## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

**ДЕМИН Евгений Евгеньевич,** Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**СТАРЦЕВ Александр Сергеевич,** Саратовский государственный аграрный университет имени *Н.И. Вавилова* 

**НЕСТЕРОВ Евгений Сергеевич,** Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**БРОВКОВА Регина Валерьевна,** ООО «АгроСоюз-маркет»

В результате исследований величин технических характеристик зерноуборочных комбайнов отечественных и зарубежных моделей и модификаций проанализированы значения мощности установленного двигателя, длины и диаметра молотильного барабана комбайнов. Получены их поля корреляции и зависимости. Введено новое техническое понятие — коэффициент мощности двигателя по длине молотильного барабана. Установлено его значение для 204 моделей и модификаций комбайнов. Получены теоретические и эмпирические законы рядов распределений, математическое ожидание, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации, доверительный интервал среднего значения, 95%-й размах распределения коэффициента мощности двигателя по длине молотильного барабана.

Введение. Основные технические и технологические направления развития зерноуборочных машин осуществляются на основе повышения технических и технологических параметров зерноуборочных комбайнов и их рабочих органов [5, 6, 11]. При исследовании технических показателей комбайнов установлены зависимости между их основными характеристиками: мощностью установленного двигателя, массой, объемом бункера, площадью решет и соломотряса, длиной молотильного барабана [1, 2, 9, 10]. Особое значение в технологическом процессе зерноуборочного комбайна имеют мощность двигателя, длина и диаметр молотильного барабана [1, 4, 7].

Цель исследования – совершенствование технических средств и технологических процессов зерноуборочных комбайнов.

**Методика исследований.** В ходе исследования были поставлены задачи: определить зависимости мощности двигателя  $(P, \, \mathrm{KBT})$ , длины  $(L_6, \, \mathrm{M})$ , диаметра  $(D_6, \, \mathrm{M})$  молотильного барабана; вычислить отношение мощности двигателя к длине молотильного барабана для различных комбайнов отечественных и зарубежных компаний, получить закон его распределения.

Для решения поставленных задач собраны технические характеристики зерноуборочных комбайнов ведущих мировых производителей сельскохозяйственной техники, обработанные методами математической статистики по алгоритму [3].

В итоге определены существенные значения коэффициентов парной корреляции:  $r_{\text{PL6}} = 0.734$  и  $r_{\text{PD6}} = 0.251$  .

Обработка результатов методом наименьших квадратов позволила получить статистически значимые уравнения связи:

$$P = 161,14L_6 - 34,664, \qquad (1)$$

$$P = 182,14D_6 + 80,618$$
, (2)

адекватно отражающие закономерности сложившейся практики в отечественном и зарубежном производстве зерноуборочных комбайнов.

Анализ графиков (рис. 1, 2), построенных по полученным уравнениям, показывает, что

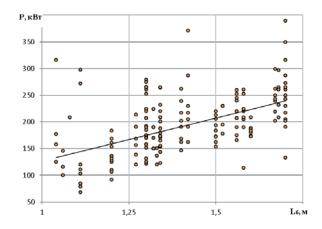


Рис. 1. Поле корреляции и зависимость мощности установленного двигателя от длины молотильного барабана



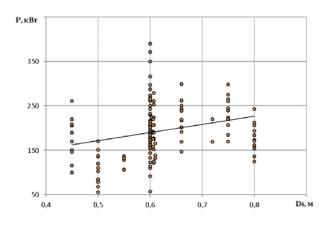


Рис. 2. Поле корреляции и зависимость мощности установленного двигателя от диаметра молотильного барабана

характер зависимостей в обоих случаях прямолинейный. С увеличением длины молотильного барабана комбайна появляется необходимость выполнения большей работы в единицу времени с целью выполнения регламентированных параметров технологического процесса.

Прямолинейная зависимость между P и  $D_6$  подтверждает, что при работе зерноуборочного комбайна увеличение диаметра молотильного барабана вызывает повышение крутящего момента на его привод (при прочих равных условиях), а это требует увеличение мощности двигателя, что не противоречит и физическому смыслу.

