

техническим уровнем зерноуборочных комбайнов, показал, что на полях с урожайностью до 35 ц/га при длине гона до 200 м целесообразно использовать комбайны класса 5-6 кг/с; для всего диапазона урожайности при длине гона от 200 до 400 м - комбайны класса 6-8 кг/с; при длине гона свыше 400 м и урожайности до 55 ц/га - комбайны класса 8-10 кг/с; при длине гона свыше 600 м и урожайности более 45 ц/га, а также при урожайности свыше 55 ц/га и длине гона более 400 м - комбайны класса 10-12 кг/с.

3. Если принять годовую наработку комбайнов кл.5-6 кг/с на уровне 90 га, кл.6-8 кг/с - 130 га, кл.8-10 кг/с - 150 га и кл.10-12 кг/с - 30 га, средняя наработка на комбайн составит 138 га и для уборки 2,5 млн. га зерновых и зернобобовых потребуется 18,1 тыс. зерноуборочных комбайнов, из них 760 кл.5-6 кг/с (СК-5М "Нива"), 9,0 тыс. кл.6-8 кг/с (КЗС-7, Лида-1300), 7,9 тыс. кл.8-10 кг/с (в том числе 4,0 тыс. Дон-1500 и 3,9 тыс. КЗР-10), 470 кл.10-12 кг/с (КЗС-10)

### Библиография

1. Шило И.Н., Родов Е.Г. Обобщенный показатель для комплексной оценки машин и технологий. В сб. Интенсификация с.-х. производства и формирование системы машин. НИО "Белсельхозмеханизация". - Мн.: 1989.
2. Краткий справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства. - Мн.: БелНИИАЭ, 2000.

\* \* \*

УДК 631.354.2

### К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАЗДЕЛЬНОЙ И ДВУХФАЗНОЙ УБОРКИ ХЛЕБОВ

*В.Н.Дашков,  
С.Г.Гриньков,  
В.П.Чеботарев,  
А.Н.Перепечев  
(УП «БелНИИМСХ»)*

Проблема самообеспечения республики зерном по-прежнему остается главной и требует неотложного решения. В сложившихся экономических условиях это возможно в основном за счет интенсификации технологических процессов и повышения урожайности, снижения потребления ресурсов и потерь зерна. В целом из-за технического и организационно-технологического несовершенства уборочного конвейера, в ходе уборки и доработки урожая республика ежегодно теряет 500...600 тысяч тонн зерна.

Задача дальнейшего наращивания производства зерна в условиях сокращения энергетических ресурсов требует изыскания и освоения новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и технологических приемов, совершенствования конструкции уборочных машин, обеспечивающих высокий уровень организации уборочных работ и производительного использования уборочной техники.

В уборочный сезон 2001 года при наличии 17043 комбайнов (из них около 9 тыс. Доны и 3,4 тыс. Нивы) для зернового клина 2,6 млн. га средняя

нагрузка на один комбайн составляла 153 га при оптимальной нагрузке на Дон — 110 га и Ниву — 70 га [1].

Опыт производственной эксплуатации высокопроизводительных зерноуборочных комбайнов, которыми оснащаются в последнее время сельскохозяйственные предприятия республики (Дон-1500Б, КЗР-10, Лида-1300 и другие) позволил однозначно установить, что производительность таких комбайнов возрастает далеко не пропорционально росту их пропускной способности. Технические возможности их зачастую остаются нереализованными при уборке полеглых, засоренных посевов и неравномерно созревающих культур, имеющих, как правило, повышенную влажность хлебной массы, в результате чего сроки уборки и себестоимость уборки зерна не снижаются.

Вследствие изношенности парка зерноуборочных комбайнов, около 80% которых эксплуатируется за пределами амортизационного срока службы, их сезонная наработка, по оценкам БелНИИМСХ, составляет 57-59% потенциальных возможностей новых комбайнов. Это, в свою очередь, привело к увеличению сроков уборки основных колосовых культур до 50 дней и соответственно потерям урожая от перестоя и самоосыпания на корню, а также из-за нарушения герметизации, режимов работы молотильного аппарата и системы очистки комбайнов.

Поэтому при уборке засоренных, неравномерно созревающих, влажных и полеглых хлебов, прямое комбайнирование которых сопряжено с резким падением темпа уборки, с высокими затратами энергоресурсов и большими потерями зерна, **раздельной и двухфазной уборке практически нет альтернативы.** Раздельным и двухфазным способом в республике целесообразно убирать 25...30% посевных площадей.

