

**К ВОПРОСУ ПОТЕРИ ЗЕРНА НА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНАХ**  
**TO THE QUESTION ON LOSSES OF GRAIN COMBINE HARVESTERS**

**М.Л. Юсупов**, кандидат экономических наук, доцент,

**П.Н. Шорохов**, старший преподаватель,

**А.Н. Зеленин**, кандидат технических наук, доцент,

**И.О. Алиев**, ассистент кафедры,

**А.А. Садов**, аспирант, **Л.А. Бутенко**, методист

Уральского государственного аграрного университета

(620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

*Рецензент:* В.П. Новоселов, кандидат технических наук, доцент

Уральского федерального университета

**Аннотация**

В данной статье рассмотрены основные источники потерь зерна, способы измерения, и представлен общий порядок контроля над качеством выполнения зерноуборочных работ.

Величина потерь урожая находится в зависимости от погодно-климатических условий, начала и длительности уборки, от подготовленности к работе машин и от профессионализма механизаторов.

По типам возникновения потери зерна разделяют на биологические, или естественные, и механические. Биологические – это потери, вызываемые естественными факторами, обусловленными природно-климатическими условиями.

Механические – это потери, вызываемые воздействием рабочих органов уборочных машин и производственно-хозяйственными условиями. Как биологические, так и механические потери имеют все шансы носить прямой и косвенный характер. К прямым потерям причисляют количественные потери урожая, к косвенным – качественные.

Предложенный общий порядок контроля над качеством исполнения зерноуборочных работ можно представить соответствующим образом: жатка (срезанные колосья, свободное зерно в поле) – молотилка (солома, солома, зерно в бункере). При этом вначале в соломе проводят проверку потери свободным зерном, потом недомолот; в соломе, кроме того, вначале устанавливают потери свободным зерном, потом недомолот; в бункере комбайна контролируют аккуратность и механические повреждения зерна.

В результате исследования можно сделать заключение, что в первую очередь на

работу комбайнов наибольшее влияние оказали индивидуальные качества комбайнера, его профессиональные навыки, то есть образуется рабочая система: «природные условия – хлебная масса – машина – человек».

Также были представлены рекомендации по работе на комбайнах следующих марок РСМ-161, ACROS-585, VECTOR-410, КЗС-1218 и других.

**Ключевые слова:** зерно, потери, уборка, урожай, колос, комбайн, качество работы, урожайность, раздельная уборка, прямое комбайнирование.

### **Abstract**

This article considers the main sources of grain losses, methods of measurement and presents a general order of control over the quality of grain harvesting operations.

The magnitude of crop losses depends on the weather and climate conditions, the beginning and duration of harvesting, the preparedness for the work of machines and the skill of the machine operators.

By types of occurrence, the loss of grain is divided into biological, or natural, and mechanical. Biological losses are caused by natural factors conditioned by natural and climatic conditions.

Mechanical – this is the loss caused by the action of the working organs of harvesting machines and production and economic conditions. Both biological and mechanical losses can be direct and indirect. Direct losses include quantitative crop losses, to indirect losses – qualitative losses.

The presented general order of control over the quality of grain harvesting operations can be represented as follows: header (cut ears, free grain in the field) – thresher (straw, chaff, grain in bunker). At the same time, in the beginning, the straw is checked for losses with free grain, then it is chopped; in sex, also at first loose losses are established by the grain, then it is not fully milled; in the combine harvester control the cleanliness and mechanical damage to the grain.

As a result of the study, it can be concluded that, first of all, much of the work of combines was most influenced by the individual qualities of the combine operator, his professional skills, i.e. forms a working system: "natural conditions – bread mass – machine – man."

The same recommendations were presented for work on combines of the following grades РСМ-161, ACROS-585, VECTOR-410, КЗС-1218.

**Keywords:** grain, losses, harvesting, harvest, ear, harvester, quality of work, yield, separate harvesting, direct combining.

### **Результаты исследования.**

Для начала были получены показатели убираемой культуры.

Объемный вес зерна, или, иначе, вес какого-либо объема зерновой массы, выраженный в соответствующих весовых единицах, принято называть «натурой» зерна. Натуру зерна выражают весом 1 л зерна в граммах. Для партий зерна, отгружаемых на экспорт, допускается выражение натуры весом гектолитра зерна в килограммах.



Рис.1 Прибор для определения показателей натуры

Согласно ГОСТ 10840-64 «Зерно. Методы определения натуры», были произведены замеры оборудованием фирмы при помощи мерной пурки и весов (модель – Super Samson фирмы Salter) [4]. При измерении был получен результат – 725 г/л.

