

ствия позволяют определить основные параметры конструкции предлагаемого расходомера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Мн.: Новое знание; М.: ИНФРА – М, 2013. – 272 с.
2. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справоч. в 2 кн. / П.П. Кремлевский. – СПб.: Политехника, 2002. – Кн. 1. – 409 с.
3. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справоч. в 2 кн. / П.П. Кремлевский. – СПб.: Политехника, 2004. – Кн. 2. – 410 с.

4. Ловкис, З.В. Гидроприводы сельскохозяйственных машин / З.В. Ловкис. – Мн.: Ураджай, 1986. – 216 с.

5. Турчин, А.М. Электрические измерения неэлектрических машин / А.М. Турчин [и др.]; под ред. П.В. Новицкого. – Л.: Энергия, 1975. – 575 с.

6. Методика расчета и минимизации энергоемкости продукции растениеводства / В.Б. Ловкис [и др.] // Агропанорама, 2007. – №4. – С. 10-15.

7. Кравцов, А.М. Ротаметрические измерения расходов и свойств жидкостей / А.М. Кравцов // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ, 2003. – № 6. – С. 76-82.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.04.2016

УДК[631.16 : 658.155]; 629.1114.2.001.24

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕТА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТРАКТОРНЫХ РАБОТ И СОСТАВА МАШИННО- ТРАКТОРНОГО ПАРКА

А.В. Новиков,

профессор каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.Я. Тимошенко,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Д.А. Жданко,

зав. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Г.Ф. Добыш,

доцент каф. управления и научно-технического прогресса ИПК и ПК БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье рассмотрены недостатки существующей методики выбора условного эталонного гектара, как единицы учета механизированных работ и условного эталонного трактора – единицы учета состава тракторного парка. Рассмотрены новые подходы к их обоснованию.

Ключевые слова: трактор, плуг, машинно-тракторный парк, наработка, условный эталонный гектар, объем механизированных работ, мощность, производительность, расход топлива.

In the article shortcomings of the existing technique of the choice of conditional reference hectare, as accounting unit of the mechanized works, and a conditional reference tractor – an accounting unit of tractor park structure – as well as new approaches to their reasons are considered.

Keywords: a tractor, a plow, machine and tractor park, an operating time, conditional reference hectare, amount of the mechanized works, capacity, performance, fuel consumption.

Введение

Для учета объема механизированных тракторных работ, выполняемых в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь, в настоящее время используется условный эталонный гектар, а для учета состава тракторного парка – условный эталонный трактор.

В течение сельскохозяйственного года тракторы выполняют самые разные работы и объем каждой работы первично учитывается в физических единицах – га, т, ткм. Многие работы не нормируются, а учи-

тываются в астрономических часах затраченного на их выполнение времени. Для учета общего объема выполненных тракторами работ и определения удельных показателей, характеризующих уровень организации использования тракторного парка и удельную энергоемкость выполненных работ, потребовалась единица измерения, позволяющая хотя бы примерно вести такой учет.

Ввиду большого перечня выполняемых тракторами работ и широкой номенклатуры используемых тракторов, потребовались единицы измерения как

объема работ, выполняемых разными марками тракторов, так и состава тракторного парка, включающего разное количество тракторов различных марок.

В качестве таких единиц в 1972 году были предложены – условный эталонный гектар (усл. эт. га) для учета объемов тракторных работ и условный эталонный трактор (усл. эт. тр.) для учета состава тракторного парка.

Введение этих условных единиц предусмотрено методикой Министерства сельского хозяйства бывшего СССР в январе 1972 г. [1]. Согласно этой методике, за эталонный трактор был принят распространенный в то время гусеничный трактор ДТ-75, часовая выработка которого в эталонных условиях составляет 1 физический гектар на вспашке, а выполненная им работа принята за один условный эталонный гектар.