Для решения следующей задачи мы ввели новое техническое понятие – коэффициент мощности двигателя по длине молотильного барабана:

$$\psi_{PL_6} = P / L_6 \text{ KBT/M.}$$
 (3)

Определили численные значения коэффици-

ента  $\Psi_{PL_{\vec{0}}}$  для зерноуборочных комбайнов (табл. 1).

**Результаты исследований.** В результате определено, что распределение коэффициента мощности по длине молотильного барабана имеет нормальный закон, описывается выражением (4) [8] и имеет статистики, которые вычислены и приведены в табл. 2.

$$f'(x) = \frac{nx}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\left(x - \overline{x}\right)^2}{2\sigma_x^2} \right] , \quad (4)$$

Сравнение эмпирического и теоретического закона ряда распределения коэффициента

 $\Psi_{PL_0}$  (рис. 3) выполнено с помощью критерия Пирсона. В итоге распределение коэффициента мощности двигателя по длине молотиль-

ного барабана зерноуборочных комбайнов имеет коэффициент вариации – 20,1 %. У 95 % рассмотренных моделей комбайнов значения

 $\Psi_{PL_6}$  коэффициента находятся в диапазоне 80,3...188,02 кВт/м (рис. 3-2).

Таким образом, рассматриваемый коэффициент изменяется в 2,34 раза. Изменения исследуемого показателя, на наш взгляд, связаны с тем, что зерноуборочные комбайны в мировой практике проектируются для конкретных условий работы в зависимости от природно-климатических зон и необходимости обеспечения качества технологического процесса при меняющихся условиях уборки. Полученные результаты дополняют ранее проведенные исследования и согласуются с ними [4].

Заключение. Получены зависимости мощности установленного двигателя от длины и диаметра молотильного барабана зерноуборочных комбайнов различных моделей и модификаций отечественных и зарубежных компаний. Определен коэффициент мощности двигателя по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов отечественных и зарубежных производителей сельскохозяйственной техники, получен теоретический закон его распределения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Демин Е.Е., Серебряков А.А., Ананьева С.Л. Зависимости мощности двигателя, площади решет и соломотряса зерноуборочных комбайнов // Научная мысль. Саратов, 2015. № 3. С. 110–113.
- 2. Демин Е.Е., Старцев А.С., Ананьева С.Л. Зависимости площади решет, соломотряса и длины молотильного барабана зерноуборочных комбайнов // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Воронеж, 2015. С. 310–313.
- 3. Демин Е.Е., Старцев А.С., Серебряков А.А. Энергонасыщенность и материалоемкость зерноуборочных комбайнов // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники: сб. науч. тр. ФГОУ ВПО КубГАУ. Краснодар, 2013. С. 215–225.
- 4. Демин Е.Е., Старцев А.С., Серебряков А.А. Исследование коэффициентов решет по площади соломотряса и по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2016. № 10. С. 22-25.
- 5. Дмитриенко А.И., Поздняков Ю.М. Развитие современных зерноуборочных машин // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.практ. конф. в 2 ч. Минск, 2014. Ч. 1. С. 99–101.
- 6. Жалнин Э.В. О классификации зерноуборочных комбайнов // Техника будущего: перспективы разви-

09



# Модели комбайнов со значениями коэффициента мощности двигателя по длине молотильного барабана $\Psi_{PL_{\widetilde{0}}}$

