

Бесконтактное измерение уровня жидких продуктов и сыпучих материалов радарными уровнемерами УЛМ

Радарный уровнемер УЛМ-11

Точность измерения уровня _____ ±1 мм
 Ширина (угол расхождения) измерительного луча _____ 4°
 Рабочая температура окружающей среды _____ от -60° C
 Исполнение _____ взрывозащищенное 1ExdIIBT6
 Тип антенны _____ рупорно-линзовая, защищенная, изолированная от внутреннего объема емкости

Радарный уровнемер УЛМ-11A1

Точность измерения уровня _____ ±3 мм
 Рабочая температура окружающей среды _____ от -60° C
 Исполнение _____ взрывозащищенное 1ExdIIBT6
 Тип антенны _____ рупорно-линзовая, защищенная, изолированная от внутреннего объема емкости

Радарный уровнемер УЛМ-31A1

Точность измерения уровня _____ ±3 мм
 Рабочая температура окружающей среды _____ от -40° C
 Исполнение _____ общепромышленное, IP55
 Тип антенны _____ планарная, защищенная, изолированная от внутреннего объема емкости



ЛИМАКО

www.limaco.ru

г.Тула, ул.Болдина, 94
 +7 (4872) 22-44-09, in@limaco.ru

В.М. Пронин, к.т.н., директор ФГБУ «Поволжская МИС»,
В.А. Прокопенко, к.т.н., научный консультант ФГБУ «Поволжская МИС»,
Ю.М. Добрынин, к.т.н., заведующий лабораторией испытаний зерноуборочной, оросительной техники и внедрения новых технологий ФГБУ «Поволжская МИС».

Выбор зерноуборочных комбайнов по критерию граничной урожайности

Специалисты ФГБУ «Поволжская МИС» предлагают хозяйствам при выборе зерноуборочных комбайнов под конкретные условия руководствоваться критерием «граничной урожайности», позволяющим обеспечить максимально эффективное использование комбайнов при минимальных затратах.



▶ Механизованная уборка урожая является одной из самых затратных технологических операций. По статистике на ее долю приходится 25-45 % прямых технических затрат, расходуемых в целом на реализацию технологии производства зерновых культур. Обусловлено это в основном высокой стоимостью зерноуборочных комбайнов, большими затратами на их содержание и эксплуатацию. Если к этому добавить факт многообразия поставляемых на рынок моделей уборочной техники, то станет очевидной вся сложность задачи выбора эффективного для предприятия комбайна. В данной работе описан алгоритм решения этой задачи с использованием показателя «граничная урожайность», который наиболее полно характеризует работу комбайна в условиях

действия реальных производственных ограничений. Процесс механизированной уборки урожая протекает в рамках трех ограничивающих факторов: допустимый уровень потерь зерна (G_m), предельная рабочая скорость комбайна (V_n) и ограниченный период уборки урожая (T_n).

1. Уровень допустимых потерь зерна. По агротехническим требованиям потери зерна за молотилкой комбайна не должны превышать 1,5% ($G_m = 1,5\%$) при его работе на полях с любым уровнем урожайности. При этом рабочая скорость движения комбайна является главным оперативно управляемым фактором, обеспечивающим как его производительность, так и режимы работы на допустимом уровне потерь.

2. Предельная рабочая скорость движения комбайна. Ограничена она конструкцией машины, определяющей уровень комфортных условий труда механизатора, и его индивидуальными физиологическими возможностями. Исследования, а также многочисленные данные натурных испытаний и хозяйственных наблюдений указывают на то, что скорость движения современных зерноуборочных комбайнов, при которой механизатор способен длительно работать, находится в диапазоне от 1,8 до 2,2 м/с (6,5–7,9 км/ч). В США уровень рабочих скоростей комбайнов регламентирован стандартом ASAE в диапазоне от 3,0 до 6,5 км/ч. При определении же сравнительной эффективности различных типов и марок самоходных зерноуборочных



комбайнов этот стандарт рекомендует оценку их технико-экономических показателей определять на скорости 5,0 км/ч. В отечественной практике такая норма регламентации рабочей скорости отсутствует. Поэтому в рамках данной работы примем ее равной 2,0 м/с (7,2 км/ч).

