

УДК 631.3.06

UDK 631.3.06

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ
УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ НА
КУБАНИ**

**STRATEGIC TRENDS IN CEREALS
HARVESTING IN KUBAN REGION**

Абаев Василий Васильевич
к.т.н., соискатель

Abaev Vasily Vasylevich
Cand.Tech.Sci.
competitor for degree

Маслов Геннадий Георгиевич
д.т.н., профессор

Maslov Gennady Georgiyevich
Dr.Sci.Tech., professor

Трубилин Евгений Иванович
д.т.н., профессор
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Trubilin Evgeny Ivanovich
Dr.Sci.Tech., professor
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russia*

В статье представлены направления совершенствования методических подходов к обоснованию технологического обеспечения комплексной уборки зерновых колосовых в оптимальные агросроки. Структура УТК и нормативы технического оснащения могут использоваться для практических рекомендаций

Improvement trends of methodical approaches in complex cereals harvesting in optimal terms with technical support substantiation are considered. Structure and technical equipment are considered as well

Ключевые слова: НАПРАВЛЕНИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ, СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЙ, УБОРКА УРОЖАЯ, КОМБАЙН, КОМПЛЕКС МАШИН, ФУНКЦИЯ ЗАТРАТ И ПОТЕРЬ

Keywords: TRENDS, IMPROVEMENT, SYSTEM OF TECHNOLOGIES, HARVESTING, COMBINE, MACHINES COMPLEX, EXPENDITURES AND LOSSES FUNCTION

Средняя уборочная площадь зерновых колосовых на Кубани составляет 1,5 млн. га. Согласно существующим агротребованиям она должна быть убрана не более чем за 10 календарных дней. На эти сроки ориентируются при расчете потребности в зерноуборочных комбайнах. Однако, известно, что горох и озимый ячмень, например, созревают раньше озимой пшеницы и являются как бы репетицией к основной жатве. Яровые колосовые, наоборот, созревают позже озимой пшеницы и поскольку их посевные площади в несколько раз меньше пшеницы, они не лимитируют потребность в комбайнах. Следовательно, потребность в уборочной технике необходимо определять по наиболее распространенной культуре – озимой пшенице, площадь которой в крае составляет 1,2 млн. га. ВИМ предлагает термин «пиковая» уборочная площадь, т.е. площадь под одновременно созревающими культурами. И даже, если сейчас селекционерами выведены сорта озимых с разными

сроками созревания (ранние, среднеранние, поздние и т.д.), то все равно предложенный термин (пиковая площадь) правомочен, и тот сорт, который занимает наибольшую площадь, будет определять потребность в уборочной технике. Такое положение очень выгодно для механизаторов: сокращается потребность в технике и рабочей силе, потери урожая, так как каждый сорт будет убран в оптимальные сроки не более 5 дней, повысится качество убранного зерна, увеличится годовая загрузка комбайнов, а, следовательно, снизится себестоимость продукции. Это не противоречит стратегии агрономов – высевать в каждом хозяйстве, зоне не менее 4-5 сортов, отличающихся приспособляемостью к различным природно-климатическим условиям.

Стратегия технического обеспечения уборки урожая зерновых колосовых культур должна учитывать, кроме уборки различных сортов в оптимальные агросроки с минимально допустимыми потерями зерна, оптимальную систему ресурсосберегающих технологий комплексной уборки в зависимости от возможного состояния хлебостоя, равномерности созревания, урожайности, засоренности и других факторов. Но главным фактором в этой системе является обоснование типажа и состава комбайнового парка на пиковую уборочную площадь.

Согласно концепции развития механизации уборки зерновых культур, разработанной ВИМ и другими научными учреждениями страны, для России необходимо 6 классов зерноуборочных комбайнов с пропускной способностью от 1 кг/с до 12. Это зависит от уровня урожайности зерна и убираемых площадей. Актуальность задачи по оптимизации состава и структуры комбайнового парка объясняется необходимостью снижения затрат на уборку урожая и его потерь: определенный уровень урожайности зерна требует свой класс комбайна. Перегрузка, как и недогрузка молотилки недопустимы, т. к. связаны с дополнительными потерями урожая.

