

УДК 631.354:633.18

Н.Н. Данченко, доц., канд. техн. наук

Таврический государственный агротехнологический университет, г. Мелитополь

Л.А. Дробашко, ст. преподав.

Крымский институт информационно-полиграфических технологий, г. Симферополь

Густота стеблестоя как внешний фактор условий функционирования очёсывающего хедера комбайна

Статья посвящена проблеме динамики функционирования очесывающих жаток, в ней приведены методика и результаты исследований неравномерности густоты стеблестоя риса, как по ширине захвата жатки, так и по направлению движения комбайна.

очёс на корню, очёсывающий хедер, копирование высоты стеблестоя, глубина погружения, густота стеблестоя, статистические характеристики параметров стеблестоя, условия функционирования

Производство зерна – ключевая, стратегически важная отрасль экономики современных стран мира (США, Китай, Франция, Германия, Россия и др.). Они являются не только главными поставщиками зерна на мировом рынке, но и считаются флагманами передовых технологий и крупнейшими производителями зерноуборочной техники.

В условиях крупного производства, широкой межхозяйственной кооперации средних и мелких сельхозпроизводителей комбайновая технология является наиболее распространенной технологией уборки зерновых культур. Из всего исторически

© Н.Н. Данченко, Л.А. Дробашко, 2012

сложившегося многообразия технологий она успешно прошла проверку временем на эффективность и надежность.

Но есть и другая правда. Резервы совершенствования комбайновой технологии и конструкций высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов без изменения фундаментальных их основ и принципов работы, как показывает практика, фактически исчерпаны. Одним из перспективных направлений развития зерноуборочной техники и технологий уборки, по мнению многих специалистов, является использование принципа обмола колосьев (метелок) растений на корню [1-4].

Фундаментальные исследования нового способа уборки зерновых культур очёсом растений на корню были начаты в 1973 году сотрудниками отраслевой лаборатории Мелитопольского института механизации сельского хозяйства (ныне Таврический государственный агротехнологический университет) под руководством к.т.н., доцента Шабанова Петра Антоновича [5]. Сегодня эти работы продолжают последователи и ученики д.т.н., проф. П.А.Шабанова.

На раннем этапе этих исследований были всесторонне изучены анатомо-морфологические особенности строения и физико-механические свойства растений различных зерновых культур (колосовых и метелочных), в частности, пшеницы, риса, овса, ячменя, зернового сорго и других культур с целью определения рациональных способов их обмола. Выяснилось, что в наиболее полной мере агробиологическим и механическим свойствам растений указанных культур соответствует принцип очёса их соцветий на корню.

Понадобилось около десяти лет кропотливых исследований и лабораторно-полевых испытаний разнообразных опытных образцов очесывающих устройств, в

результате которых было создано эффективное, надежное в работе и перспективное двухбарабанное очёсывающее устройство МОН-4,0 (1983 г.). Первый макетный образец МОН-4,0 успешно прошел в 1984-1985 годах полевые испытания на уборке риса, а в последующем и на других зерновых культурах (рис. 1) [5, 6].



Рисунок 1 – Общий вид очёсывающего устройства МОН-4,0 конструкции МИМСХ

Новую научную идею быстро подхватили и стали активно развивать многие исследователи и конструкторы, ею заинтересовались производители в нашей стране и далеко за ее пределами. Многочисленные публикации, выступления ведущих специалистов, рост количества патентов в данной области научно-технических разработок, реклама зерноуборочной техники очёсывающего типа свидетельствуют о достоинствах новой технологии и очесывающих жаток, применяемых на уборке зерновых культур. А именно: высокая производительность, низкие потери и высокое качество бункерного зерна, существенно меньшие энергозатраты, значительное снижение динамических нагрузок на рабочие органы комбайна из-за малого количества соломистых примесей в зерновом ворохе, поступающем от очесывающей жатки в его молотилку, высокая надежность работы на засорённом и полеглом хлебостое и другие преимущества [2-4, 7].