Согласно ГОСТ 16470-84 «Ячмень, требования при заготовках» классификации по натуре ячменя, убираемую культуру можно охарактеризовать как высоконатурную. [5]

категория ячменя	натура, г/л
Высокотатурный	св. 605
Среднетатурный	св. 545 до 605 включ.
Низкотатурный	545 и ниже

Также согласно ГОСТ 28672-90 «Ячмень, требования при заготовках и поставках», данную культуру можно проклассифицировать как НОРМА зерно для 1-го класса, предназначенную для продовольственных целей (натура не менее 630г/л).






Перед уборкой необходимо провести замер погодно-климатических показателей. Условия уборки оценивались электронной цифровой портативной метеостанцией (модель – 3500 DeltaT, фирма Kestrel, США)






Область использования: данная электронная портативная метеостанция Kestrel 3500DT специализирована для эффективного мониторинга и замера фактических, максимальных, минимальных, средних значений: скорости ветра, температуры и влажности воздуха. Устройство гарантирует высокую достоверность измерений и надежность в эксплуатации. Kestrel 3500DT имеет функцию расчета индекса DT-фактической разницы ме-

жду показаниями влажного и сухого термометра в степени D, температуры воздуха (по ощущениям человека) с учетом скорости ветра, а кроме того, функцию расчета выпадения точки росы и электронные часы, анемометр. Он может быть полезен во многих областях человеческой деятельности: строительстве, спорте, военной области, сельском хозяйстве. Упростит решение специфических задач, дает возможность реагировать на изменение погодных условий.

Таблица 2

**Полученные результаты измерений**

Показатель /Index Humidity	Сокращение Re- ductio n	Иконка icon	Результаты results	Единицы измерения Units of measurement
Часы / hours	-	-	11-16	24- часовой режим 24-hour mode
Скорость ветра / Wind speed	SPd		0,7	м/сек m/s
Максимальная скорость ветра (порывы) / Maximum wind speed (gusts)	SPd	MAX 	1,4	м/сек m/s
Средняя скорость ветра /Average wind speed	SPd	AVG 	1	м/сек m/s
Температура (воздуха, воды, снега) / Temperature (air, water, snow)	dEG		24,7	Градусы С degree C
Температура влажного термометра – психрометрическая / Wet bulb temperature - psychrometric	bilb		18,9	Градусы С degree C

Дельта Т / Delta T	dElt		6,3	Градусы С degree C
Влажность / Humidity	r.h.	 %	54,6	%
Точка росы / Dew point	d.P.		15,5	Градусы CF degree CF
Барометрическое давление* Barometric pressure *	bAro		1001,4	гПа hPa
Высота / Height	Alt		160	Метры Meters

Показатели можно охарактеризовать как благоприятные для уборки зерновых культур.

#### **Методика определения потерь за комбайном.**

Известно много способов определения потерь за комбайном [1, 2]. Существует даже патент на способ определения потерь №2453101 [3]. В исследовании мы воспользовались наиболее наглядным способом с использованием рамки площадью 1 м<sup>2</sup>. Рамка укладывается на поверхность после прохода комбайна и посчитывается число зерен на поверхности поля. Полученный результат обрабатывают по данной формуле:

$$\frac{A \times B \times 1000 \times 10}{C \times D \times E}$$

$$C \times D \times E$$

где А – число зерен на 1 м<sup>2</sup>;

В – ширина молотилки, м

С – ширина жатки, м

D – число зерен в кг (см. таблицу)

E – урожайность, кг/га

Полученный результат выражают в процентах.



Рис.2 Замеры с помощью мерной рамки 1 м<sup>2</sup>

Размер издержек урожая зависит от погодно-климатических ситуаций, а также от длительности уборки, от подготовленности к работе машин и от профессионализма механизаторов.

Потери за комбайнами классифицируют 2-мя типами: на земле – свободным зерном и колосом; в соломе после обмолота – свободным зерном и недомолотом [8].

Потери за жаткой комбайна бывают в виде свободного зерна (выбитого из колосьев рабочими органами жатки), срезанных и несрезанных колосьев.

Жатка комбайна имеет большой диапазон технологических регулировок рабочих органов (плавающего транспортёра, режущего аппарата, мотовила, делителей, шнека), обеспечивающих качественную уборку зерновых культур.

С целью определения потерь зерна жаткой комбайна применяют рамку площадью 1м<sup>2</sup>, изготовленную из шпагата, проволоки, складного метра либо других материалов. Данную рамку прикладывают в различных участках убранного поля по диагонали через 50...100м. В границах рамки собирают все без исключения виды потерь (свободным зерном, срезанными и несрезанными колосьями). Зерно из срезанных и несрезанных колосьев обмолачивают вручную. Подсчитывают общее число зёрен, утерянных в границах рамки, как среднее из абсолютно всех определений. Величину потерь зерна (в кг/га либо процентах) от урожайности определяют расчётами, исходя из массы потерянных зёрен и урожайности [9].