Оптимальная структура комбайнового парка обоснована нами для условий Краснодарского края с использованием в качестве целевой функции минимума затрат и потерь при уборке определенных площадей зерновых культур с соответствующей урожайностью для комбайнов l -го класса. Затраты на уборку определялись по выведенной нами зависимости (1):

$$C_i = \left[\left(\frac{0,146 \cdot C_{Bi}}{12 \cdot W_i D_p} + \frac{120}{W_i} + \frac{4Ne_i}{W_i} \right) U_{ij} F_i + 240 \cdot U_{ij} F_i \cdot D_p \times \right. \\ \left. \times \left(1 - e^{-0,002 D_p^2 + 1,56 \ln D_p - \frac{11,04}{D_p}} \right) \right] \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_i – функция затрат и потерь для УПА с i -ой пропускной способностью комбайна, тыс. руб.;

C_{Bi} – балансовая стоимость комбайна, тыс.руб.;

Ne_i – мощность двигателя комбайна, кВт;

W_i – производительность комбайна за 1 час сменного времени, га/ч;

U_{ji} – урожайность j -ой с.-х. культуры для комбайна с i -ой пропускной способностью, т/га;

F_i – уборочная площадь для комбайна с i -ой пропускной способностью, га;

D_p – число рабочих дней уборки;

e – основание натуральных логарифмов.

При моделировании структуры парка для региона с учетом 6 классов комбайнов оптимизировалась продолжительность уборки зерновых культур и одновременно сезонная нагрузка на одну машину соответствующего класса. Расчеты выполнялись по уборочной площади озимой пшеницы в крае, которая в среднем составляет 1120 тыс. га. Таким образом, обоснование структуры комбайнового парка базируется на

решении сложной комплексной задачи, учитывающей типоразмерный ряд комбайнов, уборочные площади с соответствующей урожайностью, закупочные цены на убираемую продукцию, при этом с использованием функции затрат и потерь оптимизируются и сроки уборки, которые не должны превышать для условий Кубани 4...9 дней.

На рисунке 1 представлены зависимости функции C_i , затрат и потерь, C_3 – функции затрат на уборку урожая и C_{II} – стоимости потерь урожая в функции от продолжительности уборки D_p . Расчеты выполнены для комбайна с пропускной способностью 8 кг/с. Согласно расчетам, выполненным по целевой функции (1), комбайны этого класса при уборке пшеницы с урожайностью 5 т/га на площади 295,5 тыс. га и реализационной цене зерна 6000 руб./т обеспечивает значение функции C_i , затрат и потерь 154 млн. рублей или 548,2 руб./т зерна. Аналогичные расчеты выполнены по комбайнам других классов.

