

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

А. В. Клочков, В. В. Гусаров, В. Ф. Ковалевский

# **ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ УБОРКЕ**

*Рекомендации  
для специалистов сельского хозяйства, аспирантов, студентов  
старших курсов*

Горки  
БГСХА  
2015

УДК 631.631.554.004.16:354.2

ББК 42.6я45

К50

*Одобрено Научно-техническим советом БГСХА.  
Протокол № 2 от 20 января 2015 г.*

Авторы:

доктор технических наук, профессор *А. В. Клочков*;  
старший преподаватель *В. В. Гусаров*;  
аспирант *В. Ф. Ковалевский*

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *А. Н. Карташевич*;  
кандидат технических наук, доцент *И. В. Дубень*

**Клочков, А. В.**

К50 Предотвращение потерь зерна при уборке : рекомендации /  
А. В. Клочков, В. В. Гусаров, В. Ф. Ковалевский. – Горки :  
БГСХА, 2015. – 108 с.

Рассмотрена проблема предотвращения потерь зерна при комбайновой уборке. Изложены основные тенденции использования зерноуборочных комбайнов в Республике Беларусь и их усовершенствования с целью повышения эффективности работы и предотвращения потерь зерна. Учтены параметры растений как объектов уборки. Обобщен опыт использования комбайнов в различных хозяйствах. Приведены правила настройки основных узлов зерноуборочного комбайна (жатки, молотилки, очистки) на работу без потерь урожая.

Для специалистов сельского хозяйства, аспирантов, студентов старших курсов.

УДК 631.631.554.004.16:354.2

ББК 42.6я45

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Республика Беларусь располагает значительными возможностями для увеличения валовых сборов зерновых культур. В соответствии с Государственной программой устойчивого развития села на 2011–2015 гг. планируется довести производство зерна до объема 12 млн. т. Для этого разработан и планомерно внедряется комплекс мероприятий организационного, технологического и технического направления.

Снижение потерь зерна при комбайновой уборке является важнейшим элементом современных технологий. Современные зерноуборочные комбайны имеют потенциальные возможности для проведения уборки с минимальными затратами. Хотя в республике отмечается тенденция снижения количества применяемых комбайнов, но последовательно осуществляется их качественная модернизация, направленная на повышение производительности и качества работы.

Последовательно растут и урожаи зерна, достигшие в 2014 г. почти 40 ц/га. Уборка возрастающего урожая требует еще больше внимания и соответствующей настройки комбайнов. При этом следует обязательно учитывать физико-механические характеристики убираемых культур.

Опыт передовых хозяйств Беларуси указывает на реальные возможности уборки высоких урожаев зерна с минимальными потерями. Условия уборки ряда лет были достаточно благоприятными для проведения работ, однако следует быть готовыми и к работе в условиях повышенной влажности. Здесь работе без потерь урожая необходимо уделить особое внимание.

В целом рассматриваемая проблема имеет государственное значение и направлена на дальнейшее повышение эффективности сельскохозяйственного производства путем экономии. Недопустимы потери уже выращенного урожая. Однако это непростая задача, которая требует профессионального отношения со стороны всех участников уборочной страды.

## 1. ОЦЕНКА ОБЩЕЙ СИТУАЦИИ С УБОРКОЙ ЗЕРНОВЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Основным источником роста является повышение урожайности на основе интенсификации производства, предусмотренной Государственной программой развития АПК [1]. Достаточное увлажнение почвы обеспечивает в Беларуси высокую эффективность использования минеральных удобрений в сочетании с органическими. Переход к интенсивному производству на наиболее плодородных почвах позволил бы при сокращении посевных площадей повысить урожайность в 2,5–3 раза, а затраты топлива и потребность в технике снизить в 1,5–2 раза. Необходимо строгое соблюдение технологии обработки почв. В связи с этим ускоренного развития требуют исследования в области адаптивно-ландшафтного земледелия. Именно в этом направлении кроются большие резервы как повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий, сохранения плодородия почвы, так и значительной экономии минеральных удобрений и средств защиты.

Для зерновых колосовых ставится задача на засеваемых площадях (рис. 1.1) возделывать сорта и гибриды потенциальной урожайностью в 100–120 ц/га, в том числе пивоваренного ячменя, отвечающего требованиям пивоваренных стандартов с содержанием белка не более 10,5 %, урожайностью 70–75 ц/га; кукурузы на зерно – 100 ц/га и зернобобовых – 50–60 ц/га.

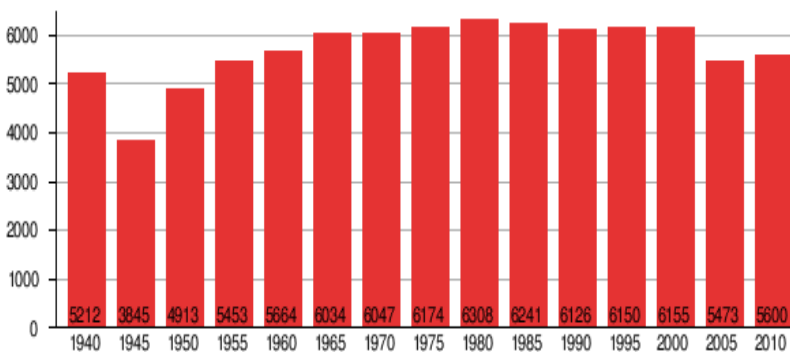


Рис. 1.1. Общая посевная площадь в Республике Беларусь за 1940–2010 гг.

Дефицит зерна может быть преодолен путем увеличения его производства за счет улучшения структуры зернового клина, наращивания производства кормового зерна, приготовления сбалансированных комбикормов, более широкого использования ржи при приготовлении комбикормов. Важным и необходимым элементом проводимых мероприятий является снижение потерь урожая на всех этапах уборки.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), Беларусь находится на втором месте в мире после Польши по количеству площадей, засеянных тритикале (516,6 тыс. га), и на четвертом месте по ее сбору (1,78 млн. т против 2 млн. во Франции, 2,5 млн. в Германии и 5,2 млн. в Польше). Беларусь находится на пятом месте в мире по количеству площадей под рожью (448 тыс. га) и на четвертом месте в мире по ее сбору (1,2 млн. т против 4,3 млн. в России и Германии и 3,7 млн. в Польше) [19]. Беларусь также находится на восьмом месте в мире по количеству площадей под картофелем и на десятом месте по его сбору (7,1 млн. т против 73,3 млн. у лидера, Китая) [1]. Производство зерна на душу населения в Республике Беларусь в 2011 г. составило 884 кг.

Средняя урожайность зерновых в белорусском сельском хозяйстве, как правило, находится приблизительно на одинаковом уровне с урожайностью в соседних странах (рис. 1.2).

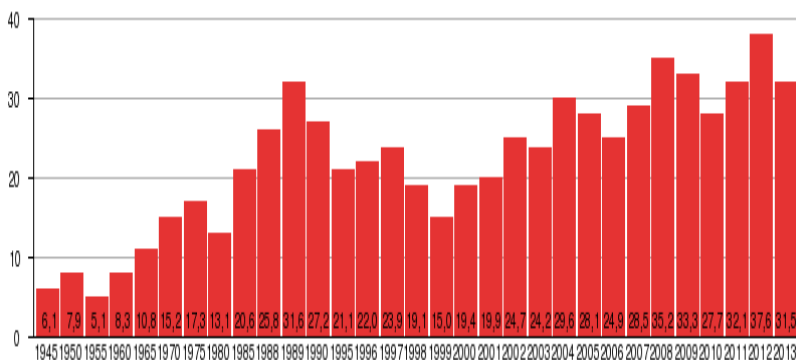


Рис. 1.2. Средняя урожайность зерновых в Республике Беларусь (по данным Белстата)

Тем не менее Беларусь значительно уступает в урожайности в сравнении со странами Западной Европы и США. По уровню урожай-

ности кукурузы Республика Беларусь находится на шестом месте с конца в Европе [19].

В Беларуси используются зональные системы земледелия, которые учитывают сложившиеся объемы возделывания зерна в отдельных регионах (рис. 1.3).

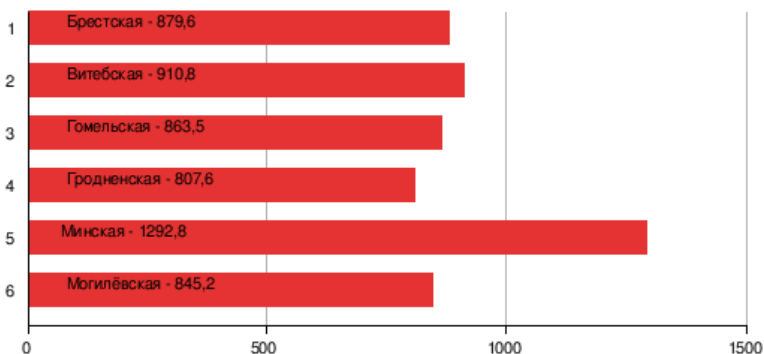


Рис. 1.3. Посевные площади по областям (тыс. га)

Системно-экономический анализ, приведенный в исследованиях академика В. Г. Гусакова [22], показывает, что устойчивая конкурентная способность производства зерна в республике может быть достигнута при средней республиканской урожайности не ниже 50 ц/га. Об этом свидетельствуют многие показатели и прежде всего рентабельность производства. Так, при переходе от урожайности 25 до 50 ц/га уровень рентабельности увеличивается соответственно от минус 4 до плюс 51,8 %. Это говорит о том, что необходимо задействовать набор разнообразных мер, факторов и резервов для ускоренной интенсификации зернового хозяйства. Сделать это непросто, но, полагаем, вполне возможно. Нужно, чтобы установился строжайший диктат технологий, максимально учитывались требования технологических регламентов, а все параметры научных рекомендаций были обязательными для исполнения. Не секрет, что в настоящее время все потери и недоборы зерна, как и другой продукции, – это результат нарушения технологических регламентов и отступления от научных основ организации производства (рис. 1.4).

Выборочные обследования показывают, что только во время уборки ежегодно по стране теряется не менее 1 млн. т зерна [22]. В пер-

спективе такое надо полностью исключить. Технология эффективного хозяйствования должна стать своеобразным законом.

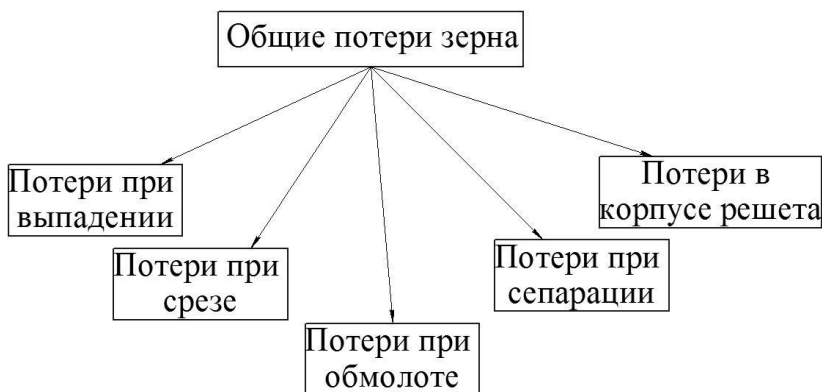


Рис. 1.4. Составляющие потерь зерна при комбайновой уборке

Надо иметь достаточно надежную и производительную технику, а также необходимое количество высококачественных оборотных ресурсов, квалифицированных кадров, хорошо владеющих инновационными технологиями и знающих, что такое «дисциплина технологий».

Исходная естественно-природная продуктивность белорусской земли находится в пределах 8–10 ц/га зерна. Получаемые теперь результаты – это многолетняя системная работа по повышению и укреплению продуктивной способности земли. В результате созданы достаточно высокие базовые потенциальные условия для так называемого экономического или искусственного плодородия. Таким образом, современная урожайность – это итог целевой рукотворной, созданной человеком продуктивности земли. Конечно, такая продуктивность весьма уязвима, требует постоянно адекватных вложений средств в ее поддержание. Но это вполне закономерно. В свое время академики С. Г. Скоропанов и Т. Н. Кулаковская проводили идею производства одной тонны зерна в расчете на человека. Это были попытки преодолеть сплошное засилье экстенсивных методов и встать на путь интенсификации во времена Советского Союза, когда было принято решение развернуть в Белоруссии строительство крупных животноводческих комплексов с использованием многообразных ресурсов, выделяемых из союзных фондов. Уже в те времена ученые понимали, что без

интенсификации и расширения местного производства страна окажется в сильнейшей зависимости от союзных поставок. В отдельные годы поставки зерна на предприятия республики достигали 300–400 тыс. т. Это сильно сдерживало внутриреспубликанское производство и особенно животноводство. Ныне времена и происходящие в мире экономические процессы, особенно коснувшиеся России, заставляют бороться за свои экономические интересы в окружении мощных производителей и поставщиков сельскохозяйственной продукции. Зерна никогда не бывает много. Если нет необходимости трансформировать его в другую продукцию, в том числе животноводческую, это вполне ликвидный товар в натуральном виде. Заметим, что население земного шара и общемировые потребности в продовольствии уже продолжительное время растут более быстрыми темпами по сравнению с ростом мирового производства продуктов питания. Беларуси важно воспользоваться этой благоприятной конъюнктурой. Уже в настоящее время страна может продавать на мировом рынке не менее 1 млн. т зерна, а при достижении конкурентоспособных объемов в размере 15 млн. т продажа может достичь 2–3 млн. т и более. Реально ли это для республики? Оптимизационные расчеты академика В. Г. Гусакова показывают [22], что не только реально, но и неизбежно. Опыт ряда стран со схожими условиями и задачами подтверждает это. Например, Венгрия в настоящее время производит в два раза больше зерна как по объему, так и в расчете на одного жителя страны при гораздо меньшем размере сельскохозяйственных угодий, при этом ежегодно экспортирует более 6 млн. т зерна.

### **1.1. Наличие зерноуборочных комбайнов**

Сельскохозяйственные предприятия различных форм собственности в настоящее время имеют около 20 разнообразных моделей зерноуборочных комбайнов белорусского и зарубежного производства. Количественный и качественный состав за период 2003–2010 гг. претерпел существенные изменения (рис. 1.5). Общее число использовавшихся зерноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных организациях за пять лет (2006–2010 гг.) сократилось на 12 %. Особенно высокими темпами уменьшалось количество некоторых моделей технически несовершенной техники, прежде всего, комбайнов КЗР-10 – в 25,5 и «Дон-1500» – в 5,8 раза (рис. 1.5).

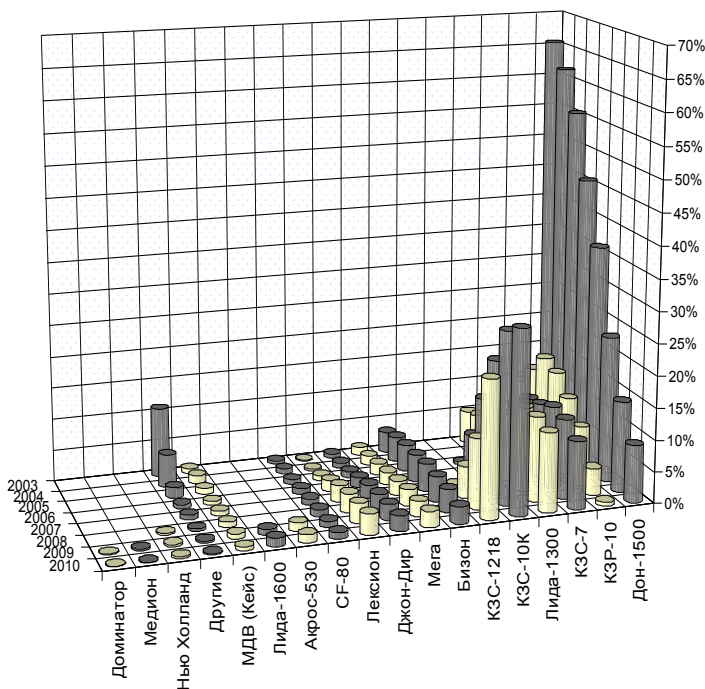


Рис. 1.5. Модели зерноуборочных комбайнов в составе парка за 2003–2010 гг.

Эти модели комбайнов в уборочном сезоне 2006 г. составляли 60 %, но к 2010 г. подверглись физическому износу, перестали отвечать возрастающим техническим и эксплуатационным требованиям современного производства.

Одновременно шел процесс сокращения количества отечественных комбайнов КЗС-7 (на 14 %), зарубежных моделей: BIZON – на 44 %, MDW(CASE) – на 18 %, CF-80 – на 9 %. Также значительно (в 3,8 раза) сократилось количество моделей других комбайнов («Енисей», «Нива», «Дон-1200»).

Благодаря процессу непрерывного технического совершенствования зерноуборочных комбайнов и увеличения их выпуска в сельскохозяйственные организации Беларуси поступило значительное количество новых машин (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Виды и количество работавших зерноуборочных комбайнов

Комбайны	2006 г.		2008 г.		2010 г.		Коэф. роста 2010 г. к нач. года
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	
КЗС-1218	–	–	589	5,1	2522	21,9	32,75
КЗС-10К	845	6,5	2448	21,3	3353	29,1	3,07
«Лида-1300»	1227	9,4	1534	13,4	1458	12,6	1,19
«Лида-1600»	–	–	–	–	157	1,4	1,57
КЗР-10	1992	15,2	1974	9,4	78	0,7	0,04
КЗС-7	1439	11,0	1505	13,1	1241	10,8	0,86
«Дон-1500»	6017	46,0	2665	23,2	1043	9,0	0,17
«Акрос-530»	–	–	–	–	147	1,3	1,00
LEXION	228	1,7	341	3,0	380	3,3	1,67
MEGA	261	2,0	296	2,8	296	2,6	1,13
DOMINATOR	–	–	–	–	15	0,1	2,14
MEDION	–	–	–	–	8	0,0	0,32
JOHN DEERE	216	1,7	274	2,4	279	2,4	1,29
NEW HOLLAND	–	–	26	0,2	38	0,3	1,46
MDW (CASE)	79	0,6	95	0,8	65	0,6	0,82
CF-80	127	1,0	123	1,1	116	1,0	0,91
VIZON	555	4,2	462	4,0	312	2,7	0,56
Другие	84	0,6	39	0,3	22	0,2	0,26
Итого...	13070	100	11,471	800	11,530	100	0,88

Производство зерноуборочных комбайнов начиналось на предприятии «Гомсельмаш» в 1996 г. с модели КЗР-10. В 1999 г. ОАО «Лидагропроммаш», согласно лицензионному договору с корпорацией CASE IH, начало сборку зерноуборочного комбайна CASE-525H, получившего название «Лида-1300». За 2000–2004 гг. в ОАО «Лидагропроммаш» и других белорусских предприятиях было организовано производство большинства узлов и деталей комбайна «Лида-1300». С 2009 г. начато серийное производство зерноуборочного комбайна «Лида-1600» (аналог-прототип CF-80 Case IH), также изготавливаемого по лицензии и из машинокомплектов фирмы CASE IH.

В настоящее время белорусское комбайностроение представлено следующими моделями зерноуборочных комбайнов: КЗР-10, КЗС-7, КЗС-8, КЗС-812, КЗС-10К, КЗС-1218, КЗ-14, «Лида-1300», «Лида-1600». Этот модельный ряд имеет диапазон пропускной способности от 7 до

14 кг/с. Последовательно совершенствовались образцы выпускаемых комбайнов. В настоящее время ПО «Гомсельмаш» освоен выпуск производительных зерноуборочных комбайнов серии «ПАЛЕССЕ GS».

С 2007 г. в хозяйства республики начали поступать зерноуборочные комбайны белорусского производства моделей КЗС-1218. За 2006–2010 гг. количество отечественных комбайнов КЗС-10К увеличилось почти в 4 раза, моделей «Лида-1500» – на 19 %. Особенно высокими темпами повышалось оснащение сельскохозяйственных организаций новыми моделями отечественных комбайнов КЗС-1218: коэффициент роста увеличился почти в 33 раза. Расширились поставки зарубежных комбайнов фирмами CLAAS (модели LEXION – на 67 %, MEGA – на 13 %), NEW HOLLAND, JOHN DEERE (на 13 %).

За 2006–2010 гг. произошла принципиальная переориентация в структуре парка зерноуборочных комбайнов. Если в 2006 г. удельный вес работавших машин зарубежных моделей составлял почти 58 %, то в 2010 г. их доля не превышала 24 %.

Характерны тенденции изменения количественного состава комбайнового парка, которые отражают увеличение машин белорусского производства. Следует обратить особое внимание на структурные сдвиги, имевшие место в составе комбайнового парка Беларуси в 2010 г. по сравнению с 2009 г. Эти изменения нацелены на дальнейшее совершенствование количественного и качественного состава зерноуборочной техники. Они отражаются в процентных пунктах. При сокращении общего количества комбайнов в 2010 г. по сравнению с 2009 г. на 5,4 %, число комбайнов ПО «Гомсельмаш» КЗС-1218 возросло в 2 раза (на 10,9 п. п.), КЗС-10К – на 8,7 % (3,5 п. п.). Число высокопроизводительных зарубежных машин Lexion увеличилось на 4,4 %, моделей Mega – на 9,2 %, а CASE CF-80 – на 2,6 %. Вместе с тем имело место существенное уменьшение числа некоторых как отечественных, так и зарубежных моделей: КЗР-10 – на 81 % (11,2 п. п.); КЗС-7 – на 4,5; «Лида-1300» – на 2,8; «Дон-1500» – на 34,5 (–4,1 п. п.); Bizon – на 26,3; MDW (CASE IH) – на 28,0; Medion – в 3,2 раза; других комбайнов («Нива», «Енисей») – на 36,6 %.

Приведенные данные показывают, что продолжается активный поиск рациональных моделей комбайнов, которые по своим техническим возможностям в сочетании с оптимальным числом машин позволяют проводить уборочные работы в лучшие агротехнические сроки с минимальными потерями урожая. Разнообразие моделей зерноуборочных комбайнов, работавших на полях Беларуси, позволяет оценивать и

сравнивать их технические, технологические, производственные и экономические характеристики, выявлять положительные стороны и недостатки каждой модели. Таким образом, нынешнее зерновое поле Беларуси можно считать своеобразным полигоном для разностороннего изучения количественных и качественных характеристик различных моделей зерноуборочных комбайнов.

На начало 2014 г. в хозяйствах Беларуси насчитывалось 11693 комбайна. Среди них основное количество представлено моделями ПО «Гомсельмаш» (рис. 1.6).

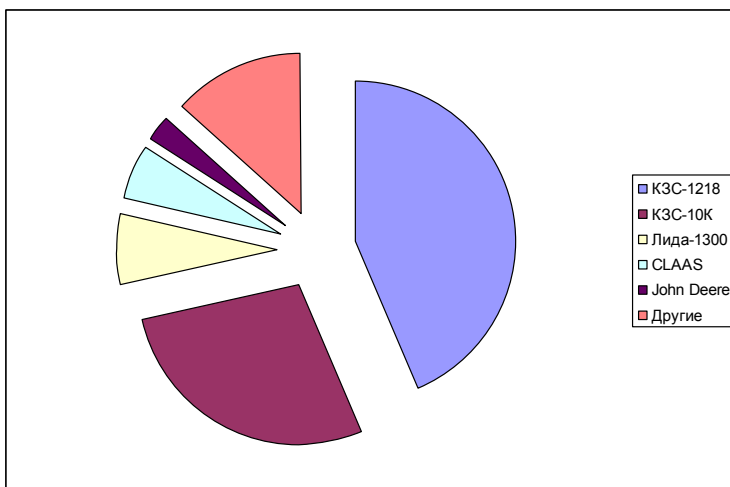


Рис. 1.6. Относительное количество зерноуборочных комбайнов

Среди наиболее применяемых были модели КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12», доля которых возросла до 43,7 %, а также КЗС-10К «ПАЛЕССЕ GS10» – до 27,7 % (табл. 1.2). В сравнении с 2013 г. количество комбайнов несколько сократилось.

Состав комбайнового парка формировался на протяжении длительного периода и в настоящее время характеризуется достаточно большим разнообразием моделей как отечественного, так и импортного производства. Существующая тенденция после 2010 г. характеризуется сокращением числа работавших комбайнов, в том числе из-за нехватки механизаторов (рис. 1.7).

Таблица 1.2. Парк зерноуборочных комбайнов по состоянию на начало года

Регион	Зерноуборочные комбайны, всего		
	на 1 января		1 января 2014 г. в % к 1 января 2013 г.
	2013 г.	2014 г.	
Республика Беларусь	12 072	11 693	96,9
Области:			
Брестская	1 749	1 673	95,7
Витебская	2 190	2 119	96,8
Гомельская	1 706	1 630	95,5
Гродненская	1 878	1 845	98,2
Минская	2 964	2 808	94,7
Могилевская	1 585	1 618	102,1

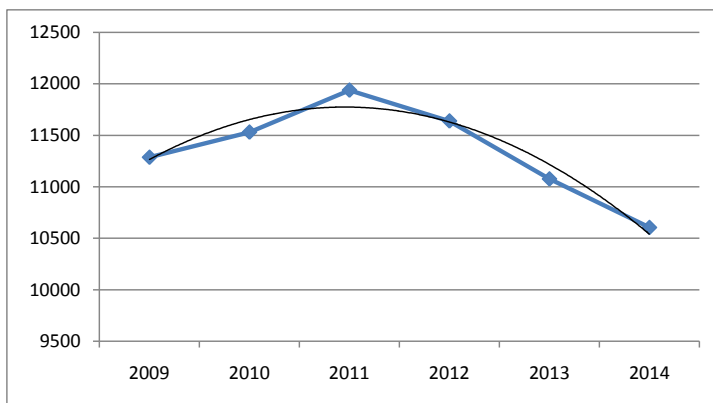


Рис. 1.7. Изменение численности работавших комбайнов по годам уборки

В уборке зерна урожая 2014 г. приняли участие 10605 комбайнов, а средняя нагрузка на комбайн составила 224 га (по данным МСХиП). Всего имеется около 20 различных моделей зерноуборочных комбайнов. Необходимо отметить, что в динамике за 2009–2014 гг. комбайновый парк республики претерпел довольно существенные количественные и качественные изменения (табл. 1.3).