Наряду с этим, во многих работах обращается особое внимание на важность для очёсывающих жаток такого регулировочного параметра, как глубина погружения очесывающих рабочих органов в стеблестой [3, 8]. Процесс контроля и управления этим параметром при работе очёсывающих жаток на повышенных скоростях усложняется большой изменчивостью по длине гона комбайна и ширине захвата жатки высоты стеблестоя и ярусности залегания в нём соцветий (колосьев, метелок) [9]. Отсюда возникла необходимость в разработке такой системы автоматического копирования высоты стеблестоя, которая обеспечивала бы непрерывный контроль и стабилизацию на требуемом уровне глубины погружения очесывающего устройства в стеблестой [10].

Другой мало изученной проблемой оказалась динамическая устойчивость положения относительно поверхности стеблестоя очесывающего хедера комбайна при его работе на повышенных скоростях. Природа внешних возмущающих воздействий на очесывающий хедер, приводящая к нарушению его динамической устойчивости и появлению пространственных колебаний, остается до сих пор не выясненной. В качестве одной из рабочих гипотез на этот счет, по нашему мнению, может служить

предположение о том, что одной из ключевых характеристик внешних условий функционирования очёсывающей жатки, определяющей ее динамические свойства, является степень неравномерности густоты стеблестоя по площади поля.

Поэтому целью данной работы явилось изучение степени изменчивости густоты стеблестоя по ширине захвата очёсывающего хедера и по длине гона комбайна. Исследования проводились на вызревшем стеблестое риса в КСП «Герои Сиваша» Красноперекопского района АР Крым.

Методика полевых исследований заключалась в следующем. На выбранной делянке чека вдоль гона комбайна по всей ширине захвата хедера с шагом $S_j = 1$ м размечались 44 поперечных сечения, затем в каждом сечении устанавливалось встык 8 рамок стандартного для агробиологических опытов размером $0,5 \times 0,5$ м, расстояние между центрами рамок в сечении $S_i = 0,5$ м (рис. 2). После этого в площади каждой рамки отдельно подсчитывалось и регистрировалось количество стеблей риса. Общая площадь обследованного стеблестоя составила 516 м^2 , а объем выборки определен количеством рамок, установленных на данной площади, $N = 352$. Такая выборка вполне может считаться репрезентативной в рамках поставленной задачи. Математическая обработка результатов измерений производилась с использованием пакета программ SPSS-13,0. Анализ полученных данных проводился в три этапа. На первом этапе изучались статистические характеристики для всей совокупности значений густоты стеблестоя. На втором этапе анализировались данные, характеризующие изменчивость исследуемого параметра по ширине захвата очёсывающего хедера. На третьем этапе исследовались характеристики изменчивости густоты стеблестоя по длине гона комбайна.

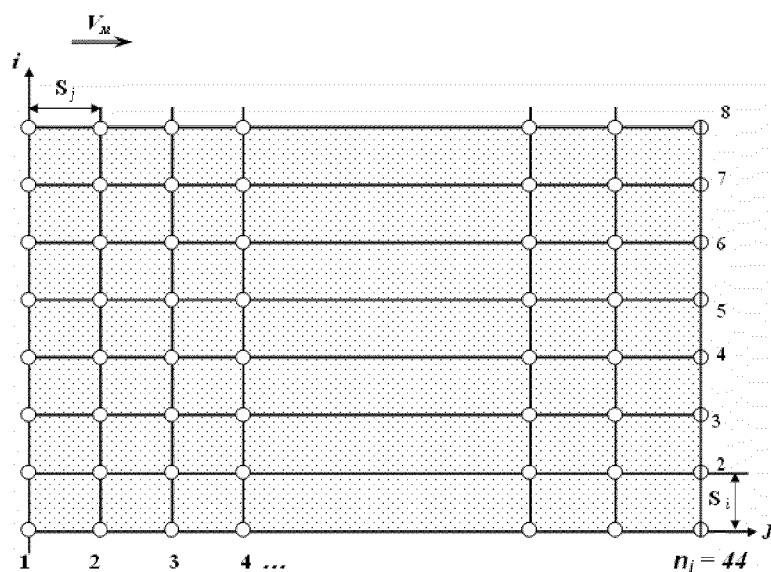


Рисунок 2 – Схема замеров в полевом опыте ($S_i = 0,5$ м; $S_j = 1,0$ м)

Распределение густоты стеблестоя (сорт риса «Краснодарский 424») в пределах обследованной площади чека характеризуют данные измерений, приведенные в табл. 1.