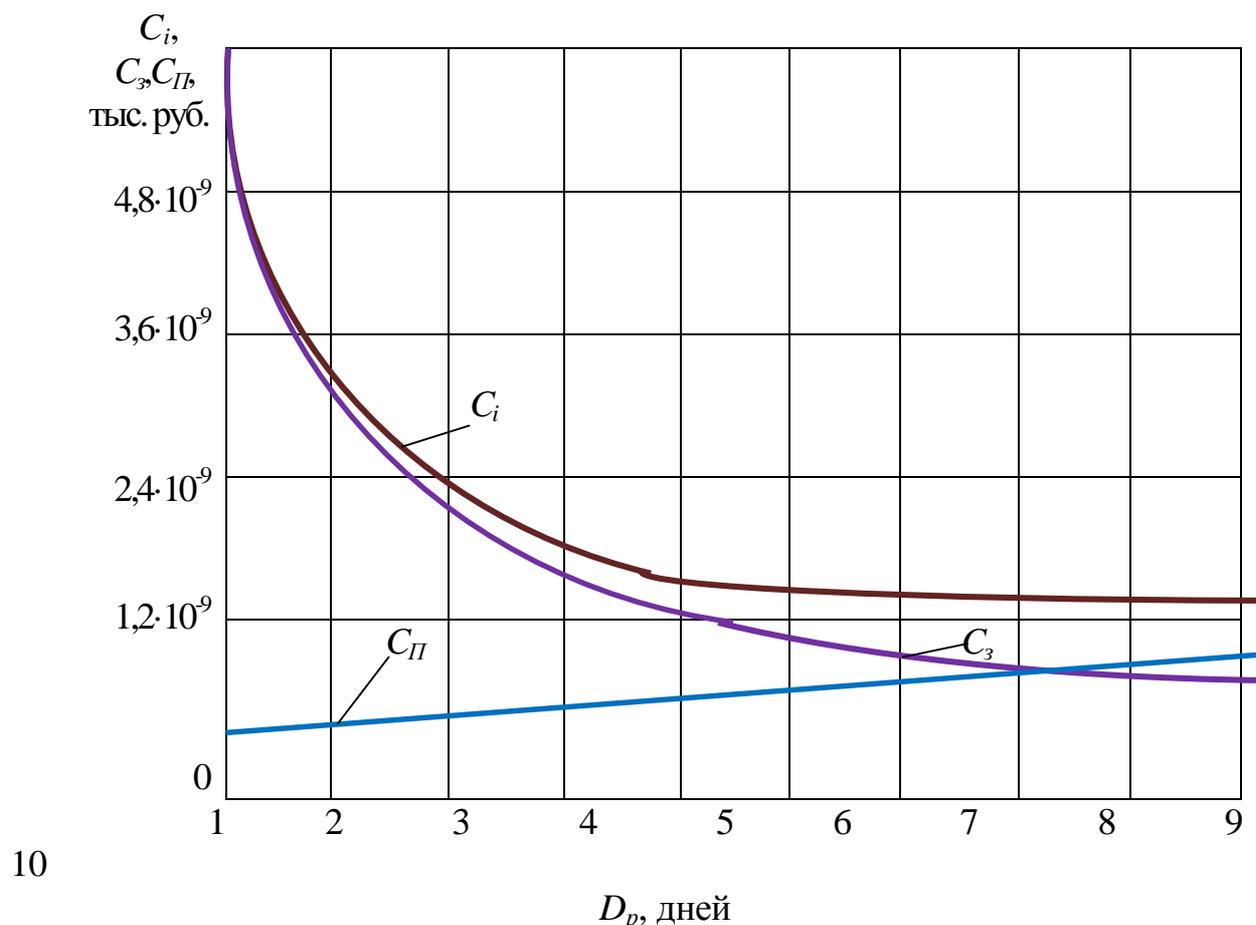


Рисунок 1 – Зависимость C_i , C_3 , C_{II} от D_p

Расчетная и фактическая структура парка для края существенно различаются (таблица 1). По расчетам требуется более мощные комбайны: 12,7% против 2,66 % фактических должны быть комбайны класса 11-12 кг/с и даже выше 12 кг/с (2,8 %). И, наоборот, для низкой урожайности должны быть комбайны класса 1,5 кг/с (4,37 %) и 3 кг/с (9,6 %).

Из общего количества рекомендуемого парка комбайнов для края 5250 шт. (при реализационной цене пшеницы 6 руб./кг) в физическом исчислении и 6,2 шт. на 1000 га пиковой уборочной площади – в условном (по СК-5М) 6 классов комбайнов должны иметь следующую структуру и состав: класс 1,5 кг/с требуется 230 единиц, или 4,4 %; класс 3 кг/с - 505, или 9,6 %; класс 5 кг/с – 2401 шт., или 45,7 % класс 8 кг/с 1304, или 24,8 %; класс 12 кг/с – 665 шт., или 12,7 %; класс 15 кг/с – 145 шт., 2,8 %. Такой парк обеспечит полное использование технических возможностей машин, окупаемость, эффективное использование и снижение потерь урожая. Средняя нагрузка составляет 213 га по пиковой уборочной площади на 1 физический комбайн и 163 га – на условный. При среднесуточной производительности условного комбайна 18 га сроки уборки составят 9 дней. Фактическая продолжительность уборки озимой пшеницы в крае составляет не менее 20 дней. Следовательно, сокращение сроков уборки зерна в 2,2 раза за счет оптимального типажа комбайнов обеспечит дополнительный сбор зерна 200 тыс. т на сумму 1,2 млрд. рублей.

Кроме пшеницы комбайны должны использоваться на уборке озимого ячменя, яровых колосовых, зернобобовых культур, сои, кукурузы на зерно и подсолнечника, но для этих культур требуется значительно меньше комбайнов, чем на уборке озимой пшеницы.

Новые уборочные агрегаты (УПА), новые машины для уборки незерновой части урожая (пресс-подборщики Big Pack, подборщики-транспортировщики-штабелеватели тюков SPR-12), новые способы транспортировки зерна вносят существенные изменения в организационную структуру уборочно-транспортного комплекса (УТК).