<b>№</b> π/π	Модель комбайна	$\Psi_{PL_{6}}$	<b>№</b> π/π	Модель комбайна	$\Psi_{PL_{\vec{0}}}$	<b>№</b> п/п	Модель комбайна	$\psi_{PL_{f 6}}$
1	SAMPO SR2035M	61,26	69	John Deere9640i WTS	120,95	137	New Holland CS6070	141,77
2	SAMPO SR2035	71,17	70	New Holland TC 56M	121,53	138	КЗС-10	142,00
3	SAMPO SR 2045	71,17	71	New Holland TC56M RS	121,53	139	New Holland CX740	142,30
4	Deutz Fahr 5435H	76,57	72	New Holland CS640	121,79	140	CLAAS LEXION 550	142,94
5	Deutz Fahr 5445H	76,57	73	ACROS 530	122,66	141	John Deere W650	143,11
6	СК -5	76,66	74	ДОН 161	122,66	142	CLAAS TUCANO 430	143,93
7	John Deere1450 CWS	84,61	75	ACTIVA 7244	123,13	143	CLAAS TUCANO330	143,93
8	ЕНИСЕЙ 1200	88,91	76	Deutz Fahr 5650H	123,62	144	John Deere 9580i WTS	144,28
9	ЕНИСЕЙ 1200-1	88,91	77	Laverda2760LX	125,62	145	CLAAS LEXION 620	144,36
10	ДОН 091	91,66	78	Laverda28.60LXE	126,25	146	John Deere 9680 i WTS	145,50
11	SAMPO SR 2065	92,79	79	CLAAS LEXION 540	127,64	147	New Holland CL560	146,15
12	New Holland TC5060	93,84	80	Deutz Fahr5680H	128,28	148	ЕНИСЕЙ КЗС 970	146,66
13	CLAAS DOMINATOR 140	94,34	81	VECTOR 410	128,33	149	CLAAS LEXION 560 TERRA TRAC	147,05
14	CLAAS DOMINATOR 130	94,34	82	K3C-8	128,33	150	New Holland TC56H RS	147,69
15	CK -5M	95,00	83	SAMPO SR3085L TS	128,57	151	Deutz Fahr 6060	150,39
16	Deutz Fahr 5465H	100,00	84	CLAAS МЕДИОН 330 H	128,78	152	Deutz Fahr 6060HTS	150,39
17	SAMPO SR 3035	103,00	85	CLaaS MEGA 350	128,78	153	Deutz Fahr 6090HTS	151,31
18	SAMPO SR3045C	103,00	86	Laverda 2350LX	129,10	154	Deutz Fahr 6090	151,31
19	ДОН 1200	104,16	87	ACROS 540	129,33	155	New Holland TC54M	151,92
20	ACTIVA 7242	104,72	88	CLAAS TUCANO 440	129,74	156	New Holland TC54H	151,92
21	John Deere 9540i WTS	105,00	89	CLAAS TUCANO 340	129,74	157	CLAAS LEXION530	152,81
22	Руслан на базе Ени- сей 1200 М	106,66	90	FENDT 5250 E	129,85	158	CLAAS LEXION 660	153,52
23	John Deere W 330	106,92	91	Challenger645	129,85	159	New Holland CX 8070	153,84
24	Laverda 1950 LX	107,46	92	Laverda 255 Rev	129,85	160	John Deere T 550	155,00
25	Laverda 2050LX	107,46	93	Laverda M 303	129,85	161	Amako MF 7274 CEREA	155,35
26	ДОН 1500	108,00	94	Laverda 255 AL 4WD	129,85	162	CLAAS LEXION 560	155,88
27	Deutz Fahr 5485HT	108,10	95	MF7270 Beta	130,62	163	K3C-14	156,47
28	SAMPO SR2065	108,10	96	FENDT 6300 C	130,62	164	John Deere T 660	156,88
29	SAMPO SR2085TS	108,10	97	Challenger 652	130,62	165	New Holland CX860	157,05
30	Laverda 2560LX	108,12	98	Laverda M 306	130,62	166	FENDT8350	157,14
31	FENDT 6250 E	108,75	99	Laverda M 306 LS 4WD	130,62	167	MF7278 Cerea	157,73
32	Challenger 646	108,75	100	New Holland CX 720	130,76	168	New Holland TX 65Plus	159,23

