

# Агротехническая оценка работы измельчителей-разбрасывателей соломы комбайнов при уборке зерновых культур прямым комбайнированием

*А.П. Ловчиков, д.т.н., профессор, В.П. Ловчиков, к.т.н., Е.А. Поздеев, магистрант, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ*

В последнее время возрастает внимание к ресурсосберегающим технологиям возделывания зерновых культур, включающим в себя биологизацию земледелия за счёт использования соломы в качестве органического удобрения, для чего необходимо солому в период уборки урожая зерновых измельчить до агродопустимых размеров и равномерно распределить по поверхности поля [1–3].

**Цель** исследования – определить и оценить качественные показатели работы измельчителей-разбрасывателей соломы (ИРС) комбайнов при прямом комбайнировании зерновых культур.

**Задачи** исследования – определить степень измельчения соломы измельчителем-разбрасывателем комбайнов при прямом комбайнировании зерновых культур на различных скоростях движения машин и высоте среза стеблей; выявить фракционный состав измельчённой соломы по длине и установить соотношение фракций по массе.

**Материал и методы исследования.** В период уборочных работ в 2014 г. (Челябинская область) были проведены экспериментальные исследования по оценке качественных показателей работы ИРС комбайнов: РСМ-101 «Вектор-410», «John Deere S9500», «John Deere 9570 STS» (табл. 1).

Полевые исследования по оценке работы комбайнов при прямом комбайнировании зерновых культур (пшеница, ячмень) осуществлялись на контрольных участках-делянках длиной 30 м, при скоростных режимах от 5,0 до 9,0 км/ч (1,4 и 2,5 м/с) и высоте среза стеблей от 0,10 до 0,25 м.

Оценку степени измельчения соломы проводили по следующей методике: после прохода комбайна в зоне прокоса брали пробы измельчённой соломы в рамке площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Далее пробы просеивали через сита с квадратными отверстиями размером 10, 20 и 50 мм, затем полученные фракции взвешивали. Частицы соломы длиной более 50 мм считали вручную отдельно и взвешивали. Таким образом,

было получено массовое содержание фракций разной длины измельчённой соломы.

**Результаты исследования.** Фракционный состав измельчённой соломы представлен в таблицах 2–4.

Баланс фракций по длине резки соломы при уборке пшеницы комбайном РСМ-101 «Вектор-410» позволяет сделать вывод о работе ИРС, частично соответствующей агропотребованиям (массовая доля фракций соломы до 100 мм составляет не менее 90%) при малой скорости движения машины и низкой высоте среза стеблей. Повышение рабочей скорости комбайна и высоты среза стеблей ведёт к увеличению длины измельчения соломы, за исключением переходного режима при скорости движения комбайна, равной 7 км/ч, и высоте среза 0,28 м. По таблице 2 видно, что фракция измельчённой соломы до 10 мм изменяется в диапазоне 21,6–45,3%, а фракции до 100 мм и более 100 мм соответственно в диапазонах 33,0–52,3 и 13,2–29,7%.

В ходе производственной проверки установлено, что повышение высоты скашивания при комбайнировании зерновых культур положительно сказывается на балансе фракций измельчённой соломы. В этом случае доля крупной фракции уменьшается, доли средней и мелкоизмельчённой фракций возрастают, что положительно в последующем отразится на работе почвообрабатывающих машин и на плодородии почвы.

Оценка длины измельчения соломы при уборке пшеницы комбайном «John Deere S9500» позволяет сделать вывод, что при работе комбайна на малой скорости и низкой высоте среза стеблей длина измельчённой соломы не соответствует агропотребованиям (табл. 3).

При этом по таблице 3 видно, что с повышением скорости движения комбайна и высоты среза стеблей наблюдается улучшение степени измельчения соломы, длина которой частично соответствует агропотребованиям (массовая доля фракций соломы до 100 мм составляет не менее 90%).

В отличие от РСМ-101 «Вектор-410» и «John Deere S9500», комбайн «John Deere 9570 STS» убирал

## 1. Технические характеристики комбайнов

Показатель	Комбайн		
	РСМ-101	«John Deere S9500»	«John Deere 9570 STS»
Мощность двигателя, кВт	154	158	195
Тип молотильного аппарата	классический, однобарабанный	классический, однобарабанный	роторный
Тип измельчителя-разбрасывателя соломы	измельчающий барабан и направляющие дефлекторы	измельчающий барабан и направляющие дефлекторы	измельчающий барабан и направляющие дефлекторы
Ширина захвата жатки, м	6,0	6,7	6,7

2. Фракционный состав измельчённой соломы пшеницы (комбайн РСМ-101 «Вектор-410»)