За эталонные были приняты условия, учитывающие реалии средней полосы СССР:

- агрофон – стерня зерновых;
- тип почвы – средний суглинок;
- удельное сопротивление – 50 кПа;
- скорость движения – 5 км/ч;
- влажность почвы – 20-22 %;
- глубина вспашки – 20-22 см;
- длина гона – 800 м;
- высота над уровнем моря – до 200 м;
- рельеф ровный (угол склона до 1°);
- конфигурация поля правильная (прямоугольная);
- отсутствие каменистости и препятствий [2].

Таким образом, *условный эталонный гектар* (эт. га) – это объем работы, выполненный трактором ДТ-75 за 1 час сменного времени (т. е. его энергетические затраты) на вспашке старопахотных земель в эталонных условиях. Работая в этих условиях, этот трактор вспахивает один физический гектар. Трактор другой марки вспахивает другую площадь, которую принято называть его эталонной часовой $W_{ч}$ выработкой.

Физические тракторы переводятся в условные эталонные умножением их количества X_i на коэффициент перевода физических тракторов в условные, численно равный часовой эталонной выработке, $W_{ч_i}$ т. е.

$$X_{э} = X_i \cdot W_{ч_i}$$

Объем механизированных тракторных работ $U_{эт.га}$, выполненных i -й маркой трактора – это произведение количества выполненных нормо-смен $N_{см}$ этой маркой трактора и их сменной эталонной выработки $W_{см_i}$

$$U_{эт.га} = N_{см} \cdot W_{см_i}$$

где $N_{см} = U_{ф} / W_{см_i}$ – количество выполненных нормо-смен (число выполненных сменных технически обоснованных норм выработки);

$U_{ф}$ – объем работ в физических единицах, выполненный трактором (га, т, ткм, м³ и т. д.);

$W_{см_i}$ – техническая норма выработки, установленная в сельскохозяйственном предприятии (га, т, ткм, м³ и т. д.).

Основная часть

Введение условных единиц было обусловлено необходимостью повышения и контроля уровня механизации сельскохозяйственного производства, который определяется его технической оснащенностью, т. е. составом, прежде всего тракторного парка, и эффективностью его использования, т.е. организацией работы.

Территория нашей республики весьма мала в сравнении с территорией бывшего СССР, где принимались вышеназванные условные единицы. Следовательно, средняя полоса бывшего СССР для республики потеряла всякий смысл. Более того, рабочая скорость современных пахотных агрегатов находится в пределах от 7 до 10 км/ч [3], а не 5 км/ч, как было принято в эталонных условиях. Так как фактически усл. эт га – это затраты энергии на вспашку 1 га в эталонных условиях, то следовало бы учитывать, что они зависят от конструкции используемого плуга, наладки пахотного агрегата и других факторов. Многие сельскохозяйственные работы имеют специфический характер, на который отсутствуют нормы выработки, и они учитываются только астрономическим временем, затраченным механизатором на выполнение работ, то есть объем тракторных работ, выполненный трактором, определяется не продолжительностью работы агрегата, а продолжительностью работы механизатора.

Одним из примеров тому может служить использование погрузочных средств. Погрузчик имеет коэффициент использования времени смены $\tau < 0,5$. Для начисления заработной платы механизатору, работающему на погрузчике, учитывается время, затраченное им на выполнение работы. Сам погрузчик в течение смены при $\tau < 0,5$ работал менее 4 часов. Однако при определении выполненного им объема работ в усл. эт. га в расчет принимается время, затраченное механизатором, что в два и более раз превышает фактические энергетические затраты погрузчика.

Поэтому условный эталонный гектар в том понимании, которое вкладывалось в него при введении в действие в 1972 году, потерял актуальность и не имеет смысла в использовании в сельском хозяйстве Беларуси в настоящее время.

Отказаться же от условного эталонного гектара без введения альтернативного показателя измерения выполняемых тракторами или (и) машинно-тракторным парком работ не представляется возможным, так как в процессе сельскохозяйственного производства возникает необходимость относительного сравнения выработок различных марок тракторов разными механизаторами, хозяйствами, районами и т. д.

