

## **Оценка качественных показателей формирования хлебных валков, их подбора и обмолота при использовании порционной жатки на отдельной уборке зерновых культур**

*М.М. Константинов, д.т.н., профессор, И.Н. Глушков, к.т.н., И.В. Герасименко, к.т.н., А.А. Панин, к.т.н., В.И. Квашенников, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; А.П. Ловчиков, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ*

Экономическая составляющая сельскохозяйственного производства на сегодняшний день не может считаться оптимальной — платёжеспособ-

ность большинства сельскохозяйственных предприятий, особенно малых, находится на низком уровне. Если же сопоставить стоимость современной сельхозтехники с закупочной ценой продукции, по которой агропромышленные предприятия вынуждены продавать свои товары, то становится понятным явное несоответствие потребностей и возможностей сельскохозяйственных организаций. Соответственно утрачена возможность вос-

становливать технический потенциал на уровне нормативной потребности.

По этой причине нагрузка на один зерноуборочный комбайн возрастает таким образом, что продолжительность уборочного периода в среднем увеличивается в 2,5–3 раза относительно агротехнических сроков. Только из-за этого в южноуральских регионах, по различным оценкам специалистов, теряется в среднеурожайные годы (12 ц/га) свыше 0,5 млн т зерна [1]. Применение же в условиях невысокой урожайности зерновых, характерных для Южного Урала и ряда других территорий страны, высокопроизводительных комбайнов далеко не всегда оправдано, т.к. их молотилки загружаются только на 40–70%.

В этой связи можно заключить, что раздельная уборка в обозначенных выше условиях остаётся наиболее целесообразной. Однако существующие способы раздельной уборки и применяемая на ней техника имеют ряд существенных недостатков. Так, серийные жатки (ЖВН-6, ЖВН-10 и др.) не могут формировать валки необходимой мощности при низкой урожайности зерновых культур, а потери зерна за ними нередко превышают допустимые по агротребованиям [2, 3].

**Материал и методы исследования.** В результате поиска решения рассматриваемых проблем в Оренбургском ГАУ была разработана порционная жатка и несколько её модификаций для специальных условий работы: порционная жатка с устройством образования стерневых кулис, жатка, оснащённая устройством для сбора свободного зерна, валковая мульчирующая жатка [4–8]. Несмотря на определённые конструктивные особенности каждой из них, процесс валкообразования при их работе происходит по одинаковой технологии, основными этапами которой являются скашивание стеблестоя, накапливание срезанной массы на транспортёре и выгрузка полученной порции в формируемую валковую полосу. Более подробно технологический процесс порционного валкообразования при уборке зерновых культур по данной схеме рассмотрен в ранее опубликованных работах [2, 9–12].

Для объективной оценки целесообразности применения разработанной жатки было проведено многостороннее полевое экспериментальное исследование.

Общая характеристика условий проведения исследований составлена исходя из стандартной методики ГОСТа 28301-2007 «Комбайны зерновые, методы испытаний».

Результаты полевого эксперимента зависят не только от технологии валкообразования, конструктивных особенностей и режимов работы узлов жатки, но и от ряда факторов, на которые человек не может повлиять: изменения погодных условий, характеристик хлебостоя и др. [1].

В связи с этим в рамках исследования применялся общепринятый принцип экспериментирова-

ния, который заключается в том, что, изучая роль какого-либо из факторов, выделяют интересующее явление, признак в чистом виде. Частично это достигается тем, что посторонние для рассматриваемого исследования процессы и факторы совершенно исключаются или фиксируются как постоянные, в частности [1, 2]:

1. Участки для опытов выбираются с таким хлебостоем, чтобы выполнялось условие надёжной подвески обычного валка, т.е. длина хлебостоя на 20% превышала среднюю критическую длину стеблей (по данным П.А. Николаева).

2. Высота обычной стерни принимается оптимальной для яровых культур от 17 до 20 см.

3. Хлебостой должен быть равномерным по густоте, не полёглым, допустимая степень полёглости и пониклости стеблей – не более 10–15%.

