

конфузора  $\alpha_{omn} = f(n)$  и  $\alpha_{omn} = f(\lambda)$ , которые согласуются с результатами ряда исследователей [7],[9].

3. Зависимость (9) может рекомендоваться для использования в расчетах оптимизации гидродинамических параметров течения жидкости в конически сходящихся полостях, включая конфузоры.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Агасарян Р.Р., Дохинян Р.Т. Струйно-абразивная обработка металлов. – Ереван: АрмНИИНТИ, 1990. – 51с.
2. Меркулов В.Н. Перспективные процессы гидрообработки материалов в машиностроении (зарубежный опыт). – Киев: УкрНИИНТИ, 1987. – 10с.
3. Тихомиров Г. А., Бабанин В. Ф., Петухов Е. Н., Стариков И. Д., Ковалев В. А. Гидрорезание судостроительных материалов. Л.: Судостроение, 1987. – 164с.

4. Бадах В.Н. Особенности гидродинамики проточной части гидравлических струйных усилителей и их влияние на выходные характеристики. Автореферат дис. Киев, 1984. – 18с.

5. Бочаров В.П. Расчет и проектирование устройств гидравлической струйной техники. – Киев: Техника, 1987. – 12с.

6. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости). – М.: Стройиздат, 1975. – 323с.

7. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Недра, 1982. – 224с.

8. Башта Т. М. и др. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. – М.: Машиностроение, 1970. – 504с.

9. Куколевский И.И., Подвидз Л.Г. Задачник по гидравлике. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 440 с.

УДК [631.372:629.114.2].004

## К ВОПРОСУ ОБ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ ТРАКТОРОВ

**И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор (УО БГАТУ); Е.Г. Родов, канд. техн. наук;  
А.В. Ленский, канд. экон. наук (РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»)**

Характеризуя эксплуатационные показатели тракторов, обычно используют следующие понятия: тяговый класс, мощность, энергонасыщенность, металлоемкость. При этом некоторые из них (тяговый класс и металлоемкость, например) в настоящее время применяются весьма редко или вовсе не применяются, а другие (энергонасыщенность) зачастую употребляются неправильно.

Не только в обиходе, но и в научных статьях встречается выражение «мощные энергонасыщенные тракторы». Но «мощные» и «энергонасыщенные» - это различные, не всегда соответствующие друг другу категории. Чтобы определиться в них, рассмотрим формулу производительности. Выраженная через ширину захвата и скорость движения агрегата мощность трактора в явном виде при определении производительности не участвует. Выражение для определения производительности через эффективную мощность двигателя имеет вид:

$$W^{(cm)} = 0,36 \cdot \frac{N_e \cdot \eta_{um}}{k} \cdot \tau,$$

где,  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, Вт;

$\eta_{um}$  – коэффициент использования тяговой мощности трактора;

$k$  – удельное (на метр ширины захвата) сопро-

тивление рабочей машины, Н/м;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены.

Из формулы следует, что производительность агрегата прямо пропорциональна мощности двигателя, коэффициентам использования тяговой мощности трактора и времени смены и обратно пропорциональна удельному сопротивлению агрегата. Так же, при прочих равных условиях, более производительны агрегаты с двигателями большей мощности, если надлежащей технической эксплуатацией поддерживается номинальный уровень эффективной мощности, правильно комплектуются (составляются) агрегаты и организуется их работа [1].

Таким образом, увеличение единичной мощности тракторов является одним из факторов роста производительности механизированных работ в полеводстве. Однако повышение производительности с ростом мощности тракторов имеет место только в том случае, если дополнительные потенциальные возможности мобильных агрегатов удается реализовать. В реальных условиях это происходит далеко не всегда.

Если речь идет о тракторах одного тягового класса, то есть еще одно условие, определяющее возможность реализовать более высокую мощность – это аг-

ротехнически допустимая скорость движения агрегата, обусловленная характером выполняемой работы.

Опыт использования тракторов «Беларус» класса 1,4, например, показал, что увеличение их энергонасыщенности почти в 2 раза за примерно полувекковой период эксплуатации не привело к ожидаемому росту производительности агрегатов с этими тракторами. На большинстве работ мощность 80-100 л.с. универсально-пропашному трактору не требуется.

Из без малого двухсот работ, на которых применяются тракторы класса 1,4, не наберется и десяти, где высокая энергонасыщенность востребована, — это вспашка, глубокое рыхление, обработка почвы фрезерными и другими рабочими органами с активным приводом. Но на выполнении этих работ, как показа-

ли наши расчеты, более эффективны не только по производительности, но и по комплексной оценке затрат производственных ресурсов в расчете на единицу выполненной работы тракторы общего назначения.