**Таблица 1.3. Состав и структура парка работавших зерноуборочных комбайнов в АПК Беларуси**

Модели комбайнов	2009 г.		2014 г.		2014 г. в % к 2009 г.
	шт.	%	шт.	%	
Отечественные машины, всего	7880	69,8	8904	83,96	113,0
КЗС-1218	1261	11,17	5295	49,93	419,9
КЗС-10К	3081	27,3	2803	26,43	91,0
«Лида-1300»	1524	13,5	552	5,21	36,2
«Лида-1600»	100	0,89	161	1,52	161,0
КЗС-7	1425	12,63	93	0,88	6,5
КЗР-10	489	4,33	0	0,00	0,0
Зарубежные машины, всего	3406	30,2	1603	15,12	47,1
«Дон-1500»	1629	14,43	483	4,55	29,7
«Акрос-530»	147	1,3	140	1,32	95,2
Lexion	361	3,2	381	3,59	105,5
John Deere	279	2,47	270	2,55	72,4
Mega	272	2,41	197	1,86	72,4
Dominator	7	0,06	1	0,01	14,3
Medion	25	0,22	0	0,00	0,0
CASE CF-80	112	0,99	49	0,46	43,8
New Holland	35	0,31	34	0,32	97,1
MDW (Case)	89	0,79	25	0,24	28,1
Bizon	416	3,69	8	0,08	1,9
Другие модели	34	0,3	15	0,14	44,1
Всего	11286	100	10605	100	94,0

По данным табл. 1.3 видно, что при общем уменьшении числа всех работавших в АПК Беларуси комбайнов важные изменения в численности и структуре имели место по отечественному комбайновому парку. Продолжается рост общего числа отечественных машин за пятилетний период: темп прироста составил 13 %. Особенно высокими темпами увеличивалось число комбайнов модели КЗС-1218 «ПАЛЕС-CE GS12» (более 4 раз).

Вместе с тем резко сократилась численность комбайнов КЗС-7, «Лида-1300» и прекратилась эксплуатация зерноуборочных комплек-

сов КЗР-10. Эти изменения представляются полностью оправданными. Вместе с ростом парка работавших зерноуборочных комбайнов отечественного производства за пятилетний период существенно (более чем в 2 раза) уменьшилось число машин зарубежных моделей, прежде всего комбайнов «Дон-1500», а также моделей Vizon, CF-80, MDW (Case).

За рассматриваемый период в составе парка зерноуборочных комбайнов произошли структурные сдвиги, направленные на повышение удельного веса отечественных машин (с 69,8 до 83,96 %), в первую очередь за счет поступления в АПК комбайнов типа КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12», а также КЗС-10К «ПАЛЕССЕ GS10». В 2014 г. удельный вес парка работавших зарубежных зерноуборочных комбайнов снизился по сравнению с 2009 г. с 30,2 до 15,12 %. Вместе с тем некоторые зарубежные модели (Lexion, New Holland и др.) подтвердили статус высокой надежности в работе и повышенной технологической производительности (рис. 1.8).

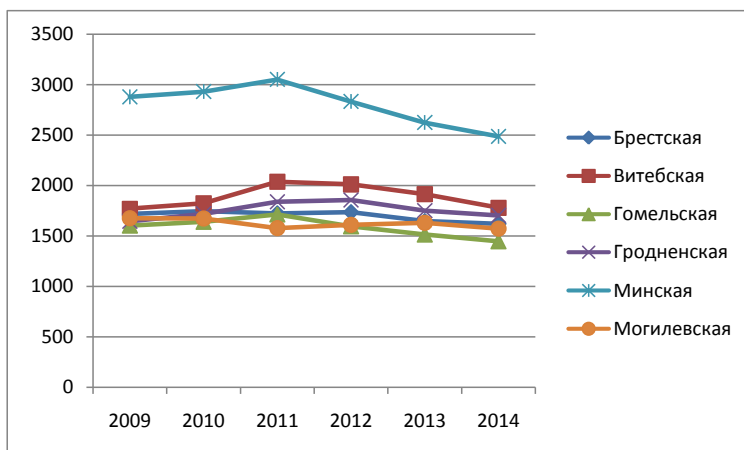


Рис. 1.8. Наличие комбайнов по областям Республики Беларусь

Таким образом, существенные количественные и структурные изменения парка зерноуборочных комбайнов за 2009–2014 гг. свидетельствуют о важных положительных активных процессах вывода из системы АПК Беларуси морально и физически устаревших, ненадежных и низкопроизводительных машин, их замены на современные, технически надежные, высокопроизводительные комбайны.

**Рекомендации.** Следует ожидать дальнейшего сокращения численности работающих зерноуборочных комбайнов. Применяемые комбайны должны отличаться надежностью и высокой производительностью.

## 1.2. Тенденции использования

Многообразие моделей зерноуборочных комбайнов по номинальной производительности, технической и технологической надежности, общей эксплуатационной продолжительности, уборочному периоду и другим важным факторам оказывает существенное влияние на результаты сезонных уборочных работ. Динамику численности и удельного веса работавших зерноуборочных комбайнов в зависимости от намолота зерна на одну машину можно проследить по данным, приведенным в табл. 1.4.

Таблица 1.4. Группировка работавших зерноуборочных комбайнов в зависимости от их сезонной производительности

Интервалы по сезонному намолоту зерна на 1 комбайн	2009 г.		2013 г.	
	шт.	%	шт.	%
До 300	1271	11,26	1472	13,30
300–500	1868	16,55	2016	18,20
500–600	1334	11,82	1506	13,60
600–700	1291	11,44	1394	12,60
700–800	1189	10,54	1149	10,40
800–900	1025	9,08	990	8,90
900–1000	786	6,96	754	6,80
1000–1500	1895	16,79	1484	13,40
1500–2000	455	4,03	244	2,20
2000–2500	118	1,05	44	0,50
2500–3000	38	0,34	13	0,10
3000–4000	16	0,14	5	0,05
Более 4000	0	0	5	0,05
Всего	11286	100	11076	100

В то же время это позволяет сравнивать и анализировать практические результаты использования различных моделей комбайнов в раз-

ных производственно-климатических условиях. Существует своеобразный полигон с использованием более 11 тыс. комбайнов, что позволяет оценивать разные показатели, в том числе и потери зерна.

Из приведенных данных видно, что за период с 2009 по 2013 г. по основной массе комбайнов было намолочено до 1000 т зерна на одну машину. При этом если в 2009 г. таких комбайнов было 77,7 %, то в 2013 г. – свыше 83 %. Динамика средних намолотов на один комбайн (см. рис. 1.2) отличалась по годам, но в 2014 г. достигла максимального значения в 871 т (рис. 1.9).

На данный показатель оказывает влияние, прежде всего, полученный на полях урожай зерна, а также тенденция изменения числа применяемых машин.

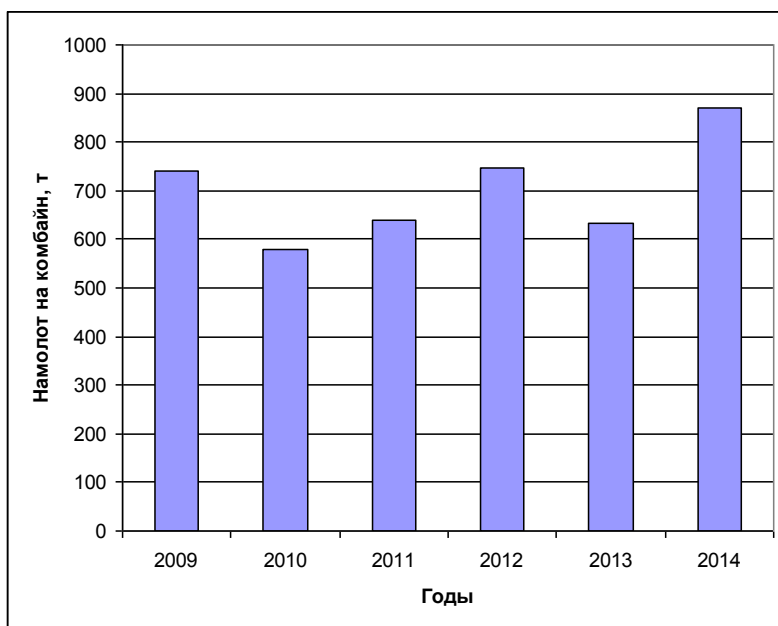


Рис. 1.9. Показатели намолотов зерна в расчете на один комбайн за 2009–2014 гг.

Например, в 2013 г. по сравнению с 2009 г. сократилась доля комбайнов, которыми намолочено за сезон более 1000 т зерна на одну ма-

шину, – с 22,3 до 16,3 %. Можно также отметить, что средний сезонный намолот зерна на один физический комбайн в Беларуси в 2013 г. по сравнению с 2009 г. снизился с 741 до 632 т. Однако в 2013 г. пять комбайнов серии Lexion намолотили свыше 4000 т зерна и один комбайн КЗС-1218 – свыше 3000 т зерна. Результаты 2014 г. отличаются рекордной производительностью. Так, в «Агрокомбинате «Ждановичи» Минского района комбайн Lexion-770 намолотил 7345,7 т зерна (на 15.08.2014 г.)

Приведенные цифры указывают на существующую тенденцию колебания сезонной производительности зерноуборочных комбайнов, работавших в системе АПК Беларуси (рис. 1.10).

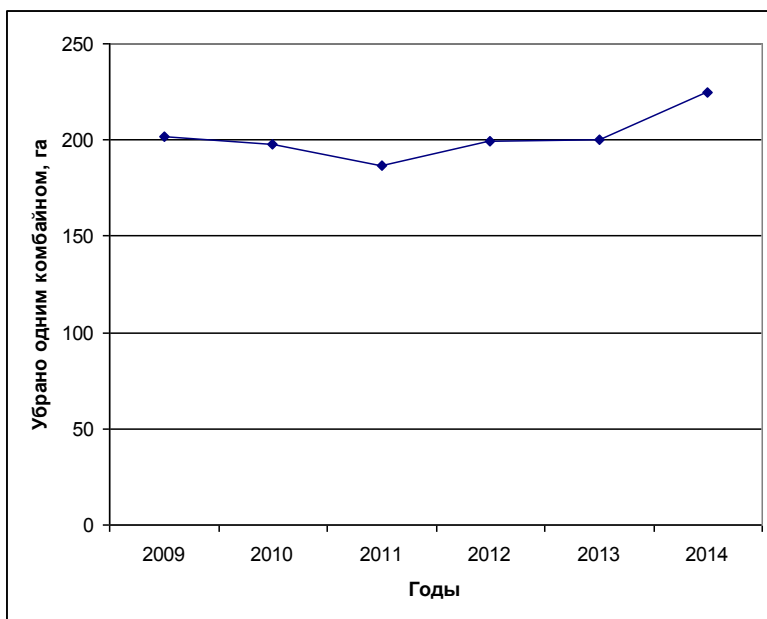


Рис. 1.10. Изменение показателей убираемых площадей одним комбайном за 2009–2014 гг.

Сезонная производительность каждого зерноуборочного комбайна по количеству убранных гектаров является важным показателем, синтезирующим в себе комплекс причин, прежде всего, часовую производительность рабочей смены (рабочего дня), продолжительность сезона

уборки. В свою очередь, каждый из этих показателей формируется под воздействием многих факторов. Так, часовая уборочная производительность комбайна, нацеленная на скашивание убираемой площади, определяется не только его номинальной мощностью, технической и технологической надежностью, но и состоянием почвы, длиной гона, конфигурацией уборочного участка, климатическими условиями работы машины, квалификацией, умением, опытом работы и самодисциплиной механизаторов, обслуживающих комбайновый парк, своевременностью разгрузки бункера.

Эти факторы могут влиять главным образом на величину посевной площади, убираемой в течение одного часа. Однако часовая убираемая площадь культур – это не конечный результат работы зерноуборочной техники. Намного важнее убранный площадь является часовой намолот зерна. Поэтому при проведении зерноуборочных работ особую важность представляет часовая производительность комбайна, измеряемая количеством намолоченного зерна и во многом зависящая от урожайности убираемых культур. При прочих равных условиях убираемая площадь скашивается легче и быстрее на участках с относительно невысокой урожайностью; высокая же урожайность культур позволяет обеспечивать повышенный часовой намолот зерна.

***Рекомендации.** Производительность зерноуборочных комбайнов должна повышаться и в среднем приближаться к 1000 т зерна в расчете на один комбайн.*

### **1.3. Продолжительность уборки**

В период уборки урожая фактор продолжительности рабочей смены (рабочего дня) играет особую роль. Он формирует дневную производительность зерноуборочной техники. Продолжительность рабочей смены и рабочего дня в большей мере зависит от обеспеченности комбайнового парка механизаторскими кадрами сельскохозяйственной организации. Совершенно очевидно, что если на один физический комбайн приходится по два комбайнера, то в организации ежесуточно можно легко наладить двухсменный режим уборочных работ и при этом добиться высокой производительности зерноуборочных комбайнов.

Следует отметить, что за рассматриваемый период наблюдалось постоянное снижение числа отработанных дней в среднем на один комбайн (рис. 1.11).

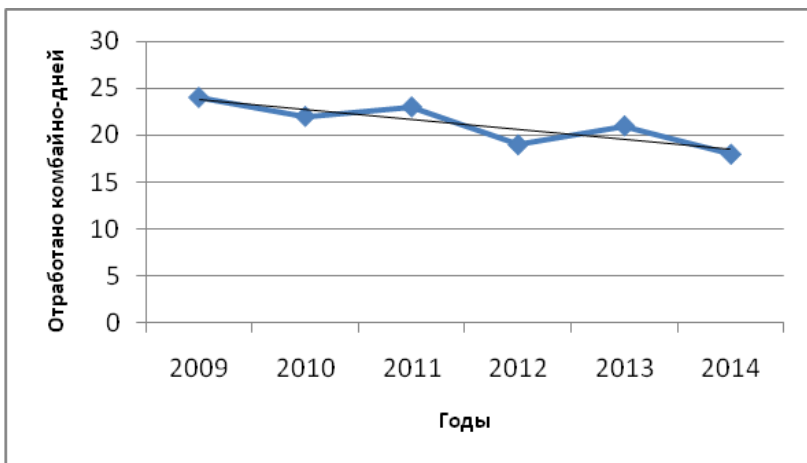


Рис. 1.11. Изменение числа отработанных дней в среднем на комбайн за 2009–2014 гг.

Однако во многих сельскохозяйственных организациях Беларуси в расчете на один физический зерноуборочный комбайн приходится не более одного постоянно работающего комбайнера. К тому же современная зерноуборочная техника отличается повышенной сложностью в обслуживании и эксплуатации, для чего даже опытным механизаторам необходимо систематически поднимать свой квалификационный уровень. Но поскольку парк зерноуборочных комбайнов Беларуси и соответственно комбайнеры в активной работе заняты на протяжении сравнительно короткого периода времени (не более двух месяцев в течение календарного года), то проблема подготовки и повышения квалификации современных комбайнеров в системе АПК остается острой (рис. 1.12).

Уборка зерновых урожая 2014 г. проходила в исключительно благоприятных погодных условиях. Работы массово начались 21 июля, когда в целом по стране было убрано 9,5 % посевов зерновых и зернобобовых культур. По состоянию на 22 июля хозяйства Беларуси уже намолотили 1086,9 тыс. т зерна. Средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур составляет 31 ц/га. Самая высокая урожайность – в Гродненской области (40,9 ц/га). Больше всего намолочено зерна в Гомельской области – 338,4 тыс. т. На втором месте по намоло-

ту Брестская область (213,9 тыс. т), на третьем – Могилевская (194,8 тыс. т).

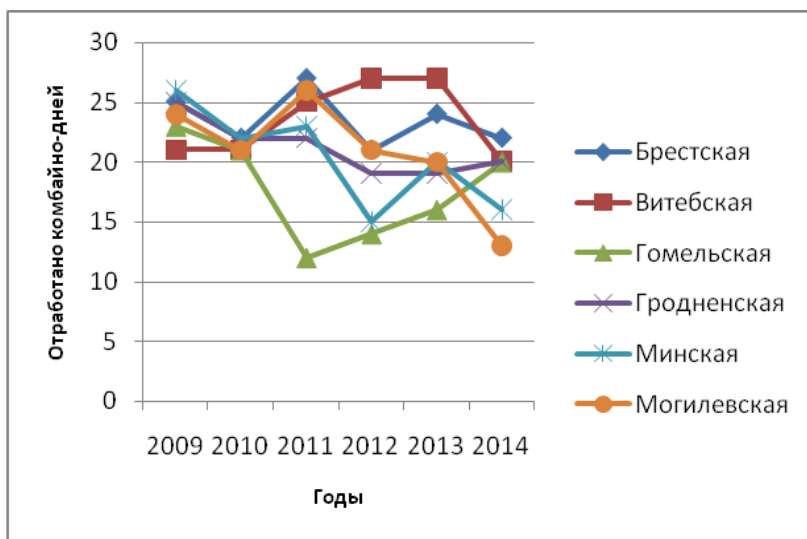


Рис. 1.12. Длительность использования зерноуборочных комбайнов по областям за 2009–2014 гг.

Хозяйства Минской области намолотили 166 тыс. т, Гродненской – 89 тыс. т, Витебской – 85 тыс. т. Всего зерновых и зернобобовых культур в республике убрано на 351,1 тыс. га (14,4 % плана).

По темпам уборки лидировали хозяйства Гомельской области (33,8 % задания). Дальнейший период характеризовался повышением темпов уборки.

В Могилевской области было убрано 18,5 % зерновых и зернобобовых культур, в Брестской – 18,1, в Минской – 8,9, в Витебской – 6,7, в Гродненской – 6,2 %. Началась уборка пивоваренного ячменя. Его было убрано на 12,1 тыс. га (14,3 % к посеянному). Намолочено ячменя 41,6 тыс. т при урожайности 34,3 ц/га. Озимый рапс убран уже на площади 224,5 тыс. га (82,7 % плана). Его было намолочено 360,8 тыс. т при средней урожайности семян 16,1 ц/га (рис. 1.13).

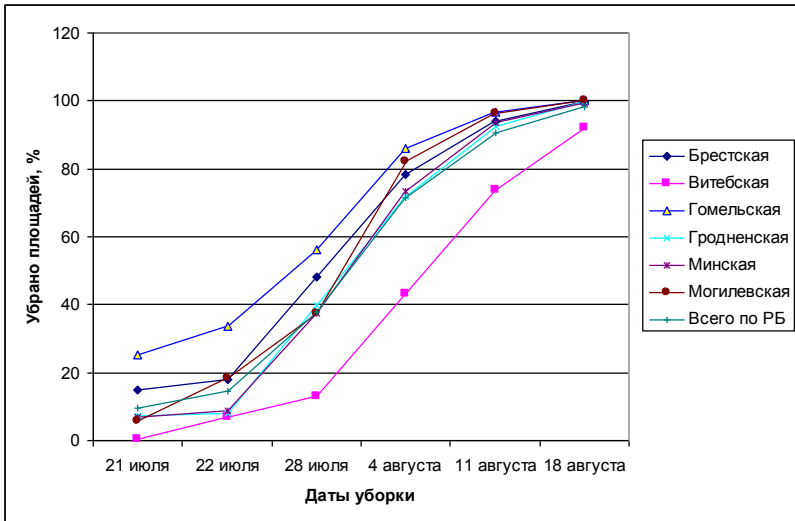


Рис. 1.13. Характеристика темпов проведения работ по убраным площадям в 2014 г.

Наибольший прирост убираемых площадей наблюдался в период с 28 июля по 4 августа. И по состоянию на 8 августа, в Беларуси было убрано 2,055 млн. га зерновых и зернобобовых культур, что составило 84,7 % от плана. При средней урожайности 39,7 ц/га было намолочено 8 165 тыс. т зерна. В счет госзаказа поставлено 830 тыс. т зерна (70,2 %), 267,2 тыс. т семян рапса (81 %).

Можно констатировать, что сроки проведения уборочных работ в целом соответствовали требованиям агротехники и потерь урожая из-за самоосыпания не происходило.

**Рекомендации.** При планировании уборки ее реальная продолжительность не должна превышать 15 дней. Это обеспечит сохранность урожая и снизит возможные потери.

#### 1.4. Урожайность зерна

Эффективность зернового хозяйства в решающей степени определяет показатели сельскохозяйственного производства. Ставится обоснованная цель дальнейшего повышения урожайности возделываемых культур при возможном сокращении затрат на производство.

Эта сложная задача должна решаться комплексно, и важная роль принадлежит специальной уборочной технике. Накопленные данные позволяют продолжить и расширить данный анализ как в разрезе областей, так и по моделям используемых зерноуборочных комбайнов (рис. 1.14, 1.15).

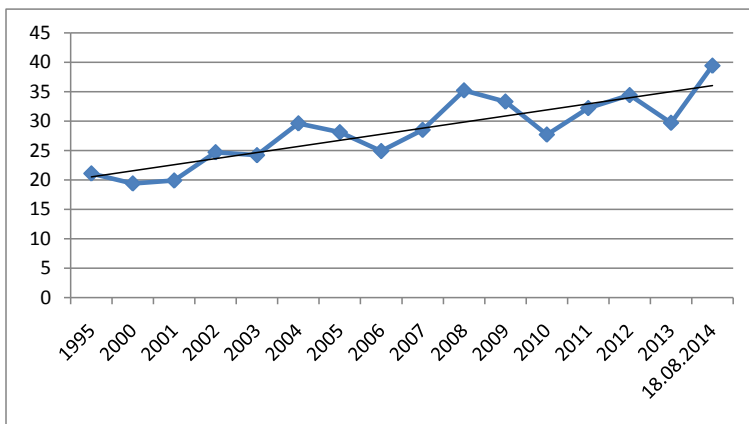


Рис. 1.14. Тенденции изменения урожайности в Республике Беларусь за 1995–2014 гг.

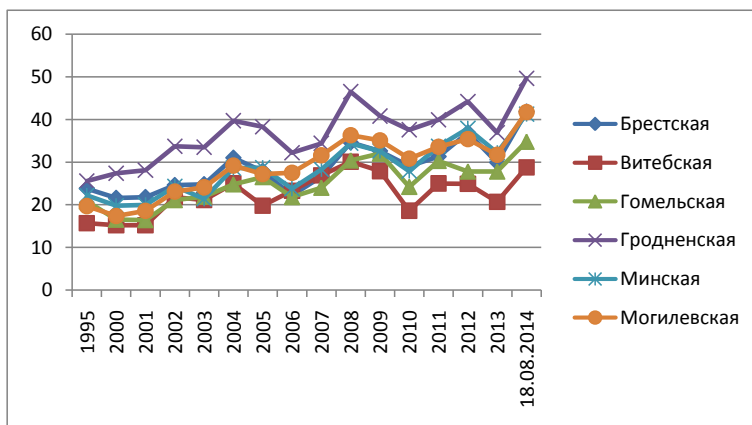


Рис. 1.15. Урожайность зерна по областям за 1995–2014 гг.

Проблема обоснованного выбора рационального количества и марочного состава зерноуборочных комбайнов может решаться с учетом комплекса действующих факторов. Эта задача представляется очень сложной и неоднозначной. Этому вопросу посвящен ряд исследований [9], в ходе которых рассматривались различные параметры комбайнов и условия их работы. Сравнение зерноуборочных комбайнов известных моделей обычно осуществляют по показателям производительности, надежности, качеству работы, стоимости и др.

Применяемые технологии и соответствующая организация работ позволяют получать устойчивые урожаи зерна. В лучших хозяйствах по областям она составила:

- ОАО «Агро-Кобринское» Кобринского района – 75 ц/га;
- ОАО «Рудаково» Витебского района – 64 ц/га;
- «Агрокомбинат «Холмеч» Речицкого района – 72,1 ц/га;
- СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района – 99 ц/га;
- ОАО «Гастеловское» Минского района – 93,7 ц/га;
- СПК «Гигант» Бобруйского района – 82,1 ц/га.

В среднем по областям за период уборочных работ урожайность была стабильной (см. рис. 1.2). Некоторый подъем показателей отмечен в середине уборки с 28 июля по 11 августа (рис. 1.16).

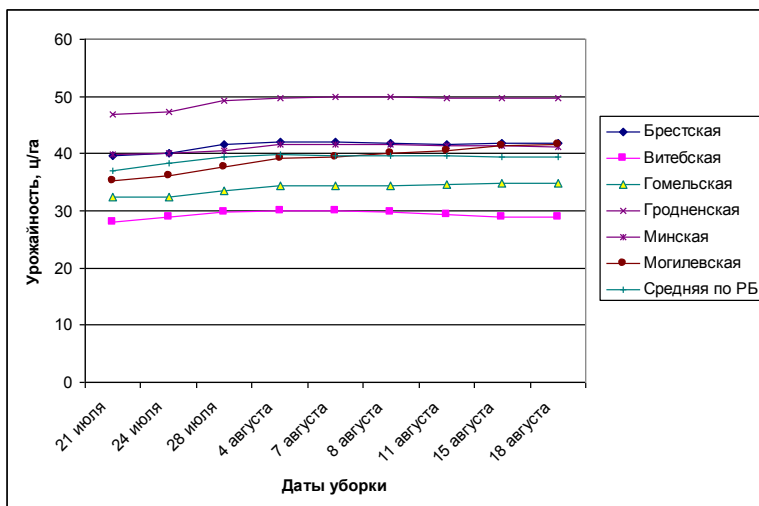


Рис. 1.16. Динамика урожайности по датам уборки в 2014 г.

Как и в прежние годы, наиболее высокие показатели урожайности, приближающиеся к 50 ц/га, сохраняются в хозяйствах Гродненской области. На полях Витебской области получены урожаи в 28–30 ц/га. В среднем по республике к окончанию уборочных работ зафиксирована рекордная средняя урожайность в 39,4 ц/га.