4. Густота хлебостоя – типичная для зоны (350±500 шт/м<sup>2</sup>).

5. Поле выбирается с ровным рельефом (наличие каменистости и незначительных неровностей допускается в пределах 5–8%).

Согласно ГОСТу 20915-75 «Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний», если новая машина предназначена для замены существующих машин в каком-либо конкретно взятом производственном процессе, то оценка проводится в сравнении с существующей серийной машиной. В качестве базы сравнения нами была принята жатка ЖВР-10. Разница в ширине захвата экспериментальной порционной жатки и жатки ЖВР-10 не является принципиальной, поскольку показатели, по которым проводилось сравнение, в частности количество потерь зерна, определялись в среднем на 1 м ширины захвата. Сравнительные испытания жаток проведены в одно и то же время, на одном поле, по одной методике и поэтому позволяют судить об эффективности той или иной жатки.

При исследовании качественных показателей при скашивании в валки, подборе и обмолоте их комбайном использовались как собственные методики, так и методика СибИМЭ, а также общепринятая методика ОСТ 70.8.1. – 81 [2, 11].

Доборочные потери зерна были учтены непосредственно перед проведением экспериментальных полевых исследований, так как они могли оказать значительное влияние на подсчёт общих потерь [1, 3]. Их определяли в четырёх местах на площади 0,25 м<sup>2</sup> (использовалась рамка соответствующих габаритов).

Для определения потерь зерна за экспериментальной порционной жаткой и серийным образцом (ЖВР-10) использовали рамку из проволоки площадью 0,5 м<sup>2</sup>. Данную рамку накладывали пять раз в различных местах убранного поля по диагонали через 20 м. В пределах рамки собирали все виды потерь. Зерно из срезанных и несрезанных колосьев обмолачивали вручную. Подсчитывали

общее количество зёрен, утерянных в пределах рамки, как среднее из всех определений. Исходя из рекомендаций по контролю качества уборки зерновых культур, рамку накладывали два раза посередине прохода жатки и три раза – на стыке двух проходов жатки.

После сравнительных испытаний работы экспериментальной и серийной жаток на формировании валков необходимо было сравнить характеристики их подбора и обмолота. На подборе обычных и экспериментальных валков использовался один комбайн – Акрос-530 со стандартной платформой-подборщиком (ширина захвата – 3,4 м).

**Результаты исследования.** При подборе хлебных валков подборщиком комбайна потери зерна принято разделять на следующие виды: неподобранным колосом и свободным зерном. Потери определялись с помощью учётных рамок, ширина которых, согласно принятым методикам, принималась из расчёта ширины валка плюс 1 метр. Длина рамок для учёта потерь в срезанных колосьях составляет 10 м, для учёта потерь свободного зерна – 0,15 м. На каждом проходе необходимо накладывать рамки не реже, чем в пяти повторностях. Опытные данные по потерям зерна, полученные в результате сравнения результатов отдельной уборки с использованием серийной и экспериментальной порционной жаток, приведены в таблице 1 [1].

Показатели качества работы молотилки на обмолоте подбираемых экспериментальных валков и валков, сформированных серийной жаткой, определяли путём отбора зерна из бункера, соломы

и половы (табл. 2) [2]. Для анализа количества зерна, потерянного за счёт попадания в массу соломы и половы, последние обрабатывались повторно. Зерно, выделенное при обмолоте, очищалось и взвешивалось до 0,1 г с применением электронных весов системы ВТЦ.

При анализе зерна из образца выделяли следующие фракции: основное зерно, зерно в колосках и плёнках, обрушенное зерно, дроблёное зерно, трещиноватое зерно, сорная примесь. Все фракции взвешивали и вычисляли их процентное содержание. Для определения микроповреждений после анализа навески от целого зерна отбирали подряд две пробы по 100 шт. Зёрна просматривали через лупу 10-кратного увеличения, после чего из общей массы выделяли зёрна с выбитым и повреждённым зародышем, с повреждённой оболочкой. Затем каждую партию повреждённых зёрен взвешивали и вычисляли процентное содержание от общей массы.