Основным показателем, характеризующим его энергонасыщенность, является отношение номинальной мощности двигателя к конструктивной массе трактора [2, 3]:  $\Theta = N_e / G$ .

## 2. Энергонасыщенность и металлоемкость зарубежных тракторов

№ п/п	Марка	$N_e$ , л.с.	$M$ , т	Энергонасыщенность, л.с./т	Металлоемкость, т/л.с.	Отечественный аналог по мощности
1.	JD 8520	295	9,9	29,8	0,034	К-700, МТЗ-2522
2.	JD 9320	381	14,3	26,7	0,038	
3.	MF 8280	276	9,3	29,8	0,034	
4.	Fendt Favorit 930	299	14,0	21,4	0,047	
5.	JD 7710	159	6,5	24,5	0,041	Т-150К, МТЗ-1522
6.	JD 7810	175	6,6	26,7	0,038	
7.	Fendt Favorit 716	160	11,0	14,6	0,069	
8.	Renault Ares 816	156	7,6	20,5	0,049	
9.	JD 6820	135	5,7	23,7	0,042	МТЗ-1221
10.	Fendt Favorit 714	140	11,0	12,8	0,079	
11.	Fendt Xylon 522	125	7,5	16,7	0,060	
12.	MF 6475	135	5,9	23,0	0,044	
13.	Renault Ares 696	139	6,4	21,8	0,046	
14.	JD 6120	80	4,2	19,3	0,052	МТЗ-80
15.	JD 6220	90	4,2	21,5	0,047	
16.	Fendt Farmer 208	80	4,0	20,0	0,050	
17.	Fendt Farmer 308	86	6,5	13,2	0,076	
18.	MF 6245	86	5,1	16,7	0,059	
19.	Renault Ares 546	90	5,1	17,7	0,057	

Величина, обратная удельной мощности трактора, служит для оценки относительной металлоемкости:  $g_e = G / N_e$ .

Показатели энергонасыщенности и металлоемкости отечественных и зарубежных машин приведены в табл. 1 и 2.

Как следует из табл. 1, наиболее энергонасыщенным

## 1. Энергонасыщенность и металлоемкость отечественных тракторов

№ п/п	Марка	$N_e$ , л.с.	$M$ , т	Энергонасыщенность, л.с./т	Металлоемкость, т/л.с.
1.	УЭС-2-250А	250	6,5	38,5	0,026
2.	МТЗ-1522	155	5,0	31,0	0,032
3.	МТЗ-1221	130	4,6	28,3	0,035
4.	МТЗ-2522	250	9,8	25,5	0,039
5.	МТЗ-100	105	2,5	23,8	0,024
6.	К-701	300	13,4	22,4	0,045
7.	МТЗ-80	81	3,7	21,9	0,046
8.	МТЗ-320	34	1,7	20,0	0,050
9.	Т-150К	165	8,3	19,9	0,050
10.	Т-30	30	2,3	13,0	0,077

является мобильное энергосредство УЭС-2-250А. Это не случайно, поскольку оно рассчитано, в основном, на работу с приводными, а не тяговыми машинами. Из таблицы следует также, что тракторы одного, скажем, тягового класса весьма отличаются по энергонасыщенности. Так, К-701 имеет на 12% меньшую энергонасыщенность по сравнению с МТЗ-2522, а Т-150К более чем на треть уступает по этому показателю МТЗ-1522. Трактор малого

тягового класса МТЗ-320 имеет такую же энергонасыщенность, как мощный пахотный трактор Т-150К (соответственно 20,0 и 19,9 л.с./т), а универсально-пропашной трактор МТЗ-100 более энергонасыщен, чем мощный пахотный трактор К-701 (соответственно 23,8 и 22,4 л.с./т). Тракторы малой мощности МТЗ-320 и Т-30 по энергонасыщенности отличаются друг от друга более чем в 1,5 раза.

Импортные тракторы, в целом, более энергонасыщены, чем отечественные, поскольку имеют меньшую массу за счет применения современных материалов и чаще работают с машинами, особенно почвообрабатывающими, не в тяговом, а в тягово-приводном режиме. Но есть немало исключений. Так, практически все тракторы фирмы Fendt имеют значительно меньшую энергонасыщенность по сравнению не только с зарубежными, но и отечественными марками. Следует отметить, что тракторы этой фирмы являются лучшими на пахоте, чему в значительной мере

способствует их большая металлоемкость и обусловленный ею более высокий тяговый класс (табл. 3).