3. Период уборки. Потребность в нормировании этого показателя обусловлена наличием у зерновых культур процесса естественного самопроизвольного осыпания спелого зерна. По данным Самарского НИИСХ, в зоне Поволжья зерновые ежедневно теряют от 0,8 до 1,1 % от своей урожайности (средняя величина 0,94 %). При этих данных и допустимом уровне потерь урожая от осыпания в 2 % требуемый период уборки зерновых равен 7 дням, что при 12-часовой длине рабочего дня составляет 84 часа ($T_n = 7 \cdot 12 = 84$). Аналогичную статистику

предельная рабочая скорость комбайна, км/ч; $\Phi = m_s / m_z$ – коэффициент, характеризующий отношение массы соломы (m_s) к массе зерна (m_z) в хлебном ворохе, подаваемом в молотилку. Для злаковых культур $\Phi = 0,5 \dots 2,5$. Нормированному состоянию хлебостоя соответствует величина $\Phi = 1,5$. Численные значения граничной урожайности комбайнов разных классов¹, работающих на полях с нормированным хлебостоем и шириной жаток от 4 до 9 м, приведены в таблице. Показатель граничной урожайности обладает целым рядом полезных свойств, которые играют решающую роль в решении хозяйственных проблем выбора зерноуборочного комбайна и оптимизации режимов его эксплуатации.

Во-первых, он указывает для каждого комбайна свою границу деления полей на низкоурожайные

ИССЛЕДОВАНИЯ, А ТАКЖЕ МНОГОЧИСЛЕННЫЕ ДАННЫЕ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ УКАЗЫВАЮТ НА ТО, ЧТО СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ, ПРИ КОТОРОЙ МЕХАНИЗАТОР СПОСОБЕН ДЛИТЕЛЬНО РАБОТАТЬ, НАХОДИТСЯ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 1,8 ДО 2,2 М/С (6,5-7,9 КМ/Ч)

и высокоурожайные. При работе комбайна на полях с низкой для него урожайностью он всегда движется с предельной рабочей скоростью V_p , то есть имеет постоянную гектарную производительность и изменяемую производительность по массе убираемого зерна, которая уменьшается по мере снижения урожайности убираемой культуры. При уборке комбайном полей с высокой для него урожайностью имеет место диаметрально противоположная картина: производительность по массе убранного зерна является постоянной, а гектарная производительность – переменная из-за снижения рабочей скорости комбайна. Заметим, в делении полей на низкоурожайные и высокоурожайные абсолютная величина урожайности сама по себе

имеют и другие НИИСХ субъектов Российской Федерации. Работа комбайна в условиях постоянного действия указанных выше ограничений позволяет под термином «граничная урожайность» понимать такую урожайность поля с хлебостоем при нормированном отношении зерна к соломе 1:1,5 (далее нормированный хлебостой), при уборке которого с предельной рабочей скоростью обеспечивается режим 100 % загрузки молотильного устройства комбайна при уровне потерь зерна 1,5%. Показатель граничной урожайности комбайна определяют по формуле $Y_{гр} = 360 \cdot Q / V_x \cdot V_n \cdot (1 + \Phi)$, где $Y_{гр}$ – граничная урожайность, ц/га; Q – подача хлебной массы в молотилку комбайна, соответствующая регламентированному уровню потерь 1,5%, кг/с; V_x – ширина захвата жатки, м; V_n –

- Повышение урожайности до 30-35 % за счет выделения из общей массы исходного материала семян с повышенными посевными качествами: всхожестью и энергией прорастания;
- Посевной материал высокого качества;
- Товарное зерно без сорных и зерновых примесей;
- Производительность от 2 т/ч до 100 т/ч;
- Разделение семян по биологической ценности;
- Отсутствие травматизма посевного материала;
- Отсутствие решет, кривошапочно-шатунных механизмов и точек смазки;
- Низкое энергопотребление;
- Подсушка зерна до 2% за один проход. Сепарация зерна с повышенной степенью влажности и засоренности.



Производительность от 2 до 100 т/ч



Использование на складе



Использование на ЗАВ, КЗС

Таблица

Класс комбайна	Q*, кг/с	У _{гр} при работе с жатками разной ширины, ц/га				
		4 м	5 м	6 м	7 м	9 м
5	5,5	27,5	22	18,3	15,7	12,2
7	7,5	37,5	30	25	21,4	16,7
9	9,5	47,5	38	31,7	27,1	21,1
11	11,5	57,5	46	38,3	32,9	25,6
13	13,5	67,5	54	45	38,6	30

* подача на уровне середины классового интервала



не играет роли. Для комбайна 5-го класса с $Y_{гр} = 22$ ц/га урожайность от 22 до 27,1 ц/га является высокой, а для комбайна 9-го класса $Y_{гр} = 27,1$ ц/га она классифицируется как низкая.