<b>A</b>
32

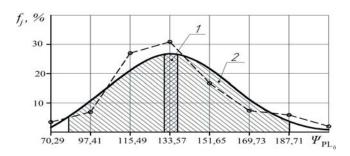
Nº π/π	Модель комбайна	$ \Psi_{PL_{\widehat{0}}} $	Nº п/п	Модель комбайна	$ \Psi_{PL_{\widehat{0}}} $	Nº π/π	Модель комбайна	$\psi_{PL_{\delta}}$
33	Laverda 256 Rev	108,75	101	John Deere 9660i WTS	131,13	169	New Holland CX760	159,23
34	CLAAS AVERO 160	109,43	102	CLaaS MEGA 370	132,15	170	CASE CT5060	159,23
35	CLAAS DOMINATOR 150	109,43	103	New Holland TX66	132,69	171	New Holland CS6080	160,12
36	Кедр-1200	110,00	104	New Holland CS660	132,69	172	CLAAS LEXION 570	160,58
37	CLAAS LEXION 540C	112,35	105	New Holland CX820	132,69	173	CLAAS LEXION 570 Montana	160,58
38	ACTIVA 7246	112,50	106	CASE CT5070	132,69	174	CLAAS LEXION 630	161,97
39	ДОН 1200Б	113,33	107	Deutz Fahr 6040	133,07	175	K3C-12	162,00
40	ЕНИСЕЙ 950	113,33	108	VECTOR 420	134,16	176	CLAAS TUCANO480	165,19
41	ЕНИСЕЙ КЗС 954	113,33	109	ACTIVA 7245	134,32	177	New Holland CS660 (nicht EU)	165,19
42	ЕНИСЕЙ 1200М	113,33	110	CLAAS LEXION 520	134,50	178	New Holland CX 8080	166,66
43	ЕНИСЕЙ 1200-1М	113,33	111	New Holland TX 63	134,61	179	CLAAS LEXION 670	168,82
44	ЕНИСЕЙ 1200 НМ	113,33	112	New HollandCS540	134,61	180	New Holland CX780	169,23
45	ЕНИСЕЙ 1200-1НМ	113,33	113	CASE CT 5050	134,61	181	New Holland CS 6050	169,69
46	ЕНИСЕЙ 1200РМ	113,33	114	CLAAS LEXION 650	135,29	182	John Deere 9780i CTS	170,71
47	SAMPO SR 3065L	113,53	115	New Holland TC 5080	136,15	183	New Holland TC 56H Plus	172,30
48	CLAAS МЕДИОН 310	113,63	116	John Deere W540	136,42	184	New Holland AL 59 Kollina Plus	172,30
49	CLAAS TUCANO320	113,63	117	Laverda25.50LXE	137,31	185	New Holland CX8030	172,30
50	Laverda 184 AL	113,88	118	ACROS 560	137,33	186	Challenger 654	173,13
51	CLAAS LEXION 510	114,08	119	CLAAS AVERO 240	137,73	187	New Holland CX880	176,28
52	ДОН 1500М	114,66	120	MF7274 Cerea	138,09	188	Amako MF 7278 CEREA	176,78
53	FEND T5220 E	114,92	121	FENDT 8300	138,09	189	New Holland CSX7080	178,84
54	Challenger 644	114,92	122	CLAAS TUCANO 470	139,24	190	Deutz Fahr 6095HTS	178,94
55	Laverda 225 Rev	114,92	123	CLAAS TUCANO 450	139,24	191	John Deere T 670	179,04
56	ДОН 1500Б	115,33	124	Deutz Fahr 5660HTS	140,15	192	Deutz Fahr 6065HTS	181,10
57	Laverda 21.50LXE	115,67	125	MF 7260 Beta	140,29	193	New Holland CX8050	184,61
58	MF 36RS	115,71	126	FENDT 5270 C	140,29	194	CLAAS LEXION 580	185,88
59	New Holland TC 5070	116,92	127	Challenger 648	140,29	195	CLAAS LEXION 580 TERRA TRAC	185,88
60	Laverda M 305	117,50	128	Laverda M 304	140,29	196	John Deere T 560	187,14
61	John Deere 1550WTS	118,57	129	Laverda M 304 LS WD	140,29	197	New Holland CX8090	191,02
62	CLAAS LEXION 450	118,82	130	Deutz Fahr 5690HTS	140,78	198	John Deere Hill mas- ter 9660i WTS	192,30
63	New Holland TC5040	120,19	131	ЕНИСЕЙ 960	140,83	199	New Holland CL 6060	194,61
64	New Holland TC5050	120,19	132	New Holland CX 8060	141,02	200	New Holland CSX 7060	194,61
65	CLAAS МЕДИОН 340	120,25	133	New Holland TX68	141,02	201	Challenger 658	197,76
66	CLaaS MEGA 360	120,25	134	New HollandCX840	141,02	202	CLAAS LEXION 740	202,11
67	CLAAS LEXION 640	120,58	135	CASE CT5080	141,02	203	New Holland CX 8040	203,84
68	John Deere9560i WTS	120,71	136	ЛИДА 1300	141,53	204	CLAAS LEXION 760	205,88