***Рекомендации.** Следует ориентироваться на тенденцию роста урожайности свыше 40 ц/га, а в отдельных хозяйствах – существенно выше. Применяемые комбайны должны обеспечивать качественную работу в установленные сроки.*

### **1.5. Особенности применения комбайнов в регионах**

В сравнительно коротком зерноуборочном периоде постоянной задачей является своевременный сбор с минимальными потерями выращенного урожая. Поэтому продолжительность каждого рабочего дня в этот период во многих сельскохозяйственных организациях, как правило, максимально растянута. На уборке урожая зерновых и зернобобовых культур участвуют тысячи комбайнов с различной продолжительностью рабочего дня. Поэтому различия в продолжительности рабочего дня по сельскохозяйственным организациям и регионам республики нивелируются за счет большого числа работавших комбайнов, т. е. формируется определенная среднестатистическая продолжительность рабочего дня комбайнов, принимавших участие в сборе урожая. Это означает, что если в отдельно взятой сельскохозяйственной организации фактор продолжительности рабочего дня может значительно влиять на дневную производительность комбайнового парка, то по большой массе организаций различия в продолжительности рабочего дня сглаживаются до среднестатистической величины и, таким образом, выступают в качестве нейтрального фактора.

Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь при сборе и обобщении ежегодной информации о работе зерноуборочных комбайнов, начиная с 2009 г., включено в программу получение данных о количестве отработанных комбайно-дней в расчете на одну работавшую машину, т. е., по существу, о продолжительности уборки урожая зерновых и зернобобовых культур по регионам и в целом по республике. Эти данные показывают, что в 2009 г. фактический период сбора урожая составлял в среднем 24 дня, колеблясь от 21 (Витебская область) до 26 дней (Минская область). В 2014 г. продолжительность уборки составляла в среднем по Беларуси 21 день, при

региональных колебаниях – от 16 (Гомельская область) до 27 дней (Витебская область).

Результаты расчетов, характеризующие динамику основных показателей работы одного среднесезонного зерноуборочного комбайна в системе АПК Беларуси и отражающие влияние среднедневного намолота зерна и продолжительности уборочного сезона на изменение среднесезонного намолота представлены за пятилетний период с 2009 по 2013 г. (табл. 1.5).

Таблица 1.5. Динамика основных показателей работы среднесезонного зерноуборочного комбайна в АПК Беларуси

Области	2009 г.			2013 г.			Изменение среднего сезонного намолота в 2013 г. по сравнению с 2009 г., %		
	Средний дневной намолот зерна, т	Отработано в среднем за сезон, дн.	Средний сезонный намолот зерна, т	Средний дневной намолот зерна, т	Отработано в среднем за сезон, дн.	Средний сезонный намолот зерна, т	Итого	В том числе за счет	
								дневного намолота	отработанных дней
Брестская	29	25	725	27	24	648	89,4	93,1	96
Витебская	30	21	630	20	27	540	85,7	66,7	128,6
Гомельская	29	23	667	35	16	560	84	120,7	69,6
Гродненская	37	25	925	38	19	722	78,1	102,7	76
Минская	28	26	700	32	20	640	91,4	118,9	76,9
Могилевская	32	24	768	34	20	680	88,5	106,3	83,3
В среднем по республике	31	24	744	30	21	630	84,7	96,8	87,5

Из данных, приведенных в табл. 1.5, видно, что средний дневной намолот зерна на один комбайн в 2013 г. колебался по регионам от 20 (Витебская область) до 38 т (Гродненская область). Региональные колебания этого показателя имели место и в 2009 г. В целом по Беларуси дневная производительность одного комбайна в 2013 г. оказалась ниже, чем в 2009 г. В 2013 г. сократилась продолжительность уборочных работ по сравнению с 2009 г. В то же время следует обратить внимание на большие региональные колебания в 2013 г. по количеству отработанных комбайно-дней, приходящихся на одну машину. Так, если в Гомельской области уборка зерновых и зернобобовых продолжалась 16 дней, то в Витебской области – 27 дней (см. табл. 1.5).

В связи с этим нами была поставлена задача – рассчитать и оценить взаимосвязь и влияние непосредственных факторов, т. е. среднедневного намолота зерна, продолжительности уборочного сезона на среднесезонный объем намолоченного зерна в расчете на один физический зерноуборочный комбайн по регионам Беларуси в 2013 г. по сравнению с 2009 г.

С этой целью был применен индексный метод. Необходимо отметить, что индекс среднедневного намолота зерна на один комбайн, превышающий 100 %, свидетельствует о положительном росте дневной производительности каждой зерноуборочной машины. В то же время при оценке изменения количества отработанных комбайно-дней и влияния этого показателя на среднесезонный намолот зерна положительным индексом следует считать результат ниже 100 %, так как сокращение продолжительности зерноуборочных работ – одно из важнейших условий повышения сезонной производительности комбайнового парка и снижения потерь урожая. В свою очередь, положительный результат работы зерноуборочной техники достигается в том случае, если индекс среднесезонного намолота зерна на одну машину превышает 100 %.

В результате взаимодействия двух непосредственных факторов – среднедневного намолота зерна на один комбайн и количества отработанных комбайно-дней, их неравнозначного воздействия на уборочный процесс в каждой области сформировался конечный показатель – средний сезонный намолот зерна на одну машину. По этому конечному показателю в 2013 г. сельскохозяйственные организации всех областей уступили данным 2009 г. Так, сезонный намолот зерна на один комбайн в Минской области оказался ниже почти на 9 %, в Гроднен-

ской области – на 22 %; в целом по Беларуси сезонный намолот на одну машину снизился более чем на 15 %.

Анализ показывает, что влияние двух непосредственных факторов на сезонный намолот зерна имеет региональные особенности. Например, в Витебской области при снижении сезонного намолота зерна в 2013 г. по сравнению с 2009 г. почти на 15 % средняя дневная производительность одного комбайна упала на треть, зато продолжительность уборочного сезона здесь увеличилась на 28,6 %. Не исключено, что при такой растянутой продолжительности уборки (27 дней) в регионе имели место ощутимые потери урожая.

Положительная уборочная ситуация сложилась в Гомельском регионе. Согласно материалам в 2013 г. по сравнению с 2009 г. среднедневной намолот на один комбайн возрос на 20,7 % при одновременном сокращении продолжительности уборочного сезона более чем на 30 %. Сравнение в динамике главного результативного показателя работы зерноуборочных комбайнов – среднесезонного намолота зерна на одну машину – показывает, что в сельскохозяйственных организациях Беларуси средняя сезонная производительность одного комбайна в 2013 г. по сравнению с 2009 г. снизилась на 15,3 % (с 744 до 630 т). Между тем неуклонный рост сезонной производительности каждого зерноуборочного комбайна является важнейшим условием рационального использования зерноуборочной техники. На современном этапе формирования парка зерноуборочных комбайнов Беларуси считается оптимальным сезонный намолот не менее 1000 т зерна на одну машину. Если принять во внимание ограниченный срок уборки урожая (15 дней), то дневной намолот зерна на один комбайн должен быть доведен до 67 т. В относительно непростых условиях 2013 г. из всего модельного комбайнового ряда этому требованию соответствовали комбайны Lexion, которыми за рабочий день было намолочено в среднем 68 т зерна. Лучшая отечественная модель КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» позволила намолотить за один день в среднем 31 т зерна. Вместе с тем более 20 % комбайнов КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» намолотили за сезон свыше 1000 т при среднедневной производительности одного комбайна не менее 50 т зерна. Основной базой формирования парка зерноуборочной техники в Беларуси являются машины КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12». Их достоинство заключается в применении трехбарабанной системы обмолота зерна, гарантирующей его полное выделение даже в сложных условиях работы. В последующем облегчается работа соломотряса и системы очистки, что позволяет при

условии правильной регулировки свести к минимуму возможные потери зерна.

Вместе с тем возможности повышения дневной и сезонной производительности зерноуборочных комбайнов значительны, а резервы улучшения использования комбайнового парка далеко не исчерпаны. Очень многое зависит и от опытности механизаторов, а также от складывающихся условий работы, включая засоренность полей, влажность растений, вид убираемой культуры и другие факторы.

**Рекомендации.** *Следует учитывать региональные особенности уборки и осуществлять планирование с учетом всего комплекса показателей. В перспективе следует предусматривать преимущественное использование комбайнов серии «ПАЛЕССЕ GS». Необходим постоянный мониторинг применения комбайнов по годам использования и административным областям.*

## 2. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УБОРКИ УРОЖАЯ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

В хозяйствах Республики Беларусь используется более 20 типов зерноуборочных комбайнов различных производителей. Эти комбайны имеют различные технические параметры и обеспечивают различные показатели уборки, в том числе и по характеристике потерь.

Обобщенные данные за 2010–2014 гг. позволяют проследить уровни урожайности при использовании различных типов комбайнов (табл. 2.1).

**Таблица 2.1. Урожайность зерновых и зернобобовых культур при уборке различными типами зерноуборочных комбайнов, т/га**

Типы комбайнов	Годы					Среднее за 2010–2014 гг.
	2010	2011	2012	2013	2014	
КЗС-1218	2,72	3,16	3,68	3,0	3,69	3,25
КЗС-10К	2,66	3,41	3,42	2,9	3,67	3,21
«Лида-1300»	3,22	3,52	3,85	3,4	4,45	3,68
«Лида-1600»	3,66	3,20	4,32	3,2	4,03	3,68
КЗС-7	2,45	3,26	2,96	2,4	3,17	2,85
«Дон-1500»	2,89	3,27	3,47	3,0	3,67	3,25
«Акрос-530»	2,96	3,96	3,57	3,3	3,69	3,50
Лексион	4,07	4,70	4,99	4,6	5,57	4,79
Джон Дир	4,31	4,41	4,91	4,2	5,17	4,59
Мега	3,51	4,14	4,49	3,7	4,48	4,07
Доминатор	2,61	3,39	4,96	3,2	2,8	3,39
Медион	3	3,37	4,34	3,2	3,7	3,51
CF-80	3,6	4,24	4,76	3,9	4,79	4,26
Нью Холланд	3,7	3,94	4,39	3,9	4,63	4,11
МДВ (Кейс)	3,25	3,28	4,28	3,0	4,32	3,63
Бизон	3,14	2,95	3,60	3,1	4,22	3,39
Другие	3,63	3,45	3,24	4,0	3,56	3,57
<b>Всего</b>	<b>2,93</b>	<b>3,43</b>	<b>3,75</b>	<b>3,2</b>	<b>3,87</b>	<b>3,43</b>

Можно предположить, что итоговая урожайность по результатам уборки определяется комплексом показателей, среди которых существенными являются и потери урожая.

В результате ранжирования по показателю урожайности выделяются модели импортных комбайнов, которые, как правило, эксплуатируются в лучших хозяйствах с более высокой урожайностью (рис. 2.1).

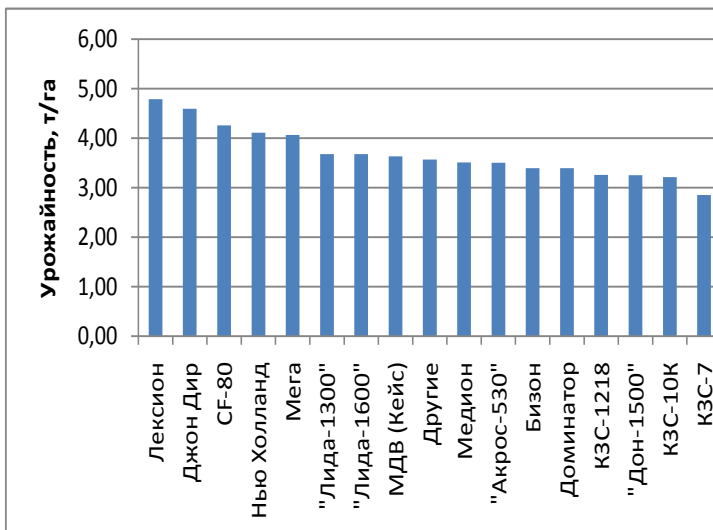


Рис. 2.1. Средние результаты по урожайности за 2010–2014 гг. при работе комбайнов различных моделей

Математическая обработка позволила установить, что в отношении контрольного варианта с использованием зерноуборочных комбайнов типа КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» наименьшая существенная разность при уровне значимости 0,05 составляет 0,423 т/га. При этом ряд моделей обеспечивает достоверную прибавку урожая в пределах 4,32–15,36 ц/га (табл. 2.2).

Достоверное преимущество с показателем 0,402 т/га обеспечивается только в сравнении комбайнов КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» с моделями КЗС-7.

Приведенные осредненные данные могут служить ориентиром при оценке моделей зерноуборочных комбайнов в целом по Республике Беларусь. Однако в каждом регионе и хозяйстве каждый год склады-

ваются свои условия уборки, поэтому представляется актуальным сравнение комбайнов в условиях лучших хозяйств различных областей. При дальнейшем анализе зерноуборочных комбайнов были взяты хозяйства по всей стране, чтобы дать непосредственно комплексную оценку работе зерноуборочных комбайнов в зависимости от урожайности.

Таблица 2.2. Достоверная прибавка урожайности в сравнении с использованием комбайнов КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12»

Модель комбайна	Относительная прибавка урожайности, ц/га
Lexion	15,36
John Deere	13,50
CASE CF-80	10,08
New Holland	8,62
Mega	8,14
«Лида-1300»	4,38
«Лида-1600»	4,32

По урожайности зерновых культур в «Агрокомбинате «Мир» Барановичского района за 2011–2014 гг. сложилась следующая тенденция (прил. 1). В 2011 г. максимальная урожайность зерновых культур свыше 45 ц/га получена в результате работы зерноуборочного комбайна «Лида-1300». В следующем году лидирующую позицию занял зерноуборочный комбайн КЗС-10К «ПАЛЕССЕ GS10» с показателем урожайности около 53 ц/га. На протяжении 2013–2014 гг. по урожайности не было равных комбайну КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12». Однако необходимо отметить, что тенденция роста урожайности по данному хозяйству наблюдается не всегда. К примеру, в 2013 г. зерноуборочным комбайном КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» получена урожайность свыше 40 ц/га, что меньше более чем на 10 ц/га по сравнению с предыдущим годом, когда лидирующее место занимал менее производительный зерноуборочный комбайн КЗС-10К «ПАЛЕССЕ GS10». Также к 2014 г. преимущественной моделью в хозяйстве стал КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12». Были списаны такие зерноуборочные комбайны, как «Лида-1300», КЗС-10К «ПАЛЕССЕ GS10», «Бизон».

В Брестском регионе по показателям уборки за 2013–2014 гг. выделяется СПК «Ляховичский» Ляховичского района (прил. 2). Изменение урожайности по максимальному значению за эти годы варьируется в пределах от 67 ц/га в 2013 г. до 80 ц/га в 2014 г. При этом урожайность

в 2013 г. находилась в пределах от 47 до 67 ц/га, в следующем году она заметно возросла и составляла от 79 до 52 ц/га. В СПК «Ляховичский» зерноуборочные комбайны зарубежного производства расположились по урожайности на последних местах. Из графических зависимостей (см. прил. 2) видно, что на протяжении 2013–2014 гг. лучшие результаты по урожайности обеспечил зерноуборочный комбайн КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12». При этом минимальные значения по урожайности имел зерноуборочный комбайн John Deere 9640 в 2013 г. с показателем около 48 ц/га, а в следующем году – с урожайностью 52 ц/га. В 2014 г. по сравнению с 2013 г. урожайность всех зерноуборочных комбайнов КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» составила свыше 60 ц/га.

Рассмотрим тенденцию изменения урожайности зерновых культур по маркам применяемых зерноуборочных комбайнов в ОАО «Агрокомбинат «Холмеч» Речицкого района за 2012 и 2014 гг. (прил. 3). Первоначально хотелось бы отметить наличие в данном хозяйстве зерноуборочных комбайнов фирмы Claas. Комбайн серии Lexion-600 как в 2012 г., так и в 2014 г. занимал лидирующие места, и обеспечиваемая им урожайность при этом соответственно составила 65 и 74 ц/га. Что же касается парка зерноуборочных комбайнов в целом, то преобладающее большинство составляют зерноуборочные комбайны ПО «Гомсельмаш». Их средние показатели по урожайности за 2012 г. составили около 58 ц/га, а уже к 2014 г. она находилась на уровне 65 ц/га. Заметно, что за анализируемый период с 2012 по 2014 г. парк комбайнов практически не изменился, однако был приобретен зерноуборочный комбайн Lexion-760, который уже в 2014 г. показал результат по урожайности свыше 60 ц/га.

Проследим закономерности изменения урожайности в зависимости от марки зерноуборочного комбайна в СПК «Агро-Мотоль» Ивановского района (прил. 4). Преобладающее большинство зерноуборочных комбайнов приходится на долю моделей КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12». Урожайность при использовании данных комбайнов составляет свыше 40 ц/га. Следует отметить, что в группе зерноуборочных комбайнов данной марки расхождения по урожайности достаточно велики и находятся в пределах от 26 до 40 ц/га, а это очень значительное расхождение. В 2013 г. в СПК «Агро-Мотоль» Ивановского района наметилась тенденция обновления парка зерноуборочных комбайнов. Сократилось количество зерноуборочных комбайнов КЗС-7, однако увеличилась численность зерноуборочных комбайнов более высокопроизводительных моделей. Лидирующую позицию за 2013 г. занял зерно-

уборочный комбайн КЗС-10К «ПАЛЕССЕ GS10», при этом его урожайность по результатам работы составила более 45 ц/га.

Для оценки урожайности передового Гродненского района были выбраны следующие хозяйства (прил. 5): СПК «Обухово» в 2013 г. (рис. 1), СПК им. В. И. Кремко в 2013 г. (рис. 2), СПК «Озеры» в 2012 г. (рис. 3). Опыт хозяйств Гродненского района весьма показателен [23]. Условия сельскохозяйственного производства в хозяйствах Гродненского района в определенной мере являются «модельными» и учитывают существующие перспективы развития других регионов Республики Беларусь. Здесь наблюдается устойчивая тенденция роста урожайности и существуют условия высокопроизводительного и эффективного использования техники. В хозяйствах района используются более 20 типов зерноуборочных комбайнов различных производителей.

В СПК «Озеры» Гродненского района в 2012 г. место лидера по урожайности занял зерноуборочный комбайн КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» с урожайностью 69 ц/га. В 2013 г. ситуация в хозяйстве изменилась и урожайность колебалась в пределах от 60 до 90 ц/га (прил. 5). Максимальные показатели обеспечивали зарубежные зерноуборочные комбайны фирм Claas и John Deere.

Средняя урожайность в СПК «Обухово» в 2014 г. составила около 60 ц/га (прил. 5, рис. 1), в СПК им. В. И. Кремко – 75 ц/га (прил. 5, рис. 2).

В Каменецком районе для анализа было выбрано ведущее хозяйство ОАО «Беловежский». Анализ урожайности при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Беловежский» в 2011 г. показывает, что урожайность колеблется в пределах от 29 до 58 ц/га (прил. 6, рис. 1). Наибольшую урожайность обеспечивали зерноуборочные комбайны «Лиди-1300» и John Deere. Урожайность в сезон 2011 г. по этим зерноуборочным комбайнам составила около 58 ц/га. Средняя же урожайность по хозяйству за 2011 г. составила около 40 ц/га.

Для анализа в Витебском регионе был выбран СПК «Вороняны» Островецкого района (прил. 7). В хозяйстве в 2011 г. большой процент от всего парка зерноуборочных комбайнов занимали комбайны Claas и John Deere. Урожайность, полученная при уборке зерна данными комбайнами, отличается незначительно и находится в пределах от 45 до 48 ц/га. Из модельного ряда преобладают комбайны серии Lexion-580, Mega-208 и John Deere. Что же касается зерноуборочных комбайнов

ПО «Гомсельмаш» и ОАО «Лидагропроммаш», то урожайность по результатам их работы составила в среднем 25 ц/га.

Для оценки урожайности по Оршанскому району (прил. 8) были выбраны следующие хозяйства: ОАО «Маяк-Высокое» в 2011 г. (рис. 1), СПК «Лариновка» в 2011 г. (рис. 2), ОАО «Агрокомбинат «Юбилейный» в 2014 г. (рис. 3, 4). Анализируя хозяйства Оршанского района, можно отметить, что модельный ряд представлен преимущественно отечественными зерноуборочными комбайнами. Что же касается урожайности, то она колеблется по годам и находится в пределах от 32 до 59 ц/га. Наибольшая урожайность в 59 ц/га в 2011 г. отмечена в СПК «Лариновка» при использовании зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» (прил. 8, рис. 2). В перечисленных хозяйствах отмечены значительные колебания урожайности по моделям зерноуборочных комбайнов.

Среди хозяйств Кличевского района проведен анализ урожайности при уборке зерна различными комбайнами в УКСП «Совхоз «Ольса» за 2012 г. (прил. 9, рис. 1). Основной парк зерноуборочных комбайнов приходится на ПО «Гомсельмаш». Урожайность за 2012 г. с использованием зерноуборочного комбайна КЗС-10 «ПАЛЕССЕ GS10» составила 37,8 ц/га. В целом колебания урожайности за 2012 г. находятся в пределах от 37,8 до 35,52 ц/га.

Для анализа представлены и самые северные хозяйства Республики Беларусь. В качестве примера проведем анализ урожайности при уборке зерна различными комбайнами в КУСХП «Северный» Городокского района в 2011 г. (прил. 10, рис. 1). При анализе ситуации в этом хозяйстве можно выделить, что урожайность относительно невысокая. Максимальные значения были достигнуты зерноуборочными комбайнами «Лида-1300» и КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» и составили около 32 ц/га.

**Рекомендации.** Следует ориентироваться на преимущественное использование зерноуборочных комбайнов серии «ПАЛЕССЕ GS», которые имеют значительные потенциальные возможности. В отдельных хозяйствах с высоким уровнем урожайности оправдано применение высокопроизводительных комбайнов зарубежных производителей.

### **3. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ СРЕЗА С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ**

Уборка урожая сельскохозяйственных культур связана со значительными затратами времени, труда и средств. Применительно к уборке зерновых, рапса и других крестоцветных культур это обусловлено необходимостью обработки значительной массы соломы, превышающей зерно. Поэтому перспективные технологии уборки предусматривают сведение к минимуму массы срезаемых стеблей и, в крайнем варианте, очес растений на корню. Данные технологии способствуют существенному сокращению затрат и повышению производительности комбайнов. При этом, с целью предотвращения возможных потерь урожая, параметры растений должны учитываться при назначении режимов работы уборочных машин.

Применительно к использованию зерноуборочных комбайнов задача сводится к обеспечению максимально возможной высоты среза. Тогда на обмолот будет поступать незначительная часть стеблевой массы, что снизит нагрузку на рабочие органы комбайна и позволит повысить его производительность.

В хозяйствах Беларуси районировано около 500 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур [15]. Это представляет достаточную статистическую базу для анализа характерных параметров и определения существующих закономерностей. Такие важные характеристики растений, как высота, длина колоса, высота расположения стручков можно рассматривать как случайные величины.

Можно с уверенностью предположить, что, как и большинство объектов живой природы, параметры высоты растений и длины колоса распределены по нормальному закону, описываемому функцией Лапласа [17]. Эта функция позволяет определить количество значений нормально распределенной случайной величины, попадающей в заданный интервал. С учетом средних квадратических отклонений  $\sigma$  в диапазоне  $\pm 3\sigma$  будет находиться абсолютное большинство (99,7 %) значений рассматриваемых величин.

Все виды зерновых культур имеют стебель в виде соломины и колос, составляющие общую высоту растения. Благодаря достижениям селекции и агротехники возделывания стабильные урожаи зерна способны давать выравненный по высоте стеблестой (рис. 3.1).

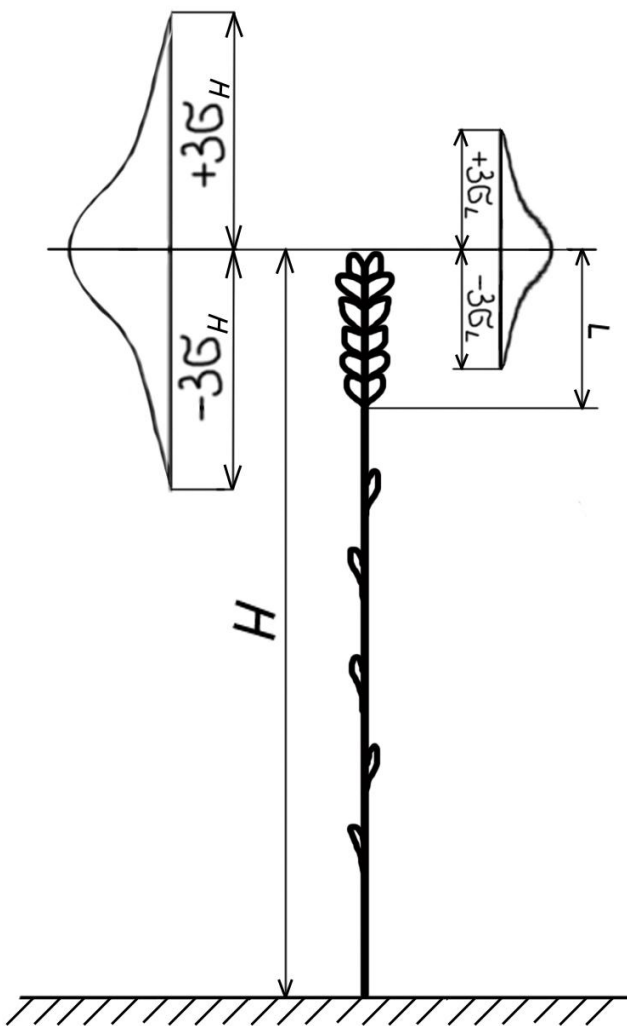


Рис. 3.1. Схема растения зерновой культуры с характерными параметрами высоты  $H$  и длины колоса  $L$  с учетом изменчивости параметров по средним квадратическим отклонениям  $\sigma$

Его параметры зависят от вида культуры и особенностей сорта или гибрида (табл. 3.1).