Таблица 1 – Распределение густоты стеблестоя в пределах участка чека

Номер сечения	Густота стеблестоя в площади рамок, шт./м ²							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	392	392	304	260	476	256	304	268
2	296	152	284	372	296	576	216	340
3	220	216	228	412	340	448	296	196

4	248	300	272	496	304	332	200	208
5	288	280	296	352	228	304	256	128
6	248	80	128	260	256	192	284	300
7	296	324	200	344	236	264	404	124
8	232	344	284	416	324	476	364	316
9	252	232	196	304	304	208	316	224
10	288	344	304	308	272	252	300	372
11	328	396	732	524	352	376	304	172
12	208	276	228	408	316	156	276	364
13	208	284	272	296	208	344	208	380
14	268	316	192	140	248	316	184	224
15	336	332	260	268	276	148	180	280
16	452	232	136	188	252	208	284	304
17	320	328	368	392	300	328	336	272
18	336	408	160	384	204	344	84	392
19	220	412	304	340	360	220	288	224
20	276	472	396	396	172	316	304	248
21	172	192	156	304	244	248	192	388
22	180	368	336	300	220	116	320	228
23	224	296	336	220	172	276	216	256
24	232	284	220	264	196	252	192	292
25	200	272	376	280	224	124	268	224
26	268	352	436	308	416	308	380	144
27	184	236	216	392	356	376	264	232
28	208	304	248	348	224	224	372	236
29	448	304	332	196	260	192	488	192
30	276	296	228	308	280	372	228	204
31	324	380	332	268	232	224	288	180
32	224	184	312	280	252	228	232	292
33	268	272	232	260	284	244	252	280
34	304	252	300	572	252	260	284	368
35	300	304	328	392	236	268	308	328
36	252	232	412	452	292	340	216	220
37	132	160	200	396	144	168	200	220
38	328	304	296	236	228	264	220	144
39	224	188	316	372	276	276	248	228
40	196	292	276	272	284	224	256	284
41	180	264	224	284	220	280	308	264
42	172	152	204	156	244	76	256	256
43	232	200	180	476	112	100	140	100
44	384	300	196	224	288	252	260	188

Статистические характеристики изменчивости густоты стеблестоя риса по всей исследованной площади чека и плотность распределения данной случайной величины представлены в табл. 2 и на рис. 3.

Таблица 2 – Статистические характеристики густоты стеблестоя (G , шт./м²)

Наименование показателей	Значение
Количество рамок	352
Среднее значение густоты	275,8

Стандартная ошибка среднего	4,54
Стандартное отклонение	85,2
Минимальное значение густоты	76
Максимальное значение густоты	732
Коэффициент вариации, %	30,9

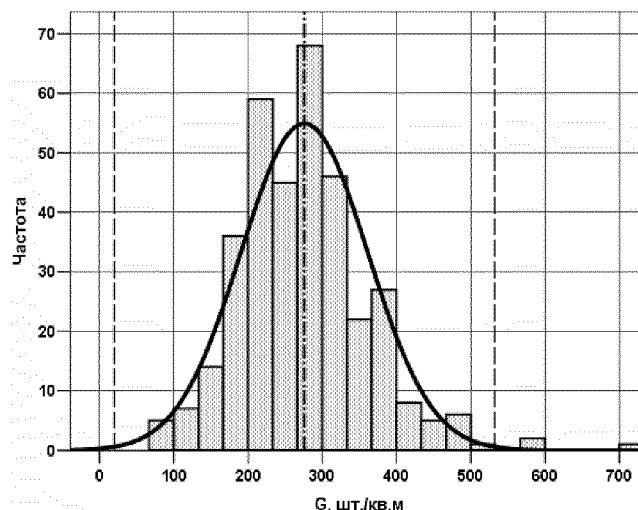


Рисунок 3 – Плотность распределения густоты стеблестоя для всей совокупности измерений