### Статистика ряда распределения коэффициента мощности двигателя по длине молотильного барабана зерноуборочных комбайнов

Показатель	Число наблюде- ний $n_{_{\chi}}_{_{,}}$ шт.	Математическое ожидание $X_j$	Стандарт $\sigma_{x_j}$	Доверительный интервал среднего значения при уровне значимости $\alpha = 0,95$	Коэффициент вариации v, %	
$\Psi_{PL_{\widetilde{0}}}$	204	134,16	26,93	130,46137,86 (рис. 3 – 1)	20,07	



Puc. 3. Распределение площади соломотряса зерноуборочных комбайнов:

---- meоретическое; --- - эмпирическое

тия сельскохозяйственной техники сб. науч. тр.  $\Phi$  ГОУ ВПО КубГАУ. – Краснодар: ООО «Клаас», 2013. – С. 215–225.

- 7. *Липкович Э.И*. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов: пособие для конструкторов зерноуборочных машин. Зерноград, 1973. 32 с.
- 8. Литтл Т.М., Хиллз Ф.Д. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / пер. с англ. Б.Ф. Кирюшина; под ред. и с предисл. Д.В. Васильевой. М.: Колос, 1981. 320 с.
- 9. Старцев А.С., Иванов С.А., Серебряков А.А. Зависимости мощности двигателя, массы и объема бункера зерноуборочных комбайнов // Проблемы и перспективы инновационного развития мирового

сельского хозяйства сб. науч. тр. – Саратов, 2013. – С. 282–284.

- 10. Старцев А.С., Серебряков А.А., Ананьев В.А. Результаты анализа площади решет и соломотряса зерноуборочных комбайнов // Научная мысль. 2015. № 3. С. 59–62.
- 11 *Труфляк Е.В., Трубилин Е.И.* Современные зерноуборочные комбайны. Краснодар: КубГАУ, 2013. 320 с.

**Демин Евгений Евгеньевич,** д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Старцев Александр Сергеевич,** канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Нестеров Евгений Сергеевич,** канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Бровкова Регина Валерьевна,** маркетолог, ООО «Агро Союз-маркет». Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-59.

**Ключевые слова:** зерноуборочные комбайны, технические характеристики, законы распределения, коэффициент вариации, коэффициент мощности.

### RESULTS OF THE ANALYTICAL STUDIES OF TECHNICAL PARAMETERS OF COMBINED HARVESTER

**Demin Evgeniy Evgenyevich,** Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the chair "Technical Support in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Startsev Aleksander Sergeevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Support in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Nesterov Evgeniy Sergeevich, C**andidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Support in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Brovkova Regina Valerievna,** *Marketer*, OOO "AgroSoyuz-market".

**Keywords:** combined harvesters; technical characteristics; distribution laws; coefficient of variation; power factor.

As a result of research of values of technical characteristics of combine harvesters of domestic and foreign models and modifications the values of power of the installed engine, length and diameter of the threshing drum of combine harvesters are analyzed. Their correlation and dependence fields are obtained. A new technical concept is introduced-the engine power factor along the length of the threshing drum. Its value for 204 models and modifications of combines is established. Theoretical and empirical laws of series of distributions, mathematical expectation, mean square deviation, coefficient of variation, confidence interval of average value, 95% scale of distribution of power factor of the engine on length of a threshing drum are received.

**09** 2018