Таблица 3.1. **Параметры растений зерновых культур**  
(по характеристикам районированных сортов и данным сортоиспытаний [14])

Культура	Сорт	Высота растений, см		Длина колоса, см	
		минимальная $H_{\min}$	максимальная $H_{\max}$	минимальная $L_{\min}$	максимальная $L_{\max}$
1	2	3	4	5	6
Озимая рожь	Пуховчанка	126	157	9	–
	Верасень	71	135	–	–
	Калинка	132	150	–	–
	Радзіма	122	130	–	–
	Плуту	109	159	–	–
Озимая пшеница	Березина	88	116	8	11
	Надзея	110	112	–	–
	Мироновская остистая	78	100	9	10
	Пошук	80	95	9	10
	Капылянка	90	108	10	12
	Центос	85	95	–	–
	Мирлебен	85	95	–	–
	Каравай	95	110	8	9
	Сузор'е	–	–	9	10
Гармония	–	–	9	12	
Озимая тритикале	Михась	90	110	10	10
	Мально	120	130	–	–
	Дар Беларусі	130	135	–	–
	Мара	–	–	10	10
Яровая пшеница	Ленинградка	88	140	–	–
	Белорусская 80	80	95	–	–

Окончание табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Иволга	65	105	–	–
Озимый ячмень	Густ	60	97	5,5	7
	Купал	87	125	6,5	7
	Вавилон	65	95	–	–
	Молдавский 16	–	–	9	10
Яровой ячмень	Верасень	70	80	–	–
	Тутэйшы	80	100	–	–
	Визит	78	80	–	–
	Сябра	70	80	7	8
	Березинский	80	90	–	–
	Сталы	64	75	–	–
	Бурштын	68	83	–	–
	Дзівосны	68	76	–	–
	Вежа	–	–	6,5	8
Дина	–	–	5	6	
Среднее значение М		87,8	108,6	8,1	9,33
Среднее квадратическое отклонение σ		21,1	24,3	1,6	1,8
Коэффициент вариации, %		24,0	22,4	19,7	19,3

Данные, приведенные в табл. 3.1, характеризуют изменчивость высоты растений и длины колоса в зависимости от вида культуры и сорта. Однако разброс значений не очень высок и оценивается коэффициентом вариации в пределах 19,3–24,0 %.

При работе жатки все колосья, независимо от высоты растений, должны срезаться и направляться на обмолот. С учетом установленных значений параметров высоты растений и длины колоса, а также значений средних квадратических отклонений  $\sigma$  исследуемых параметров (см. табл. 3.1) максимальная высота среза  $H_{cp}$  определяется в соответствии с возможными условиями работы.

Для самых высоких растений с минимальной длиной колоса:

$$H_{cp} = (H_{max} + 3 \cdot \sigma_H) - (L_{min} - 3 \cdot \sigma_L) = \\ = (108,6 + 3 \cdot 24,3) - (8,1 - 3 \cdot 1,6) = 178,2 \text{ см.}$$

Для самых низких растений с большой длиной колоса:

$$H_{cp} = (H_{max} - 3 \cdot \sigma_H) - (L_{min} + 3 \cdot \sigma_L) = \\ = (97,8 - 3 \cdot 21,1) - (9,33 + 3 \cdot 1,8) = 9,77 \text{ см.}$$

Для средних значений высоких растений с малой длиной колоса:

$$H_{cp} = H_{max} - L_{min} = \\ = 108,6 - 8,1 = 100,5 \text{ см.}$$

Для средних значений низких растений с большой длиной колоса:

$$H_{cp} = H_{min} - L_{max} = \\ = 87,8 - 9,33 = 78,47 \text{ см.}$$

Крестоцветные культуры включают сорта и гибриды озимого и ярового рапса, а также сурепицу озимую и редьку масличную. Параметры этих культур характеризуются общей высотой растений и расстоянием нижнего бокового побега от почвы (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Параметры растений крестоцветных культур [15, 16, 18, 19]

Виды крестоцветных культур	Сорт/гибрид	Высота растений, см		Расстояние нижнего бокового побега от почвы, см	
		минимальная $A_{min}$	максимальная $A_{max}$	минимальное $B_{min}$	максимальное $B_{max}$
1	2	3	4	5	6
Сорта озимого рапса	Дублянский	125	130	–	–
	Киевский 18	135	140	–	–
	Оградненский	170	176	–	80
	Лидер	150	–	45	–
	Элла	160	–	30	–
	Прогресс	140	155	40	50
	Добродей	140	150	40	50
	Балдур	170	–	40	–
	Зорный	150	160	50	60
	ЕС Нектар	175	–	28	–
	Арсенал	145	155	20	40
	Капитал	160	170	35	40
	Мартын	150	170	40	50
	Маяк	175	–	45	55
	Ливиус	170	–	35	40
	Боян	198	–	34	–
	Бризе	169	–	35	40
	Прометей	140	150	–	–
	Абакус	128	–	–	–
Александр	145	–	–	–	
Империял	140	–	–	–	
Бенефит	130	–	–	–	

Продолжение табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
Гибриды рапса озимого	Монолит	130	–	–	–
	Элвис	175	–	40	42
	ЕС Аргист	160	170	25	–
	ЕС Альяс	130	150	40	–
	ЕС Нептун	160	–	45	–
	Таурус	126	–	26	–
	Тарабант	188	–	31	–
	Токката	188	–	30	36
	Нельсон	181	–	34	–
	Вектра	170	–	25	35
	ЕС Алонсо	186	–	41	–
	Висби	184	–	–	–
	Геркулес	128	–	–	–
	ДК Секюр	142	–	–	–
	Днепр	199	–	40	50
	ЕС Гидро-мель	183	–	44	45
	ЕС Сапфир	180	–	45	–
	ЕС Домино	187	–	40	45
	Рохан	159	–	–	–
	Триангель	184	–	70	–
	Финесса	135	–	–	–
	Хорнет	206	–	35	40
	Шамплен	198	–	–	–
	Экзекутив	193	–	–	–
	НК Петрол	179	–	–	–
	ЕС Натали	135	–	–	–
	НК Октанс	130	140	–	–
	Венди	130	135	–	–
	Ситро	130	140	35	40
	Тассило	136	–	65	75
	ДК Серена-да	122	–	30	–
	НК Текник	146	–	–	–
Династи	128	–	–	–	
ДК Седона	133	–	–	–	
ДК Старлет	126	–	–	–	
ДК Экстрон	126	–	–	–	
Ксенон	130	–	–	–	
Сорта ярового рапса	Антей	93	133	–	–
	Кубанский	95	130	–	–
	Ирис	88	108	–	–
	Явар	98	120	–	–
	Гранит	88	110	–	–

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
	Лиазон	150	–	–	–
	Неман	140	–	41	–
	Гермес	130	–	45	–
	Водолей	110	134	25	46
	Янтарь	110	120	50	54
	Магнат	130	140	42	60
	Абилити	125	135	40	55
	Кромань	111	–	40	48
	Анатол	115	–	40	45
	Хантер	100	110	40	45
	Прамень	125	165	43	60
	Юра	110	–	40	–
	Ларисса	125	–	40	45
	Гедемин	135	–	20	25
Гибриды ярового рапса	Скиф	135	–	–	–
	Сиеста	125	–	60	–
	Алмаз	125	165	61	–
	Рубин	140	160	58	–
	Зоня КЛ	125	–	20	–
	Сальса КЛ	128	–	22	–
	Белинда	120	–	22	–
	ДК 7170 КЛ	120	125	–	–
	Калибр	125	–	–	–
	Конгест CL	125	–	–	–
	Мобиль CL	120	–	–	–
	Солар CL	120	125	–	–
	Траппер	120	–	–	–
	Джером	135	–	–	–
Озорно	128	–	–	–	
Мирко CL	125	–	–	–	
Сурепица озимая	Латвийская	130	140	–	–
	Изумрудная	125	130	–	–
Редька масличная	Радуга	100	135	–	–
	Тамбовчан- ка	140	170	–	–
Среднее значение М		140,7	140,6	39,3	47,6
Среднее квадратическое отклонение $\sigma$		27,3	19,4	13,0	12,2
Коэффициент вариации, %		19,4	13,8	32,7	25,6

В соответствии с полученными данными (табл. 3.2) высота растений крестоцветных культур в среднем составляет около 140 см. Среднее расстояние от почвы до нижнего бокового побега, определяющее

возможную высоту среза без потери урожая, находится в пределах 39,3–47,6 см. Изменчивость значений этого параметра по коэффициенту вариации составляет 25,6–32,7 %, и она более высокая, чем для высоты растений максимального и минимального значения.

С учетом средних значений и изменчивости показателя В (рис. 3.2) возможная высота среза верхней части растений крестоцветных культур без потери урожая может быть выбрана по четырем вариантам.

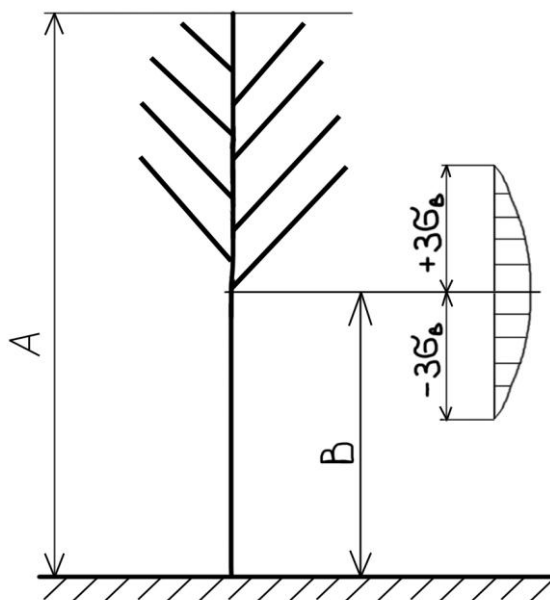


Рис. 3.2. Схема растения крестоцветных культур с характерными параметрами

Максимальное для высокого расположения ветвей со стручками и предельное значения отклонений:

$$H_{cp} = H_{max} + 3 \cdot \sigma = 47,6 + 3 \cdot 12,2 = 84,2 \text{ см.}$$

Минимальное для низкого расположения ветвей со стручками и предельное значения отклонений:

$$H_{cp} = H_{min} - 3 \cdot \sigma = 39,3 - 3 \cdot 13,0 = 0,3 \text{ см.}$$

Среднее для самого высокого расположения ветвей со стручками:

$$H_{\text{cp}} = 47,6 \text{ см.}$$

Среднее для самого низкого расположения ветвей со стручками:

$$H_{\text{cp}} = 39,3 \text{ см.}$$

Выбор рабочей высоты среза связан с многими обстоятельствами. Приведенные средние значения недостаточно учитывают особенности убираемых культур. Так, растения ячменя ярового – низкорослые и их средняя высота находится в пределах 72–79 см (коэффициент вариации 8,5–19,6 %), а озимая рожь достигает средней высоты 112–146 см (коэффициент вариации 9–22 %). Различные виды растений имеют разное соотношение «зерно – солома»:

- пшеница – 1 : 1,3–1,5;
- озимая рожь, тритикале – 1 : 1,5–2,0;
- ячмень – 1 : 1,1–1,3;
- рапс – 1 : 2,5–4,0 (среднее 1 : 3).

Поэтому при обычном срезе на обмолот в комбайн поступает больше соломистой массы, чем зерна. Особые проблемы часто возникают при уборке рапса и других крестоцветных культур, у которых к моменту уборки нижняя часть стеблей имеет влажность до 73,3–75,2 %. Влажность средней части стебля – 47,4–49,0 %, в то время как семена имеют влажность 14–28 % [16]. Поступление влажной стеблевой массы затрудняет обмолот и очистку семян.

Зерновые колосовые и крестоцветные культуры к периоду созревания обычно наклоняются и могут полегать, что, несомненно, должно учитываться при установке высоты среза.

Современные зерноуборочные комбайны серии «ПАЛЕССЕ GS» имеют зерновые жатки с диапазоном установки высоты среза в 55, 90, 120, 160 и 195 мм. Расчеты показывают, что увеличение высоты среза на каждые 10 см приводит к снижению поступающей соломистой массы приблизительно на 10 %. Для крестоцветных культур с учетом повышенной влажности стеблей эта величина еще больше.

С учетом установленных обстоятельств в качестве рекомендуемого параметра для уборки зерновых колосовых и крестоцветных культур следует предусмотреть в механизме регулировки дополнительную высоту среза в 30, 40 и 50 см. Эти параметры ниже определенных расчетами и не вызовут потерь урожая, однако приведут к повышению производительности комбайнов на 10–30 %. Вместе с тем в общей технологии уборки следует предусмотреть изменение конструкции стеблеподъемников и применение дискаторов для измельчения оставляемой высокой стерни.

Таким образом, параметры растений зерновых колосовых и крестоцветных культур в зависимости от вида и сортовых особенностей характеризуются определенной изменчивостью, находящейся по коэффициенту вариации в пределах 13,8–32,7 %. Средняя высота зерновых колосовых составляет 87,8–108,6 см, а длина колоса – в пределах 8,1–9,33 см. Средняя высота растений крестоцветных культур равна около 141 см, а расстояние от почвы до нижнего бокового побега – 39,3–47,6 см. Приведенные данные позволяют выбирать при комбайновой уборке максимальную высоту среза с учетом минимального поступления стеблевой части растений. Для вариантов уборки зерновых колосовых диапазон возможной высоты среза может находиться в пределах 9,77–178,2 см, для крестоцветных культур – в пределах 0,3–84,2 см. Более реально предполагать следующие верхние диапазоны установки высоты среза:

- для зерновых колосовых – до 40–50 см;
- крестоцветных культур – 30–40 см.

В реальности большинство растений ко времени уборки наклоняется или полегает. В этих случаях при уборке применяют стеблеподъемники. С учетом установленных параметров растений конструкция и размеры стеблеподъемников должны быть уточнены. При этом следует обеспечить условия несгруживания растений перед стеблеподъемниками. При использовании существующих конструкций это наблюдается довольно часто, особенно в условиях засоренности полей и повышенной влажности растений. У существующих стеблеподъемников угол установки рабочей поверхности постоянный, что не полностью соответствует условиям совместной работы стеблеподъемников и граблин мотовила. Возможно, следует применять стеблеподъемники с криволинейной верхней поверхностью, что обеспечит лучшие условия захвата растений граблями. Следует также уточнить шаг между стеблеподъемниками, уменьшение которого затрудняет рабочий процесс подачи растений на жатку.

**Рекомендации.** *С целью повышения производительности комбайнов и создания условий для предотвращения потерь следует отдавать предпочтение вариантам работы с повышенной высотой среза. При этом необходимо учитывать вид убираемой культуры и реальное состояние посевов. В перспективе при условии эффективного технического обеспечения возможна уборка части площадей методом очеса растений на корню.*

## 4. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ЗА ЖАТКОЙ

Подающие рабочие органы и устройства объединены на жатке комбайна. Основной их задачей является отделение убираемой полосы от массива поля, подвод стеблей к режущему аппарату, срезание и равномерная подача на дальнейшую обработку. В данном процессе участвуют делители и стеблеподъемники, мотовило, режущий аппарат, шнек с пальцевым механизмом и транспортер наклонной камеры.

Ответственную роль играет мотовило, граблины которого захватывают растения, подводят их к режущему аппарату и сбрасывают срезы стебли на платформу жатки.

Для достижения хорошего качества обмолота и уменьшения колебаний потребляемой мощности большое значение имеет обеспечение равномерной подачи убираемой массы на дальнейшую обработку. Также необходимо обеспечить устранение потерь зерна за жаткой.

### 4.1. Причины потерь зерна при работе жатки

Рабочие узлы и механизмы жатки должны обеспечивать устойчивый захват срезаемых растений и их равномерную подачу на дальнейшую обработку. Возможные потери зерна складываются из трех составляющих (рис. 4.1).

#### **Потери срезанных стеблей с колосьями:**

- недостаточная частота вращения мотовила или высокое поднятие его, вследствие чего много стеблей срезается без его участия и падает на землю, особенно на уборке короткостебельных и пониклых растений;
- чрезмерная частота вращения мотовила обуславливает перебрасывание стеблей планками через ветровой щит жатки;
- чрезмерно низкая установка мотовила по высоте, в результате чего стебли, особенно с хорошим колосом, опрокидываясь вокруг планок, падают на землю;
- недостаточный вынос мотовила на уборке полеглых и пониклых растений – стебли срезаются до их подъема пальцами граблин и падают на землю;
- неправильный угол установки пальцев граблин (нет наклона вперед) – на уборке высоких и густых посевов, что обуславливает снижение активности шнекового транспортера и вызывает потери срезанных стеблей на землю.

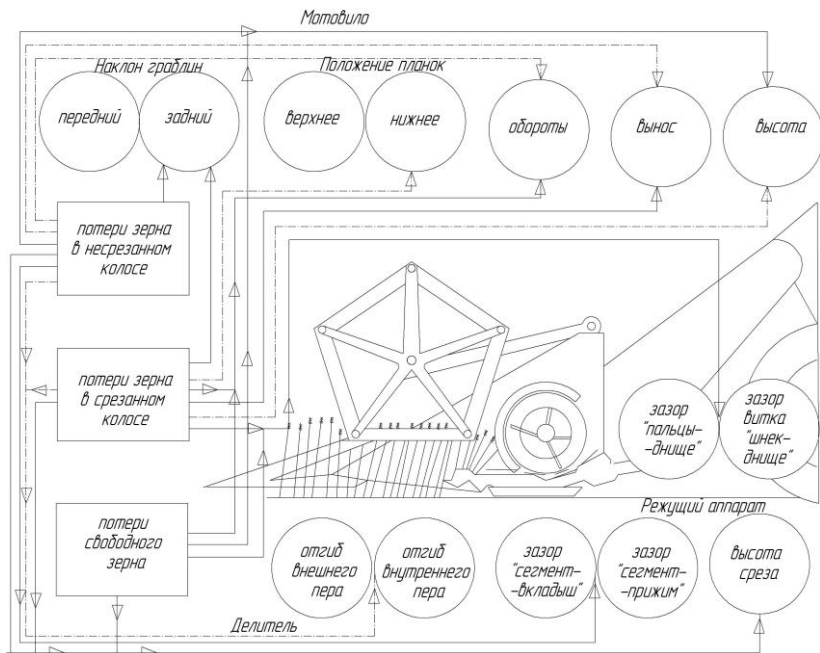


Рис. 4.1. Причины потерь зерна за жаткой и способы их устранения

### **Потери несрезанных стеблей с колосьями:**

- неотрегулирован режущий аппарат, имеются поломки сегментов или пальцев;
- чрезмерная высота среза, особенно при уборке полеглых и низкорослых растений;
- слабое натяжение уравнивающих пружин жатки, вследствие чего перед копирующими башмаками скапливается почва, приминающая несрезанные стебли до подхода режущего аппарата;
- излишне натянута уравнивающая пружина жатки, что вызывает ее «галопирование» при наезде копирующих башмаков на неровности поля;
- неправильный угол установки пальцев граблин (нет наклона назад) – на уборке полеглых растений, вследствие чего часть массы не поднимается до уровня режущего аппарата.

### **Потери свободного зерна на землю:**

– чрезмерная частота вращения мотовила, вследствие чего планки выбивают зерна из колосьев;

– чрезмерно поднято мотовило, вследствие чего планки частично вымолачивают зерно из колоса (с подъемом мотовила вверх и уменьшением высоты стеблестоя сила удара планок по колосьям увеличивается);

– нарушены уплотнения в соединениях рабочих органов комбайна.

**Рекомендации.** *Подвод и подача срезаемых растений – наиболее уязвимый с позиций потерь этап работы комбайна. Настройка узлов и механизмов жатки оказывает существенное влияние на величину возможных потерь урожая.*

## 4.2. Настройка жатки для предотвращения потерь урожая

Потери за жаткой и молотилкой следует периодически проверять.

В процессе работы мотовила граблины 1 (рис. 4.2, 4.3) могут занимать различное положение – от плюс 15 (наклон вперед) до минус 30° (наклон назад).

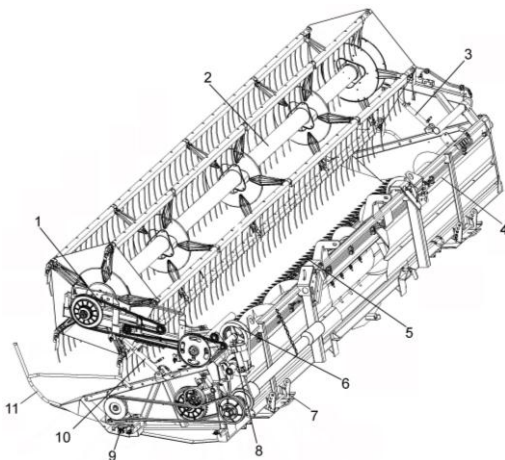


Рис. 4.2. Жатка для зерновых культур:

1 – гидроцилиндр выноса мотовила; 2 – мотовило; 3, 10 – гидроцилиндры подъема мотовила по высоте; 4 – рама; 5 – режущий аппарат; 6 – вариатор;

7 – копирующий башмак; 8 – исполнительный электромеханизм;

9 – угловая передача; 11 – прутковый делитель

Во избежание потерь несрезанным колосом при уборке короткостебельных растений или на неровном поле, а также при подборе валков на повышенной скорости направление передвижения комбайна должно быть преимущественно вдоль борозд. Потери несрезанным колосом могут быть также при поворотах и, особенно, на острых углах.

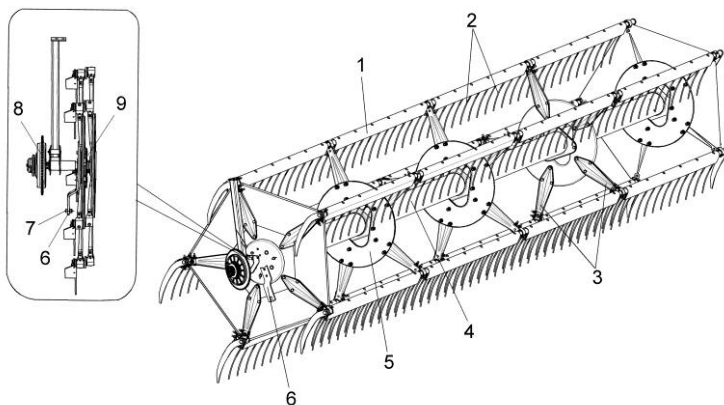


Рис. 4.3. Мотовило:

1 – граблина; 2 – зубья пружинные; 3 – лучи; 4 – вал мотовила; 5 – диск;  
6 – поводок; 7 – ролик; 8 – приводная звездочка с предохранительной муфтой;  
9 – эксцентриковый механизм

Нужно аккуратно выполнять повороты и избегать острых углов. При работе на культурах с повышенной влажностью и засоренностью, а также при уборке на влажной почве следует:

- периодически не реже двух раз в смену осматривать и при необходимости очищать от намотанных и скопившихся пожнивных остатков трубчатые кожуха верхнего вала и барабан нижнего вала наклонной камеры. Невыполнение этого требования приведет к разрыву трубчатых кожухов, деформации верхнего вала, разрыву или растяжению цепей транспортера наклонной камеры;

- проверять влажность зерна (рекомендуется производить уборку с влажностью зерна не более 25 %).

Для уменьшения пассивной зоны между режущим аппаратом и шнеком и для предотвращения попадания камней в молотильный аппарат комбайна между режущим аппаратом и шнеком установлен

съемный отбойник. Он необходим при уборке низкостебельных культур.

Задача делителя – отделить срезаемый стеблестой от остальной массы. Прутковый делитель не всегда справляется с этой задачей как при уборке длинностебельных, так и обычных культур (рис. 4.4, рис. 4.5).

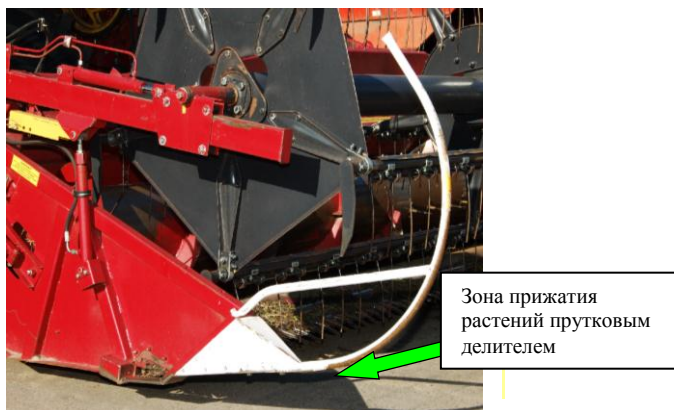


Рис. 4.4. Конструкция делителя комбайнов «ПАЛЕССЕ GS»



Рис. 4.5. Последствия некачественной работы делителей

Для ликвидации данного недостатка может быть применен делитель торпедного типа, который в настоящее время устанавливается на моделях комбайнов фирмы CLAAS (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Установка делителей торпедного типа

В сложных условиях уборки при засоренном и влажном стеблестое могут возникать забивания пространства между делителем и крайним стеблеподъемником (рис. 4.7). Для устранения забивания можно рекомендовать установку крайнего стеблеподъемника не ближе 5–9-го пальца режущего аппарата. В случае уборки влажного стеблестоя для предотвращения сгуживания стеблеподъемники следует снимать, особенно при уборке овса.



Рис. 4.7. Забивание убираемой массы на делителях у боковины жатки

Наклон граблин обеспечивается автоматически благодаря особой конфигурации копира, закрепленного на подержках, с которым взаимодействует ролик 7 эксцентрикового механизма 9 (см. рис. 4.3). Экс-

центриковый механизм обеспечивает заданный наклон граблин при вращении мотовила.