Анализ результатов исследований, испытаний и передового опыта по технологиям уборки с учетом последующей сушки вороха на току позволил определить следующие потенциальные достоинства раздельной уборки: **снижение суммарных затрат жидкого топлива на уборку и послеуборочную обработку зерна на 30...35%; более раннее начало и сокращение сроков уборки на 10...12 дней; резкое сокращение потерь за молотилкой комбайна (в 5...6 раз) и повышение производительности комбайнов (в 1,5...2 раза) при подборе валков на уборке полеглых, влажных и засоренных хлебов [2].**

Это подтверждают результаты хозяйственной оценки в Мстиславском районе Могилевской области на уборке сильно засоренных и полеглых хлебов (табл. 1), при которой выявлены следующие преимущества двухфазной уборки: **повышение суточной производительности комбайнового парка в 1,5 раза, сокращение сроков уборки до 7 дней; сокращение потерь зерна при обмолоте на 3...4% за счет снижения влажности массы в валке; повышение производительности сушильного оборудования до 20% за счет снижения влажности зерна в валке на 3...4%; снижение расхода топлива на 1 га уборочной площади.**

Для повышения производительности комбайнов на подборе валков при уборке хлебов раздельным или двухфазным способом весьма привлекатель-

ным в технологическом плане является скашивание со сдвиганием валков. Однако здесь следует оговорить ряд специфических моментов. Во-первых, при скашивании высокорослых хлебов жатками ЖСК-4В при первом проходе срезанная масса плохо освобождается из выбросного окна из-за подпора её к нескошенному хлебостоя, что делает процесс скашивания в двоярный валок неустойчивым. Во-вторых, на таком хлебостое невозможно обеспечить свободную полосу между валком и нескошенным хлебом для свободного беспрепятственного прохода делителя жатки при обратном ходе жатвенного агрегата.

Таблица 13

Сравнительная характеристика технологий уборки зерновых культур (ячмень – 30 ц/га, засоренность посевов 30...35%, влажность зерна 20...23%)

№	Наименование операции	Марка машины	Ширина захвата, м	Производительность, га		Расход топлива, кг/га
				час	сутки	
<b>Прямое комбайнирование</b>						
1	Скашивание с обмолотом	Дон-1500А	6,0	1,2...1,3	10...13	19,0
2	Сушка	М-819	–	–	66,7 (180 т)	58,3
						<b>Итого 77,3</b>
<b>Двухфазная уборка</b>						
1	Скашивание с укладкой в валок	СК-5 + ЖСК-4В	4,2	1,7...2,1	17...21	12,3
2	Подбор валков	Дон-1500А	–	1,6...2,0	16...20	17,8
3	Сушка	М-819	–	–	81,5 (220 т)	45,9
						<b>Итого 76,0</b>

Поэтому наиболее реально сдвигание валков жатками ЖСК-4В выполнять на хлебах не выше 100 см, а также на сильно полеглых хлебах. В этом случае скашиваемая масса укладывается в более компактный валок у края транспортера. Для обеспечения свободной от хлебной массы полосы стерня между уложенным валком и нескошенным стеблестоем целесообразно на левой боковине жатки устанавливать стеблеотводы пластинчатого или перьевого типа.

Раздельная уборка раннеспелых и высокорослых хлебов может стать весомым резервом повышения производительности комбайнов и сокращения продолжительности жатвы. Однако ее применение осложняется рядом причин и, прежде всего, неустойчивой погодой. Поэтому выбор объема раздельной уборки рекомендуем соотносить с данными табл.14, где коэффициент увлажнения отражает отношение количества атмосферных осадков, выпадающих за определенный период, к величине испаряемости за тот же период.

При коэффициенте увлажнения 0,8 и более раздельную уборку нужно проводить по типу двухфазной, т.е. когда скошенный хлеб в тот же или на следующий день и подбывается. Это особенно важно при уборке полеглых посевов. Поэтому скашивать нужно столько, сколько валков смогут обмолодить за день подготовленные для этого комбайны. В ином случае риск попа-

дания скошенного хлеба под дождь сильно увеличивается. Многолетние данные и прогноз коэффициента увлажнения можно получить на ближайших метеорологических станциях.