Результаты статистической обработки (табл. 2, рис. 3) показали, что густота стеблестоя (G) достоверно подчиняется закону нормального распределения, параметры которого характеризуются выборочной средней $G_{cp} = 276$ шт./м² и стандартным отклонением $\sigma = 85$ шт./м². С вероятностью $P = 0,954$ густота стеблестоя риса изменяется в пределах (106; 446) шт./м², а её высокую вариабельность характеризует коэффициент вариации $v_{\sigma} = 30,9$ %. При допущении, что силы, действующие на рабочие органы очесывающей жатки, пропорциональны густоте стеблестоя, становится очевидным факт о достаточно изменчивом характере динамических нагрузок на жатку.

Степень неравномерности (δ , %) густоты стеблестоя по ширине захвата жатки в каждом сечении предлагается определять по границам (G_{max} ; G_{min}) варьирования параметра G и его среднему (G_{cp}) для всего массива значений, полученному для каждого j -го сечения, пользуясь такой формулой:

$$\delta_j = \frac{G_{j_{max}} - G_{j_{min}}}{G_{j_{cp}}} \cdot 100. \quad (1)$$

Результаты обработки данных (табл. 1) с использованием формулы (1) сведены в табл. 3 и представлены на рис. 4.

Таблица 3 – Неравномерность густоты стеблестоя по ширине захвата жатки

Номер сечения	Параметры густоты стеблестоя по сечениям, шт./м ²					
	Среднее	Максимум	Минимум	Размах	Коэффициент вариации, v_{σ} , %	Степень неравномерности, δ , %
1	332	476	256	220	24,1	66,3
2	317	576	152	424	39,6	133,8
3	294	448	196	252	32,8	85,7
4	295	496	200	296	31,7	100,3
5	267	352	128	224	25,0	83,9

6	218	300	80	220	35,9	100,9
7	274	404	124	280	32,1	102,2
8	345	476	232	244	22,0	70,7
9	255	316	196	120	18,6	47,1
10	305	372	252	120	12,5	39,3
11	398	732	172	560	41,9	140,7
12	279	408	156	252	29,7	90,3
13	275	380	208	172	23,7	62,5
14	236	316	140	176	26,8	74,6
15	260	336	148	188	25,4	72,3
16	257	452	136	316	37,0	123,0
17	330	392	272	120	11,3	36,4
18	289	408	84	324	42,4	112,1
19	296	412	220	192	24,3	64,9
20	323	472	172	300	29,6	92,9
21	237	388	156	232	32,8	97,9
22	259	368	116	252	33,5	97,3
23	250	336	172	164	20,9	65,6
24	242	292	192	100	15,7	41,3
25	246	376	124	252	29,6	102,4
26	327	436	144	292	28,6	89,3
27	282	392	184	208	28,5	73,8
28	271	372	208	164	23,1	60,5
29	302	488	192	296	38,4	98,0
30	274	372	204	168	19,7	61,3
31	279	380	180	200	23,6	71,7
32	251	312	184	128	16,8	51,0
33	262	284	232	52	6,9	19,8
34	324	572	252	320	33,1	98,8
35	308	392	236	156	14,9	50,6
36	302	452	216	236	30,1	78,1
37	203	396	132	264	41,4	130,0
38	253	328	144	184	23,2	72,7
39	266	372	188	184	21,8	69,2
40	261	292	196	96	13,0	36,8
41	253	308	180	128	16,5	50,6
42	190	256	76	180	33,2	94,7
43	193	476	100	376	64,7	194,8
44	262	384	188	196	24,4	74,8

