракторам классов 3 и выше. Анализ показал преимущества гусеничных машин во взаимодействии техногенных процессов с продукционными агроэкосистемами. Эти преимущества обеспечивают гусеничным машинам более широкую технологическую потребность в АПК по сравнению с колесными машинами. Показано, что одним из вариантов комплектования машинно-тракторных агрегатов (МТА) служит использование многооперационных прицепных орудий и бесступенчатого гидропривода ходовой части. Отмечено, что для обеспечения разворота МТА с минимальной величиной поворотной полосы необходимо шире использовать навесные орудия. Предложено оснастить тракторы двумя независимыми валами отбора мощности – передним и задним. Разработана модель нового поколения мобильного энергосредства МЭС-5300 с двумя навесными почвообрабатывающими орудиями на передней и задней навесных системах, а также модели с навесным кормоуборочным адаптером и прицепным орудием на задней навесной системе для подготовки почвы под посев озимой пшеницы. Подготовлена специальная методика для определения технико-экономической эффективности машин новой конструкции. Показано, что если параметры новой разработки в 1,2-1,3 раза превышают характеристики существующей (базовой), то речь идет об обычной модернизации; при превышении в 1,5-1,8 раза налицо глубокая модернизация. А преимущество в 1,8-2,3 раза и выше позволяет отнести новую разработку к классу инновационных. Определено, что количество интегрированных операций при использовании многооперационной техники на основе МЭС пятого поколения равно 17, при использовании современной технологии на основе трактора четвертого поколения – 27, что приводит к повышению общей выработки техники пятого поколения на 20 процентов.

Ключевые слова: базовые технические средства, мобильные энергосредства, эффективность, комплекс машин, машинно-тракторный парк.

В настоящее время в России отмечается сокращение производства тракторов на гусеничном ходу.

Вместе с тем гусеничные машины легко вписываются в зональные системы, применение этих машин доказало их экологическую гармонию с окружающей средой. Сравнительные характеристики отечественных тракторов показывают технологические преимущества гусеничных машин перед колесными. Назрела необходимость разработки и внедрения в сельскохозяйственное производство более совершенного пятого поколения гусеничных тракторов. Для технико-экономической оценки МЭС пятого поко-

ления в сравнении с существующими энергосредствами необходимо разработать специальную методику и экономико-математическую модель для выполнения расчетов интегрированных операций при использовании более современной техники.

Цель исследования – обоснование более широкого применения гусеничной техники нового, пятого поколения с универсальными адаптерами, разработка специальной методики и экономико-математической модели расчета интегрированных операций при использовании современной техники.

Результаты и обсуждение. Установлено, что уменьшение количества техники и увеличение се-

зонной нагрузки на зерноуборочные комбайны и тракторы повышают потери зерна.

На *рисунке 1* отображены потери выращенного зерна в зависимости от парка комбайнов. Как мы видим, вследствие сокращения парка комбайнов и увеличения сроков уборки с одновременным повышением интенсивности, потери могут быть весьма значительными [1].

В конце 20-х – начале 30-х годов прошлого века было выбрано направление из двух блоков: первый – разработка и широчайшее применение гусеничных тракторов как мобильных энергосредств; второй – создание и использование сложных технологических машин (прежде всего, зерноуборочных комбайнов) в виде прицепных к гусеничным тракторам в варианте безмоторных, а затем и с установкой самостоятельных ДВС – только для привода технологических рабочих органов.

шое количество гусеничных тракторов С-80, добивался самой низкой себестоимости зерна [2-6].

Мобильная энергетика в сельском хозяйстве в виде гусеничных тракторов доказала свою экологическую сбалансированность с окружающей средой даже по сравнению с конной тягой и ручным севом.

В 60-х годах в стране началось создание четвертого поколения гусеничных машин.

Сравнительные характеристики новых отечественных тракторов показали технологические преимущества гусеничных машин перед колесными:

- повышенный коэффициент тяги при той же сцепной массе;

– значительно меньшее буксование ходовых частей;

– меньшее удельное давление на почву;

– отсутствие глубинного воздействия на подпочвенные слои;

– сохранение урожайности вследствие отсутствия колеи.