Для наглядности и удобства анализа результатов, полученных при проведении опытно-полевых экспериментов, были построены графические зависимости сравнения данных обмолота валков, сформированных экспериментальной и серийной жатками. По рисунку видно, что при обмолоте экспериментальных валков с подачей до 7 кг/с суммарные потери за молотилкой комбайна были несколько меньше, чем при обмолоте стандартных валков, но при подаче более 7,5 кг/с они увеличиваются (рис. 1а). Это объясняется большими потерями свободным зерном на соломотрясе комбайна (рис. 1б).

1. Потери зерна при формировании, подборе и обмолоте валков, кг/га

Вид работ	Вид потерь					общие потери	
	колос срезанный	колос несрезанный	свободное зерно	неподобранный колос	кг/га	% от урожая	
1. Скашивание в валки:							
1) валок ЖВР-10, <i>M</i> = 2,1 кг/п.м;	16,57	0,75	0,57	–	17,89	1,63	
2) валок экспериментальный, <i>M</i> = 5,0 кг/п.м;	5,93	1,48	0,03	–	7,44	0,67	
<i>M</i> = 7,6 кг/п.м	9,3	0,3	0,02	–	9,62	0,87	
2. Подбор валков:							
1) валок ЖВР-10, <i>M</i> = 2,1 кг/п.м;	–	–	4,2	21,4	25,6	2,32	
2) валок экспериментальный, <i>M</i> = 5,0 кг/п.м;	–	–	0,53	10,2	10,73	0,98	
<i>M</i> = 7,6 кг/п.м	–	–	0,9	10,1	11,0	1,0	
3. Обмолот валков:							
1) валок ЖВН-6, <i>M</i> = 2,1 кг/п.м;	–	–	–	–	20,1	1,83	
2) валок экспериментальный, <i>M</i> = 5,0 кг/п.м;	–	–	–	–	16,5	1,5	
<i>M</i> = 7,6 кг/п.м	–	–	–	–	16,0	1,45	
4. Всего потерь по технологии:							
1) валок ЖВР-10, <i>M</i> = 2,1 кг/п.м;	–	–	–	–	48,59	4,13	
2) валок экспериментальный, <i>M</i> = 5,0 кг/п.м;	–	–	–	–	34,67	3,15	
<i>M</i> = 7,6 кг/п.м	–	–	–	–	36,62	3,32	

Примечание: *M* – мощность валка, кг/п.м

2. Результаты полевых испытаний комбайна Акрос-530 на подборе и обмолоте валков

№ опыта	Время, с	Зерно, кг	Солома/полова, кг	Невытряс в соломе и полове		Недомолот в соломе и полове		Общие потери		Дробление, %	Микроповреждения, %
				кг	%	кг	%	кг	%		
при обмолоте контрольных валков											
1	16	29,9	15/15	0,060	0,095	0,015	0,040	0,085	0,18	3,42	32,53
2	15	36,9	12/16	0,028	0,015	0,010	0,020	0,038	0,10	3,44	37,99
3	25	29,3	21/15	0,008	0,021	0,007	0,030	0,015	0,05	4,98	36,64
4	25	32,7	15/16	0,004	0,013	0,012	0,032	0,015	0,05	5,36	31,33
5	17	28,6	12/13	0,011	0,033	0,008	0,030	0,019	0,07	4,98	40,53
при обмолоте экспериментальных валков											
1	24	62,8	27/36	0,057	0,090	0,060	0,097	0,630	0,99	3,30	28,0
2	23	95,5	60/34	0,270	0,210	0,060	0,060	4,140	0,65	3,14	37,99
3	28	79,4	39/25	0,099	0,158	0,049	0,075	0,380	0,48	3,96	33,32
4	30	86,4	43/25	0,061	0,199	0,028	0,059	0,370	0,43	3,06	41,30
5	30	98,7	70/33	0,039	0,047	0,030	0,035	4,075	0,96	3,83	26,60

