

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Д. И. СААКЯН

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ВЫБОРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЕВЫХ АГРЕГАТОВ

Разработка научно-обоснованных методов оценки существующих машин и выбор их для данных условий эксплуатации имеет важное практическое значение как для с.-х. производства, так и для с.-х. машиностроения.

Созданием системы измерителей для оценки и выбора различных машин занимались многие исследователи. Однако до настоящего времени нет достаточно надежного и рационального метода, на основании которого было бы возможно придать ту или иную конструктивную систему данному агрегату.

Производственные данные каждой системы агрегатов характеризуются совокупностью признаков, имеющих неодинаковое значение, поэтому выбор той или иной конструктивной системы всегда оказывается в некоторой степени произвольным, так как нет единого показателя, который был бы пригоден для оценки машин в зависимости от условий их эксплуатации.

Для того, чтобы облегчить выбор машин необходимо иметь рациональный метод, позволяющий всю совокупность разнородных технических и экономических показателей привести к единой обобщенной характеристике, дающей возможность удобно сравнивать между собою различные конструктивные системы агрегатов.

1. Метод приведенной выработки

Для с.-х. работ существуют агротехнические оптимальные сроки, нарушение которых влечет за собой недоброкачественность работы или же выражается различными потерями урожая, поэтому при сравнении различных конструктивных систем следует принимать одинаковое общее время работы.

В этом случае основные эксплуатационные и экономические показатели агрегатов: производительность, затрата труда, расход топлива, затрата механической энергии, первичная стоимость и затраты средств на уход и ремонт могут быть различными.

Во всех случаях приемлема та конструктивная система агрегатов, которая дает максимальную выработку при наименьших значениях остальных параметров, потому что все затраты, связанные с экс-

платацией машин окупаются исключительно только выработанной продукцией этой машины. Следовательно, в основу всех параметров для сравнения различных систем может быть положена выработка.

При сопоставлении различных агрегатов оказывается, что по сравнимым показателям один из агрегатов имеет и преимуществ по сравнению с другим. Эффект, получаемый в результате этих преимуществ, мы выражаем через выработку. Иначе говоря, все эксплуатационные и экономические показатели работы агрегатов приводим к единому показателю с помощью приведенных выработок.

Если показатели первой и второй конструктивной системы обозначить u' и u'' , а выработку соответственно W'_i и W''_i , то уравнение приведенной выработки можно написать в следующем виде:

$$\frac{u'}{W'_i} = \frac{u''}{W'_i + W''_{пр}}. \quad (1)$$

Отношение $\frac{u'}{u''} = a = \text{const}$ и отношение $\frac{W'_i}{W'_i} = b = \text{const}$. Произведя соответствующие преобразования и подставив в уравнение (1) значения a и b , получим:

$$W''_{пр} = W'_i \left(\frac{b}{a} - 1 \right). \quad (2)$$

С помощью предлагаемого метода можно выявить преимущества одной конструктивной системы агрегата над другой, как по отдельным показателям, так и в целом.

Рассмотрим в отдельности показатели работы агрегатов существующих прицепных и навесных конструктивных систем.

1. *Анализ изменения величины приведенной выработки в зависимости от затрат труда.* Общие затраты труда при эксплуатации с.-х. агрегата складываются из затрат на выполнение технологического процесса ($H_{\text{тех}}$), затрат на агрегатирование машин-орудий с трактором ($H_{\text{агр}}$), затрат на ремонт (H_p). При этом количество затраченного труда и квалификация занятых рабочих различны, поэтому каждый элемент затрат труда рассматривается отдельно. Например, при выполнении технологического процесса уравнение приведенной выработки можно составить в следующем виде:

$$\frac{H_{\text{тех}}}{W'_i} = \frac{H_{\text{тех}}}{W'_i + W''_{пр}}. \quad (3)$$

После преобразования и соответствующих обозначений, будем иметь:

$$W''_{пр. \text{тех}} = W'_i \left(\frac{b}{h_{\text{тех}}} - 1 \right), \quad (4)$$