Анализ представленной структуры уборочно-транспортного

комплекса (УТК) на рисунке 2 позволяет сделать вывод о значительном его отличии от применяемых УТК в настоящее время. В состав предлагаемого УТК входят 4 звена: 1 – звено подготовки полей к уборке и технического обслуживания; 2 – уборочно-транспортное звено; 3 – звено по уборке НЧУ; 4 – звено бытового обслуживания.

В отличие от базового УТК второе звено имеет в своем составе 4 многофункциональных уборочно-почвообрабатывающих агрегата и 4 комбайна, которые работают на другом поле в режиме капота. Транспортировка зерна от них или «невейки» производится накопителями-перегрузчиками, снабженными щадящей ходовой системой по уплотнению почвы. Накопитель-перегрузчик загружает большегрузные автопоезда, ожидающие на дороге, или транспортировщики зерна, а при небольших расстояниях до мехтока (до 3 км) сам транспортирует зерно от комбайнов на ток.

Таблица 1 – Структура комбайнового парка для условий Краснодарского края

Классы комбайнов по пропускной способности (кг/с)		К о л и ч е с т в о			
		фактическое		расчетное	
		наличие, шт./1000 га	%	наличие, шт./1000 га	%
1,5 кг/с	фактические	0,01	0,10	0,20	4,37
	условные	0,003		0,06	
3 кг/с	фактические	0,01	0,11	0,45	9,61
	условные	0,003		0,27	
5 кг/с	фактические	2,2	42,67	2,14	45,72
	условные	2,2		2,14	
7-8 кг/с	фактические	2,7	54,46	1,16	24,83
	условные	4,4		1,86	
11-12 кг/с	фактические	0,13	2,66	0,59	12,67
	условные	0,32		1,42	
Ø 12 кг/с	фактические	-		0,13	2,8
	условные	-		0,39	
Итого:	фактические	5,1	100	4,7	100
	условные	6,39		6,14	

В варианте технологии уборки урожая с заготовкой соломы после зернокомбайнов, работающих в режиме капота, солома из валков может прессоваться в тюки, заготовливаться в рассыпном виде при подборе валков с одновременным измельчением или без него (ТП-Ф-45). Для измельчения соломы при подборе из валков и разбрасывания по полю используются серийные подборщики-измельчители РИС-2.

Подбор тюков соломы должен выполняться одним агрегатом: для рулонов – это подборщик-транспортёрщик рулонов типа ПТР-10 (республика Беларусь), а для прямоугольных тюков – это подборщик-транспортёрщик-укладчик тюков грузоподъемностью 12 т (SPR-12).

Предлагаемая структура УТК значительно упрощается по сравнению с базовой, что обеспечит ее оперативную управляемость и экономическую эффективность. Даже, если не затрагивать звено с заготовкой НЧУ, только от уборочно-почвообрабатывающих агрегатов можно получить высокий экономический эффект за счет совмещения операций уборки зерна и дискования стерни.

Одним из альтернативных вариантов технологий уборки согласно нашему патенту РФ на изобретение предложено совмещение технологических операций прямого комбайнирования, а также очеса зерновых на корню с одновременной первичной обработкой или прямым посевом пожнивных культур на базе УПА с мощными комбайнами класса 8-15 кг/с. Разработаны концепции синтеза такой технологии и агрегата, исходные требования, утвержденные МСХ России, математическая модель оптимизации параметров и режимов работы УПА по критерию максимума коэффициента биоэнергетической эффективности процессов уборки и транспортировки зерна от комбайнов, значение которого составило 38,2.

Получены зависимости критерия оптимизации и совокупных затрат энергии уборочных процессов от рабочей скорости и ширины захвата УПА. Предлагаемый УПА должен иметь ширину захвата 8 м, рабочую скорость движения 8 км/ч, мощность двигателя 492,5 кВт, емкость бункера 10,5 м, массу 19,8 т, массу прицепного орудия 3,5 т, при этом обеспечивается производительность 39,9 т зерна за 1 час сменного времени. УПА должен применяться в Краснодарском крае на 65 % уборочной площади колосовых культур. Синтезированная с целью расширения технологических возможностей комбайнов технологическая схема УПА включает полноприводной