Наклон граблин изменяется автоматически при перемещении мотовила в горизонтальном направлении (при выносе мотовила). Однако при работе на коротком стеблестое затрудняется подача срезаемой массы со стеблеподъемников к шнеку (рис. 4.8).



Рис. 4.8. Работа мотовила на коротком стеблестое

Для обеспечения нормального режима работы жатки при различных условиях уборки мотовило имеет следующие технологические регулировки:

- по высоте – с помощью двух синхронно действующих гидроцилиндров 3 и 10 (см. рис. 4.2);
- выносу вперед – с помощью двух синхронно действующих гидроцилиндров 1.

Управление перемещением мотовила осуществляется из кабины комбайна переключателем на рукоятке управления скоростью движения пульта управления.

Включение и изменение частоты вращения мотовила осуществляется с помощью клиноременного вариатора б, управляемого исполнительным электромеханизмом 8.

Сегменты 2 режущего аппарата установлены попарно с чередованием: насечка – вверх, насечка – вниз (рис. 4.9).

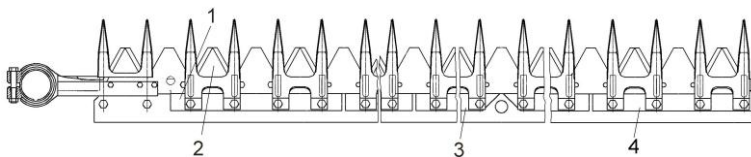


Рис. 4.9. Режущий аппарат:  
1, 3, 4 – пластины трения; 2 – сегмент

Привод режущего аппарата осуществляется от угловой передачи.

На шнеке имеются витки левого и правого направлений, которые выполняют функции транспортера. Пальчиковый механизм предназначен для подачи стеблевой массы на цепочно-планчатый транспортер наклонной камеры комбайна. Управление пальчиковым механизмом производится с помощью рычага.

Стеблеподъемники служат для разделения и подъема путанных и полеглых стеблей убираемой культуры перед их скашиванием (рис. 4.10).

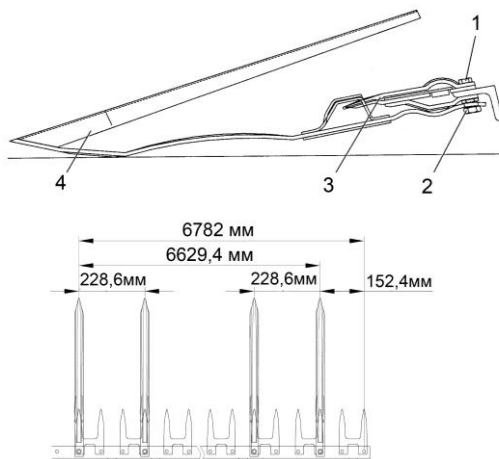


Рис. 4.10. Установка стеблеподъемника:  
1 – болт крепления стеблеподъемника; 2 – гайка крепления стеблеподъемника;  
3 – палец режущего аппарата; 4 – стеблеподъемник

Креятся стеблеподъемники на пальцах режущего аппарата (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Установка стеблеподъемников на комбайнах «ПАЛЕССЕ GS»

При работе болты крепления стеблеподъемников склонны к забиванию свободной резьбовой части, для устранения этого можно рекомендовать использование дополнительных самоконтращихся гаек для предохранения резьбы (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Забивание резьбовой части:  
*а* – крепление стеблеподъемников; *б* – установка дополнительных гаек

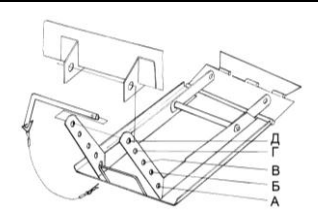
Высота среза устанавливается регулировкой опорных устройств (башмаков, системы автоматического поддержания) и выбирается с учетом условий поля и состояния растений. Она должна быть 15–20 см.

На высокорослых посевах допускается повышение высоты среза до 30 см. Этим улучшается обмолот и снижаются потери зерна в соломе. Уборку озимого рапса желательно проводить при максимально возможной высоте среза, чтобы не захватывать влажные нижние части растений.

В нижней части рамы жатки 4 установлены копирующие башмаки 7 (см. рис. 4.2), на которые жатка опирается при работе с копированием рельефа поля, при ремонте, хранении и обслуживании. Башмаки могут быть установлены в одно из пяти положений, обеспечивая необходимую высоту среза стеблей.

Установка высоты среза при работе жатки с копированием рельефа поля производится согласно данным, приведенным в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Установка высоты среза жатки в зависимости от перестановки копирующих башмаков

Высота среза, мм	Отверстия на башмаке	
55	А	
90	Б	
120	В	
160	Г	
195	Д	

Рекомендации по установке мотовила и других узлов жатки изложены в табл. 4.2.

При уборке полеглых участков следует настроить жатку следующим образом:

1) установить копирующие башмаки на высоту среза 90 мм (отверстие Б, табл. 4.2);

2) выдвинуть мотовило максимально вперед и опустить его до касания граблей мотовила поверхности почвы.

Если требуется опустить мотовило еще ниже, а ход гидроцилиндров подъема мотовила по высоте уже выбран, тогда приподнять наклонную камеру, и жатка наклонится вперед, а граблины мотовила опустятся еще ниже.

Таблица 4.2. Исходные настройки жатки

Состояние убираемого массива	Мотовило			Высота среза стеблей К, мм
	Величина А расположения граблин по высоте	Выход Б штока правого гидrocилиндра	Положение граблин	
Нормальный прямостоящий или частично поникший	1/2 длины срезаемых стеблей	От 0 до 50 мм	Г	90 и выше
Высокий (свыше 80 см), густой	1/2 длины срезаемых стеблей	Шток полностью втянут	В	90 и выше
Низкорослый (30–40 см)	От 1/3 длины срезаемых стеблей до уровня среза	Шток полностью втянут	Д	50
Полеглый	Концы граблин должны касаться почвы	Шток выдвинут на максимальную величину	Е	50–90

При работе на полеглом стеблестое при выдвигении мотовила вперед граблины не достают до почвы и не поднимают растения. Поэтому можно рекомендовать изменить форму направляющей, сделав ее изогнутой по типу комбайнов CLAAS (рис. 4.13);

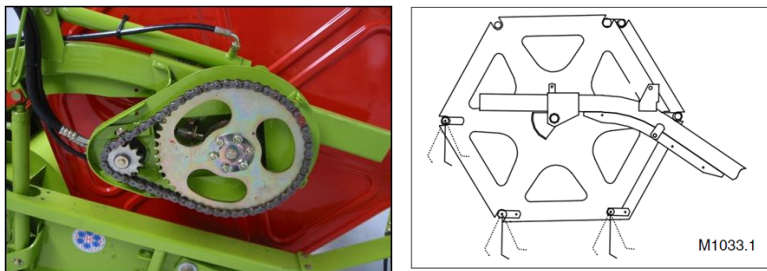


Рис. 4.13. Механизм установки мотовила на изогнутых направляющих

3) положение мотовила и его частота вращения должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы граблины мотовила активно захватывали (поднимали) стебли, подводили их к режущему аппарату и шнеку. Рекомендованы частота вращения мотовила  $20\text{--}30 \text{ мин}^{-1}$  и скорость движения комбайна  $1,5\text{--}5 \text{ км/ч}$ ; при работе отмечается остановка мо-

товила при введении граблин в полегшую массу для ее подъема (пробуксовывает ремень на вариаторе).

Автоматическое изменение угла наклона граблин – не совсем удачное решение. При полностью задвинутом к себе мотовиле граблины сильно отклонены в сторону поля и не обеспечивают полный съем массы с режущего аппарата;

4) при уборке сплошных полеглых участков необходимо дополнительно установить стеблеподъемники 4 (см. рис. 4.10) на пальцы режущего аппарата 3 жатки, начиная с *четвертого* (по заводской инструкции со второго) пальца от левой боковины жатки с шагом 230 мм. Закрепить их при помощи контргаяк 2, имеющихся на режущем аппарате.

### 4.3. Контроль качества работы жатки

В начале работы и периодически следует проверять:

- заданную высоту среза стеблей;
- потери зерна.

Высоту среза определяют измерением высоты стерни по ширине захвата и по ходу комбайна. По ширине захвата жатки замеры делают в двух местах примерно на  $\frac{1}{4}$  ширины захвата. По ходу комбайна высоту стерни измеряют через 10 м в 5-кратной повторности.

По данным замеров определяют фактическую высоту среза, а по разнице высот – ее выравненность. При работе жатки с копированием рельефа поля на ровных участках перепад высоты среза стеблей у левой и правой боковин жатки не должен превышать 100 мм. В противном случае регулируют механизм уравнивания жатки.

Для определения потерь зерна следует проехать 5 м и сдать комбайном назад на 2–3 м. На скошенной площадке перед жаткой наложить рамку размером  $0,25 \text{ м}^2$ . Подсчитать количество свободных зерен и зерен в колосках, попавших в рамку. Рамку положить в четырех местах: с двух сторон наклонной камеры, по месту установки делителя и в любом другом месте по ширине захвата жатки. Сумма зерен с четырех замеров даст потери зерна за жаткой в расчете на  $1 \text{ м}^2$ .

**Рекомендации.** Среди механизмов жатки наиболее ответственная роль для обеспечения работы без потерь принадлежит стеблеподъемникам и мотовилу. При их настройке и работе должны учитываться условия работы и выполняться соответствующие настройки.

## 5. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ ОБМОЛОТЕ

Вымолот зерна осуществляется при многократных ударных воздействиях бичей молотильного барабана по обмолачиваемой массе. Киносъемка данного процесса показала, что бичи при ударах изгибают слой соломы. За счет более высокой скорости движения бичи проходят над слоем соломы, прижимая его к подбарабанью, при этом обеспечивается передвижение обмолачиваемого слоя.

Процесс движения соломистой массы подобен тому, как ползет гусеница. Наблюдается радиальная пульсация и передвижение обмолачиваемого слоя со следующими фазами: удар бича; радиальная деформация слоя; волнообразное движение в молотильном зазоре.

За счет отверстий в подбарабанье происходит сепарация вымолоченного зерна и части мелких примесей, и они подаются на очистку, а солома с некоторым количеством застрявших зерен (до 10 %) поступает на соломотряс.

При обмолоте зерно непосредственно не теряется, но при этом могут создаваться условия для последующих потерь от недомолота, а также оно может повреждаться или дробиться.

### 5.1. Причины возникновения потерь зерна при обмолоте

Причины потерь свободного зерна в соломе в основном связаны с работой молотильного аппарата (рис. 5.1):

- забились сбоиной и половой отверстия подбарабанья молотильного аппарата или жалюзи клавиш соломотряса;
- недостаточная частота вращения коленчатого вала соломотряса вследствие проскальзывания приводных ремней;
- чрезмерная частота вращения барабана молотильного аппарата, в результате чего происходит перегрузка соломотряса сбоиной;
- малые зазоры в молотильном аппарате, в результате чего происходит перегрузка соломотряса сбоиной;
- большой сход зерна в колосовой шнек из-за неправильной регулировки очистки, вследствие чего часть зерна оказывается поверх соломы и не успевает выделиться на соломотрясе.

Порционная подача массы в молотильный аппарат может наблюдаться вследствие:

- завышенного зазора между спиральями шнекового транспортера и корпусом жатки;

- большого зазора между пальцами граблей мотовила и спиралью шнекового транспортера жатки;
- излишнего зазора между ветровым щитом жатки и упорами наклонной камеры; малого зазора между пальцами пальчикового механизма шнекового транспортера и корпусом жатки.

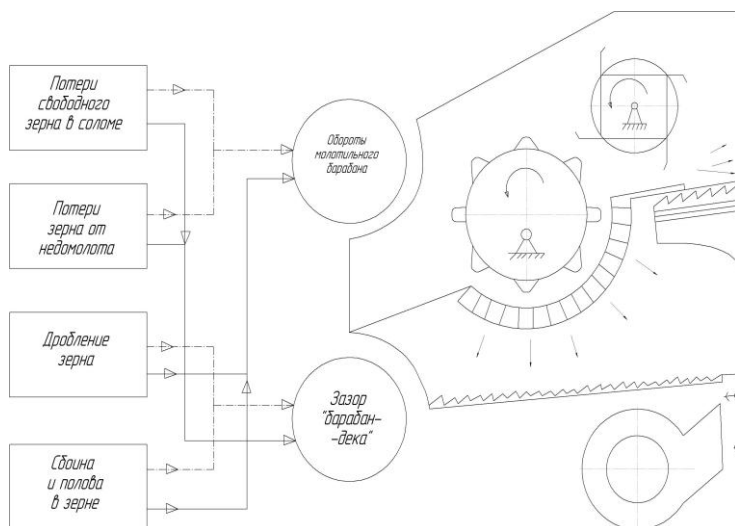


Рис. 5.1. Недостатки в работе молотильного аппарата и их причины

На участках полей с большим уклоном (8 % и более) ворох распределяется на решетках очистки комбайна неравномерно, в силу чего зерно не успевает отсепарироваться.

Если скорость движения комбайна велика, то подача массы в молотилку превышает пропускную способность комбайна.

**Рекомендации.** *От эффективности работы молотильного аппарата зависят последующие показатели полноты выделения зерна соломотрясом и системой очистки.*

## 5.2. Настройка молотильного аппарата для предотвращения потерь урожая

Для предотвращения потерь урожая при обмолоте необходимо обеспечить полноту выделения зерен без их травмирования или дроб-

ления. Необходима соответствующая настройка молотильного аппарата, при которой регулируют зазоры между бичами и планками подбарабанья, а также устанавливают требуемую частоту вращения молотильного барабана. В зависимости от конструкции молотильного аппарата эти параметры устанавливают соответствующим образом. Общим является уменьшение зазоров в молотильном пространстве от входа к выходу массы из зоны обмолота, а также установка минимально необходимой частоты вращения барабана для полного вымолота зерна без излишнего измельчения соломистой массы.

### **5.2.1. Регулировки молотильного аппарата комбайна «ПАЛЕССЕ GS12»**

Исходную настройку молотильного аппарата комбайна рекомендуется производить в соответствии с данными табл. 5.1.

При сухой обмолачиваемой массе зазор на входе А (табл. 5.1) рекомендуется увеличивать, при влажной – уменьшать.

Базовые регулировки зазоров молотильного аппарата устанавливаются на предприятии-изготовителе:

- на входе основного барабана –  $A=18$  мм;
- выходе основного барабана –  $B=2$  мм.

Зазоры устанавливаются по максимально выступающему бичу. Если же по какой-либо причине указанная регулировка оказалась нарушенной, ее следует восстановить. Для этого необходимо:

- определить максимально выступающий бич на молотильном барабане;
- установить длину тяг Е на размер 359 мм, а тяг F – на размер 1057 мм (рис. 5.2);
- установить на экране монитора бортового компьютера в кабине комбайна зазор 2 мм;
- проверить зазоры между барабаном и подбарабаньем на входе и выходе, которые должны быть равны:  $A=18$  мм;  $B=2$  мм.

В случае несоответствия указанным значениям следует произвести регулировку сначала зазора А, изменением длины тяг Е с обеих сторон, а затем зазора В, изменением длин тяг F (рис. 5.2). Произвести трехкратный сброс и подъем до упора подбарабанья, после чего вновь проверить зазор на входе и выходе между бичами барабана и планками подбарабанья. При необходимости произвести регулировку.

Т а б л и ц а 5.1. **Настройка молотильного аппарата комбайна «ПАЛЕССЕ GS12»**

Культура	Частота вращения молотильного барабана, мин <sup>-1</sup>	Зазор А между бичами молотильного барабана и подбарабаньем, мм	Примечание
Пшеница	650–800	3–7	–
Ячмень	600–700	3–7	–
Овес	550–650	4–8	–
Рожь	700–850	2–6	–
Люцерна	800–870	3–5	С приспособлением для уборки семенных трав
Клевер	800–870	3–5	
Гречиха	422–435	12–18	С приспособлением для уборки крупных культур
Рапс	600–850	4–8	
Горох	350–550	12–20	С понижающим приводом молотильного барабана
Соявые бобы	350–550	12–20	

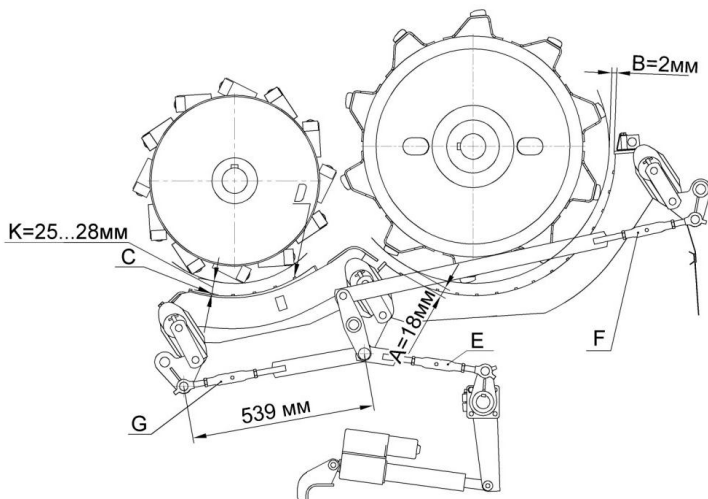


Рис. 5.2. Зазоры и установочная длина регулируемых тяг в механизмах молотильного аппарата

Следует помнить, что данные зазоры являются установочными, а во время работы они должны корректироваться в соответствии с условиями работы. При этом увеличение зазоров может способствовать повышению пропускной способности и снижению затрат энергии на обмолот. Однако возникает опасность повышения потерь урожая в невымоложенных колосьях. Излишняя частота вращения также нежелательна, поскольку может вызывать повреждение или даже дробление зерна.

### 5.2.2. Регулировки молотильного аппарата комбайна «ПАЛЕССЕ GS10»

Исходную настройку молотильного аппарата комбайна рекомендуется производить в соответствии с данными табл. 5.2.

Таблица 5.2. Настройка молотильного аппарата комбайна «ПАЛЕССЕ GS10»

Культура	Обороты барабана, об/мин	Зазор между бичами молотильного барабана и подбарабаньем, мм		Примечание
		на входе А	на выходе Б	
Пшеница	650–800	18–20	3–7	–
Ячмень	600–700	18–20	3–7	–
Овес	550–650	20–25	4–8	–
Рожь	700–850	18–20	2–6	–
Люцерна	800–870	7–9	3–5	С приспособлением для уборки семенников трав
Клевер	800–870	7–9	3–5	
Гречиха	422–435	20–30	12–18	С приспособлением для уборки крупных культур
Рапс	600–850	14–20	4–8	
Горох	350–550	12–20	–	С понижающим приводом молотильного барабана
Соевые бобы	350–550	12–20	–	

На предприятии-изготовителе устанавливаются зазоры: на входе на второй планке подбарабья –  $A=18$  мм; на выходе –  $B=2$  мм. Зазоры устанавливаются по максимально выступающему бичу.

Если же по какой-либо причине указанная регулировка оказалась нарушенной, ее следует восстановить. Для этого необходимо:

- определить максимально выступающий бич на молотильном барабане;
- установить длину передних стяжек на размер 584 мм, а задних – на размер 644 мм;
- повернуть барабан на  $360^\circ$  и убедиться в отсутствии задевания бичей за подбарабье и за элементы рамы молотильного аппарата.

### **5.2.3. Уборка в условиях повышенной урожайности и влажности**

При уборке в условиях повышенной урожайности и влажности затрудняется выделение зерна из обмолачиваемой массы и его сепарация через подбарабье (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Забивание внутренней и наружной поверхностей подбарабья продуктами обмолота и почвой

Рекомендуются настройки молотильного аппарата в соответствии с данными табл. 5.3.

Таблица 5.3. **Настройка молотильного аппарата комбайна «ПАЛЕКСЕ GS10» в условиях повышенной урожайности и влажности**

Культура	Частота вращения молотильного барабана, мин <sup>-1</sup> (об/мин)	Зазор между бичами молотильного барабана и подбарабаньем, мм	
		на входе А	на выходе Б
Пшеница	780–920	18–23	2–5
Ячмень	870–950 (для лучшего обламывания остей)	18–22	2–4
Овес	780–900	20–26	3–5
Рожь	870–960	18–22	2–4
Люцерна	780–850	18	2
Клевер	780–850	18	2
Рапс	450–550	50 max	25–40 (большие значения при меньшей влажности)

Забивания подбарабанья продуктами обмолота и почвой наблюдаются при уборке в условиях повышенной засоренности посевов и влажности (см. рис. 5.3).

Для повышения эффективности обмолота и сепарации разработано дифференцированное подбарабанье (патент Республики Беларусь на полезную модель № 6335 «Молотильное устройство»), у которого изменяются расстояния между планками и их высота (рис. 5.4). Это позволяет оптимизировать процесс обмолота и выбрать рациональный режим воздействия с учетом возможного изгиба массы и протягивания ее в молотильном зазоре.

Проведенные исследования позволили установить необходимые регулировочные параметры и режимы работы, обеспечивающие повышение производительности до 27 % при одновременном снижении потерь до 18 %.

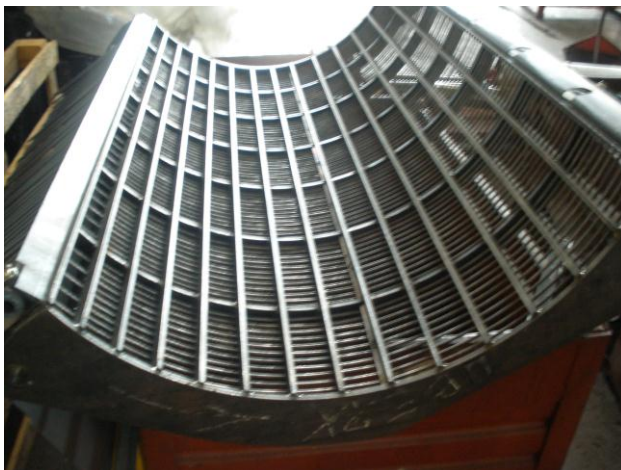


Рис. 5.4. Экспериментальное подбарабанье с дифференцированной рабочей поверхностью

Основные возможные неисправности и методы их устранения представлены в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Возможные неисправности и методы их устранения

Неисправность, внешнее проявление	Возможные причины	Метод устранения, необходимые регулировки
1	2	3
Барабан забивается при нормальной влажности хлебной массы и нормальной подаче	Малое число оборотов барабана	Увеличить число оборотов барабана
Барабан забивается хлебной массой	Неравномерная подача хлебной массы в молотилку	Уменьшить поступательную скорость движения комбайна
Дробленое зерно в бункере	Мал зазор между барабаном и подбарабаньем	Увеличить зазор
	Велика частота вращения барабана	Проверить и снизить частоту вращения барабана
	Хлебостой перестоявший, с ломкой соломой и пересохшим зерном	Увеличить зазор между барабаном и подбарабаньем и снизить частоту вращения барабана
	Повреждены рабочие поверхности планок подбарабанья или бичи барабана	Проверить состояние барабана и подбарабанья и устранить повреждения

Продолжение табл. 5.4

1	2	3
Потери зерна недо- лотом	Неравномерная подача хлебной массы жаткой и наклонной камерой	Проверить и отрегулировать жатку и цепи транспортера наклонной камеры
	Большой зазор между барабаном и подбарабаньем	Уменьшить зазор между барабаном и подбарабаньем
	Загрязнены клавиши соломотряса или ячейки подбарабанья	Очистить клавиши соломотряса и подбарабанье
	Мала частота вращения барабана	Увеличить частоту вращения барабана
	Повреждены рабочие поверхности планок подбарабанья или бичей барабана	—
	Мал угол наклона удлинителя верхнего решета	Увеличить угол наклона
Одновременный недо- молот и дробление зерна	Износ рабочих кромок бичей барабана и планок подбарабанья	Заменить бичи барабана
	Перекас подбарабанья	Проверить зазоры между барабаном и подбарабаньем, устранить перекас изменением длины тяг
Потери свободным зерном в соломе	Неравномерная подача хлебной массы жаткой и наклонной камерой	Проверить и отрегулировать жатку и транспортер наклонной камеры
	Мал зазор между барабаном и подбарабаньем, солома сильно измельчается	Увеличить зазор между барабаном и подбарабаньем
	Велика частота вращения барабана	Уменьшить частоту вращения барабана
	Загрязнены клавиши соломотряса и решетки подбарабанья	Очистить клавиши
	Деформированы жалюзи соломотряса	Отрихтовать жалюзи соломотряса
	Повреждены рабочие поверхности подбарабанья или бичей барабана	Проверить состояние бичей барабана и планок подбарабанья, устранить повреждение

Продолжение табл. 5.4

1	2	3
Потери свободным зерном в полове	Мала частота вращения вентилятора	Увеличить частоту вращения вентилятора
	Недостаточное открытие жалюзи верхнего решета	Увеличить угол открытия жалюзи верхнего решета
Потери свободным зерном в полове	Мал угол наклона удлинителя верхнего решета	Установить необходимый угол наклона удлинителя верхнего решета
Зерно в бункере загрязнено соломистыми примесями и половой	Солома слишком измельчена	Увеличить зазор между барабаном и подбарабаньем, снизить частоту вращения барабана
	Недостаточная частота вращения вентилятора	Увеличить частоту вращения вентилятора
	Увеличенные зазоры между гребенками верхнего и нижнего решета	Отрегулировать зазоры между гребенками решет
Повышенный сход зерна в колосовой шнек	Закрыты жалюзи верхнего решета	Приоткрыть жалюзи
Дробленое и щуплое зерно выдувается потоком воздуха от вентилятора	Увеличенная частота вращения вентилятора	Уменьшить частоту вращения вентилятора
Колосовой шнек перегружен мелким ворохом	Недостаточная частота вращения вентилятора	Увеличить частоту вращения вентилятора
	Увеличенные зазоры между гребенками верхнего решета и удлинителя	Отрегулировать зазоры между гребенками верхнего решета и удлинителя
Шнеки и элеваторы не вращаются, слышен звуковой и виден световой сигналы	Шнеки забиты продуктами обмола	Очистить шнеки, проверить регулировку очистки, целостность и натяжение ременных передач, отрегулировать механизм предохранительных муфт
Соломотряс и очистка забиты соломой	Ослаблен приводной ремень соломотряса	Проверить и натянуть ремень привода ведущего вала соломотряса
Замедлена выгрузка зерна из бункера	Недостаточный зазор между горизонтальным выгрузным шнеком и ограждением	Увеличить по высоте зазор между горизонтальным шнеком и ограждением

Окончание табл. 5.4

1	2	3
Спадание цепей цепных контуров	Звездочки одного контура находятся не в одной плоскости	Установить звездочки в одной плоскости, при необходимости отшлифовать валы и оси
	Вытянута цепь передачи	Натянуть или заменить цепь
Соломоизмельчитель забивается незерновой частью урожая при ее измельчении	Неправильно выбрано положение ножевой опоры относительно ножей ротора	Изменить угол наклона ножевой опоры
Соломоизмельчитель забивается незерновой частью урожая при ее измельчении	Затупились ножи ротора	Проверить остроту ножей ротора и ножевой опоры, при необходимости переставить ножи другой стороной или заменить
	Неправильно установлен зазор между поперечным противорежущим ножом и ножами ротора	Проверить величину зазора 5–6 мм, при необходимости отрегулировать
Незерновая часть урожая зависает между клавишами соломотряса и заслонкой	Недостаточно проходное окно	Уменьшить угол между отражателем и задней стенкой капота
Незерновая часть урожая не сходит с заслонки к ротору	Малый угол схода	Увеличить угол между отражателем и задней стенкой капота
Забивание измельченной незерновой части урожая в дефлекторе	Неправильно выбран угол наклона дефлектора относительно земли	Изменить угол наклона дефлектора
	Неправильно установлено направление лопаток	Изменить направление лопаток на большую или меньшую ширину разброса в зависимости от условий работы

Следует принимать во внимание, что производимые регулировки и настройки взаимосвязаны между собой. Так, работа молотильного аппарата оказывает влияние на функционирование систем последующей сепарации зерна. Минимум вымолоченного зерна может поступать на соломотряс, а система очистки с использованием воздушного потока должна обеспечивать поступление чистого зерна. Итоги работы следует постоянно контролировать и анализировать, а в качестве основного критерия должен выступать показатель потерь зерна, а также засоренности зерна в бункере.