где $H_{\text{тех}}$, $H_{\text{тех}}$ — затраты труда при работе прицепными и навесными агрегатами;

W_i^n ; W_i^m — выработка прицепного и навесного агрегата, и

$$b = \frac{W_i^n}{W_i^m}; \quad h_{\text{мес}} = \frac{H_{\text{мес}}^n}{H_{\text{мес}}^m}$$

Таким же способом определим остальные элементы затраты труда, после чего можно получить формулу суммарной приведенной выработки.

$$W_{\text{пр.а}}^n = W_i^n \cdot b \left(\frac{1}{h_{\text{мес}}} + \frac{1}{h_{\text{агр}}} + \frac{1}{h_{\text{д}}} - \frac{3}{b} \right), \quad (5)$$

где

$$h_{\text{агр}} = \frac{H_{\text{агр}}^n}{H_{\text{агр}}^m} \quad \text{и} \quad h_{\text{д}} = \frac{H_{\text{д}}^n}{H_{\text{д}}^m}$$

Как видно из формулы, приведенная выработка по затратам труда прямо пропорциональна выработке агрегата.

2. *Анализ изменения величины приведенной выработки в зависимости от расхода топлива.* В процессе эксплуатации агрегата топливо расходуется на выполнение технологического процесса ($Q_{\text{мес}}$), холостые ходы (Q_x), транспортировку агрегата ($Q_{\text{мр}}$), при остановках с работающим двигателем (Q_0) и во время ремонта (Q_p).

Суммарную приведенную выработку представим в следующем виде:

$$W_{\text{пр.г}}^n = W_i^n \cdot b \left(\frac{1}{q_{\text{мес}}} + \frac{1}{q_x} + \frac{1}{q_{\text{мр}}} + \frac{1}{q_0} + \frac{1}{q_p} - \frac{5}{b} \right), \quad (6)$$

где

$$q_{\text{мес}} = \frac{Q_{\text{мес}}^n}{Q_{\text{мес}}^m}; \quad q_x = \frac{Q_x^n}{Q_x^m}; \quad q_0 = \frac{Q_0^n}{Q_0^m}; \quad q_{\text{мр}} = \frac{Q_{\text{мр}}^n}{Q_{\text{мр}}^m} \quad \text{и} \quad q_p = \frac{Q_p^n}{Q_p^m}$$

Как видно из формулы (6) изменение приведенной выработки агрегата выражается также по линейному закону.

3. *Анализ изменения величины приведенной выработки в зависимости от металлоложения.* Если обозначить вес трактора (G_m), вес машины (G_n), выработку трактора на различных процессах за сезон (W_0) и выработку на данном процессе (W_i), то можно определить металлоложения с учетом доли металла от трактора, приходящейся на данный процесс, и простоев металла в машинах в следующем виде:

$$K_0 = \frac{G_m}{W_0} + \frac{G_n}{W_i} + G_n \left(\frac{W_0 - W_i}{W_0} \right) \frac{1}{W_i}, \quad (7)$$

после преобразования получим:

$$K_0 = \frac{G_m - G_n}{W_0} + \frac{2G_n}{W_i}. \quad (8)$$

В этом случае формула приведенной выработки представляется в следующем виде:

$$W_{\text{пр. г}}^n = \frac{b - g - \frac{AbW_i^n}{G_u}}{\frac{g}{W_i^n} + \frac{Ab}{G_u}} \quad (9)$$

где

$$A = \frac{G_m^n - G_u^n}{2W_0^n} - \frac{G_m^n - G_u^n}{2W_0^n} \text{ и } g = \frac{G_u^n}{G_m^n}$$

Обозначив приведенную выработку через X , выработку агрегата через Y , получим:

$$X^2 + XY + A'X - B'Y = 0, \quad (10)$$

где

$$A' = \frac{G_u(b - g)}{bA} \text{ и } B' = \frac{gG_u}{bA}$$

Как видно из формулы приведенная выработка по металлоложению находится в гиперболической зависимости от выработки агрегата.