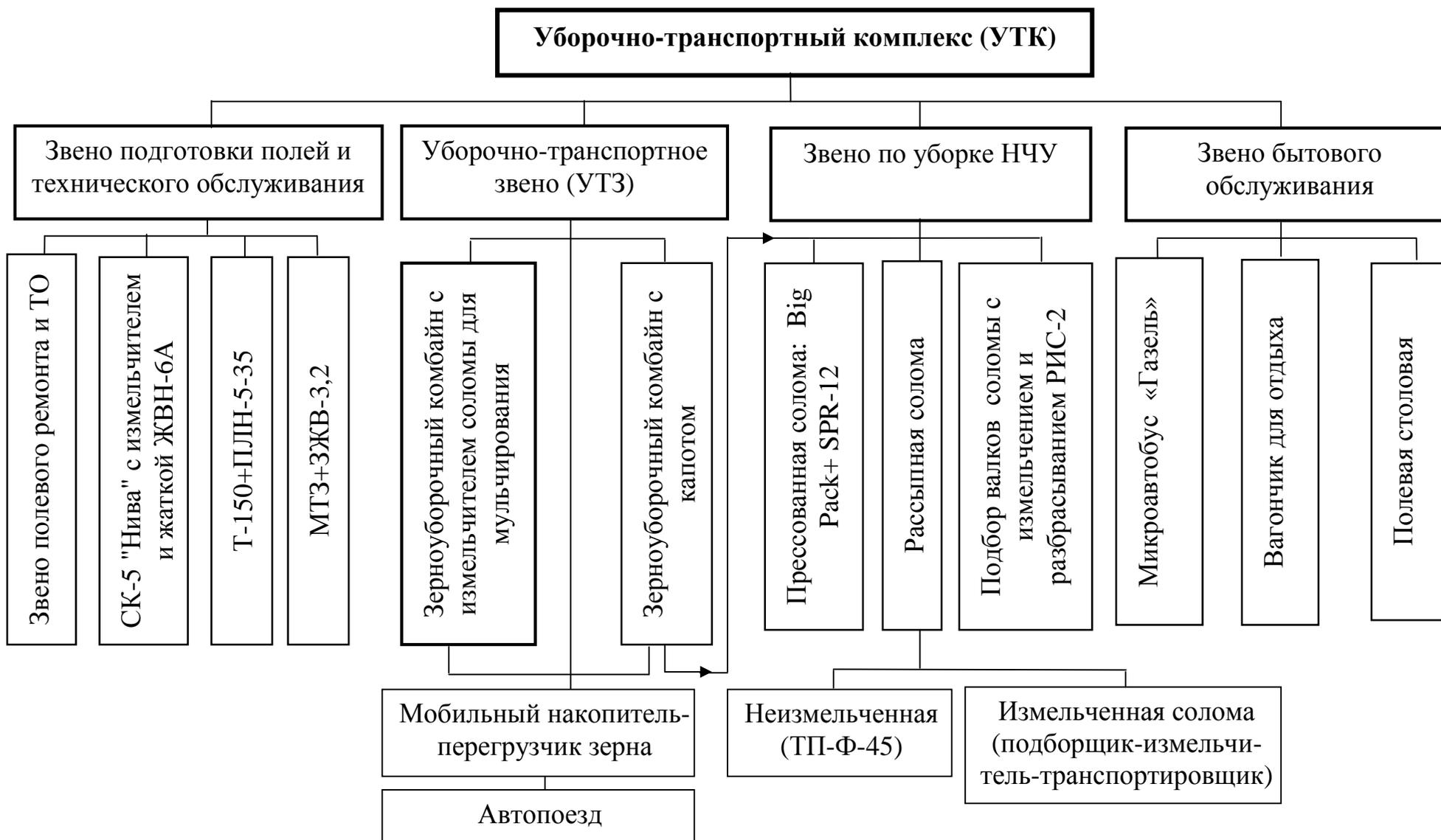


Рисунок 2– Структурная схема УТК

энергонасыщенный зерноуборочный комбайн с модернизацией управляемого активного заднего моста специальным демпферным устройством и прицепное к нему почвообрабатывающее орудие. При этом задний мост, управляя траекторией движения, одновременно решает динамическую проблему агрегатирования прицепной машины и добавляет путем воздействия на рамную конструкцию комбайна количество движения, которое не додает агрегату передний ведущий мост, пробуксовывающий в отдельные моменты его работы.