Таким образом, гусеничные тракторы четвертого поколения Т-150, ХТЗ-181, Т-250 «Алттрак» под маркой А-600, «Руслан», в отличие от колесных, не вносят в агроэкосистемы разбалансированность при выполнении техногенных процессов. Поэтому применение в агротехнологиях гусеничных тракторов вместо колесных тех же размерностей представляется предпочтительным. Тезис реалистичен и подтверждается наблю-

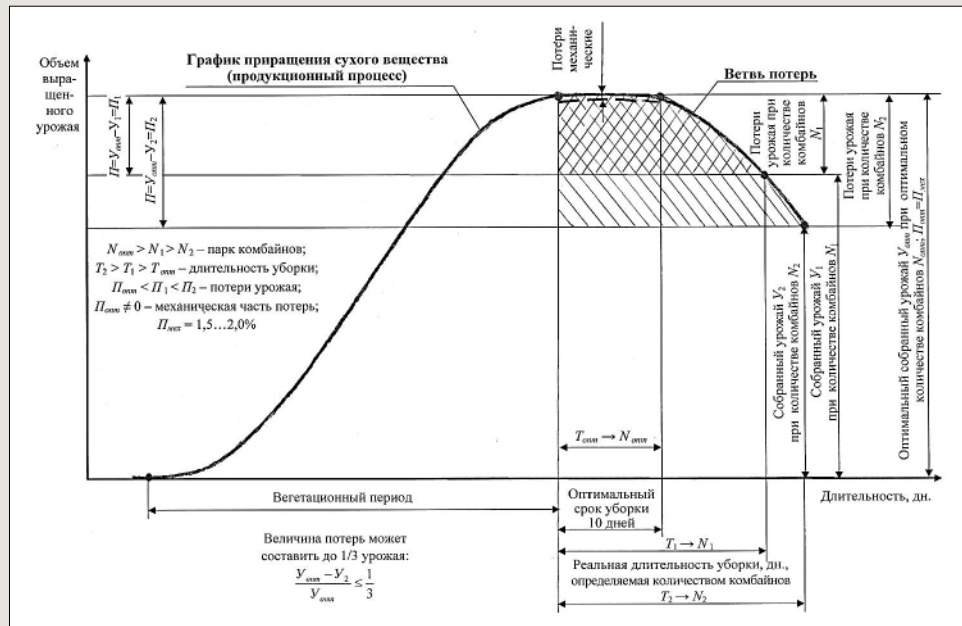


Рис. 1. Потери выращенного урожая в зависимости от наличного парка комбайнов

Массовое использование гусеничных тракторов в сельхозпредприятиях отечественного сельского хозяйства позволило увеличить производительность труда, прежде всего в зерновом производстве. Поставленный на серийное производство на Алтайском тракторном заводе в 1949 г. гусеничный трактор ДТ-54 класса 3 мощностью 54 л.с. массой ~6,5 т был безупречен; это была машина, которая может появляться примерно один раз в 50 лет. Высоким качеством обладал и тяжелый трактор С-80 класса 5-6 мощностью 76 л.с., массой 11 т. Машина работала сцепкой из двух прицепных пятикорпусных плугов и обеспечивала столь высокий экономический эффект, что зерносовхоз «Гигант» Ростовской области (Сальский район), имея боль-

дениями за развитием машинно-технологического обеспечения АПК в течение не менее 50 лет, то есть с момента появления в массовых количествах тяжелых колесных машин в земледелии России.

Ввиду того, что установленные мощности ДВС постоянно возрастают, возникает необходимость разработки механизмов, которые поддерживали бы максимальную мощность ДВС при выполнении технологического процесса. Одним из таких механизмов может быть бесступенчатый гидропривод ходовой части. К тому же в стратегическом плане модернизации использование максимальной мощности ДВС относительно просто может быть осуществлено автоматическими устройствами [7-8].

В настоящее время тяжелые машины, как гусе-

ничные, так и колесные, снабжены очень сложными и весьма дорогими коробками передач. В них установлено большое количество зубчатых колес, изготовленных из дорогого высококачественного металла по высоким дорогим технологиям. Более того, переключение передач (а не диапазонов) без разрыва потока мощности нереально: чтобы перейти на передачу $n+1$ с передачи n (или наоборот), необходимо отключить поток мощности с передачи n – с помощью гидropоджимной муфты – и направить энергопоток к ведущей шестерне передачи $n+1$, то есть все же разорвать поток, хотя и без перемещения шестерен или шлицевых муфт. Гидравлический привод производит эту операцию действительно без разрыва потока мощности, а КПП в такой схеме просто может отсутствовать.