Таблица 14

**Оптимальные соотношения раздельного и прямого комбайнирования ранних зерновых культур**

Способ уборки	Доля снопа (%) при коэффициенте увлажнения (по Н.Н.Иванову) в уборочный период							
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
Раздельный	50	39	28	19	11	6	3	1
Прямое комбайнирование	50	61	72	81	89	94	97	99

Интенсивность влагоотдачи зерна, стеблей и сорняков в значительной степени зависит от метеорологических условий. Уложенная в валки хлебная масса способна не только отдавать влагу, но и в больших количествах впитывать ее при выпадении осадков. При этом процесс влагоотдачи из валков протекает медленнее, чем на корню. Поэтому в условиях республики, где вероятность ненастной погоды в период уборки достаточно велика, валки должны быть непрерывными и уложены на стерне так, чтобы они не касались поверхности почвы.

Формируемые валки при раздельной уборке полевых культур в условиях республики должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Продуктивная часть скашиваемых растений должна располагаться в верхней части валка, что обеспечивает лучшие условия для естественной сушки и дозревания зерна и семян, а также предохраняет их от порчи после выпадения осадков в случаях неизбежного более длительного нахождения валков в поле. При этом для сушки продуктивной части более полно используется положительная роль ветра, особенно при прохладной погоде в поздние сроки уборки.

2. Характер укладки стеблей в валке должен ограничивать возникновение повышенных потерь при воздействии пальцев подборщиков на подошвенную часть валка, которая должна состоять преимущественно из комлей растений.

3. Мощность валка (масса на  $1 \text{ м}^2$ ) должна обеспечивать надежное удержание его на стерне, что способствует интенсивному вентилированию валка циркулирующими потоками атмосферного воздуха.

4. Стебли в валке при скашивании прямостоящих культур должны располагаться под углом  $15 \dots 30^\circ$  к продольной его оси. Укладываются поверх срезанных стеблей внахлестку укладка стеблей должна обеспечить наибольшую связность и жесткость валка, снижение его деформации, а, следовательно, и потерь при подборе, что позволит повысить скорость подбора.

5. Продуктивная часть растений (колосья, бобы, кисти или соцветия) должна быть более равномерно распределена по ширине валка, что содейст-

вует улучшению условий обмолота и, особенно сепарации зерна через деку молотильного аппарата комбайна, клавиши соломотряса и решета очистки.

6. Линейная плотность (масса погонного метра валка) и условия его подбора должна обеспечивать достижение максимально более полной загрузки молотилки комбайна.

Наиболее перспективными энергосредствами для агрегатирования валковых жаток в республике на данном этапе являются реверсивные трактора МТЗ-1522В и МТЗ-1221В. Ввиду недостаточного дорожного просвета широкозахватная жатка к реверсивному трактору должна выполняться с боковым выбросным окном. С учетом ограниченной контурности полей и необходимости достижения оптимальной загрузки комбайнов на подборе валков весьма важно обоснование максимально допустимой ширины захвата жатки.

С целью исключения подминания укладываемого валка и еще не срезанных стеблей колесами трактора ширина захвата жатки с боковым выбросным окном при навеске на реверсивный трактор (рис.30)

$$B \geq B_0 + n + v_1 + A + d_1, \quad (1)$$

где  $B_0$  – ширина выбросного окна;  $n$  – развал валка относительно выбросного окна;  $v_1$  – защитная зона между укладываемым валком и левым ведущим колесом;  $A$  – наружная ширина ходовой части;  $d_1$  – защитная зона между еще не срезанными стеблями и колесом.