С целью определения потерь недомолотом и свободным зерном в соломе и полове в хозяйственных условиях применяют органолептический способ.

Органолептический способ определения величины потерь недомолотом базируется на установлении числа зёрен, оставшихся невымоложенными в определённом количестве колосьев, и на разных способах пересчёта их в величину потерь в процентах от урожая, в зависимости также от исходных показателей.

Если фактические потери превосходят определенный уровень, комбайн останавливают, обнаруживают причины потерь и регулируют рабочие органы. При контроле кон-

центрируют внимание на герметизацию сопряжённых сборочных единиц жатки и наклонной камеры, наклонной камеры и молотилки, элеваторов с шнеками, решетных станков со стенками молотилки [10].

На комбайн регламентируют следующие параметры потерь:

Таблица 2

**Параметры потерь**

Вид потерь	% потерь
- за жаткой при уборке прямостоящих хлебов (степень полеглости до 20%), не более	- 0,5%
- за жаткой при уборке полеглых хлебов (степень полеглости до 20%), не более	- 1,5%
- за молотилкой, не более	- 1,5%
Таким образом, общие потери за комбайном не должны быть больше:	
- при уборке прямостоящих хлебов	- 2%
- при уборке полеглых хлебов	- 3%

Так как комбайны были «выставочные», то есть новые, следовательно, износ практически отсутствовал. В их конструкциях применялись современные технические решения. Следовательно, техническое состояние комбайнов было одного уровня.

**Результаты испытаний.**

Таблица 3

**Перечень испытуемых комбайнов**

№ п/п	Марка комбайна Combine Brand	Жатка reaper	Ширина захвата жатки Width of grip	Высота среза Cutting height	Потери Losses	Виды потерь Types of losses
1.	PCM-161	Power Stream 900	9 м	25 см	2,3	в основном зерно mostly grain
2.	ACROS-585	Power Stream 700	7 м	20 см	5,7	в основном зерно

						mostly grain
3.	VECTOR-410	Power Stream 600	6 м	25 см	4,3	в основном колоски mostly spikelets
4.	КЗС-1218	ЖЗК-7-5	7 м	22 см	1,7	в основном зерно mostly grain

Как мы можем заметить, на работу комбайнов самое большое влияние оказали индивидуальные качества комбайнера, его профессиональность, что образует рабочую концепцию: «природные условия – хлебная масса – машина-индивид». Помимо этого следует принимать во внимание напряженную ситуацию для механизаторов, так как испытания совершались на выставке областного значения. Это подтверждает тот факт, что потери колосьями были только на комбайне №3.



Рис.3 Потери за комбайном №3

### **Источники потерь зерна за комбайнами.**

Источниками потерь у комбайна являются жатка и молотилка. Источниками потерь жатки являются режущий аппарат, делители и мотовило, а молотилки – молотильное устройство, соломотряс, зерноочистительное устройство, смотровые и регулировочные люки шнеков и элеваторов, щели в местах соединения рабочих органов.



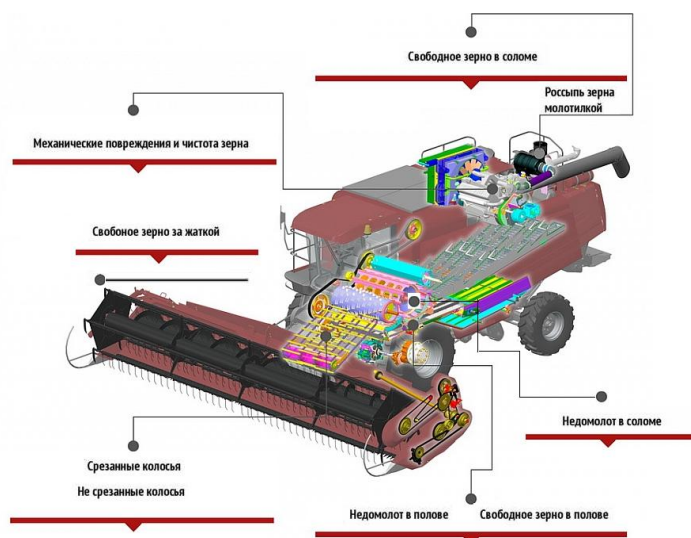


Рис. 4 Источники потерь зерна на примере комбайна КЗС-1218

При скашивании в валки жатками ключевым видом потерь считаются срезанные колосья (82,0%), потом свободное крупа (11,9 %), выбитое из колосьев планками мотовила (в среднем 6,1%). При подборе потери срезанными колосьями всегда занимают значительную часть (73%), чем потери свободным зерном (27%).