4. Анализ изменения величины приведенной выработки в зависимости от первичной стоимости агрегата. Первичная стоимость агрегата (оптовая цена) включает стоимость трактора (A_m) и стоимость машины (A_u).

В этом случае следует учитывать долю стоимости трактора которая приходится на данный процесс.

Уравнение приведенной выработки можно написать в следующем виде:

$$\frac{A_m^n}{W_0^n} + \frac{A_u^n}{W_i^n} = \frac{A_m^n}{W_0^n} + \frac{A_u^n}{W_i^n + W_{\text{пр. а}}^n} \quad (11)$$

После соответствующих преобразований, получим:

$$W_{\text{пр. а}}^n = \frac{b - a - \frac{KbW_i^n}{A_u}}{\frac{a}{W_i^n} + \frac{Kb}{A_u}} \quad (12)$$

где

$$K = \frac{A_m^n}{W_0^n} - \frac{A_m^n}{W_0^n} \text{ и } a = \frac{A_u^n}{A_u^n}$$

Сравнивая уравнения (9) и (12) можно видеть, что они совершенно идентичны. Разница заключается только в постоянных величинах.

5. Анализ изменения величины приведенной выработки в зависимости от затраты средств на уход и ремонт. Если средства необходимые для технического ухода и ремонта обозначить через (R_m), средства для технического ухода и ремонта за орудиями через (R_u), то уравнение приведенной выработки можно представить в следующем виде:

$$\frac{R_m^n}{W_0^n} + \frac{R_u^n}{W_l^n} = \frac{R_m^n}{W_0^n} + \frac{R_u^n}{W_l^n + W_{\text{оп.р}}^n} \quad (13)$$

В силу (13) приведенная выработка будет равна:

$$W_{\text{оп.р}}^n = W_l^n \left(\frac{r^n}{r^n + r} - 1 \right), \quad (14)$$

где

$$r^n = \frac{R_u^n}{W_l^n}; \quad r^u = \frac{R_u^u}{W_l^u} \quad \text{и} \quad r = \frac{R_m^n}{W_0^n} - \frac{R_m^u}{W_0^u}$$

Затраты средств на технический уход и ремонт так же как и величина приведенной выработки от затраты труда и расхода топлива, меняются по линейному закону.

Единым показателем для сравнения различных агрегатов должна быть выработанная продукция, т. к. выработанная продукция окупает все затраты и расходы, и является определяющим фактором при проведении работ в агротехнические сроки.

II. Применение метода приведенной выработки для выбора рациональной конструктивной системы культиваторов

На основании теоретических исследований проводились экспериментальные работы, которые в основном сводились к определению агротехнических показателей, производительности и расхода топлива.

В качестве экспериментальных агрегатов были взяты прицепной культиватор КП-4 и навесной КПН-4А с трактором „Беларусь“.

Сравнительные экспериментальные работы проводились на опытном участке Грузинской Государственной зональной МИС в соответствии с ГОСТ 3019-54. В программу экспериментальных работ по определению агротехнических показателей входило: определение равномерности глубины культивации, как в продольном направлении, так и в поперечном; определение ширины поворотной полосы. Определение глубины культивации имело целью: установление качества выполняемой работы и объема разрыхленной почвы, от которой зависит затрата механической энергии и, следовательно, расход топлива.

С целью выявления влияния отдельных эксплуатационных факторов на производительность агрегатов (ω) экспериментальные работы проводились для:

а) определения рабочей и теоретической скорости движения агрегатов (V_m и V_p) на рабочих и холостых ходах, и при транспортировке, а также определения коэффициента использования скорости движения (ε),

б) определения рабочей ширины (B_p) и коэффициента использования ширины захвата (β),

в) определения продолжительности и длины холостых ходов. Данные экспериментальных работ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Конструктивная система	Обозначение показателей						
	V_p	V_m	τ	B_p	B_K	ξ	μ
прицепная	4,77	5,1	0,93	3,91	1,0	0,98	1,70
навесная	4,90	5,2	0,91	3,97	1,0	0,99	1,79

Как видно из таблицы производительность навесного культиваторного агрегата больше, чем прицепного, несмотря на то, что ширина захвата культиваторов и трактора одна и та же.