Аналогично встает вопрос об эталонном тракторе. Тракторный парк Республики Беларусь в настоя-

щее время укомплектован в основном тракторами отечественного производства, оптимальная его структура, как установлено наукой и практикой, должна включать тракторы разных классов тяги в примерно следующих пропорциях: 5 – 17 %; 4 – 16 %; 3 – 19 %; 2 – 19 %; 0,6...1,4 – 29 % [4].

Одной из наиболее энергоемких из всего множества операций, выполняемых при возделывании сельхозкультур, является вспашка, которую в Беларуси выполняют тракторы класса 1,4 и выше. В таблицах 1 и 2 приведены характеристики основных пахотных агрегатов, работающих в почвенных условиях Республики Беларусь, устаревших и современных марок машин соответственно [3, 5-7].

Из таблицы 1 видно, что увеличение мощности двигателя реального трактора в 4 раза, в сравнении с мощностью двигателя условного эталонного трактора в 55,1 кВт, влечет увеличение часовой эталонной производительности в 2,7 раза, при этом средняя производительность его на вспашке с разными плугами в физических гектарах увеличивалась только в 1,7 раза. Другими словами, объем механизированных тракторных работ, измеряемый в усл. эт. га, даже на самой энергоемкой операции – вспашке будет в 1,6 раза больше фактического. При этом за 1 час работы трактора на менее энергоемких операциях (боронование, посев, посадка, культивация, внесение удобрений, транспортные работы и т.п.) по энергозатратам не эквивалентен 1 часу работы на пахоте, так как загрузка двигателя на этих операциях значительно ниже загрузки его на пахоте.

Для увеличения загрузки тракторов при выполнении названных выше работ предусматривалось использование сцепок, как промежуточного звена между трактором и сельскохозяйственной машиной, для составления широкозахватных МТА. Однако из-за высокой трудоемкости перевода агрегатов в транспортное положение и наоборот, они не нашли применения.

В итоге, подсчитанный по принятой методике объем выполненных сельхозпредприятием тракторных работ за определенный период времени, например, календарный год, квартал, месяц и т. д. превышался примерно на 60 % и это превышение еще больше увеличивается из-за неэквивалентности одного

часа работы трактора на пахоте одному часу работы при выполнении других операций.

Расход механической энергии при выполнении любой механизированной работы можно оценить по удельной энергоемкости процесса. Полная $A_{\text{п}}$ удельная энергоемкость в Дж/га может быть определена [2] как

$$A_{\text{п}} = H_{\text{н}} \theta,$$

где $H_{\text{н}} = 4,166 \cdot 10^7$ Дж/кг – удельная теплота сгорания топлива;

θ – удельный расход топлива, кг/га.

Тогда средняя полная удельная энергоемкость вспашки 1 га устаревшими марками тракторов и плугов

$$A_{\text{п}} = 4,166 \cdot 10^7 \cdot 18,32 = 76,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/га или}$$

$$A_{\text{п}} = 763 \text{ МДж/га.}$$

Для современных пахотных агрегатов имеем совершенно другую картину. Полная средняя удельная энергоемкость вспашки одного гектара ныне используемыми тракторами будет

$$A_{\text{п}} = 4,166 \cdot 10^7 \cdot 14,86 = 61,9 \cdot 10^7 \text{ Дж/га,}$$

что составляет 619 МДж. Таким образом, за 43 года, прошедших со времени утверждения методики учета состава МТП и объема выполняемых тракторных работ в условных единицах за счет совершенствования тракторов, конструкций с.-х. машин и их рабочих органов, окультуривания пахотных земель и т.п., удельные энергетические затраты снизились на 19%.

Тенденцией развития современного сельхозмашиностроения является создание такого шлейфа машин к тракторам всех классов тяги, который обеспечивал бы загрузку их двигателей на 90-95%, т.е. близкой к их загрузке при пахоте, например, применение широкозахватных многомашинных агрегатов, выполняющих за один проход до 5 операций.