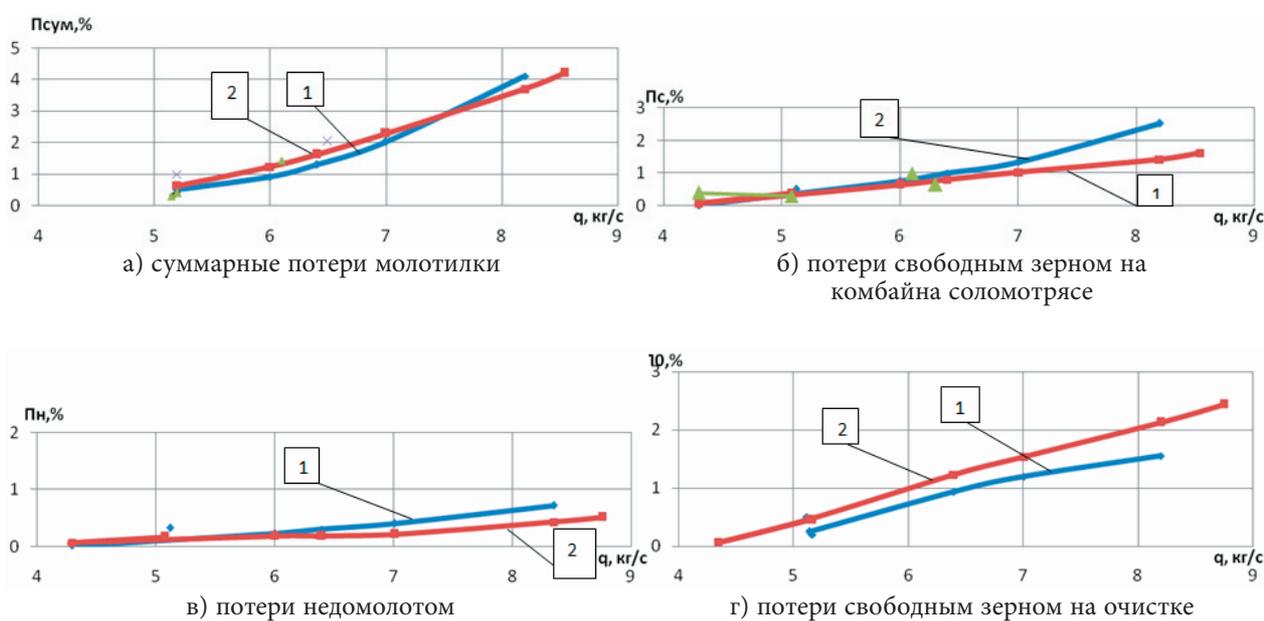


Рис. – Зависимость потерь молотилки комбайна от подачи при обмолоте валков:

1 – валок экспериментальный; 2 – валок жатки ЖВР-10; q – пропускная способность молотилки, кг/с; П – потери зерна, %

Если в экспериментальных валках колос расположен в основном на их поверхности, то с увеличением мощности вала и его подачи не всё зерно успевает пройти через нижележащие слои стеблей. Поэтому для обмолота порционных валков при необходимости повышенной подачи целесообразнее применять комбайны с роторным соломотрясом.

Потери в виде необмолоченных колосков при обмолоте стандартных и экспериментальных порционных валков сопоставимы, что можно видеть на графике, представленном на рисунке 1в. Потери за очисткой при обмолоте порционных валков меньше, чем при обмолоте стандартных (рис. 1г), что достигается за счёт более равномерного распределения колоса по ширине и длине в первых. В результате на решёта очистки поступает меньшее количество перебитой соломенно-половенной массы, более равномерно загружаемой по решётам.

Результаты экспериментального исследования позволили установить, что средние потери на гектар при обмолоте стандартных валков мощностью 2,3 кг/м<sup>2</sup> составили 20,1 кг/га, а при обмолоте экспериментальных валков мощностью 2,8–4,2 кг/м<sup>2</sup> и шириной 1,8 м – 16,5–18,0 кг/га. При этом общие потери зерна при раздельной уборке с применением серийной жатки составили в среднем 63,5 кг/га, а порционной жатки – 36 кг/га. Микроповреждения зерна при обмолоте экспериментальных и стандартных валков были сопоставимы – в пределах 33,5–36%.