С ростом мощности и тяговых возможностей гусеничных тракторов повышается общая производительность МТА. Одним из наиболее распространенных конструктивно-технологических направлений в решении этой проблемы представляется комплектование многооперационного МТА путем синтеза на задней (единственной!) навесной или прицепной системе нескольких орудий (или машин), работа которых допускается одновременно по агросрокам.

Менее распространенный вариант комплектования МТА – использование многооперационных прицепных орудий. Количество таких орудий (машин) в прицепном шлейфе окажется меньшим, но они более сложны, дороги, требуют высокой квалификации оператора-тракториста.

Для обеспечения возможности разворота МТА практически на месте с минимальной величиной поворотной полосы надо значительно шире использовать навесные орудия, создав, в частности, две унифицированные навесные системы, каждая из которых содержала бы наборы рабочих органов, выполняющих одновременные технологические операции.

Для совершенствования четвертого поколения тракторов необходимо оснащение их двумя унифицированными независимыми валами отбора мощности – передним и задним. При этом серьезное расширение использования трактора по нагрузке требует, чтобы оба ВОМ, по возможности, передавали полную мощность главного ДВС каждый (они ведь могут работать не всегда одновременно). Тогда теоретически, при комплектовании соответствующими адаптерами, трактор может полностью замещать некоторые сложные машины, например уборочные. И предпосылки к такого рода интеграции сейчас только начинают разрабатываться [9].

Таким образом, проинтегрировав эти четыре направления можно утверждать, что их синтез при-

ведет к созданию нового, пятого поколения гусеничных машин, которые уже никак нельзя называть традиционными тракторами; будем их именовать мобильными энергосредствами сельскохозяйственного назначения, имеющими качественно больший спектр использования, чем традиционный трактор.

В АЧИИ «Донской ГАУ» разработаны модели нового МЭС пятого поколения.

МЭС пятого поколения класса 50 кН мощностью 220 кВт (300 л.с.) массой до 10000 кг имеет бесступенчатый привод ходовой части, обеспечивающий этому МЭС рабочую поступательную скорость до 10 км/ч и транспортную до 16 км/ч. Две унифицированные навесные системы, передняя и задняя, соответствующие грузоподъемности традиционного трактора 50 кН, допускают комплектование многопроцессных МТА, способных объединять практически все технологические операции с одинаковыми агросроками и выполнять их за один проход по полю. Для привода навесных (прицепных) рабочих органов МЭС снабжено двумя независимыми двухступенчатыми ВОМ (1000 мин⁻¹ и 540 мин⁻¹), которые обеспечивают передачу энергии рабочим органам вплоть до полной, вырабатываемой ДВС мобильного энергосредства. На рисунке 2 представлена модель нового МЭС-5300 названных параметров с двумя навесными почвообрабатывающими орудиями на передней и задней навесных системах и модель с навесным кормоуборочным адаптером (в данном случае для уборки кукурузы на силос) и прицепным орудием для подготовки почвы под посев озимой пшеницы на задней навесной системе, который готовит почву одновременно с уборкой кукурузы на силос.

Для предварительной оценки технико-экономической эффективности МЭС пятого поколения в сравнении с существующими энергосредствами нами разработана специальная методика и на ее основе – экономико-математическая модель для выполнения расчетов с наложением на типичное подразделение сельхозорганизации с зональным севооборотом [6, 7]. На основании расчетных данных установлено, что количество интегрированных операций при использовании многопроцессной техники на основе МЭС пятого поколения (17 операций) значительно меньше, чем при современной технологии на основе трактора четвертого поколения (27 операций), что на 20% повышает общую выработку за жизненный цикл, равный в 11 тыс. мото-ч.

Исследование позволило установить следующее.

Во-первых, оказалось возможным использовать прозрачные и простые вычислительные процедуры при оценке конструктивных решений в системе технических средств.



Рис. 2. МЭС-5300 пятого поколения:

а – с двумя навесными почвообрабатывающими орудиями на передней и задней навесных системах; б – с навесным кормоуборочным адаптером на передней и прицепным орудием для подготовки почвы на задней навесной системе

Во-вторых, показано, что использование весьма дорогих специализированных машин в самоходном варианте существенно снижает экономическую эффективность или снимает ее полностью. Это диктует настоятельную необходимость перехода к использованию прицепных и навесных безмоторных машин-адаптеров.