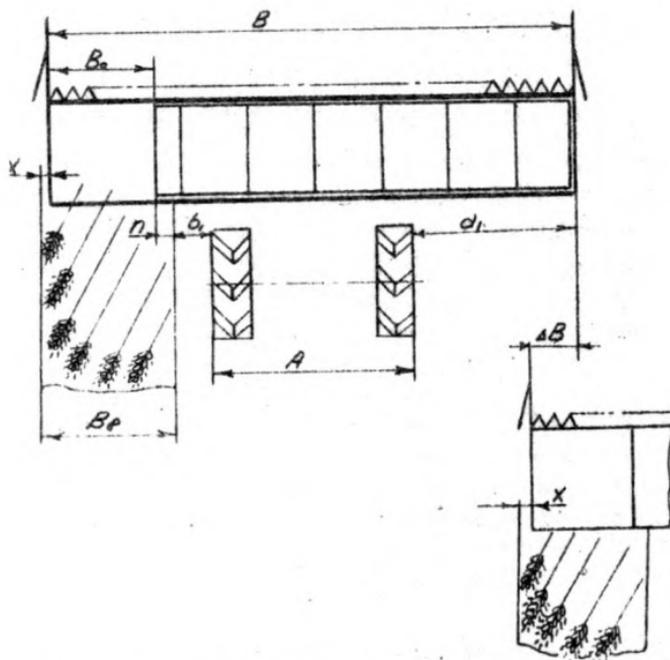


Рис.30. К обоснованию ширины захвата жатки с боковым выбросным окном

При этом, чтобы полеглые стебли, находящиеся вне захвата, не попадали под стел колеса, должно выполняться условие  $d_1 \geq L$  (где  $L$  – длина стеблей)

на корню). Чтобы стебли валка не попадали на след колеса с прямой стерней, образованный при предыдущем проходе агрегата

$$d_1 \geq \Delta B + \chi,$$

где  $\Delta B$  – "перекрытие", т.е. разница между конструктивной и фактической шириной захвата;  $\chi$  – развал валка в наружную сторону.

С учетом размерных характеристик энергосредства  $A = 2,3$  м и принимая  $B_0 = 1,5$  м,  $n = 0,2$ ,  $v_1 = 0,5$  и  $d_1 = 1,5$  м ширина захвата жатки  $B \geq 5,85$  м.

Наиболее обоснованным следует признать выбор ширины захвата жатки с учетом необходимой загрузки молотилки комбайна при подборе валка. При известной пропускной способности  $q$  молотилки должно выполняться условие

$$G_s'' = \frac{q}{V_k}, \quad (2)$$

где  $G_s''$  – линейная плотность валка после подсушки перед подбором, кг/м;  
 $V_k$  – скорость комбайна при подборе валка, м/с.

При раздельном комбайнировании удобно при расчетах брать за урожайность срезанную хлебную массу, плюсуя к ней и массу сорняков. В этом случае линейная плотность формируемого валка при скашивании хлебов

$$G_s'' = 0,01 \xi_B B Q_m = 0,01 \xi_B B (Q_z'' + \delta Q_c''), \quad (3)$$

где  $\xi_B = 0,85 + 0,95$  – коэффициент использования ширины захвата;  $Q_m$  – урожайность хлебной массы с учетом сорняков над линией среза при фактической влажности зерна, соломы и сорняков, ц/га;  $Q_z''$  и  $Q_c''$  – урожайность зерна и соломы при фактической влажности, ц/га;  $\delta = 1,1 + 1,3$  – коэффициент, учитывающий засоренность посевов (или подсев трав).

Так как все расчеты по сбору зерна и соломы ведутся в переводе на кондиционную влажность, то в данном случае за исходную необходимость принимать урожайность хлебной массы в валке при кондиционной влажности зерна и соломы.

Выразим фактические урожайности зерна и соломы  $Q_z''$  и  $Q_c''$  через урожайность их при кондиционной влажности.

Представим предварительно урожайность зерна при кондиционной влажности через его абсолютно сухую массу

$$Q_z = \frac{Q_z' \cdot 100}{100 - W_k}, \quad (4)$$

где  $Q_z$  – урожайность зерна при кондиционной влажности, ц/га;  $Q_z'$  – масса абсолютно сухого зерна, ц/га;  $W_k = 14$  – кондиционная влажность, %.

Представим также через сухую массу урожайность зерна при фактической влажности

$$Q_3'' = \frac{Q_3' \cdot 100}{100 - W_3}, \quad (5)$$

где  $W_3$  – фактическая влажность зерна, %.

Подставив значение  $Q_3'$  из уравнения (4) в (5)

$$Q_3'' = \frac{Q(100 - W_x)}{100 - W_3}. \quad (6)$$

Аналогично для соломы

$$Q_c'' = \frac{\delta \cdot Q_c(100 - W_x)}{100 - W_c}, \quad (7)$$

где  $Q_c$  – урожайность соломы при кондиционной влажности, ц/га;  $W_c$  – фактическая влажность соломы.