**Рекомендации.** Интенсивность обмолота должна быть минимально необходимой для выделения всего зерна с возможно меньшими деформациями соломы. Требуют тщательной регулировки зазоры, особенно на входе в молотильный аппарат, а также частота вращения молотильного барабана. Эти параметры работы должны регулярно контролироваться и корректироваться в процессе времени работы.

## 6. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ ОЧИСТКЕ

Выделение и очистка зерна при работе комбайна производится соломотрясом и воздушно-решетной системой. Традиционный соломотряс имеет колеблющиеся клавиши с жалюзийной поверхностью (рис. 6.1). За счет специально подобранного режима колебаний обеспечивается постоянное ударное воздействие клавиш на массу и ее продольное перемещение вдоль соломотряса.

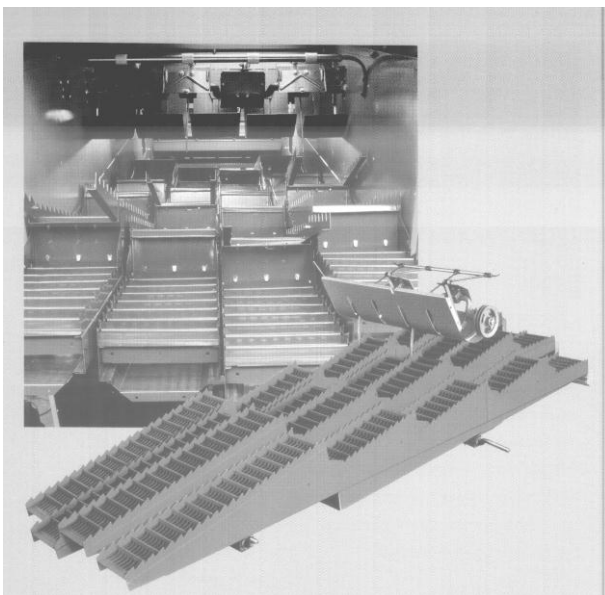


Рис. 6.1. Устройство клавишного соломотряса с активатором

Выделенное клавишами зерно направляется на очистку, а солома поступает на выход из комбайна и укладывается в валок или измельчается и разбрасывается по полю. На современных высокопроизводительных комбайнах для выделения из соломы остатков зерна установлены активные роторы.

Очистка комбайна имеет жалюзийные решета и вентилятор (рис. 6.2). Решета отделяют от зерна более крупные примеси, а воздушный поток вентилятора уносит легкие частицы.

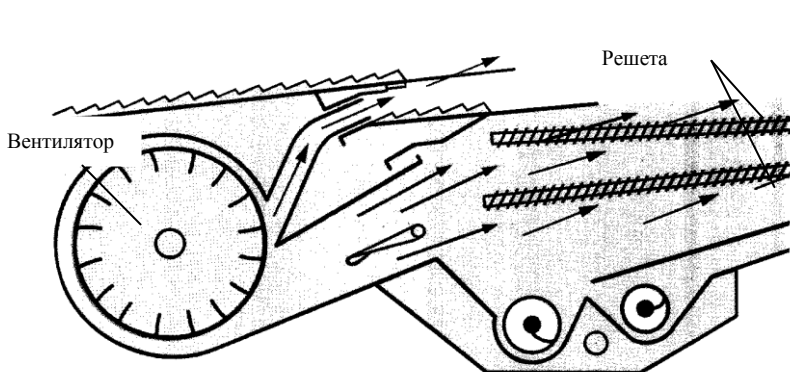


Рис. 6.2. Общее устройство очистки комбайна

Очищенное от примесей зерно шнеками и транспортерами направляется в бункер комбайна, из которого периодически отгружается.

### 6.1. Причины потерь зерна при очистке

*Причины потерь свободного зерна в соломе* в основном связаны с работой молотильного аппарата и соломотряса:

- забились сбоиной и полóвой отверстия подбарабанья молотильного аппарата или жалюзи клавиш соломотряса;
- недостаточная частота вращения коленчатого вала соломотряса вследствие проскальзывания приводных ремней;
- чрезмерная частота вращения молотильного барабана, в результате чего происходит перегрузка соломотряса сбоиной;
- малые зазоры в молотильном аппарате, в результате этого происходит перегрузка соломотряса сбоиной;
- большой сход зерна в колосовой шнек из-за неправильной регулировки очистки, вследствие чего часть зерна оказывается поверх соломки и не успевает выделиться на соломотрясе.

*Порционная подача массы в молотильный аппарат*, нарушающая полноту обмолота, может наблюдаться вследствие:

- завышенного зазора между спиральями шнекового транспортера и корпусом жатки;
- большего зазора между пальцами граблин мотовила и спиральями шнекового транспортера жатки;

– излишнего зазора между ветровым щитом жатки и упорами наклонной камеры, малого зазора между пальцами пальчикового механизма шнекового транспортера и корпусом жатки.

На участках полей с большим уклоном (8 % и более) ворох распределяется на решетках очистки комбайна неравномерно, в силу чего зерно не успевает отсепарироваться. Если скорость движения комбайна высокая, то подача массы в молотилку превышает пропускную способность комбайна.

*Причины потерь зерна в полу:*

– большая скорость движения комбайна, вследствие чего загрузка очистки выше ее пропускной способности;

– чрезмерные обороты барабана, обуславливающие перегрузку очистки сбоиной;

– недостаточная частота вращения вентилятора очистки, вследствие чего ворох на верхнем решете недостаточно продувается;

– излишняя частота вращения вентилятора, в результате чего зерно выдувается в полу;

– недостаточный угол открытия жалюзи верхнего решета;

– недостаточно открыты жалюзи удлинителя грохота;

– недостаточный угол наклона удлинителя грохота;

– чрезмерный угол наклона удлинителя грохота.

***Рекомендации.*** Узлы и механизмы очистки комбайна весьма чувствительны к условиям работы и способны значительно влиять на потери урожая.

## **6.2. Настройка системы очистки**

Для предотвращения потерь зерна за соломотрясом необходимо поддерживать требуемый режим колебания клавиш. Перегрузки двигателя и снижение частоты вращения приводного вала соломотряса снижают интенсивность выделения зерна. Чрезвычайно важно также не допускать забиваний отверстий в клавишах и коробов клавиш продуктами обмолота (рис. 6.3).

Опыт использования комбайнов классической схемы свидетельствует о том, что основная масса потерь при обмолоте приходится на зерно, которое не выделяется из соломистого (грубого) вороха. Особенно это наблюдается при уборке высокоурожайных полей или участков с повышенной влажностью и обилием сорняков.

На зерноуборочных комбайнах широкое распространение получили двухвальные клавишные соломотрясы как в отечественных, так и зарубежных моделях.

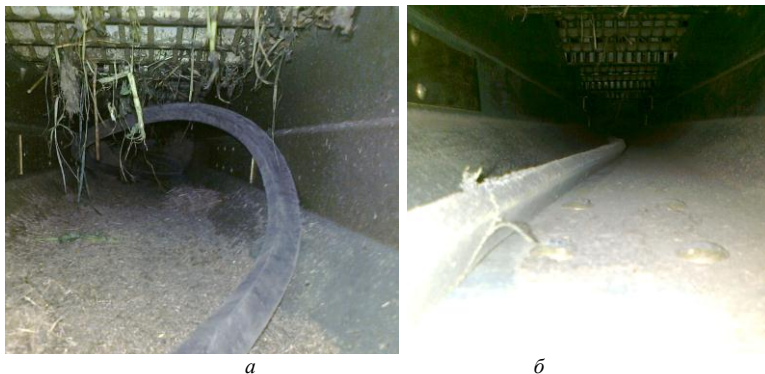


Рис. 6.3. Устранение забиваний клавиш посредством установки дополнительного ремня внутри клавиш:  
*а* – ремень установлен в забитую клавишу; *б* – очищенная клавиша при использовании ремня

Двухвальный клавишный соломотряс оказывает однообразное воздействие на ворох по всей его длине, в то время как свойства вороха (плотность, насыщенность зерном, распределение зерна в слое) изменяются по длине клавиши. Это обстоятельство вызывает целесообразность применения переменных режимов или дополнительных устройств воздействия от начала к концу сепарации.

Процесс выделения зерна из слоя соломы одинаков для различных типов соломотрясов, а именно: сначала зерно просеивается через непрерывно изменяющуюся пространственную решетку соломы, а затем через решетку соломотряса. Соломотрясы различных типов отличаются лишь способами образования пространственной решетки соломы и характером ее движения по соломотрясу. Наиболее трудным моментом в выделении зерна является проход его через решетку соломы. Зерно будет испытывать меньшее сопротивление и сравнительно быстро будет проходить через решетку соломы, если расстояние между стеблями будет большое.

За один оборот коленчатого вала клавишного соломотряса создаются условия, при которых слой соломы делается менее плотным, т. е.

выполняется необходимое требование для прохода зерна через решетку соломы. При движении клавиш вверх сначала слой соломы сжимается, а затем, когда клавиша замедляет движение, он отрывается от ее поверхности и совершает свободное падение. При этом слой соломы разрезается, растягивается, зерно легче проходит через солому, достигает решетки соломотряса и просеивается. Далее клавиша движется вниз, и в это время зерно и частицы соломы перераспределяются по парусности и частично по размерам. При следующем движении клавиши снизу вверх зерно и другие мелкие частицы раньше встречают решетку этой клавиши и в момент соприкосновения проходят через нее. По всей длине двухвального клавишного соломотряса данный процесс многократно повторяется: обмолоченный материал подбрасывается, а затем падает, и за это время перемещается по соломотрясу к выходу из молотилки.

Исходя из анализа конструкций современных зерноуборочных комбайнов можно установить, что все большее распространение получают активаторы соломотряса.

На зерноуборочных комбайнах фирмы CLAAS установлен коленчато-пальцевой ворошитель, который включает в свою конструкцию вальцы, шарнирно закрепленные на коленчатом валу и связанные с кулисами (рис. 6.4, *а*). Также данная фирма использует роторно-пальцевой ворошитель, имеющий пальцы, шарнирно закрепленные на неподвижной коленчатой оси, расположенной внутри вращающегося ротора. Распространение получил и роторный соломоотделитель, который представляет собой вращающиеся поперек потока массы роторы в сочетании с решетчатым подбарабаньем или вращающиеся вдоль потока массы роторы с билами или зубьями и имеющие решетчатый кожух (рис. 6.4, *б*).

Установленный над соломотрясом управляемый активатор дополнительно разрыхляет солоmistую массу, повышая интенсивность сепарации остаточного зерна.

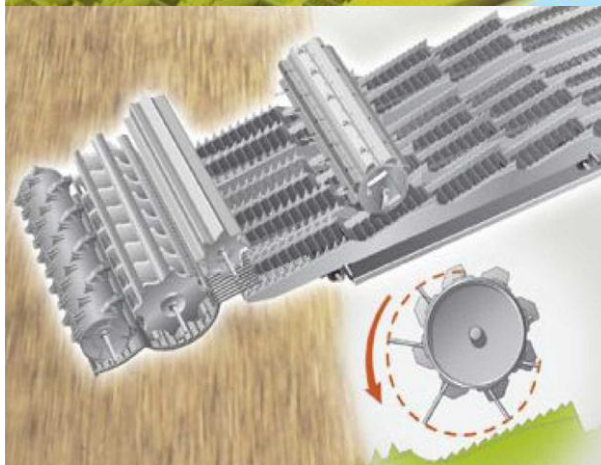
Соломотряс вначале имеет три специальные ступеньки, которые отводят солоmistую массу от молотильного аппарата и подают ее на восемь каскадов, где зерно отделяется от соломы (рис. 6.4, *в*).

Чтобы улучшить выделение зерна, на последних трех каскадах применяется пальцевой разрыхлитель соломы, расположенный над соломотрясом. Этот рабочий орган ворошит солоmistую массу, которая в результате движения по соломотрясу частично уплотняется, из-за чего ухудшается выделение зерна из соломы.

*a*



*б*



*в*



Рис. 6.4. Соломоотделители различных фирм:  
*a* – колесчато-пальцевой ворошитель фирмы CLAAS;  
*б* – роторный соломоотделитель фирмы CLAAS;  
*в* – роторный соломоотделитель фирмы JOHN DEERE

Пальцы разрыхлителя прочесывают уплотненный пласт соломы, повышают скорость продвижения соломы по соломотрясу, делая его, таким образом, более тонким и разреженным, что обеспечивает сепарацию остатков зерна.

*Основные достоинства* перечисленных соломоотделителей:

- устойчивая работа на уклонах;
- высокая сепарирующая способность;
- наряду с сепарацией возможно домолачивание.

*Основные недостатки:*

- повышенные энергозатраты, так как требуется дополнительно приводить в действие механизм соломоотделителя;
- повышенное перебивание соломы.

**Регулировка положения жалюзи решет очистки** осуществляется в зависимости от количества и состояния зернового вороха. При небольших нагрузках, когда воздушного потока достаточно, чтобы вынести большую часть легких примесей, жалюзи следует открыть больше, чтобы не допустить потерь зерна.

Если при рекомендуемых оборотах вентилятора, при отсутствии потерь, зерно в бункере сорное и сходы в колосовой элеватор небольшие, следует уменьшить открытие жалюзи решет до получения требуемой чистоты зерна.

В случае появления потерь недомолотом следует предотвратить потери, увеличив открытие жалюзи удлинителя.

Жалюзи решет в закрытом положении должны свободно, без напряжения прилегать друг к другу. Не допускается прилагать усилия на маховике для закрытия жалюзи. Размеры зазоров приведены в табл. 6.1 с поясняющей схемой на рис. 6.5.

Регулировку положения жалюзи решет следует производить при отсутствии вороха. С целью исключения возможности закрывания жалюзи после регулировки рекомендуется вращением регулировочного ключа против часовой стрелки предварительно установить зазор на 4 мм меньше настраиваемого, а затем вращением по часовой стрелке добиться требуемой величины зазора в жалюзи (рис. 6.6).

**Регулировка частоты вращения вентилятора** оказывает влияние на величину воздушного потока, поступающего на очистку. Регулируется только при включенном главном контрприводе. Изменение частоты вращения вентилятора и натяжения ремня контрпривода вариатора производится электроприводом. Числовую величину частоты вращения вентилятора показывает экран дисплея бортового компьютера в

кабине молотилки. Числа оборотов вентилятора в зависимости от убираемой культуры приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. **Настройка рабочих органов очистки**

Культура	Положение жалюзи решет (расстояние А, мм)				Обороты вентилятора, $m^{-1}$ (об/мин)
	дополнительное	верхнее	удлинитель	нижнее	
Пшеница	14	12	9	8	650–800
Ячмень	14	12	9	8	550–700
Овес	14	12	9	8	550–650
Рожь	14	12	9	8	600–750
Люцерна	9	7	0	Пробивное $\varnothing 3$	360–600
Гречиха	12	10	12	Пробивное $\varnothing 6,5$	360–550
Клевер	9	7	0	Пробивное $\varnothing 3$	360–600
Рапс	12	9	6	Пробивное $\varnothing 5$	400–600
Горох	14–17	14–17	14–17	10–12	650–800
Соевые бобы	14–17	14–17	14–17	10–12	650–800

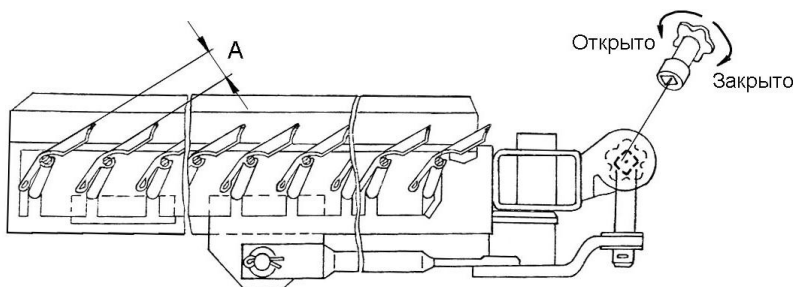


Рис. 6.5. Регулировка открытия жалюзи решет:  
А – положение жалюзи решет

Даже в случае равномерной подачи воздуха на решета масса, находящаяся на решетках, будет продуваться неравномерно. Связано это с неравномерным распределением массы на решетках. Особенно заметно это при уборке во влажных условиях: происходит забивание двух сек-

ций решет (верхнего и нижнего) с левой стороны по ходу движения (рис. 6.7).



Рис. 6.6. Проблема забивания решет по краям разделительных полосок (особенно проявляется при уборке озимой ржи и тритикале)



Рис. 6.7. Последствия неравномерного обдува решет очистки

Связано это с работой домолачивающего устройства, а именно распределительного шнека. Масса, поступающая из домолачивающего устройства, выгружается ближе к левому краю и переходит на решета. Тем самым в этом месте слой имеет большую толщину, воздухом продувается хуже. В результате этого при уборке влажной массы решето забивается.

С правой стороны по ходу движения в валке имеется большее количество потерь зерна, чем с левой. Скорее всего, это связано с большей подачей воздуха в правую часть, из-за неравномерного распределения массы на верхнем решете.

Для устранения данного недостатка на моделях зарубежных комбайнов установлены специальные устройства, например система 3Д на комбайнах фирмы CLAAS. Она создает поперечные колебания решетчатого стана, благодаря чему зерно располагается по всей площади решета даже в случаях поперечных наклонов комбайна. Однако данная система требует отдельного привода и усложняет конструкцию комбайна. Поэтому считается перспективным применение относительно простых и надежных устройств для обеспечения устойчивых показателей работы при реально существующих условиях уборки. Также оправдывает себя применение дополнительных решет и активизация процесса сепарации за счет воздушного потока.

**Рекомендации.** *Настройка узлов очистки оказывает большое влияние на возможную величину потерь урожая. Для снижения потерь зерна в соломе перспективным является применение активаторов соломотряса. Настройка жалюзи решета и частоты вращения вентилятора должна проводиться тщательно и регулярно корректироваться при изменении условий работы.*

## 7. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОТЕРЬ ЗЕРНА

В современных комбайнах контроль и управление технологическим процессом осуществляются с использованием электронных устройств. Их правильная настройка и квалифицированная эксплуатация позволяют повысить производительность работы и избежать потерь урожая.

В поле потери зерна обычно определяются путем наложения рамок определенного размера и подсчета в их пределах потерянных зерен (рис. 7.1).

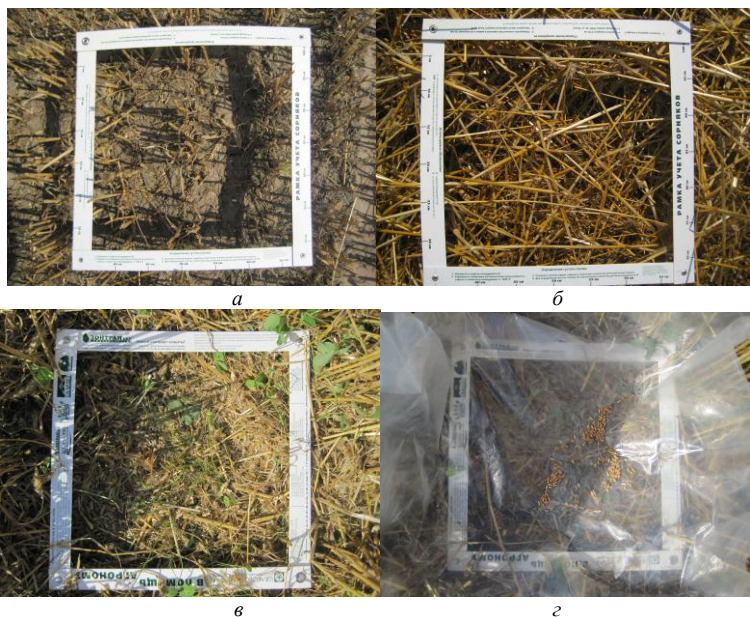


Рис. 7.1. Контроль величины потерь по ширине захвата жатки (а), по валку соломы (б), после удаления валка (в) и общий сбор зерна в пределах площади замера (г)

Качество работы жатки определяют накладывая рамку на стерню (рис. 7.1, а). Все зерно в пределах рамки подсчитывается. Для определения недомолота из валка соломы собирают необмолоченные колоски (рис. 7.1, б). Для подсчета потерь зерна от невытряса берут горсть половины и определяют в ней наличие зерен, а также просыпавшиеся из половины зерна (рис. 7.1, в). Пробы берут не менее четырех раз.

## 7.1. Принцип работы указателей потерь зерна

Для определения уровня потерь и наглядной индикации зерноуборочные комбайны «ПАЛЕССЕ» оборудованы автоматической системой контроля (АСК) (рис. 7.2).

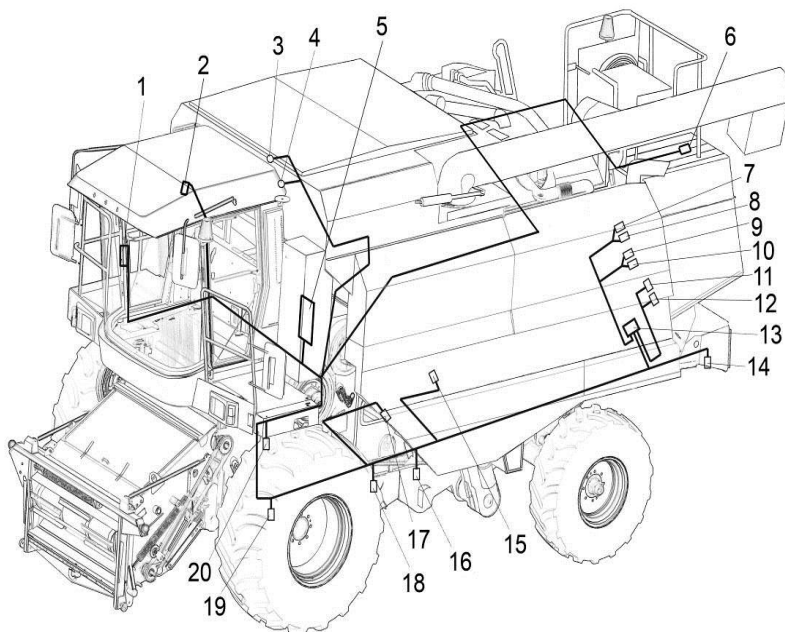


Рис. 7.2. Автоматическая система контроля комбайна (АСК):

1 – модуль терминальный из комплекта «БКИ-03» или панель оператора «ВулКан»;  
2 – датчик блокировки лаза в бункер; 3, 4 – указатели заполнения бункера зерном;  
5 – модуль ввода-вывода из комплекта БКИ или блок периферийный из комплекта «ВулКан»; 6 – датчик забивания соломотряса; 7, 8, 9, 10 – пьезоэлектрические датчики потерь зерна за соломотрясом; 11, 12 – пьезоэлектрические датчики потерь зерна за очисткой; 13 – устройство формирования импульсов РИДП 468833.501 из комплекта «БКИ-03» или блок модуля потерь АНД 03.03.00.00.000 из комплекта «ВулКан»;  
14 – датчик оборотов соломоизмельчителя; 15 – датчик оборотов соломотряса;  
16 – датчик оборотов зернового шнека; 17 – датчик оборотов колосового шнека; 18 – датчик оборотов вентилятора; 19 – датчик скорости движения; 20 – датчик оборотов молотильного барабана

АСК предназначена:

- для измерения частоты вращения молотильного барабана, вентилятора очистки, колосового и зернового шнеков, соломотряса, соломоизмельчителя, скорости движения комбайна;
- выявления отклонений от номинала частоты вращения основных агрегатов комбайна;
- звуковой и световой сигнализации об отклонениях от нормы режимов работы основных рабочих органов комбайна, заполнения бункера зерном;
- индикации потерь зерна.