Также в результате проведения полевых опытов было выявлено, что при подборе порционных валков мощностью 6,0 кг/п.м с увеличением частоты вращения барабана от 750 до 850 мин. дробление зерна увеличивается на 1,5–2,0%. Это можно объяснить тем, что в порционном валке более 80%

колосьев находится в верхней части, и большой процент зерна имеет непосредственный контакт с бичами молотильного аппарата.

**Вывод.** Применение порционной жатки и её разновидностей целесообразно при отдельной уборке зерновых культур в условиях Южного Урала. Сравнение в полевых условиях качественных показателей уборочного процесса с применением порционной и серийной жаток продемонстрировали преимущество первой. Для эффективной работы современного высокопроизводительного зерноуборочного комбайна на подборе порционных валков необходимо придерживаться частоты вращения барабана в пределах 750 об/мин и зазора на выходе — до 7 мм.

Говоря о перспективе дальнейших исследований, следует отметить, что для обеспечения эффективной работы порционной жатки нужно рассматривать не только технические и технологические аспекты её работы, но и вопросы подбора оптимальных агротехнических условий. В частности, устойчивость валка на стерне снижается с увеличением его мощности. Соответственно для удержания валков мощностью до 6 кг/п.м необходимо оптимизировать плотность стерни, что можно достигнуть подбором оптимального междурядья при посеве и использованием разбросного посева.

### Литература

1. Пугачёв А.Н. Контроль качества уборки зерновых культур. М.: Колос, 1980. 255 с.
2. Глушков И.Н. Обоснование параметров и режимов работы порционной жатки с устройством образования кулис: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Оренбург, 2013. 184 с.
3. Глушков И.Н., Пашинин С.С., Константинов М.М. Агротехнические показатели валков хлебной массы и способы их формирования // Проектирование и организация эффективного процесса уборки зерновых культур. Екатеринбург. 2011. С. 13–37.
4. Старцев А.С., Попов И.Ю. Математическое выражение просеивания зернового вороха сквозь отверстия, имеющие форму линзы // Аграрная наука. 2012. № 1. С. 31.
5. Пат. 2437269 Российская Федерация, МПК А01D41/08 Агрегат для уборки зерна / Н.Ф. Стребков, В.А. Милюткин. Опубл. 11.05.2010.
6. Пат. 2523847 Российская Федерация, МПК А01D34/00 Валковая жатка / М.М. Константинов, С.С. Пашинин, И.Н. Глушков, А.Н. Кондрашов. Заявл. 04.05.2012; опубл. 27.07.2014, Бюл. № 21.
7. Пат. 2493685 Российская Федерация, МПК А01D34/04, А31D57/18 Валковая порционная жатка с устройством образования стерневых кулис / М.М. Константинов, И.Н. Глушков и др. Заявл. 23.03.2012; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27.
8. Пат. 2582360 Российская Федерация, МПК А01D57/18, А01D34/00 Валковая порционная мульчирующая жатка / М.М. Константинов, И.Н. Глушков и др. Заявл. 31.12.2014; опубл. 27.04.2016, Бюл. № 12.
9. Константинов М.М., Кондрашов А.Н., Глушков И.Н. Методика расчёта и обоснования параметров ленточного транспортера порционной жатки // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (34). С. 65–69.
10. Константинов М.М. Глушков И.Н., Пашинин С.С. Обеспечение процесса снегозадержания с использованием валковой порционной жатки с устройством образования стерневых кулис // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 81–83.
11. Константинов М.М., Глушков И.Н. Оценка уровня потерь зерна за порционной жаткой, оснащённой устройством для образования стерневых кулис // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (59). С. 86–89.
12. Константинов М.М., Глушков И.Н., Кондрашов А.Н. Расчёт гидропривода валковой порционной жатки с устройством образования стерневых кулис // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41). С. 90–93.