Во-вторых, показатель граничной урожайности на деле разрешает неопределенность по двум разнородным по своей природе производительностям: производительность за час сменного времени по намолоту зерна (WT_0 , т/ч) и по площади уборки (WS_0 , га/ч). Вычисляют их по разным формулам: $WT_0 = 3,6 \cdot Q_{\phi} \cdot \alpha$; $WS_0 = 0,1 \cdot B_{ж} \cdot V_n$, где $Q_{\phi} = q_{сн} / \beta$ – фактическая подача хлебной массы, кг/с; $q_{сн}$ – подача соломы в комбайн заданного класса при уборке им нормированного хлебостоя; $\beta = \phi / (1 + \phi)$ – коэффициент соломистости входного вороха хлеб-

ной массы; $\alpha = 1 - \beta = 1 / (1 + \phi)$ – коэффициент долевого содержания зерна во входном ворохе хлебной массы. Нормированный хлебостой с показателем $\phi = 1,5$ содержит 40% зерна и 60% соломы ($\alpha = 0,4$; $\beta = 0,6$).

При работе комбайна на поле с урожайностью зерна (Y_3) выше его граничного значения $Y_3 > Y_{гр}$ его производительность WT_0 является постоянной, а WS_0 переменной. При работе того же комбайна на поле с $Y_3 < Y_{гр}$ имеет место обратная картина. Постоянная производительность по намолоту обусловлена неизменностью условия 100% загрузки молотильно-сепарирующего устройства конкретной конструкции комбайна, а по площади уборки в силу постоянства предельной скорости его движения. Наличие у комбайна двух указанных

производительностей естественно приводит и к двум видам эксплуатационных себестоимостей уборки: себестоимость намолота 1 т зерна и себестоимость уборки 1 га: $ZT_3 = 4ЭЗ / WT_3$; $ZS_3 = 4ЭЗ / WS_3$, где ZT_3 , ZS_3 – соответственно себестоимость намолота (руб./т) и уборки единицы площади (руб./га); $WT_3 = WT_0 \cdot K_3$, $WS_3 = WS_0 \cdot K_3$ – соответственно эксплуатационная производительность по массе намолоченного зерна (т/ч) и уборки единицы площади (га/ч); K_3 – коэффициент использования эксплуатационного времени; $4ЭЗ$ – часовые эксплуатационные затраты зерноуборочного комбайна, которые определены по ЧЭЗ-методике, руб./ч.

Работа на низкоурожайных полях.

Комбайны разных классов с одинаковой шириной жатки, работая на уборке полей с урожайностью меньше их граничного значения, будут иметь одинаковые производительности, как по убранной площади, так и по намолоту зерна. На деле это означает то, что комбайны высокого класса показывают те же результаты по намолоту, что и комбайны меньшего класса. Однако себестоимость работы комбайна высокого класса будет всегда выше из-за его более высокой стоимости.

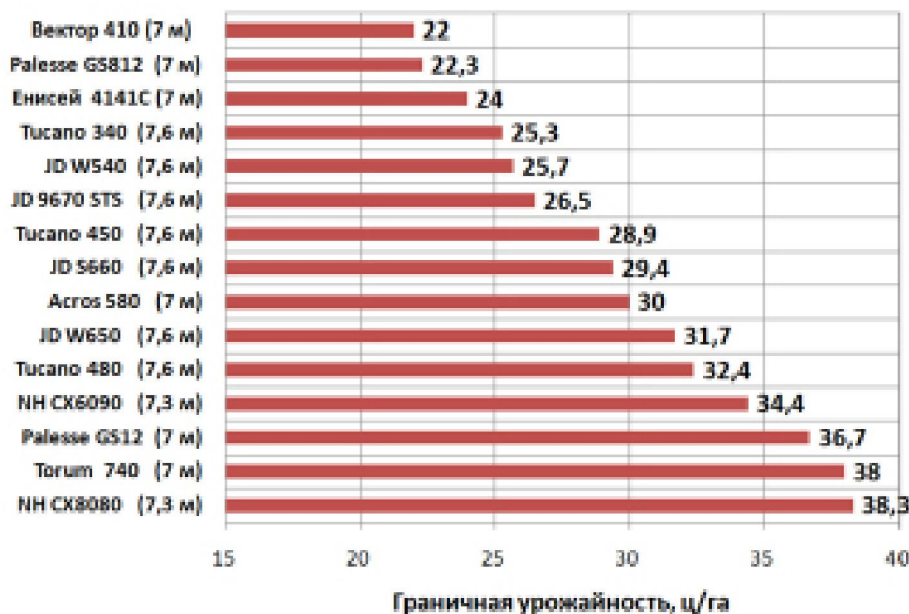
Это очень важный для потребителей момент, так как он однозначно указывает, что для зон с заведомо низкой урожайностью нецелесообразно приобретать зерноуборочные комбайны высокого класса.