АСК состоит из следующих устройств:

- блока контроля и индикации (БКИ) технологического режима работы комбайнов «БКИ-03» (рис. 7.3, *а*) или «ВулКан-04» (рис. 7.3, *б*);
- датчиков (ПрП-1М, ВК2А2 и др.);
- пьезоэлектрических датчиков потерь зерна (ДПЗП-1) (рис. 7.4);
- модуля потерь;
- соединительных кабелей.



Рис. 7.3. Блок контроля и индикации технологического режима работы комбайнов:  
*а* – «БКИ-03»; *б* – «ВулКан-04»

Датчики ДПЗП-1 предназначены для преобразования кинетической энергии падающих зерен в электрические сигналы и установлены в конце решет системы очистки, а также во второй и четвертой клавишах соломотряса.

Модуль потерь установлен на боковине комбайна возле гидроблока и предназначен для усиления электрических сигналов, поступающих с

датчиков ДПЗП-1, и формирования импульсов, обеспечивающих работу «БКИ» или «ВулКан».



Рис. 7.4. Датчик ДПЗП-1 за решетами очистки

При работе комбайна зерна, которые попадают на ДПЗП-1 (установленные в клавишах соломотряса и за решетным станом), формируют электрические импульсы, передающие к модулю потерь (рис. 7.5).

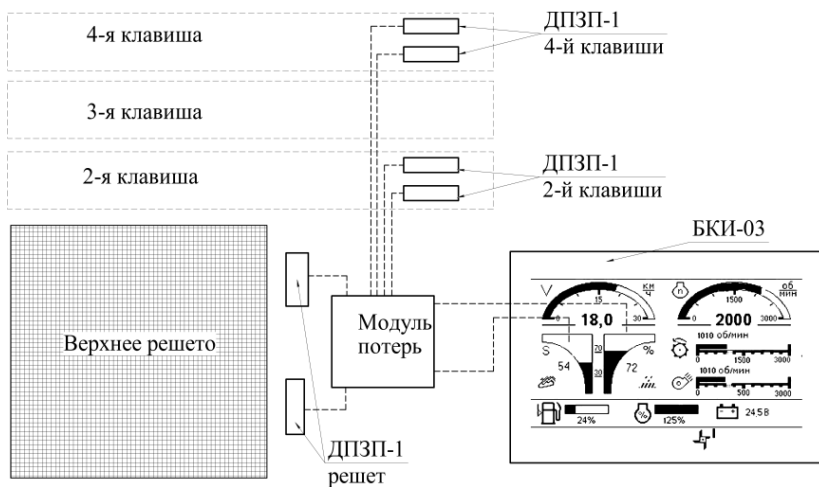


Рис. 7.5. Схема работы устройства для определения потерь зерна

Модуль потерь усиливает сигнал от ДПЗП-1 и передает его к «БКИ-03». «БКИ-03» обрабатывает сигнал и выводит результат на монитор. Информация выводится в аналоговом (затемнением расширяющихся сверху двух столбцов) и цифровом виде. Значениями «30», «70» отмечены зоны приемлемого уровня потерь.

## 7.2. Проверка каналов потерь зерна

Перед началом работы необходимо проверить работоспособность датчиков ДПЗП-1. Для проверки датчиков потерь зерна следует включить блок, вывести на экран режим «комбайнирование» (рис. 7.6). Помощнику комбайнера стучать по мембране датчика потерь одного из каналов твердым предметом (например, отверткой), не повреждая его, а комбайнеру наблюдать на экране заполнение столбика потерь соломотряса или очистки на мониторе «БКИ-03».



Рис. 7.6. Режим «комбайнирование» на мониторе «БКИ-03»

Уровень заполнения столбика выбранного канала зависит от частоты постукивания по мембране. Увеличивая (уменьшая) частоту постукивания, по команде комбайнера наблюдать изменения уровня в большую (меньшую) сторону. Аналогичную проверку выполнить по другому каналу и для всех датчиков потерь. Данная проверка предназначена только для контроля исправности датчиков и каналов индикации потерь. Для установления минимальных потерь и индикации на мониторе «БКИ-03» оптимального уровня потерь необходимо произвести калибровку данной системы в зависимости от урожайности, состояния поля и убираемой культуры.

### 7.3. Определение допустимого уровня потерь зерна

Для настройки индикаторов потерь вначале необходимо определить допустимый уровень потерь зерна за молотилкой зерноуборочного комбайна.

Допустимые потери за молотилкой рассчитываются исходя из массы 1000 шт. зерен (пшеница – 40 г; ячмень – 45; рожь – 35; овес – 28 г).

**Пример расчета потерь.** Для определения допустимого уровня потерь необходимо знать: урожайность убираемой культуры  $U$ ; ширину захвата жатки  $B$ ; ширину молотилки комбайна  $b$ ; массу тысячи зерен убираемой культуры  $M$ ; допустимый процент потерь за молотилкой комбайна  $P$ .

Тогда количество зерен в  $1 \text{ м}^2$  валка, соответствующее  $1 \%$  потерь, определим по формуле

$$N = \frac{100 \cdot U \cdot P \cdot B}{M \cdot b}.$$

Произведем расчет для зерноуборочного комбайна КЗС-1218 «ПА-ЛЕССЕ GS12». Урожайность убираемой культуры – 40 ц/га, ширина захвата жатки – 7,0 м, ширина молотилки – 1,50 м, масса тысячи зерен пшеницы – 40 г, допустимый процент потерь за молотилкой комбайна – 1 %.

Тогда

$$N = \frac{100 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 7}{40 \cdot 1,5} = 400 \text{ шт/м}^2.$$

Допустимый уровень потерь составит 400 зерен на  $1 \text{ м}^2$  валка за молотилкой комбайна. Для более простого определения допустимого уровня потерь можно воспользоваться данными табл. 7.1.

После определения допустимого количества потерь зерна необходимо произвести пробный обмолот. Для этого нужно настроить зерноуборочный комбайн на уборку определенного вида культуры (установить необходимые обороты молотильного барабана, зазор между барабаном и подбарабаньем, частоту вращения вентилятора, величину открытия жалюзи решетки) исходя из рекомендаций. Во время работы подбросить лоток под комбайн, соблюдая меры безопасности, между передними и задними колесами к середине комбайна (рис. 7.7).

Таблица 7.1. Количество зерен на 1 м<sup>2</sup> валка при уровне потерь 1 %, шт/м<sup>2</sup>

Урожай- ность, ц/га	Ширина захвата жатки 6 м				Ширина захвата жатки 7 м			
	Пшеница	Ячмень	Рожь	Овес	Пшеница	Ячмень	Рожь	Овес
10	100	89	114	143	117	104	133	167
15	150	133	171	214	175	156	200	250
20	200	178	229	286	233	207	267	333
25	250	222	286	357	292	259	333	417
30	300	267	343	429	350	311	400	500
35	350	311	400	500	408	363	467	583
40	400	356	457	571	467	415	533	667
45	450	400	514	643	525	467	600	750
50	500	444	571	714	583	519	667	833
55	550	489	629	786	642	570	733	917
60	600	533	686	857	700	622	800	1000
65	650	578	743	929	758	674	867	1083
70	700	622	800	1000	817	726	933	1167
75	750	667	857	1071	875	778	1000	1250
80	800	711	914	1143	933	830	1067	1333
85	850	756	971	1214	992	881	1133	1417
90	900	800	1029	1286	1050	933	1200	1500
95	950	844	1086	1357	1108	985	1267	1583
100	1000	889	1143	1429	1167	1037	1333	1667

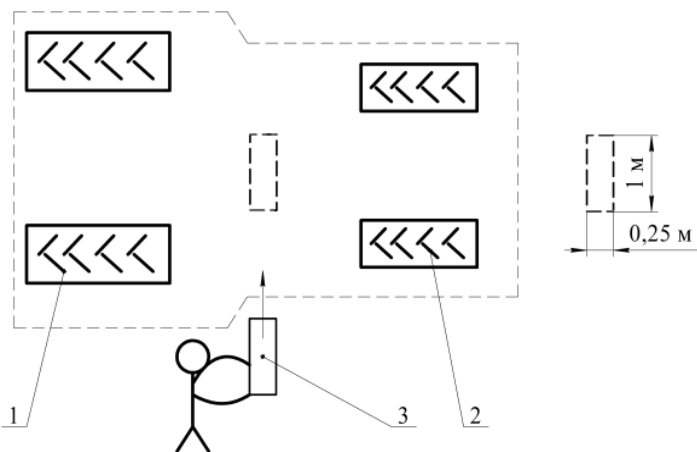


Рис. 7.7. Схема расположения лотка при определении потерь зерна:  
1 – передние колеса; 2 – задние колеса; 3 – лоток (1,0×0,25 м)

Лучше всего использовать лоток, имеющий размеры 1,0×0,25 м (площадью 0,25 м<sup>2</sup>). После прохода комбайна необходимо солому, находящуюся над лотком, аккуратно протрясти над ним, чтобы зерна, находящиеся в соломе, также попали в лоток. Подсчитать зерна в лотке и умножить на 4. Полученный результат сравнить с данными табл. 7.1 и сделать заключение о количестве потерь.

Например, при уборке пшеницы урожайностью 30 ц/га зерноуборочным комбайном КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12», движущимся со скоростью 6 км/ч, количество зерен в лотке составило 80 шт. Умножив на 4, получаем 320 шт. и сравниваем с табличным значением, равным 350. Полученное значение не превышает табличное, однако находится на границе допустимых потерь. Следовательно, данный режим работы зерноуборочного комбайна является приемлемым.

Теперь необходимо настроить индикацию потерь зерна на мониторе «БКИ-03» таким образом, чтобы показания потерь для данного режима работы являлись номинальными. При превышении номинального значения потерь «БКИ-03» будет сигнализировать о том, что уровень потерь превышен.

#### **7.4. Настройка индикации потерь зерна для «ВулКан-04»**

Компьютер бортовой «ВулКан-04» измеряет уровень потерь зерна в двух режимах: по времени, по площади. При измерении потерь зерна по времени «ВулКан-04» выводит на экран суммарное количество зерен, измеренных за 5 секунд, т. е. обновление информации происходит каждые 5 секунд. При измерении потерь зерна по площади «ВулКан-04» выводит на экран прогнозируемое (вычисленное с учетом скорости, пройденного пути и ширины захвата жатки) количество зерен на 250 м<sup>2</sup> убранный площади. Компьютер бортовой «ВулКан-04» позволяет выбрать режим измерения потерь: по времени, по площади; установить чувствительность потерь для различных культур; определить приемлемый уровень потерь.

Вначале необходимо выбрать режим измерения потерь и чувствительность. Для этого следует вызвать меню «Выбор экрана» (рис. 7.8), затем выбрать меню «Настройки» (рис. 7.9). При помощи кнопки табуляции выбрать пункт «Вывод потерь». При работе лучше использовать вывод потерь «по времени», в данном случае будут замеряться потери для конкретных условий работы, не отнесенные к убираемой площади. При помощи кнопок «Вверх», «Вниз» выбрать режим изме-

рения потерь. При помощи кнопки табуляции выбрать пункт «Чувствительность потерь».

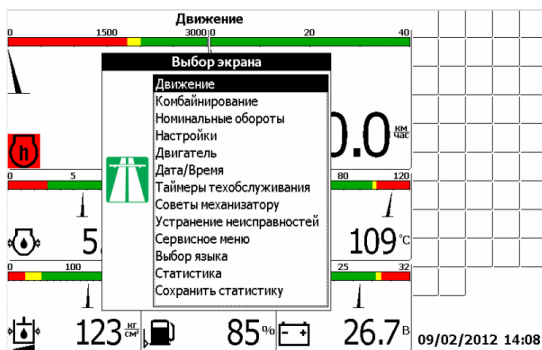


Рис. 7.8. Индикация меню «Выбор экрана»

При помощи кнопок «Вверх», «Вниз» установить приемлемую чувствительность потерь, причем «1» – самая низкая, а «4» – самая высокая. Чувствительность «1» рекомендуется устанавливать при обмолоте таких культур, как кукуруза, горох; «2» и «3» – при обмолоте зерновых культур; «4» – при обмолоте трав и рапса.

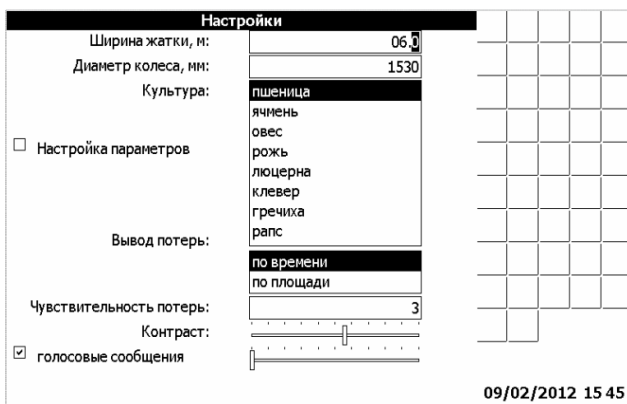


Рис. 7.9. Индикация меню «Настройки»

После этого необходимо дважды нажать клавишу «Ввод». Затем модулю потерь отсылается команда перенастройки датчиков потерь. Этот процесс занимает около 5 секунд. На протяжении этого времени показания всех датчиков не обновляются.

Теперь необходимо настроить номинальные значения для указателей потерь зерна. Для этого следует производить обмолот с определенной скоростью и нажать кнопку «Ввод» в то время, когда панель оператора находится в рабочем режиме (режим движения, комбайнирования или отображения дополнительных датчиков). Откроется меню «Установка номинальных значений» (рис. 7.10).

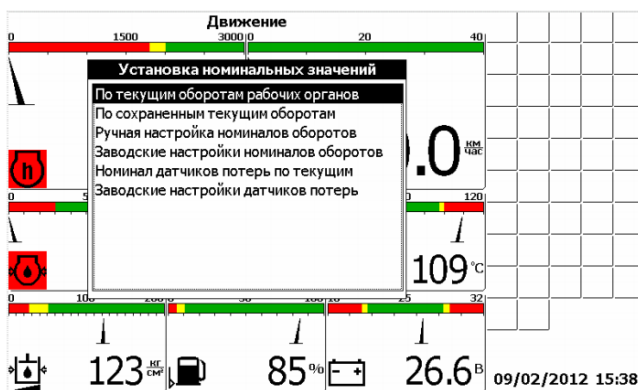



Рис. 7.10. Индикация меню «Установка номинальных значений»













Выбрать пункт меню «Номинал датчиков потерь по текущим», который означает, что текущие потери за комбайном принимаются в качестве номинальных. Аварийный порог располагается посередине между номинальным и максимальным значениями. После этого индикация потерь считается откалиброванной и может использоваться для ориентировочной информации об уровне потерь урожая.

В случае невозможности проведения данных операций можно воспользоваться заводскими настройками. Для этого необходимо перейти в меню «Установка номинальных значений» (рис. 7.10) и выбрать пункт меню «Заводские настройки датчиков потерь». В данном случае индикация потерь зерна будет менее точной, но может быть использована для ориентировочной информации об уровне потерь.

## 7.5. Настройка индикации потерь зерна для «БКИ-03»


Компьютер бортовой «БКИ-03», так же как и «ВулКан-04», измеряет уровень потерь зерна в двух режимах: по времени, по площади. Однако настройка выполняется более просто. Для настройки индикации уровня потерь необходимо выбрать режим относительных потерь: «по времени» или «по площади». Знаки «S» или «t» в левой верхней части индикатора определяют режим относительных потерь по площади или по времени.

Настроить необходимую чувствительность датчиков потерь в пункте меню «Настройки» (рис. 7.11). Для вызова данного пункта меню необходимо длительно нажать клавишу  на лицевой панели «БКИ-03».

НАСТРОЙКИ			Тек.	Свои	Рек.	
	Ручной					
	Пшеница					
	% S					
	9 1					
	4 5					
	RUS					
	Пароль					
			об/МИН	800	725	725
			мм	18	19	19
			об/МИН	650	725	725
			мм	6	8	8
			мм	8	12	12

*a*
*b*

Рис. 7.11. Индикация меню «Настройки»: *a* – режим относительных потерь; *b* – чувствительность датчиков потерь

Для контроля за потерями зерна после установки оптимальных режимов работы (оборотов молотильного барабана, вентилятора, зазора в подбарабанье, положения жалюзи решет), при которых достигается минимальный уровень потерь, и установки необходимой чувствительности в зависимости от параметров зерна (на экране настроек), следует длительно нажать кнопку  на лицевой панели блока.

При этом уровень заполнения столбиков потерь по каналам «соломотряс» и «очистка» будет соответствовать среднему значению, равному 50.

В процессе работы изменение уровня заполнения столбиков будет свидетельствовать об увеличении (уменьшении) потерь по площади (если на индикаторе потерь установлен символ «S») или по времени (если на индикаторе установлен символ «t»). Для корректировки индикации уровня потерь можно изменять чувствительность датчиков потерь через меню «Настройки».

***Рекомендации.*** *Следует правильно настраивать установленные на комбайнах системы контроля за потерями зерна. Использование систем контроля позволяет оперативно контролировать текущие потери и принимать меры к их предотвращению.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уборка всего выращенного урожая без потерь является важной народнохозяйственной задачей. В хозяйствах Республики Беларусь для этого имеются реальные возможности. Однако задача остается сложной и требует комплексного подхода, при котором важнейшими являются техническое обеспечение, технологическое использование комбайнов, организация работ и ответственность специалистов.

В ближайшем будущем продолжится тенденция сокращения количества применяемых комбайнов при одновременном росте их производительности. Это будет способствовать сокращению уборочного периода до агротехнически обоснованного. Будет повышаться и урожайность убираемых посевов зерновых и зернобобовых культур, что потребует еще более ответственного отношения к использованию уборочной техники.

Опыт ряда ведущих хозяйств с использованием при уборке комбайнов различных моделей подтверждает значительные возможности полноты сбора урожая. При соблюдении условий настройки и правильной эксплуатации комбайны современных моделей отечественного и импортного производства способны обеспечивать полноту сбора урожая. Наблюдаемые отклонения урожайности в условиях отдельных хозяйств могут объясняться техническими возможностями различных моделей комбайнов, но в большей степени навыками и ответственностью комбайнеров.

При планировании и проведении уборочных работ важно учитывать складывающиеся условия и физико-механические характеристики убираемых растений. Перспективным технологическим приемом является работа на повышенной высоте среза, что способствует увеличению производительности комбайнов и улучшению условий обмолота и очистки зерна от примесей.

Важнейшим слагающим успешной работы комбайнов без потерь урожая является правильная настройка механизмов жатки, молотилки и очистки. В настройке узлов жатки имеются определенные моменты, касающиеся стеблеподъемников, мотовила и других механизмов, правильная настройка которых позволяет избежать потерь зерна. Соответствующая настройка зазоров и частоты вращения молотильного аппарата позволяет обеспечить полноту вымолота и создать условия для последующей эффективной очистки зерна без потерь урожая.

Применяемые системы электронного контроля за работой узлов и механизмов комбайна позволяют оперативно управлять процессом, не допуская превышения потерь урожая сверх установленных нормативов. При этом остается важным ответственным отношением комбайнера с необходимым условием квалифицированного отношения на всех этапах работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа устойчивого развития села на 2011–2015 годы: Указ Президента Респ. Беларусь, 1 авг. 2011 г., № 342 // Эталон-Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – 12 с.
2. [http://www.fishbase.org/manual/fishbasefao\\_statistics00002679.htm](http://www.fishbase.org/manual/fishbasefao_statistics00002679.htm).
3. Горячкин, В. П. Собрание сочинений / В. П. Горячкин; под ред. Н. Д. Лучинского. – 2-е изд. – М.: Колос, 1965. – Т. 3. – 178 с.
4. Зерновые комбайны СССР и зарубежных стран. Теория и анализ конструкций / И. Ф. Василенко [и др.]. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 286 с.
5. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / М. Ф. Бурмистрова [и др.]. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 360 с.
6. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений (методы исследования, приборы, характеристики). – М.: Колос, 1970. – 424 с.
7. Крагельский, И. В. Физико-механические свойства стеблей льна и конопля (свойства сельскохозяйственных растений) / И. В. Крагельский. – М.: ВИСХОМ, 1939. – 190 с.
8. Пустыгин, М. А. Закон сжатия слоя стеблей хлеба / М. А. Пустыгин // Сельхозмашина. – 1937. – № 2. – С. 9–12.
9. Раздорский, В. Ф. Архитектоника растений / В. Ф. Раздорский. – М.: Советская наука, 1955. – 432 с.
10. Саркисян, Г. М. Использование принципа строения стеблей при конструировании сельхозмашин / Г. М. Саркисян // Тракторы и сельхозмашины. – 1992. – № 5. – С. 21–22.
11. Хайлис, Г. А. Механика растительных материалов / Г. А. Хайлис. – Киев: Изд-во УААН, 1994. – 334 с.
12. Ковалев, Н. Г. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства) / Н. Г. Ковалев, Г. А. Хайлис, М. М. Ковалев. – М.: ИК «Родник», 1998. – 208 с.
13. Липкович, Э. И. Процессы обмола и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов / Э. И. Липкович. – Черноград, 1973. – 168 с.
14. Жалнин, Э. В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов / Э. В. Жалнин. – М.: ВИМ, 2001. – 146 с.
15. Сабликов, М. В. Сельскохозяйственные машины: в 2 ч. / М. В. Сабликов. – М.: Колос, 1968. – Ч. 2: Основы теории и технологического расчета. – 296 с.
16. Районированные сорта – основа высоких урожаев: каталог районированных сортов по Беларуси / отв. ред. А. М. Старовойтов. – Минск: Ураджай, 1997. – 176 с.
17. [http://www.sorttest.by/opisaniya\\_sortov\\_rasteniy](http://www.sorttest.by/opisaniya_sortov_rasteniy).
18. Клочкова, О. С. Особенности созревания и десикации посевов ярового рапса / О. С. Клочкова // Вестник БГСХА. – 2006. – № 4. – С. 36–40.
19. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – 13-е изд., испр. – М.: Наука, 1986. – 544 с.
20. Утеуш, Ю. А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве / Ю. А. Утеуш. – Киев: Наук. думка, 1979. – 228 с.
21. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 288 с.
22. Запольский, М. И. Эффективность кооперативно-интеграционных отношений в сфере агропромышленного производства. Теория, методология / М. И. Запольский; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2010. – 256 с.
23. Клочков, А. В. Эффективность зерноуборочных комбайнов. Опыт хозяйств Гродненского района / А. В. Клочков, В. Ф. Куц. – Горки: БГСХА, 2013. – 65 с.: ил.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

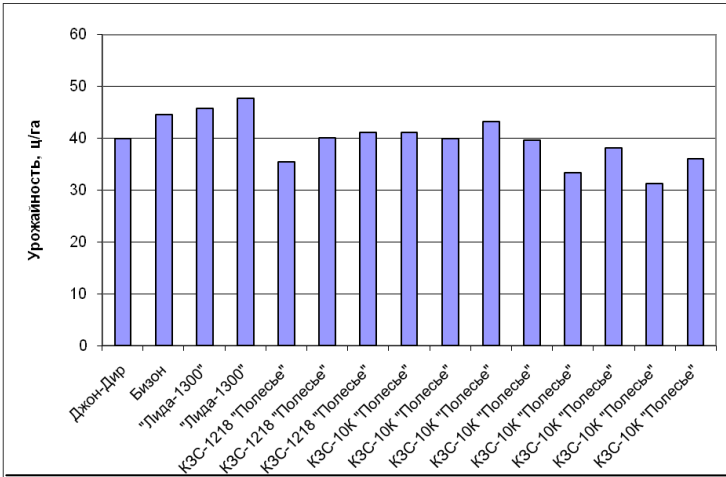


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Мир» Барановичского района в 2011 г.

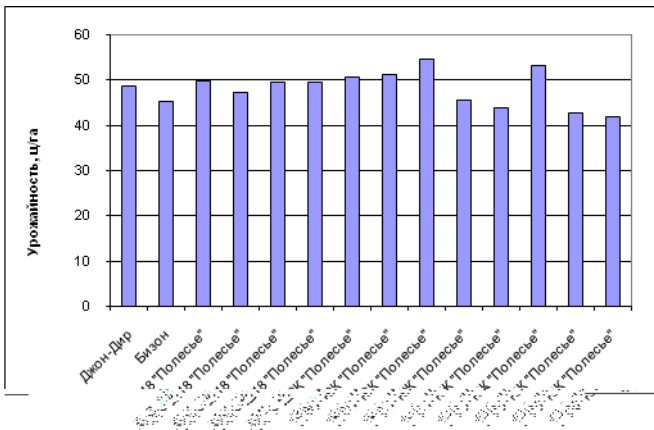


Рис. 2. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Мир» Барановичского района в 2012 г.

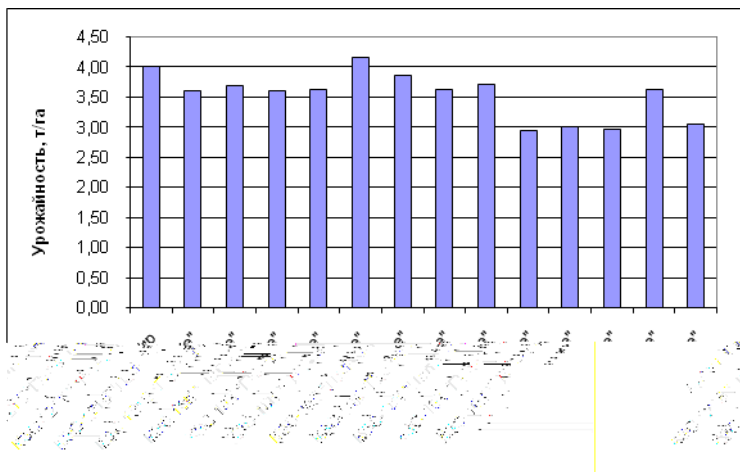


Рис. 3. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Мир» Барановичского района в 2013 г.