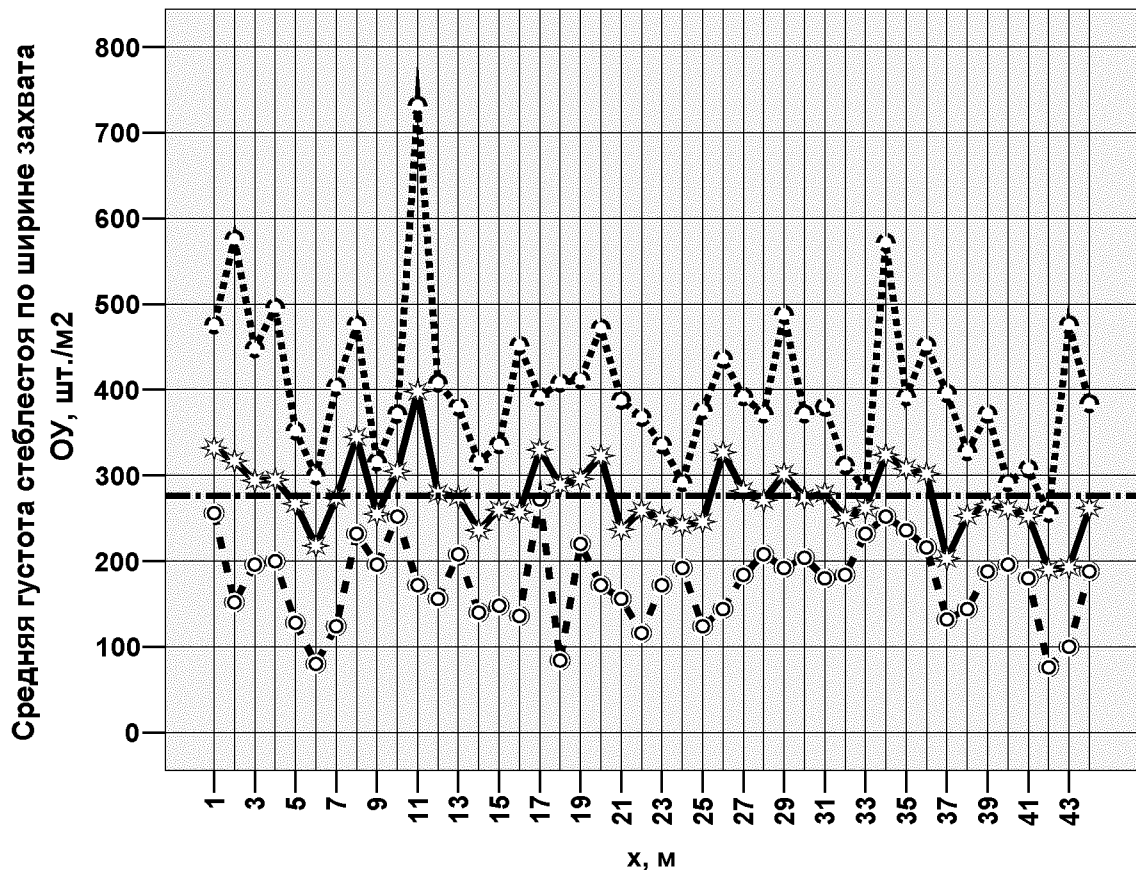


Рисунок 4 – Изменчивость средней и границ варьирования плотности стеблестоя вдоль гона комбайна

Из этих материалов следует, что средняя для каждого сечения плотность стеблестоя по отношению к генеральной средней ($G_{\text{ср}} = 276 \text{ шт./м}^2$), полученной для всей обследованной площади чека, в значительной мере варьирует по длине гона (от 190 до 398 шт./м² при коэффициенте вариации $v_{\sigma} = 14,8\%$). Степень неравномерности плотности стеблестоя по ширине захвата очёсывающей жатки (δ , %), учитывающая размах её значений ($G_{\text{max}} - G_{\text{min}}$) в каждом j -ом сечении, изменчива по длине гона в существенно большей мере, чем средние значения $G_{j\text{ср}}$ плотности. Так, при среднем значении показателя $\delta_{\text{ср}} = 81,4 \%$ (для всей совокупности значений) границы варьирования δ_j заключены в пределах (19,8; 194,8 %), а коэффициент вариации его равен $v_{\sigma} = 39,8 \%$. Отсюда следует вывод о том, что очёсывающий барабан жатки постоянно испытывает переменные по величине и характеру распределения по его длине динамические нагрузки со стороны стеблестоя.