Из табл. 2 видно, что, несмотря на то, что пахотные агрегаты с трактором Беларус 1221 комплектуются как поворотными плугами ПНГ-4-43, оборотными ППО-4-40, ППО-5-40, так и плугами для загонной вспашки, средняя производительность за один час сменного времени составляет чуть больше 1 га

Таблица 1. Эксплуатационные показатели пахотных агрегатов с устаревшими марками тракторов и плугов

Состав пахотного агрегата		Показатели						
Трактор	Плуг	Номинальная мощность двигателя, кВт	Производительность за 1 час сменного времени, га	Расход топлива на 1 га, кг	Средняя производительность за 1 час сменного времени, га	Средний расход топлива на га, кг	Часовая эталонная производительность, у.эт.га/час	Отношение мощности двигателя трактора к мощности трактора ДТ-75
ДТ-75	ПЛН-5-35	55,1	1	12,4	1	12,4	1,0	1
Т-150К	ПКГ-5-4013	121,5	1,6	16,2	1,6	16,2	1,65	2,2
	ПЛП-6-35		1,6	16,2				
Т-150	ПКГ-5-40В	110,4	1,2	21,6	1,4	18,9	1,65	2,0
К-701	ПТК-9-35	221	1,6	27,4	1,7	25,8	2,7	4,0
	ПГП-7-40		2,1	18,5				
Средняя величина						18,32		

(1,004 га). При этом средний гектарный расход топлива составляет 16,54 кг/га. У пахотных агрегатов с тракторами Беларус 1522 или 1523, соответственно, 1,425 га/ч при часовом расходе 13,07 кг/га. У тракторов Беларус 2522 – 2,245 га/ч при часовом расходе 11,95 кг/га соответственно, а у тракторов Беларус 3022 – 3,266 га/ч при часовом расходе 16,67 кг/га.

При увеличении мощности двигателя трактора кл.5,0 в 2,33 раза в сравнении с трактором кл. 2,0 (Беларус 1221) производительность на пахоте в физических гектарах возрастает в 3,266 раза. И если взять за условный трактор Беларус 1221, который за 1 час сменного времени пашет примерно 1 физический га, то физический объем выполненных при этом тракторных работ будет больше, чем в условных гектарах по маркам тракторов Беларус 1522/1523 на 20 %, Беларус 2522 – на 11 %, Беларус 3022 – на 40 %. В среднем это составит 23,6 %. Однако большее значение физического объема работ по сравнению с объемом работ в условных еди-

ницах для сельхозпроизводства предпочтительнее, так более реально отражается ситуация в производственных условиях. При этом следует подчеркнуть, что для трактора Беларус 2522 имеет место увеличение производительности всего на 11 % по причине того, что этот трактор относится к тракторам класса тяги 5, но у него мощность двигателя на 13% меньше в сравнении с двигателем трактора Беларус 3022.

Таким образом, в качестве условного трактора в современных условиях может быть принят трактор, имеющий производительность (на вспашке) за один час сменного времени – один гектар. Этому соответствует трактор Беларус 1221. Однако учитывая то, что мощность двигателя этого трактора равна 96 кВт (примерно 100 кВт), более целесообразно принять за условный гипотетический трактор с мощностью двигателя в 100 кВт.

Тогда коэффициенты перевода тракторов других марок в условные можно представить как отношение