Место испытаний: ООО «Совхоз Акбашевский», Челябинская область Культура: Челябинская 2; урожайность – 2,0 т/га; влажность соломы – 25,2%; пониклость – 0,82; ярусность стеблестоя: интервал 0,5–0,6 м (вероятность – 6%); интервал 0,6–0,7 м (вероятность – 2%); интервал 0,7–0,8 м (вероятность – 54%); интервал 0,8–0,9 м (вероятность – 38%)										
№ опыта	Масса пробы, г	Скорость комбайна, км/ч	Высота среза, м	Содержание фракций, %						
				до 10 мм	от 10 до 20 мм	от 20 до 50 мм	от 50 до 100 мм	от 100 до 150 мм	от 150 до 200 мм	более 200 мм
1	228,1	5,0	0,150	45,5	24,40	15,0	5,2	5,5	3,2	1,4
2	280,2	5,0	0,150	23,1	26,30	28,0	5,7	10,2	3,7	2,7
*	–	5,0	0,150	34,3	25,35	21,5	5,4	7,9	3,4	2,1
3	60,2	5,0	0,280	23,1	24,30	19,3	8,6	14,7	7,1	2,9
4	103,7	5,0	0,280	20,0	19,20	19,8	6,0	17,1	7,9	10,1
*	–	5,0	0,280	21,6	21,70	19,5	7,3	15,9	7,5	6,5
5	60,8	7,0	0,280	47,3	17,30	18,8	5,6	6,8	3,5	7,0
6	112,3	7,0	0,280	43,2	21,00	20,4	6,2	4,7	3,0	1,5
*	–	7,0	0,280	45,3	19,10	19,6	5,9	5,7	3,3	4,2
7	55,5	9,0	0,275	56,5	13,70	11,8	2,8	5,1	2,8	7,4
8	72,1	9,0	0,275	31,8	12,50	13,9	11,5	11,5	11,5	7,2
*	–	9,0	0,275	44,2	13,10	12,8	7,1	8,3	7,1	7,3

Примечание: (здесь и далее) \* – Средние значения вышестоящих строчек с одинаковыми значениями условий уборки

3. Фракционный состав измельчённой соломы пшеницы (комбайн «John Deere S9500»)

Место испытаний: ООО «Песчаное», Челябинская область. Культура: Омская 36; урожайность – 1,85 т/га; влажность соломы - 24%; пониклость – 0,96; ярусность стеблестоя: интервал 0,5–0,6 м (вероятность – 4%); интервал 0,6–0,7 м (вероятность – 18%); интервал 0,7–0,8 м (вероятность – 40%); интервал 0,8–0,9 м (вероятность – 38%)										
№ опыта	Масса пробы, г	Скорость комбайна, км/ч	Высота среза, м	Содержание фракций, %						
				до 10 мм	от 10 до 20 мм	от 20 до 50 мм	от 50 до 100 мм	от 100 до 150 мм	от 150 до 200 мм	более 200 мм
1	25,5	5,0	0,12	24,5	27,7	15,7	6,2	6,8	12,3	6,9
2	31,4	5,0	0,16	22,0	25,6	16,6	10,7	14,3	9,3	1,4
3	68,7	5,0	0,28	52,7	14,0	16,2	4,2	15,1	6,6	16,0
4	209,0	7,5	0,28	69,2	14,3	5,30	3,6	5,7	3,1	1,1
5	41,7	9,0	0,30	16,9	27,1	13,5	6,3	5,9	2,0	2,6
6	34,8	9,0	0,30	33,1	24,7	28,8	3,8	4,0	2,4	1,2
*	–	9,0	0,30	25,1	25,9	21,2	5,0	4,9	2,2	1,9

4. Фракционный состав измельчённой соломы ячменя (комбайн «John Deere 9570 STS»)

Место испытаний: ООО «Россия», Челябинская область. Культура: ячмень; урожайность – 1,75 т/га; влажность соломы - 25,1–26,7%; пониклость – 0,96; ярусность стеблестоя: интервал 0,3–0,4 м (вероятность – 2%); интервал 0,4–0,5 м (вероятность – 62%); интервал 0,5–0,6 м (вероятность – 34%); интервал 0,6–0,7 м (вероятность – 2%)										
№ опыта	Масса пробы, г	Скорость комбайна, км/ч	Высота среза, м	Содержание фракций, %						
				до 10 мм	от 10 до 20 мм	от 20 до 50 мм	от 50 до 100 мм	от 100 до 150 мм	от 150 до 200 мм	более 200 мм
1	7,7	5	15	7,7	7,7	21,4	8,1	28,5	14,2	12,2
2	59,6	5	15	4,7	6,2	17,8	7,1	19,5	20,6	24,2
*	–	5	15	6,2	7	19,6	7,6	24	17,4	18,2
3	12,6	5	25	5,9	27,1	11,8	8,5	11,3	17	18,4
4	50,8	5	25	54,1	4,4	8,3	0,6	9,8	8,1	15
*	–	5	25	30	15,8	10	4,5	10,5	12,5	16,7
5	23,6	7,5	25	32,6	5,9	13,2	5,6	19,6	13,1	10,2
6	29,4	7,5	25	17	10,4	22,1	0	6,8	13,6	29,4
*	–	7,5	25	24,8	8,2	17,7	2,8	13,2	13,3	19,8
7	7,6	9,5	25	8,8	14	12,3	4,5	13,4	15,7	31,3
8	18,9	9,5	25	12,9	16,4	18,4	6,6	11,5	14,8	19,7
*	–	9,5	25	10,8	15,2	15,3	5,5	12,4	15,2	25,5