В-третьих, показано, что если параметры новой разработки в 1,2-1,3 раза превышают характеристики существующей (базовой), то речь идет об обычной модернизации; при превышении в 1,5-1,8 раза налицо глубокая модернизация. А преимущество в 1,8-2,3 раза и выше позволяет отнести новую разработку к классу инновационных.

В нашем случае прием следующий численный показатель новизны:

$$Int = \frac{\text{общая за жизнь выработка, га}}{\text{количество операций за жизненный цикл}}.$$

В базовой современной технологии показатель Int составит:

$$Int_{ХТЗ} = \frac{36841}{270} = 136,4;$$

а в разрабатываемой на основе инновационного МЭС:

$$Int_{МЭС} = \frac{44514}{170} = 261,5.$$

Тогда индекс новизны равен:

$$IN = \frac{261,5}{136,4} = 1,92.$$

Выводы

1. Установлено, что возрастание удельной сезонной нагрузки на технику неизбежно приводит к недобору урожая и прямым потерям его при уборке.

2. Предлагаются мероприятия по ресурсосбережению при восстановлении машинно-технологического парка базисных средств механизации: тракторов высоких классов и зерноуборочных комбайнов.

3. Показано, что наиболее экологически сбалансированными оказались техногенные процессы взаимодействия с агроэкосистемами, которые выполняются на основе гусеничных тракторов.

4. Внедрение мобильных энергосредств пятого поколения значительно сократит количество технологических операций с общим агросроком в результате их комплексирования, что уменьшит число проходов по полям при возделывании и уборке сельхозкультур.

Литература

1. Липкович Э.И. Базисное машинно-технологическое обеспечение сельскохозяйственных производственных процессов // Вестник Башкирского ГАУ. – 2013. – № 2. – С. 87-93.

2. Измайлов А.Ю., Елизаров В.П., Лобачевский Я.П. и др. Концепция модернизации парка сельскохозяйственных тракторов России на период до 2020 года. – М.: ВИМ, 2013. – 87 с.

3. Липкович Э.И. Национальная задача России и отечественного АПК // АПК: экономика, управление. – 2015. – № 6. – С. 23-32.

4. Липкович Э.И. Совершенствование мобильных энергосредств // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 10. – С. 2-8.

5. Шевцов В.Г., Соловейчик А.А. Влияние технического уровня сельскохозяйственных тракторов на эксплуатационные показатели машин-

но-тракторных агрегатов // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: Сб. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф. – Углич, 2010. – С. 194-205.

6. Липкович Э.И. Трактор Т-250: жизнь и судьба // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 8. – С. 3-12.

7. Пат. № 2480352 C1, B60K 31/02, B60W 30/188 РФ. Система привода мобильного энергетического средства сельхозназначения / Липкович Э.И. – Заяв. и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – № 2011138662/11; заявл. 20.09.11; опубл. 27.04.13. Бюл. № 12.

8. Липкович Э.И., Бобряшов А.П. Двигатели постоянной мощности и регулируемый гидродвигатель в тракторной трансмиссии // Тракторы и сельхозмашины. – 2008. – № 10. – С. 17-19.

9. Пат. № 2369078 C1 A01D 41/08 RU. Устрой-

ство для уборки урожая зерновых культур и утилизации незерновой части урожая / Липкович Э.И., Абаев В.В., Василенко В.С., Маслов Г.Г.

и др. // Заяв. и патентообладатель ФГОУ ВПО КубГАУ. – № 2008117739/12; заявл. 04.05.08; опубл. 10.10.2009. Бюл. № 28.

RESOURCE-SAVING DIRECTIONS IN BASIC MACHINERY

E.I. Lipkovich, member of RAS

Azov-Black Sea Engineering Institute, branch of Don State Agrarian University, Lenin St., 14, Zernograd, Rostov region, 347740, Russian Federation, e-mail: 4ye@mail.ru