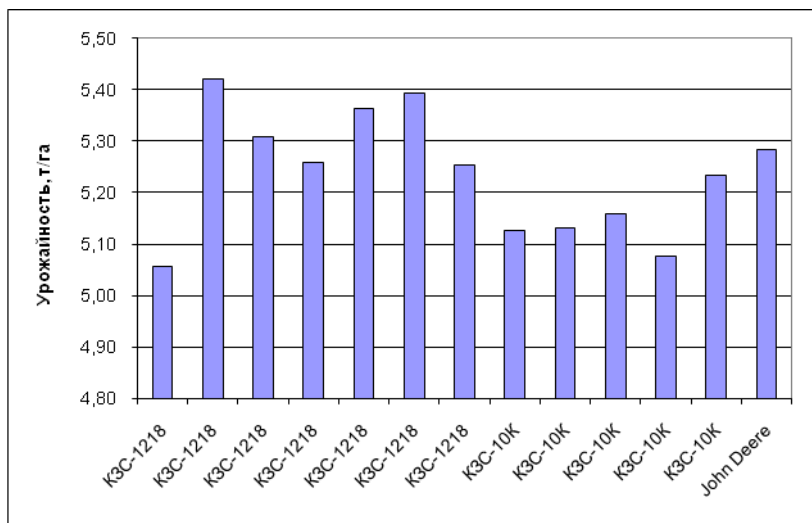


Рис. 4. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Мир» Барановичского района в 2014 г.

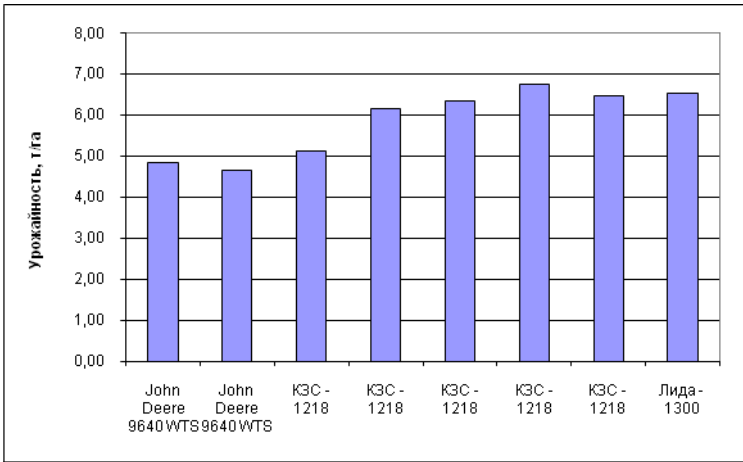


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Ляховичский» Ляховичского района в 2013 г.

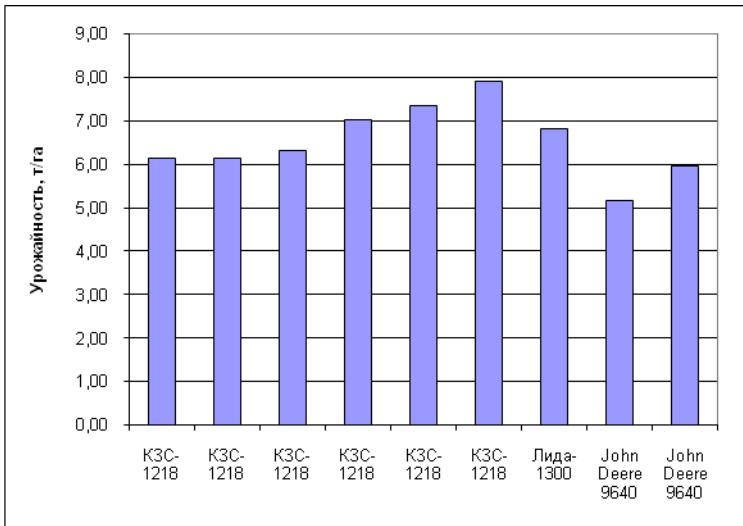


Рис. 2. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Ляховичский» Ляховичского района в 2014 г.

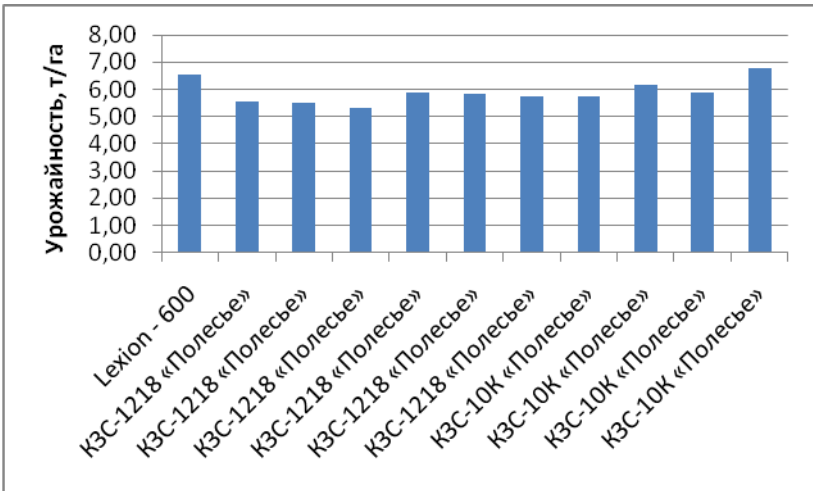


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Холмеч» Речицкого района в 2012 г.

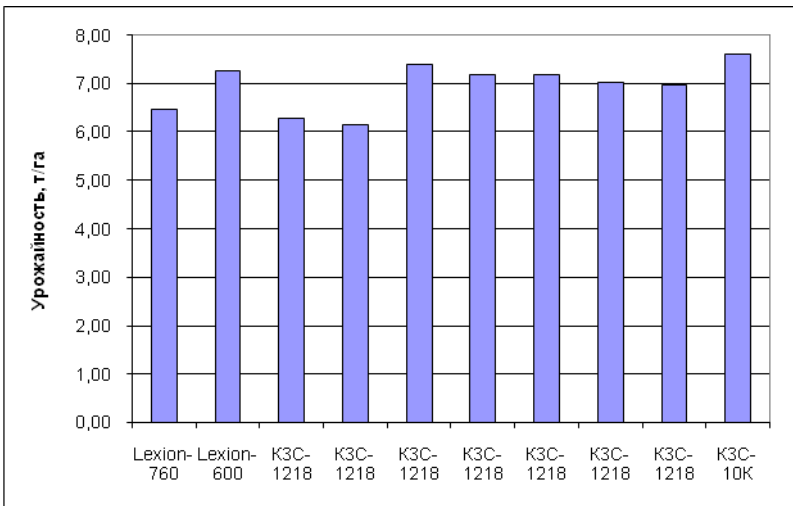


Рис. 2. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Холмеч» Речицкого района в 2014 г.

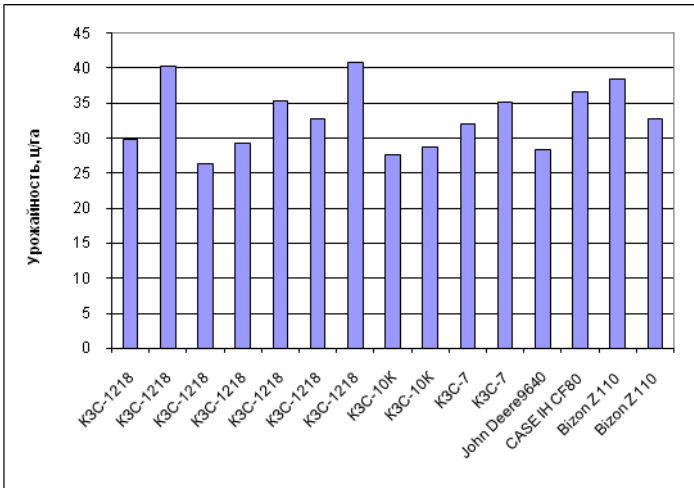


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Агро-Мотоль» Ивановского района в 2011 г.

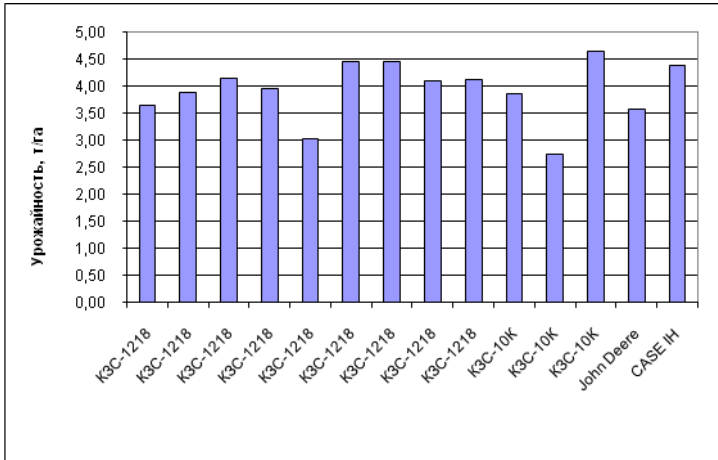


Рис. 2. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Агро-Мотоль» Ивановского района в 2013 г.

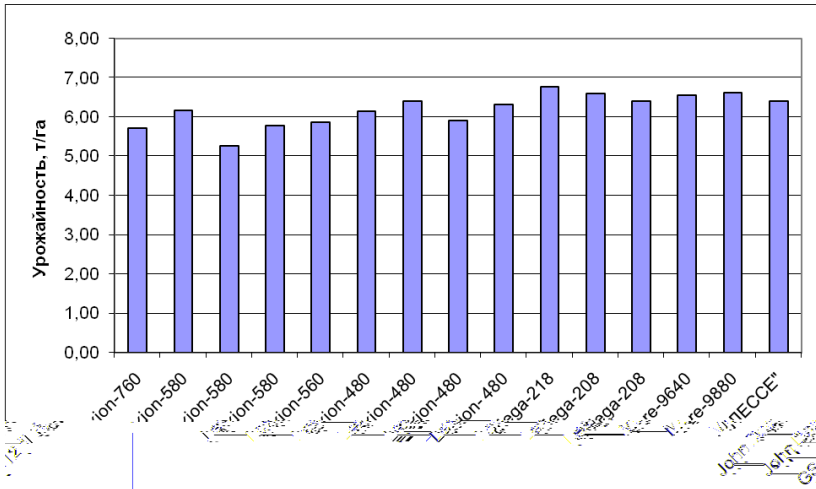


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Обухово» Гродненского района в 2013 г.

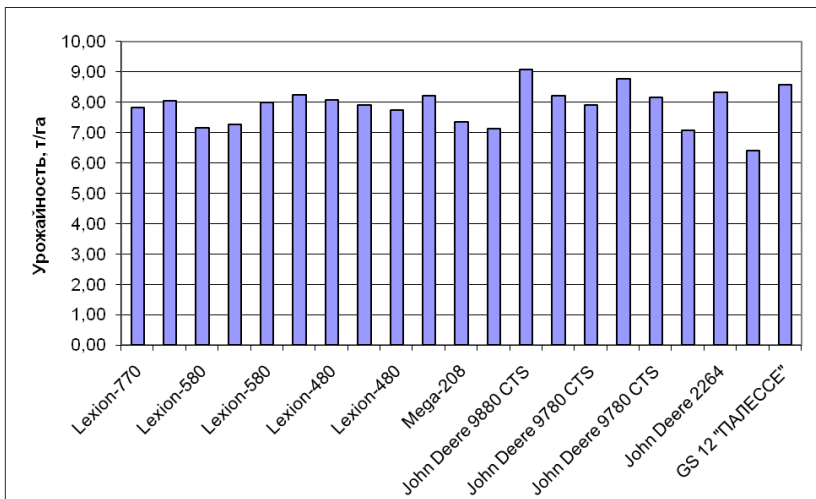


Рис. 2. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК им. В. И. Кремко Гродненского района в 2013 г.

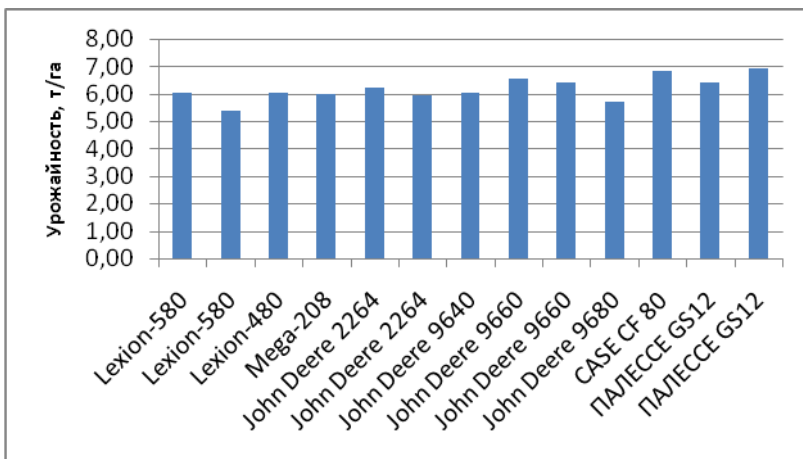


Рис. 3. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Озеры» Гродненского района в 2012 г.

Приложение 6

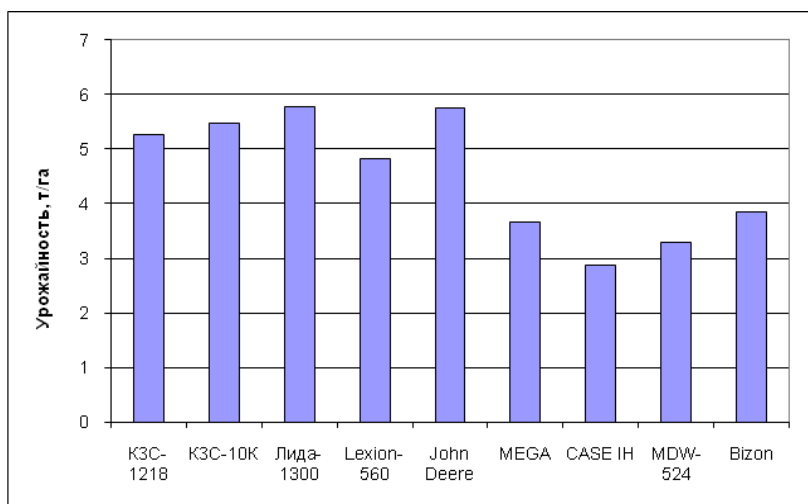


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Беловежский» Каменецкого района в 2011 г.

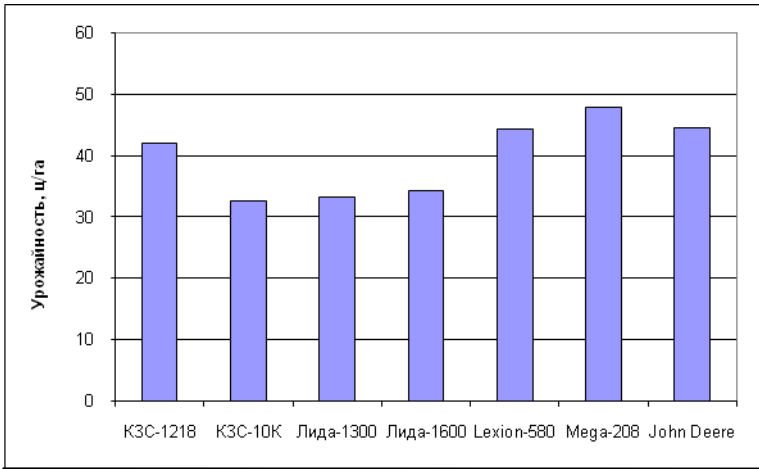


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Вороняны» Островецкого района в 2011 г.

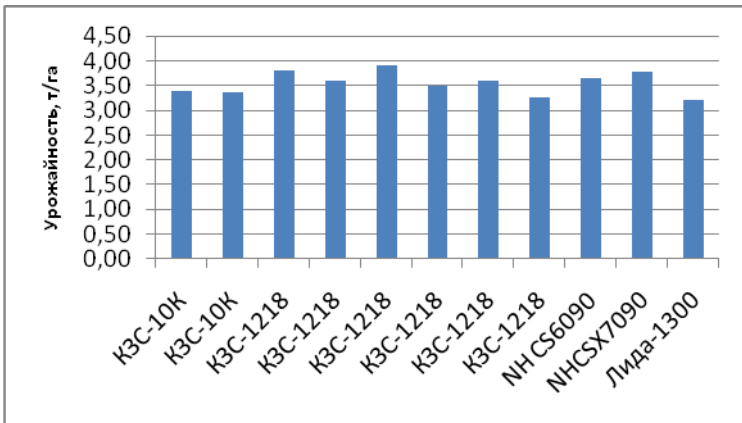


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в ОАО «Маяк-Высокое» Оршанского района в 2011 г.

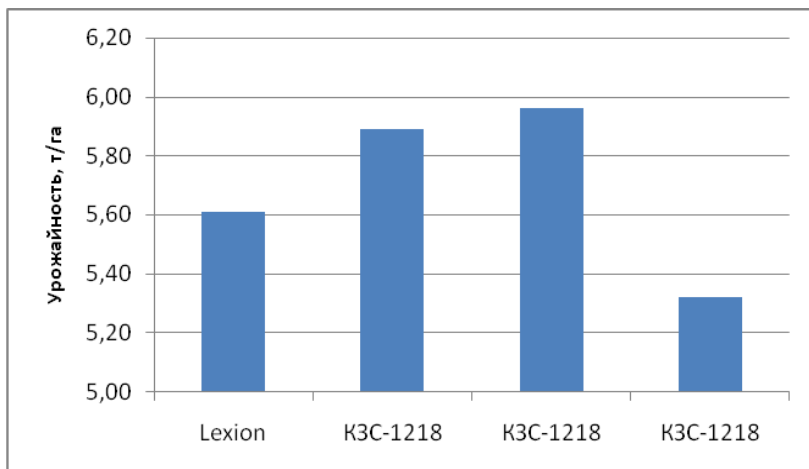


Рис. 2. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в СПК «Лариновка» Оршанского района в 2011 г.

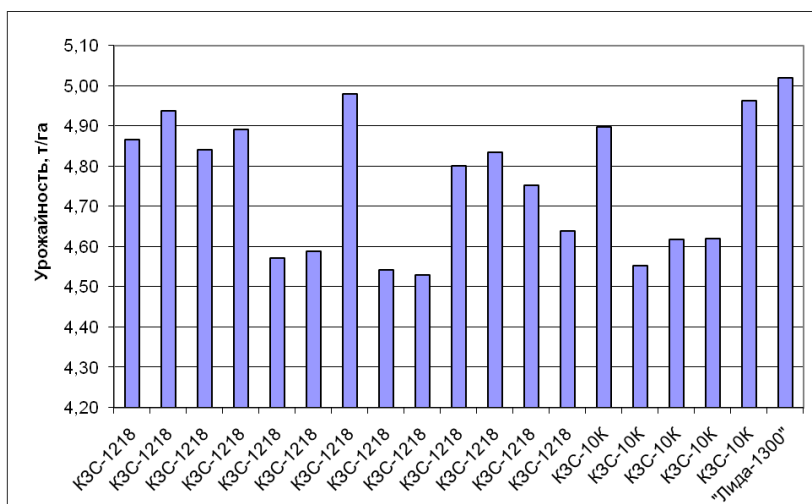


Рис. 3. Урожайность зерновых при уборке различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Юбилейный» Оршанского района в 2014 г.

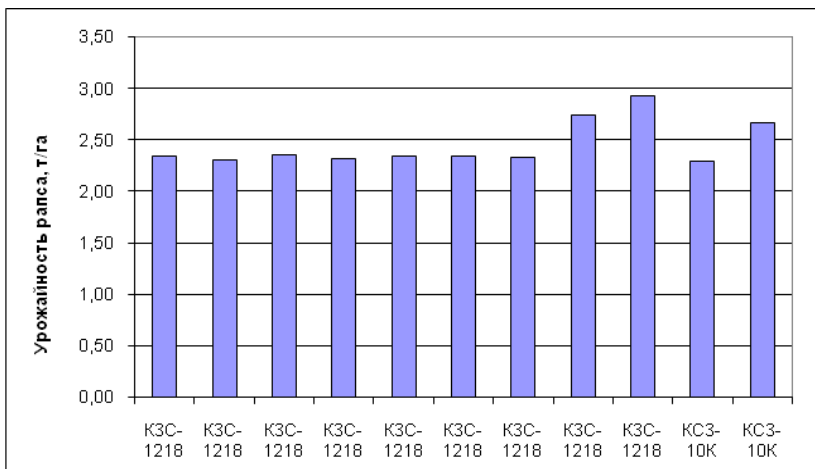


Рис. 4. Урожайность рапса при уборке различными комбайнами в ОАО «Агрокомбинат «Юбилейный» Оршанского района в 2014 г.

Приложение 9

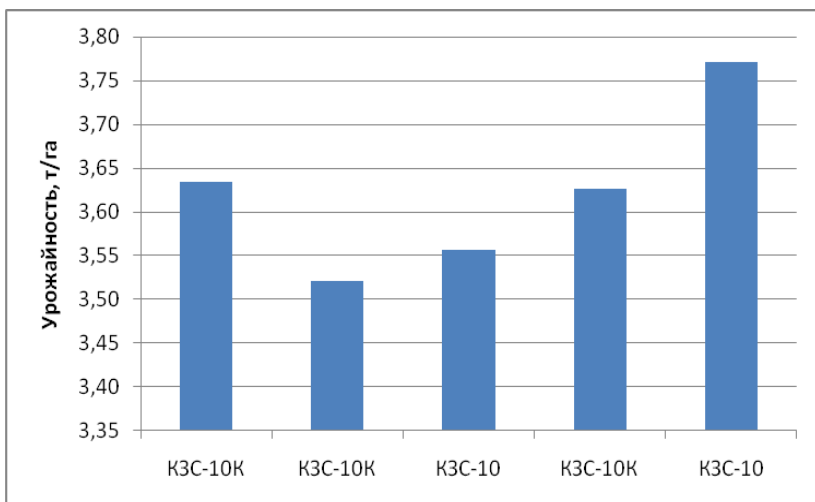


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в УКСП «Совхоз «Ольса» Кличевского района в 2012 г.

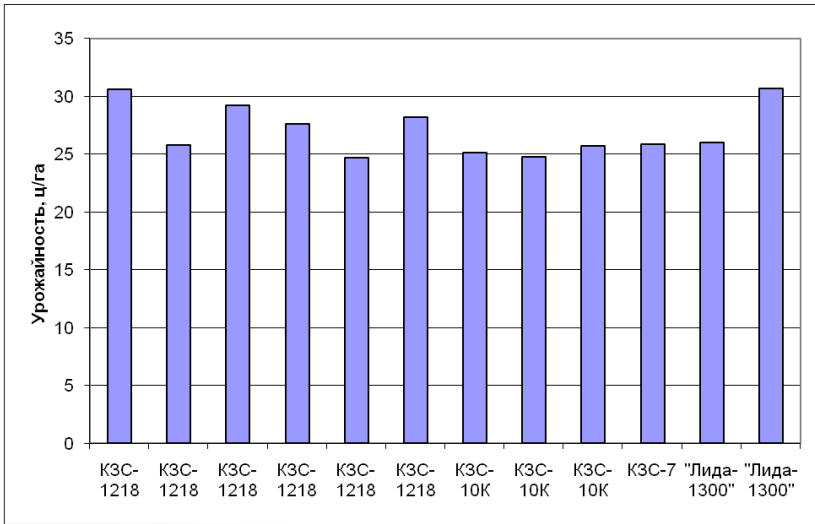


Рис. 1. Урожайность при уборке зерна различными комбайнами в КУСХП «Северный» Городокского района в 2011 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОЦЕНКА ОБЩЕЙ СИТУАЦИИ С УБОРКОЙ ЗЕРНОВЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	4
1.1. Наличие зерноуборочных комбайнов.....	8
1.2. Тенденции использования.....	16
1.3. Продолжительность уборки.....	19
1.4. Урожайность зерна.....	22
1.5. Особенности применения комбайнов в регионах.....	25
2. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УБОРКИ УРОЖАЯ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ.....	30
3. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ СРЕЗА С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ.....	36
4. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ЗА ЖАТКОЙ.....	46
4.1. Причины потерь зерна при работе жатки.....	46
4.2. Настройка жатки для предотвращения потерь урожая.....	48
4.3. Контроль качества работы жатки.....	57
5. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ ОБМОЛОТЕ.....	58
5.1. Причины возникновения потерь зерна при обмолоте.....	58
5.2. Настройка молотильного аппарата для предотвращения потерь урожая.....	59
5.2.1. Регулировки молотильного аппарата комбайна «ПАЛЕССЕ GS12».....	60
5.2.2. Регулировки молотильного аппарата комбайна «ПАЛЕССЕ GS10».....	62
5.2.3. Уборка в условиях повышенной урожайности и влажности.....	63
6. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ ОЧИСТКЕ.....	70
6.1. Причины потерь зерна при очистке.....	71
6.2. Настройка системы очистки.....	72
7. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОТЕРЬ ЗЕРНА.....	80
7.1. Принцип работы указателей потерь зерна.....	81
7.2. Проверка каналов потерь зерна.....	84
7.3. Определение допустимого уровня потерь зерна.....	85
7.4. Настройка индикации потерь зерна для «ВулКан-04».....	87
7.5. Настройка индикации потерь зерна для «БКИ-03».....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	92
ЛИТЕРАТУРА.....	94
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	95

Производственно-практическое издание

**Клочков** Александр Викторович  
**Гусаров** Владимир Владимирович  
**Ковалевский** Владимир Федорович

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ ЗЕРНА ПРИ УБОРКЕ

Рекомендации

Редактор *Е. В. Ширалиева*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *А. М. Павлова*

Подписано в печать 23.09.2015. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 6,28. Уч.-изд. л. 6,04.  
Тираж 75 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.