Таблица 2. Сравнительные показатели пахотных агрегатов современных марок машин

Состав пахотного агрегата		Показатели					
Трактор	Плуг	Номинальная мощность двигателя $N_{ен}$, кВт	Производительность за 1 час сменного времени, ч/га	Расход топлива на 1 га, кг	Средняя производительность за 1 час сменного времени, га	Средний расход топлива, кг/га	Отношение к мощности двигателя трактора Беларус 1221
1. МТЗ-82	ПКМП-3-40Р	58,9	0,76	15,98	0,76	15,98	0,61
2. Беларус 1221	ВВ100 Kverneland 5-корпусный	96	1,25	11,73	1,004	16,54	1
	ПНГ-4-43		0,92	18,72			
	ПКМ-5-40Р		1,20	13,37			
	ПГП-40-2А		1,03	14,95			
	ПКМП-4-40Р		0,93	18,45			
	ППО-5-40		0,97	18,10			
	ППО-4-40		0,73	20,5			
3. Беларус 1522, 1523	ВВ100 Kverneland 6-корпусный	114	1,47	10,14	1,425	13,07	1,19
	8-корпусный Kverneland		2,27	11,60			
	ПКМ-6-40Р		1,36	11,69			
	ППЗ-5-40К		1,12	17,99			
	5-корпусный ES-95 Kverneland		1,3	13,50			
	4-корпусный ES-95 Kverneland		1,17	14,77			
	5-корпусный Gregorie Besson		1,29	11,85			
4. Беларус 2522	ППН-8-30/50	195	2,22	12,30	2,245	11,95	2,03
	8-корпусный Kverneland		2,27	11,60			
5. Беларус 3022	ППН-8-30/50	223	4,00	14,00	3,266	16,76	2,33
	ПП-(6+4) – 40/45		3,60	19,30			
	ППО-8-40		2,20	17,00			
Средняя величина						14,86	

мощности их двигателей к 100 кВт (табл. 3), которые будут равны часовой производительности этих тракторов на вспашке в условных гектарах.

Таблица 3. Производительность $W_{чз}$ тракторов на вспашке в условных гектарах за один час сменного времени, усл.га

Марка трактора	Мощность двигателя, кВт	Производительность, $W_{чз}$ трактора за 1 час сменного времени в усл.га
МТЗ-82	58,9	0,59
Беларус 1221	96	1,0
Беларус 1522, 1523	114	1,14
Беларус 2522	195	1,95
Беларус 3022	223	2,23

Заключение

1. Применение введенных с 1972 года понятий условного эталонного трактора и условного эталонного гектара из-за уровня развития современных тракторов и сельхозмашин и условий их использования потеряло смысл.

2. Условным трактором предлагается считать трактор с мощностью двигателя в 100 кВт, который за час сменного времени имеет производительность – один условный гектар.

3. Для перевода физических тракторов в условные и физических объемов работ в условные гектары предлагается использовать коэффициенты перевода, равные производительности трактора при пахоте за час сменного

времени, численно равные отношению мощности двигателя физического трактора к мощности двигателя условного трактора (100 кВт).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Шундалов, Б. Совершенствование методики пересчета физических тракторов в условные эталонные единицы / Б. Шундалов // Аграрная экономика, 2014. – № 3.

2. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учебник /А.В. Новиков, И.Н. Шило, Т.А. Непарко [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – Минск: Новое знание, М: ИНФРА – М, 2012. – 512 с.

3. Точицкий, А.А. Чем пахать родную землю? Сравнительная оценка плугов отечественного и зарубежного производства / А.А. Точицкий, Н.Д. Лепешкин, Е.Я. Грек // Белорусское сельское хозяйство, 2004. – № 9. – С. 5-8.

4. Государственная программа устойчивого развития села на 2010-2015 годы. – Минск, 2010. – 86 с.

5. Индустриальные технологии на мелиорированных землях / Р.А. Мышко [и др.]. – Минск: Ураджай, 1987. – 200 с.

6. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пос. для с.-х. вузов /А.П. Ляхов [и др.]; под ред. Ю.В. Будько. – Мн.: Ураджай, 1991. – 336 с.

7. Эксплуатация сельскохозяйственной техники в примерах и задачах: учеб. пос. /А.В. Новиков [и др.]; под ред. А.В. Новикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: БГАТУ, 2010. – 164 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 19.02.2016

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит один раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842.

Стоимость подписки на 2-е полугодие 2016 года: для индивидуальных подписчиков - 17,49 руб., ведомственная подписка - 19,02 руб.