Разработанная методика инженерного расчета УПА позволяет определить его тяговые и энергетические возможности, рассчитать гидропривод ходовой части комбайна с активным управляемым мостом и параметры компенсационных пружин прицепного устройства для агрегатирования почвообрабатывающего орудия. Требуемая мощность гидромоторов управляемых колес 31,7 кВт, передаточное отношение редуктора 69,3. Компенсационные пружины должны иметь жесткость 96,5 Н/мм, максимальную силу сжатия – 7119 Н, ход пружины – 73,8 мм.

Анализ мощностного баланса УПА позволил установить затраты мощности на перекачивание агрегата N_f – 7... 10,6 %, технологический процесс $N_{ТП}$ – 72...79,7 %, на тягу прицепного орудия N_T – 2,5...4,1 %.

На основании исследований УПА предлагается в Федеральный регистр технологий (адаптер Р-АТП-1.3.П.2.3 «Уборка зерновых, зернобобовых, масличных и крупяных культур») включить новую базовую машинную технологическую операцию «Прямая комбайновая уборка зерновых культур с измельчением и разбрасыванием НЧУ по поверхности поля, одновременным его лушением и заделкой стерни и измельченной соломы в почву».

Обоснованы технологические, технико-эксплуатационные, экономические и экологические параметры технологии с применением УПА. Последний выполняет операции уборки зерна с одновременным рыхлением почвы, при этом общие потери зерна за комбайном не более 1,15 %, чистота

Таблица 2 – Энергетическая эффективность предлагаемой технологии уборки зерновых колосовых культур на базе УПА

Базовая технология			Предлагаемая технология		
Технологические операции	затраты энергии, Мдж/т	затраты труда, чел.-ч./т	Технологические операции	затраты энергии, Мдж/т	затраты труда, чел.-ч./т
1. Прямое комбайнирование с измельчением и разбрасыванием соломы (Дон-1500Б)	400,6	0,08	1. Прямое комбайнирование с измельчением и разбрасыванием соломы и заделки ее почво-обрабатывающим орудием (РСМ-181+БДЛ-7)	346,2	0,025
2. Транспортировка зерна на мехток ЗИЛ-ММЗ-555	57,1	0,21	2. Транспортировка зерна накопителем-перегрузчиком К-13180-ПНБ-20	43,1	0,038
3. Лушение стерни с заделкой соломы (К-3180+БДЛ-7)	37,3	0,02	3. Транспортировка зерна на мехток большегрузными транспортными средствами Fliegl	17,0	0,05
Итого:	505,7	0,331	Итого:	407,1	0,117

зерна – 96,3 %, дробление – 0,6 %, удовлетворительное измельчение соломы (частицы до 12 см составляют 88 %), средняя глубина обработки почвы 6 см ($\pm 0,9$ см) при содержании комков размером до 2,5 см 75,2 %, высота гребней – 4,2 см. По экологическим параметрам глубина колеи от прохода комбайна не превышает 5 см, а удельное давление на почву не выше 150 КПа. Предлагаемая технология уборки имеет преимущество по сравнению с базовой по экономии энергии и затрат трудам (таблица 2) совокупные затраты энергии снижаются на 19,5 %, а трудовые затраты в 2,8 раза. В структуре составляющих совокупных затрат энергии на производственные процессы уборки урожая с одновременным рыхлением почвы и транспортировки зерна на ток максимальную долю (35,1 %) занимают энергозатраты на производство и обслуживание уборочных машин (142,9 МДж/т), на втором месте – энергозатраты на рабочий процесс уборки зерна и рыхления почвы (27,04 %), на третьем – энергозатраты на транспортировку зерна (14,76 %) и на последнем – энергозатраты живого труда (0,2 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов Г.Г., Трубилин Е.И., Абаев В.В. Совершенствование комбайновой уборки зерновых колосовых культур/Механизация и электрификация сельского хозяйства, 8, 2007. – С. 4-5.

2. Маслов Г.Г., Трубилин Е.И., Масловский В.И. Уборочно-транспортный комплекс нового поколения//Труды КубГАУ. Вып. 4(13) – Краснодар, 2008. – С. 199-204.

3. Маслов Г.Г., Трубилин Е.И., Абаев В.В. Перспективные варианты технологии уборки зерновых колосовых культур/Тракторы и сельхозмашины, 12, 2008, - С. 42-44.