5. Статистические данные распределения частиц соломы по длине измельчения для частиц длиной более 50 мм

№ опыта	Марка комбайна	Скорость комбайна, км/ч	Высота среза, см	Статистические показатели		
				среднее значение, мм	средне-квадратическое отклонение, $\sigma$	коэффициент вариации, $v$ , %
1	PCM-101 «Вектор-410»	5,0	15	125,2	49,1	39,2
2		5,0	15	130,7	52,6	40,2
3		5,0	28	128	50,9	39,8
4		5,0	28	159,1	76,1	47,8
5		7,0	28	116,9	40,4	34,5
6		7,0	28	126,1	72,5	57,5
7		9,0	27,5	201,4	131,2	65,1
8		9,0	27,5	149,8	71,3	47,6
9	«John Deere S9500»	5,0	12	155,5	51,6	33,2
10		5,0	16	123,8	49,3	39,8
11		5,0	28	127,8	59,8	46,8
12		7,5	28	130,7	68,7	52,3
13		9,0	30	170,7	69,9	41,0
14		9,0	30	137,3	83,9	61,1
15	«John Deere 9570 STS»	5,0	15	157,3	63,8	40,6
16		5,0	15	174,3	65,1	37,3
17		5,0	25	167,4	58,3	34,8
18		5,0	25	181,1	57,2	31,6
19		7,5	25	152,5	50,9	33,4
20		7,5	25	212,7	51,9	24,4
21		9,5	25	187,1	59,4	37,8
22		9,5	25	168,1	53,1	31,6

прямым комбайнированием ячмень. В результате оценки установлено, что в этом случае степень измельчения менее всего соответствует агротребованиям. Массовая доля фракций измельчённой соломы длиной до 100 мм составляет от 55 до 77%, что неудовлетворительно (табл. 4).

Статистические данные распределения частиц соломы по длине измельчения для частиц длиной более 50 мм представлены в таблице 5.

Большие значения коэффициентов вариации частиц измельчённой соломы длиной более 50 мм на всех режимах работы ИРС комбайнов свидетельствуют о неустойчивости протекания процесса измельчения соломы в измельчителе-разбрасывателе комбайна. Наиболее низкие значения коэффициентов вариации имеет комбайн «John Deere 9570 STS» при уборке ячменя, однако, как видно по таблице 5, его результаты измельчения соломы не соответствуют агротехническим требованиям.

Отдельно отметим неудовлетворительную работу разбрасывателя соломы, во время испытаний наблюдалась неравномерность разбрасывания измельчённой соломы, которая концентрировалась в середине прокоса, в зоне непосредственной близости к ИРС комбайна.

**Выводы.** В результате производственных проверок и анализа массового состава фракций измельчённой соломы установлено влияние условий уборки на качественные показатели измельчения в

зависимости от конкретного комбайна. Так, «John Deere S9500» при уменьшении нагрузки на ИРС показал улучшение показателей измельчения, а PCM-101 «Вектор-410», наоборот, при большой загрузке на ИРС показывал лучшие результаты, за исключением отмеченного выше режима работы. Комбайн «John Deere STS 9570» показал неудовлетворительные результаты на всех режимах работы, что связано с убираемой культурой.

При повышении скоростных режимов работы комбайна PCM-101 «Вектор-410» наблюдается неустойчивое выполнение технологического процесса ИРС при уборке зерновых культур.

На основе вышесказанного можно сделать вывод об отсутствии единой взаимосвязи качественных показателей измельчения соломы при разных режимах работы комбайнов, а также об актуальности исследований процессов, протекающих в измельчителе-разбрасывателе соломы.

### Литература

1. Константинов М.М., Ловчиков А.П., Ловчиков В.П. и др. Проектирование и организация эффективного процесса уборки зерновых культур. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2011. 144 с.
2. Ловчиков А.П., Ловчиков В.П., Поздеев Е.А. Биологизация земледелия в ресурсосберегающих технологиях возделывания зерновых культур // Международный научно-исследовательский журнал (International Research Journal). 2016. № 01 (43). Ч. 2. Екатеринбург. С. 44–46.
3. Скорляков В.И., Юрина Т.А., Негреба О.Н. Показатели качества измельчения и разбрасывания соломы зерноуборочными комбайнами ведущих фирм // Техника и оборудование для села. 2013. № 3. С. 30–33.