Из данных, приведенных в табл. 3, видно, что тяжелый пахотный трактор Fendt Favorit 930 (масса трактора – 14 т, мощность двигателя – 299 л.с., энергонасыщенность – 21,4 л.с./т) производительнее близкого по мощности, но почти в 1,5 раза более легкого по массе трактора JD 8520 (масса трактора – 9,9 т, мощность двигателя – 295 л.с., энергонасыщенность – 29,8 л.с./т), поскольку при агротехнически допустимой скорости вспашки (до 12 км/ч) первый из них агрегируется с 12-корпусным, а второй с 8-корпусным плугом. Близкий по энергонасыщенности к Fendt Favorit 930 трактор K-701 при работе с 7-корпусным плугом ПГП-7-40П не реализует своих по-

гонасыщенность, в наибольшей степени характеризуют эксплуатационные возможности тракторов. Повышение энергонасыщенности больше характеризует технический прогресс в тракторостроении, чем при эксплуатации сельскохозяйственной техники. Для сельского хозяйства важно обеспечить снижение себестоимости и ресурсоемкости механизированных работ. Здесь отраслевые целевые установки не всегда совпадают, что ведет к снижению народнохозяйственного эффекта.

#### Выводы

1. Увеличение единичной мощности тракторов является одним из главных направлений роста производительности механизированных работ в полеводстве. Однако повышение производительности имеет

### 3. Техничко-экономическая оценка пахотных агрегатов при работе с тракторами различной мощности, энергонасыщенности и металлоемкости

РАНГ ПО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ	СОСТАВ АГРЕГАТА		ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ГА/Ч			ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ, ЕВРО/ГА
	ТРАКТОР	ПЛУГ	АГРЕГАТА	НА 100 Л.С.	НА 1 Т. МАССЫ ТРАКТОРА	
1	FENDT FAVORIT 930	KVERNELAND DA 100/12	4,26	1,42	0,30	53,92
2	JD 8520	KVERNELAND BB 100/8	2,90	1,00	0,29	41,36
3	FENDT FAVORIT 716	KVERNELAND BB 100/7	2,12	1,32	0,19	47,34
4	K-701	ПГП-7-40П	2,00	0,67	0,15	20,71
5	FENDT FAVORIT 714	KVERNELAND BB 100/7	1,97	1,41	0,18	49,81
6	JD 7710	KVERNELAND BB 100/6	1,81	1,14	0,28	48,08
7	MF 6475	KVERNELAND BB 100/6	1,66	1,23	0,28	49,03
8	FENDT FARMER 308	KVERNELAND BB 100/6	1,40	1,63	0,22	55,70
9	MF 6245	KVERNELAND BB 100/5	1,30	1,51	0,25	53,93
10	MT3-1522	ПКМ-5-40В	1,23	0,79	0,25	17,27
11	MT3-1221	ПКМ-4-35В	0,90	0,69	0,20	15,39
12	MT3-80	ПКМ-3-35В	0,66	0,81	0,18	14,11

тенциальных возможностей и имеет производительность на уровне трактора Fendt Favorit 716, по мощности являющегося аналогом отечественного трактора класса 3, но в два с лишним раза превосходящего его по массе (11,0 т против 5,0 т у МТЗ-1522) и, следовательно, во столько же раз уступающего ему по энергонасыщенности (соответственно 14,6 и 31,0 л.с./т).

Таким образом, энергонасыщенность как отечественных, так и зарубежных тракторов варьируется в достаточно широком диапазоне. При этом тракторы малой мощности зачастую бывают более энергонасыщены, чем большой, и наоборот. Особой закономерности здесь нет. Она наблюдается в другом: тракторы более высокого тягового класса имеют, как правило, и более высокую производительность.

Следовательно, при обосновании типажа требуемых тракторов необходимо учитывать, в первую очередь, абсолютное значение его мощности, массы и назначения. Именно эти показатели, а не энер-

место только в том случае, если дополнительные потенциальные возможности мобильных агрегатов удастся реализовать. В реальных условиях это происходит далеко не всегда. Опыт эксплуатации тракторов «Беларус» класса 1,4, например, показал, что увеличение их энергонасыщенности почти в 2 раза не привело к ожидаемому росту производительности агрегатов с тракторами этого тягового класса, поскольку на большинстве работ мощность 80-100 л.с. универсально-пропашному трактору не требуется.