The authors proved the directions of resource-saving with regard to basic agricultural machinery: combine harvesters and tractors of classes 3 and above. The analysis has shown advantages of track laying vehicles in interaction of technogenic processes with productional agroecosystems. These advantages provide to track laying vehicles high technological need for agrarian and industrial complex in comparison with wheel machines. One of options of completing of the machine and tractor units (MTU) is use of multioperational trailing implements and a continuously variable ratio hydraulic drive of a undercarriage. To provide a turn of MTU with the minimum size of a rotary strip it is necessary to use mounted equipment more widely. The authors offered to equip tractors with two (forward and back) separate power takeoff shafts. The model of new generation of mobile power means MES-5300 with two mounted soil-cultivating implements on forward and back mounted systems, and also model with the mounted fodder harvesting adapter and the trailed implement on back mounted system is developed for soil preparation for winter wheat sowing. Due to the special technique it is possible to determinate technical and economic efficiency of the new design machines. If parameters of new machine by 1.2-1.3 times exceed the characteristic existing (basic) one, then we talk about usual modernization; excess by 1.5-1.8 times indicates deep modernization. And advantage by 1.8-2.3 times allows to refer new design to a class of innovative machines. The number of the integrated operations when using multioperational equipment on the basis of MES of the fifth generation is equal 17, when using modern technology on the basis of a tractor of the fourth generation – 27. As result the general capacity of equipment of the fifth generation increases by 20 percent.

Keywords: Basic technical means; Mobile power means; Efficiency; Machine complex; Machine and tractor park.

References

1. Lipkovich E.I. *Bazisnoe mashinno-tekhnologicheskoe obespechenie sel'skokhozyaystvennykh proizvodstvennykh protsessov [Basic machine technological support of agricultural processes of production]*. Vestnik Bashkirskogo GAU. 2013. No. 2. pp. 87-93 (Russian).
2. Izmaylov A.Yu., Elizarov V.P., Lobachevskiy Ya.P., et al. *Kontseptsiya modernizatsii parka sel'skokhozyaystvennykh traktorov Rossii na period do 2020 goda [Concept of modernization of agricultural tractors fleet of Russia for the period till 2020]*. Moscow: VIM, 2013. 87 pp. (Russian).
3. Lipkovich E.I. *Natsional'naya zadacha Rossii i otechestvennogo APK [National problem of Russia and domestic agrarian and industrial complex]*. APK: ekonomika, upravlenie. 2015. No. 6. pp. 23-32 (Russian).
4. Lipkovich E.I. *Sovershenstvovanie mobil'nykh energosredstv [Improvement of mobile power means]*. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2014. No. 10. pp. 2-8 (Russian).
5. Shevtsov V.G., Soloveychik A.A. *Vliyanie tekhnicheskogo urovnya sel'skokhozyaystvennykh traktorov na ekspluatatsionnye pokazateli mashinno-traktornykh agregatov [Influence of a technological level of agricultural tractors on operational indicators of machine and tractor units]*. Avtomatizatsiya i

informatsionnoe obespechenie proizvodstvennykh protsessov v sel'skom khozyaystve: Sb. dokl. XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Uglich, 2010. pp. 194-205 (Russian).

6. Lipkovich E.I. *Traktor T-250: zhizn' i sud'ba [T-250 tractor: life and destiny]*. Traktory i sel'khoz mashiny. 2012. No. 8. pp. 3-12 (Russian).

7. Pat. No. 2480352 S1, V60K 31/02, V60W 30/188 RF. *Sistema privoda mobil'nogo energeticheskogo sredstva sel'khoz naznacheniya System of drive of mobile power means of agricultural appointment* [Lipkovich E.I. *Zayav. i patentoobladatel' FGOU VPO AChGAA. No. 2011138662/11; yayavl. 20.09.11; opubl. 27.04.13. Byul. No. 12 (Russian).*

8. Lipkovich E.I., Bobryashov A.P. *Dvigateli postoyannoy moshchnosti i reguliruemyy gidroprivod v traktornoy transmissii [Engines of constant power and adjustable-speed hydraulic driver in tractor transmission]*. Traktory i sel'khoz mashiny. 2008. No. 10. pp. 17-19 (Russian).

9. Pat. № 2369078 S1 A01D 41/08 RU. *Ustroystvo dlya uborki urozhaya zernovykh kul'tur i utilizatsii nezernovoy chasti urozhaya [Apparatus for grain crops harvesting and utilization of not grain part of a harvest]*. Lipkovich E.I., Abaev V.V., Vasilenko V.S., Maslov G.G., et al. *Zayav. i patentoobladatel' FGOU VPO KubGAU. No. 2008117739/12; yayavl. 04.05.08; opubl. 10.10.2009. Byul. No. 28 (Russian).*