Экспериментальные работы по определению расхода топлива проводились для: определения расхода топлива при выполнении рабочего процесса и определения расхода топлива при транспортировке по ровной полевой дороге, по полевой дороге с неровным рельефом и на подъеме.

Для определения расхода топлива в процессе эксперимента применялся специальный расходомер топлива, при помощи которого измерялся расход топлива на рабочих и холостых ходах в отдельности. Во избежание возможных погрешностей при одновременном включении приборов нами была составлена и применена электрическая схема синхронного включения приборов. Эта схема дала возможность при работе краном расходомера одновременно включать в действие остальные приборы.

В таблице 2 приведены данные по расходу топлива и скорости движения агрегата. Как следует из таблицы, навесная конструктивная система при выполнении технологического процесса расходует топлива меньше, чем агрегат с прицепным культиватором. При транспортировке получается обратная картина: агрегат прицепной конструктивной системы расходовал топлива меньше, несмотря на то, что вес прицепного культиватора в 2 раза больше веса культиватора навесного. Однако в общем балансе расход топлива был выше у прицепных агрегатов.

Имея экспериментальные данные по расходу топлива и производительности, возможно методом приведенной выработки оценить экспериментальные агрегаты для данных эксплуатационных условий. Например, агротехнический срок выполнения сплошной культивации 20 дней, для участка длиной $l = 1000$ м, шириной $C = 50$ м, причем трактор „Беларусь“ за с.-х. сезон будет работать 2000 часов. Определим приведенную выработку по каждому показателю в отдельности.

Затрату труда определим по формуле (5). Полученная величина $W_{пр}^* = 168$ га показывает, что навесной агрегат вследствие сокращения затрат труда мог бы дать дополнительно 168 га выработки по сравнению с прицепным агрегатом.

Таблица 2

Расход топлива трактором «Беларусь» на культивацию и транспортировку навесным и прицепным культиваторами.

Конструктивная система	Марка культиватора	Передача	Длина пройденного пути в м.	Продолжительность опыта в сек	Скорость движения агрегата км/час	Расход топлива за опыт в кг	Вид движения
1. Навесная	КПН-4А	II	180,0	132,3	4,90	0,220	Рабочий ход
2. Навесная	"	"	24,6	17,64	5,20	0,020	Холостой ход
3. Прицепная	КП-4	"	180,0	135,8	4,77	0,235	Рабочий ход
4. Прицепная	"	"	29,4	20,8	5,1	0,027	Холостой ход
5. Прицепная	"	V	360	98,3	13,18	0,121	Ровная полевая дорога
6. Навесная	КПН-1А	V	360	95,0	13,65	0,117	"
7. Прицепная	КП-4	IV	360	230,0	5,61	0,200	Полевая дорога с неспокойным рельефом
8. Навесная	КПН-4А	IV	360	167,0	7,76	0,177	"
9. Прицепная	КП-4	III	108	62,8	6,20	0,032	Подъем 18°
10. Навесная	КПН-4А	III	108	61,0	6,37	0,083	Тоже
11. Расход топлива на остановках при работающ. двигателе	—	—	—	396,3	—	0,114	На остановке

Приведенную выработку по расходу топлива определяем по формуле (6). За счет сэкономленного топлива навесная система могла бы дать дополнительно 92 га выработки.

Для получения приведенной выработки от веса металла данные по весу трактора и культиваторов берем из непосредственного взвешивания или из технических характеристик.

Приведенную выработку по металлоложению определяем по формуле (9). Благодаря меньшему весу навесного агрегата, можно получить дополнительную выработку, равную 185 га.

Данные по первичной стоимости агрегата следует взять из прейскуранта оптовых цен на промышленную продукцию с-х. машиностроения. Приведенную выработку по первичной стоимости агрегатов определяем по формуле (12). Вследствие меньшей первичной стоимости, навесная система обеспечивает дополнительную выработку, равную 32 га. Наконец, от сэкономленных средств на уход и ремонт приведенную выработку определяем по формуле (14). Благодаря сэкономленным средствам на техуходы и ремонт навесная система могла бы дать дополнительную выработку, равную 43 га.