2. Энергонасыщенность как отечественных, так и зарубежных тракторов варьируется в достаточно широком диапазоне. При этом тракторы малой мощности зачастую бывают более энергонасыщены, чем большой, и наоборот: тракторы более высокого тягового класса имеют, как правило, и более высокую производительность. Характеризуя технический прогресс в тракторостроении, нужно отметить, что энергонасыщенность тракторов не в полной мере отражает достижения и народнохозяйственную эффективность в эксплу-

атации сельскохозяйственной техники. Для этого необходимо дополнительно учитывать показатели назначения тракторов, предопределяющие производительность механизированных работ, их ресурсоемкость и себестоимость.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Веденяпин Г.В., Киртбая Ю.К., Сергеев М.П. Эк-

сплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Сельхозиздат, 1963. – С. 25.

2. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1984. – С. 308.

3. Кринко М.С. Системный анализ эффективности скоростных тракторов в сложных полевых условиях. – Мн.: Наука и техника, 1980. – С. 57.

УДК 631.356.46

## ВЫБОР РАЗМЕРА ЯЧЕЕК И ПАРАМЕТРОВ ОТДЕЛИТЕЛЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Г.Н. Портянко, канд.техн. наук, доцент; И.Д. Аскерко, инженер; Е.Г. Портянко, студентка (УО БГАТУ)

Размер ячеек отделителя крупногабаритных примесей является одним из основных параметров этого рабочего органа. Он должен обосновываться, исходя из необходимости надежного прохода массы картофельного вороха, исключения потерь крупных клубней и повышения степени отделения крупногабаритных примесей.

Выбор этого параметра всегда сопровождается двумя противоречиями:

- увеличение размеров ячеек позволяет обеспечить более полный проход клубней (снизить невозвратимые потери), однако при этом проходит больше примесей;

- уменьшение размеров ячеек приводит к повышению степени отделения примесей и увеличению количества крупных клубней, сходящих с рабочей поверхности отделителя.

Анализ литературных источников, посвященных данному вопросу [1], показал, что исследования авторов велись только для фракций крупногабаритных примесей без учета размерно-массовых характеристик картофельного вороха. Не установлена так же точная зависимость коэффициента формы от размера площади крупных камней. В результате, во избежание потерь клубней, размеры ячеек транспортно-планчатого отделителя принимались равными 107x156мм. При этом количество отделенных камней, линейные размеры которых больше 80мм, составило всего 20% от поступающего вороха.

В работе [2] Ю.И. Кириенко, для обоснования размеров проходных ячеек отделителя примесей, предлагается принимать во внимание следующие предпосылки:

1. Плотность распределения массы клубней вороха картофеля в зависимости от линейного размера подчиняется нормальному закону распределения с достоверностью 0,92.

2. Клубень рассматривается как эллипсоид в условиях вероятного анализа попадания в ячейки. В качестве

основных параметров для обоснования рабочего органа выбираются: толщина клубня  $C$  (при разделении на щелевой поверхности), ширина клубня  $B$  (при разделении на поверхности с круглыми отверстиями), размер стороны квадратной ячейки (при разделении на сетчатой поверхности)

3. Взаимосвязь между среднеарифметическими значениями масс  $\bar{m}$  вороха, линейными размерами  $\bar{c}$ ,  $\bar{b}$  или  $\bar{S}$  и среднеквадратическими отклонениями  $G_c$ ,  $G_b$  и  $G_s$  с учетом коэффициентов формы клубней позволяет найти площади  $F_i$  (массовые доли) вороха.

При расчетах брались значения  $x_i$  и  $G_i$  для масс  $\bar{m}$  вороха в диапазоне от 40 до 180 г для линейных размеров  $C$ ,  $B$  и  $S$ . По полученным значениям  $F_i$  автором построены графические зависимости массовых долей сходя  $F_c$ ,  $F_b$  и  $F_s$  от средних масс  $\bar{m}$  клубней.

Практическая ценность этих графиков заключается в том, что, определив среднюю массу убираемых клубней и задавшись долей потерь, можно ориентировочно определить требуемый размер ячейки отделителя крупногабаритных примесей с горизонтальной рабочей поверхностью. При этом наименьшие потери составляют 0,05%, при размере ячеек 120 x 120мм.

Однако в большинстве случаев данные, позволяющие дать полную количественную и качественную оценку варьирования исследуемого параметра относительно некоторого среднего значения, полученного из серии опытов для рабочих поверхностей, которые установлены под уг-