Подставляя значения  $Q_3''$  и  $Q_c''$  из формул (6) и (7) в равенство (3) и, сделав преобразования, получаем расчетную формулу для определения линейной плотности валка

$$G_s'' = 10,86 \xi_s B Q \left[ \frac{1}{100 - W_3} + \frac{\delta}{\alpha(100 - W_c)} \right], \quad (8)$$

где  $\alpha$  – отношение массы зерна к массе соломы при кондиционной влажности.

Формула (8) является универсальной, так как она дает значение линейной плотности валка как в момент формирования валка, так и в любой другой момент от скашивания и до подбора, при этом изменение массы валка будет определяться текущими значениями влажности зерна и стеблей.

Приравнявая правые части выражений (2) и (8), определяем ширину захвата жатки с позиции оптимизации загрузки молотилки комбайна при обмолоте валка

$$B = \frac{q}{0,86 \xi_s V_x Q \left[ \frac{1}{100 - W_3} + \frac{\delta}{\alpha(100 - W_c)} \right]}, \quad (9)$$

Принимая при хороших условиях уборки  $q = 10$  кг/с,  $V_x = 2$  м/с,  $\xi_s = 0,9$ ,  $Q = 35$  ц/га,  $W_3 = 15\%$ ,  $W_c = 20$ ,  $\alpha = 0,67$  и  $\delta = 1,1$  получаем по выражению (9) расчетную ширину захвата жатки 5,73 м, т.е. валок от 6-ти метровой жатки при рабочей скорости 7,2 км/ч практически загружает комбайн пропускной способностью 10 кг/с.

В худших условиях уборки при урожайности 22 ц/га и снижении скорости подбора до 1,6 м/с (5,76 км/ч) из-за некачественной подготовки поля для полной загрузки комбайна потребуется валок, сформированный с ширины

скошенной полосы 1,4 м, что говорит в пользу сдвоявания валков с двух соседних проходов жатки (валок к валку).

По результатам испытаний на Белорусской МИС валковой жатки Е-309 производства ФРГ с шириной захвата 6 м ширина сдвоенного валка при скашивании ячменя "Эльгина" составляла 2,19+2,29 м, при скашивании озимой ржи "Белта" – 3,35+3,40 м. Такие валки может подбирать платформа-подборщик шириной захвата 3,4 м к комбайнам ДОН.

### Выводы

Таким образом, совершенствование раздельной и двухфазной уборки хлебов в республике может быть обеспечено путем разработки универсальной 6-ти метровой жатки к реверсивному трактору, обеспечивающей при скашивании высокоурожайных хлебов укладку массы в одинарный валок, а при уборке хлебов с урожайностью 25-30 ц/га в сдвоенные валки.

### Библиография

1. Современное состояние и перспективы развития жаток для уборки зерновых культур. Жалнин Э.В., Мнацаканов информация. Сер. Механизация и электрификация сельского хозяйства (ВНИИТЭИагропром).
2. Казубов В.П., Авдеев А.В. Некоторые перспективы развития конструкций жатвенных машин в России. В сб. Научные труды ВИМ, т.132, стр. 11-15. М.: ВИМ, 2000.

### To a question of separate and swath harvesting perfection.

Dashkov V.N., Grincov S.G., Chebotarev V.P., Pherapiachaeu A.N.

### Summary

The increase of grain manufacture in the Republic demands improvement of a harvesters designs, research and development new energy-saving and resources-economy technologies. Perfection of separate and swath harvesting can be provided by development of a universal 6 meters length header, which can perform quadrature stowage of crops at the single and double bowls.

\*\*\*

УДК 631.563.2

### ОБОСНОВАНИЕ ТИПАЖА ЗЕРНОСУШИЛОК ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*В.Н. Дашков, А.С. Тимошек*  
*С.М. Карташевич, С.А. Кукса*  
(УП «БелНИИМСХ»)

Экономия топливно-энергетических и материальных ресурсов при производстве зерна одна из важнейших и актуальных задач сельскохозяйственного производства республики. Во всей технологической цепи производства зерна наиболее ресурсоемким процессом является его послеуборочная обработка, на осуществление которой приходится 21...27% расхода топлива, 18...23% - расхода металла, 8...12% трудозатрат от всех затрат на производство зерна (в перчете на тонну зерна около 12.8 кг топлива, 1.2 кг металла, 0.16 чел.ч труда). Это, примерно в 1.3...1.7 раза выше, чем удельное потребление ресурсов