Главными источниками потерь зерна при отдельной уборке и при прямом комбайнировании является жатвенная (35-65%) и молотильная (65-35%) части комбайна. Почти невозможно разделить контроль над качеством работы жатки от качества работы молотилки и наоборот.

Основная часть потерь за молотилкой падает на свободное зерно в соломе и в полове, при этом потери свободным зерном в соломе преобладают (за исключением яровой пшеницы, при обмолоте [6] которой потери свободным зерном более в полове), утраты недомолотом, как правило, больше в соломе, чем в полове.

Убираемая культура оказывает влияние на соотношение издержек. При оптимальных режимах работы и оптимальных технологических регулировках потери свободным зерном при уборке ячменя составляют примерно 70 % абсолютно всех потерь молотилкой, а при уборке яровой пшеницы – примерно 30%.

Часть потерь свободным зерном в соломе при обмолоте пшеницы колеблется с 34,4 вплоть до 60,0%, а недомолот колоса в соломе – с 4,2 вплоть до 39,0%.

Общий порядок контроля над качеством исполнения зерноуборочных работ возможно представить следующим образом: жатка (срезанные колосья, свободное зерно в поле) – молотилка (солома, полова, зерно в бункере). При этом сначала в соломе проводят проверку потери свободным зерном, потом недомолот; в полове кроме того сначала определяют потери свободным зерном, потом недомолот; в бункере комбайна контролируют чистоту и механические повреждения зерна.

В первую очередь многое зависит от квалификации комбайнера [7]. Полностью избежать потерь невозможно.

Предлагаемые рекомендации при работе на комбайнах РСМ-161, ACROS-585, VECTOR-410, КЗС-1218 и других:

- в начале любой смены совершить проверку уплотнений между жаткой, проставкой, наклонной камерой. Забраться под комбайн и проверить уплотнения стрясной доски;
- в ходе работы проверить за комбайном, какое качество половы остается;
- при переходе с одного поля в другое вновь проконтролировать потери;
- регулировки оборотов вентилятора и зазора решет находятся в зависимости от засоренности, влажности, погодных условий. Немало потерь идет на уклонах;
- перед началом работы обязательно проводить ЕТО, осматривать и очищать решета;
- многое находится в зависимости от скорости комбайна. Обороты мотвила должны быть в соответствии скорости комбайна, в особенности в поздние сроки уборки, когда зерно уже самоосыпается из колоска;

#### **Библиографический список**

1. *Фёдоров В. Ф., Богиня М. В.* Контроль качества работы зерноуборочного комбайна. Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия. Режим доступа: <http://www.kgau.ru/new/all/konferenc/02/>.
2. КЗС-1218 Инструкция по эксплуатации. «Приложение Д». Методика определения потерь зерна за комбайном при уборке зерновых культур.
3. Патент РФ на изобретение №2453101 RU / МПК А01D41/127 (2006.01) А01D75/00 (2006.01) Способ определения потерь зерна за комбайном.
4. ГОСТ 10840-64 «Зерно. Методы определения натурсы».
5. ГОСТ 16470-84 «Ячмень, требования при заготовках».
6. *Ловчиков А.П.* К вопросу об изменении подбирающей поверхности пружинного пальца транспортерной ленты подборщика зерноуборочного комбайна «ACROS-530» / А.П. Ловчиков, А.Н. Зеленин, И.И. Огнев, И.Г. Огнев, В.В. Кирилов // Известия Международной академии аграрного образования. 2016. № 30. С. 40-44.
7. *Тагаев Х.* Повышение качества образования и подготовки кадров АПК в современных условиях / Х. Тагаев, С.Т. Эргашева, Г.М. Ахмедова, М.Л. Юсупов // В сборнике: Современные тенденции развития аграрного комплекса материалы международной научно-практической конференции. ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский

институт аридного земледелия», Региональный Фонд «Аграрный университетский комплекс». 2016. С. 1780-1782.

8. *Иовлев Г.А.* Экономическая эффективность модернизации зерноуборочных комбайнов при уборке колосовых культур / Г.А. Иовлев, В.С. Зорков, И.И. Голдина // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 9. С. 34-37.

9. *Зеленин А.Н., Юсупов М.Л.* Автоматизация вождения сельскохозяйственных машин для обработки почвы, посева, ухода за растениями и уборки. Екатеринбург, 2016.

10. *Бахтерев А.А.* Совершенствование процесса обмолота зерновых культур / А.А. Бахтерев, Г.А. Иовлев, А.Г. Несговоров // Теория и практика мировой науки. 2017. № 10. С. 51-60.

11. Yan Q., Yang F., Dong F. et al. Yield loss compensation effect and water use efficiency of winter wheat under double-blank row mulching and limited irrigation in northern China // FIELD CROPS RESEARCH. Vol. 216. Pp. 63-74. Published: FEB. 2018.