Таким образом, навесная система в данных эксплуатационных условиях по всем показателям имеет преимущество перед прицепной системой. Нам представляется, что приведенный пример в достаточной мере иллюстрирует сущность рекомендуемого метода.

Գ. Ն. ՍԱԱԿՅԱՆ

ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԿԱՇՏԱՅԻՆ ԱԳՐԵԳԱՏՆԵՐԻ ԸՆՏՐՄԱՆ
ՏԵԽՆԻԿԱՆ ԷՔՍՊԼՈՒԱՏԱՑԻՈՆ ԷԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Գյուղատնտեսական դաշտային աշխատանքներ կատարող մեքենաների կոնստրուկտիվ սխեմաների արտադրական տվյալները բնութագրվում են տարբեր նշանակություն ունեցող մեծություններով (մարդկային ուժի և վառելիքի ծախս, նախնական արժեք և այլն): Մինչ այժմ գոյություն չունի մեկ ընդհանուր չափանիշ, որի օգնությամբ հնարավոր լիներ յուրաքանչյուր կոնկրետ շահագործման պայմանների համար բնորոշ համապատասխան ագրեգատ: Ոչ ոք իսկ պատճառով մեքենաների կոնստրուկտիվ սխեմաների բնորոշում տեղի շահագործման պայմանների համար, որոշ չափով միշտ էլ ստացվում է կամայական:

Սույն հոգվածում առաջարկվում է արտադրանքի բերման նոր մեթոդ, որը հնարավորություն է տալիս տարբեր իմաստ ունեցող չափանիշները վեր ածել մի ընդհանուր չափանիշի՝ բերված արտադրանքի: Մեր կողմից կատարած տեսական հետազոտությունները, ինչպես նաև էքսպերիմենտալ աշխատանքները կցովի ու կախովի կուլտիվատորների բնորոշման գործում թույլ տվեցին անելու հետևյալ կիրառացությունները:

1. Առաջարկվող բերված արտադրանքի մեթոդը հանդիսանում է քննհանուր շափանիչ ագրեգատների կոնստրուկտիվ սխեմաները միմյանց հետ համեմատելիս: Այդ մեթոդը հնարավորութուն է տալիս ագրեգատների էքսպլուատացիոն և տնտեսական ցուցանիշները միավորելու մի քննհանուր ցուցանիշի սակ:

2. Արտադրանքի բերման մեթոդը կրճատում է էքսպերիմենտալ քաղաքականքների ծախսը, այն հասցնելով լոկ արտադրողականության ու վստելիքի ծախսի որոշմանը և թե տվյալ ագրեգատը բավարարում է ագրոտեխնիկական պահանջներին, թէ ոչ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Вовк П. Ф. Измерители с.-х. машин, журнал Сельхозмашина, № 7, 1937.
2. Горячкин В. П. Теория жатвенных машин, Тобрание. Сочинений т. V, Сельхозгиз, 1940.
3. Горячкин М. И. Методика расчета и экономического анализа при проектировании сельхозмашин. Сельхозгиз, 1955.
4. Желиговский В. А. Некоторые задачи механизации и электрификации сельского хозяйства. Доклады ВАСХНИЛ, вып. 9, 1953.
5. Завалишин Ф. С. К вопросу проектирования и расчета механического оборудования для механизации полевых сельскохозяйственных процессов, Земл. механика, т. II, Сельхозгиз, 1954.
6. Кашутин В. Н. Об оценке сельскохозяйственных машин, журнал Сельхозмашина, № 6, 1950.
7. Свиричевский Б. С. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Сельхозгиз, М., 1950.
8. Чудаков Д. А. Основы теории сельскохозяйственных навесных агрегатов. Машгиз, М., 1954.
9. Щучкин Н. В. Лемешные плуги и лущильники, Машгиз. 1952.