Работа на высокоурожайных полях.

Для всех полей с урожайностью выше граничной затраты на обмолот одной тонны зерна для каждого комбайна будут минимальные. При этом, чем больше урожайность поля превышает граничную урожайность комбайна, тем меньше рабочая скорость его движения и ниже величина его погектарной производительности. Как следствие этого, себестоимость погектарной уборки увеличивается при неизменной себестоимости уборки одной тонны зерна. Таким образом, при выборе комбайна для уборки высокоурожайных полей следует руководствоваться минимальным значением себестоимости уборки одной тонны зерна.

В третьих, показатель граничной урожайности конкретизирует расчет численного состава потребного парка зерноуборочных комбайнов. Это

▼ Рис. 1 Диаграмма граничных урожайностей комбайнов





следует из формулы $N = S / (WS_{\text{э}} \cdot T_{\text{п}}) = S \cdot N_{\text{уд}}$, где N – потребное число зерноуборочных комбайнов, ед.; $WS_{\text{э}}$ – эксплуатационная производительность комбайна по площади уборки, га/ч; $T_{\text{п}}$ – регламентированный период уборки урожая, час; $N_{\text{уд}}$ – удельная потребность (оснащенность) в зерноуборочных комбайнах для уборки поля на площади

чина себестоимости уборки зерна минимальная. Конструктивная граничная урожайность комбайнов, участвовавших в сравнительных испытаниях 2012 г., приведена на рисунке 1. В скобках указана ширина жатки.

Заключение. Для эффективного использования любого зерноуборочного комбайна необходимым

тации.

При уборке полей с урожайностью, обеспечивающей для выбираемых комбайнов оптимальную загрузку их молотильных устройств, экономически будет эффективным тот, у которого себестоимость обмолота одной тонны наименьшая. В тех случаях, когда на выполнение заданного объема работ комбайны разных классов затрачивают одно и то же время, всегда экономически выгоднее применять тот тип комбайна, у которого часовые эксплуатационные затраты наименьшие. Показатель «граничная урожайность» указывает для комбайна точку перехода с режима уборки низкоурожайного поля к высокоурожайному. В практическом же плане это означает переход на использование более эффективной единицы измерения стоимости уборки, которая гарантирует безусловную окупаемость эксплуатационных затрат комбайна.

ОПТИМАЛЬНЫМ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВА ЯВЛЯЕТСЯ ВЫБОР ТАКОГО КЛАССА И МАРКИ КОМБАЙНА, У КОТОРОГО ВЕЛИЧИНА ПОКАЗАТЕЛЯ КОНСТРУКТИВНОЙ ГРАНИЧНОЙ УРОЖАЙНОСТИ БЛИЗКА К УРОЖАЙНОСТИ В ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ, А ВЕЛИЧИНА СЕБЕСТОИМОСТИ УБОРКИ ЗЕРНА МИНИМАЛЬНАЯ

в один гектар, шт./га; S – площадь убираемой культуры, га. Исходя из всего вышеизложенного, оптимальным для хозяйства является выбор такого класса и марки комбайна, у которого величина показателя конструктивной граничной урожайности близка к урожайности в хозяйственных условиях, а вели-

чением является 100% загрузка его молотильного устройства. Обеспечить эффективный режим работы с учетом конкретных условий уборки можно, пользуясь критерием граничной урожайности, который однозначно указывает границу 100% загрузки для комбайнов любой производительности и комплек-

¹ В данной работе класс комбайна идентифицируется целой частью величины его конструктивной подачи. Так, комбайнам класса 5 соответствует конструктивная величина подачи зернового вороха от 5,0 до 5,99 кг/с; класса 6 – от 6,0 до 6,99 кг/с и т.д.



ООО «Воронежский завод сельхозмашин»



**ПЗК-100
"Мамонт"**



**ПЗС-200
"Кубань"**



**ПЗС-150
"Вулкан"**



**ПЗС-60
"Муравей"**

Погрузчики-зернометатели скребковые производительностью от 60 т/час до 200 т/час

ПЗС-60 «Муравей»

ПЗС-80 «Метелица»

ПЗС-100 «Эльбрус»

ПЗС-150 «Вулкан»

ПЗС-200 «Кубань»

Передвижные зерноочистительные комплексы

ПЗК-30 «Вепрь»

ПЗК-60 «Зубр»

ПЗК-100 «Мамонт»