Таким образом, приведенные результаты исследований подтвердили гипотезу о том, что одним из основных факторов дестабилизации динамической устойчивости положения очёсывающих жаток относительно поверхности стеблестоя и относительно остова комбайна является неравномерность плотности стеблестоя, как по ширине захвата жатки, так и по длине гона.

Список литературы

1. Погорелый Л.В. Колосоуборки – «стрипперы-очесыватели» – фатаморгана или новая эра в зерноуборке? / Л.В. Погорелый, С.Н. Коваль // Перспективні технології збирання зернових культур, рису та насіння трав: матеріали міжнар. конф., (Мелітополь, 11-14 черв. 2003р.) / М-во аграр. політики, Тавр. держ. агротех. акад. - Праці ТДАТА. – Мелітополь: Таврійська державна агротехнічна академія, 2003.– Вип. 16.– С. 31–57.
2. Бурьянов А. И. Обоснование класса комбайна для уборки зерновых методом очеса / А. И. Бурьянов, Н.

- И. Пасечный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. - № 4. - С. 21-23.
3. Сысолин П.В. Проблемы и перспективы внедрения в Украине технологии уборки зерновых колосовых культур методом очесывания колосков / П.В. Сысолин, И. Иваненко // Техника АПК. – 2008. - № 5. – С.24–29.
 4. Жалнин Э. В. Альтернативные технологии уборки зерновых / Э. В. Жалнин // Сельский механизатор. 2010. - № 9. — С. 12-17.
 5. Шабанов П.А. Отраслевая научно-техническая лаборатория зерноуборочных машин Таврической агротехнической академии (краткий исторический обзор) / П.А.Шабанов, Н.Н. Данченко // Перспективні технології збирання зернових культур, рису та насіння трав: матеріали міжнар. конф., (Мелітополь, 11-14 черв. 2003р.) / Міністерство аграрної політики, Тавр. держ. агротех. акад. - Праці ТДАТА. – Мелітополь: Таврійська державна агротехнічна академія, 2003.– Вип. 16.– С. 5–23.
 6. Шабанов П.А. Обмолот зерновых культур на корню / [Шабанов П.А., Данченко Н.Н., Гончаров Б.И., Голубев И.К., Самофалов Н.К., Аблогин Н.Н.] // Техника в сельском хозяйстве. - 1987. - № 7. - С.15-16.
 7. Думенко К.Н. Анализ перспектив развития высоконадежной зерноуборочной техники в Украине / К.Н. Думенко // Энергоресурсосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. конф. молодых ученых (Минск, 25-26 авг.2010 г.) / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». –Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2010. – С.69-76.
 8. Данченко Н.Н. Механико-технологические основы контроля и управления глубиной погружения очесывающего устройства в стеблестой / [Данченко Н.Н., Дробашко Л.А., Стоев Н.Ф., Спиринцев Д.В.] // – Праці ТДАТА– 2005.– Вип. 31.– С. 113-119.
 9. Данченко Н.Н. Агробиологические и биометрические характеристики стеблестоя риса – главные предпосылки к технологии его очеса на корню и автоматизации управления этим процессом / Н.Н. Данченко, Л.А. Дробашко // – Праці ТДАТА.– 2006.– Вип. 43.– С. 73– 85.
 10. Дробашко Л.А. Биометрия стеблестоя как внешний фактор условий функционирования очесывающего устройства / Дробашко Л.А., Данченко Н.Н., Стоев Н.Ф. // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського нац. техн. університету. –Кіровоград : КНТУ, 2009.– Вип. 22.– С. 86–89.

М. Данченко, Л. Дробашко

Густина стеблестою як зовнішній чинник умов функціонування обчісуючого хедера комбайна

Стаття присвячена проблемі динаміки функціонування обчісуючих жниварок, в ній наведено методику та результати досліджень нерівномірності густини стояння рослин рису як по ширині захвату жниварки, так і за напрямком руху комбайна

N. Danchenko, L. Drobashko

The density of the mutual position of plant as an external factor of the functioning of the stripper header the combine harvester

The article deals with the dynamics of the functioning of the stripper header, there are methods and results of studies of uneven density of standing rice plants both in width stripping header, and in the direction of movement combine.

Одержано 20.09.12