

Научная статья
УДК 631.35(571.61)
EDN ВНСЕQZ

Анализ удельных показателей зерноуборочных комбайнов Ростсельмаш, используемых в АПК Амурской области

Иван Васильевич Бумбар¹, Алексей Алексеевич Кувшинов²

¹ Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт сои
Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ bumbariv@outlook.com, ² kyaa@vniisoi.ru

Аннотация. Уборка является заключительным этапом возделывания сельскохозяйственных культур. От состояния парка уборочных машин зависит качество убранных зернового материала и сроки уборки, которые не должны превышать 10–12 дней. Однако в условиях Амурской области уборка сои продолжается более 40 дней, что приводит к потере урожайности из-за перестоя растений сои на корню и их низкой влажности (11–13 %). Решением данной проблемы может являться совершенствование структуры парка зерноуборочных комбайнов за счет покупки новых агрегатов с высокой производительностью и шириной захвата жатки не менее 9 м, а также выбор научно обоснованных режимов настройки в работе уборочных машин в условиях уборки сои. Исходя из наличия разных моделей комбайнов завода Ростсельмаш, применяемых в АПК Амурской области, нами проведен расчет удельных показателей отношения мощности двигателя комбайна к емкости бункера и к ширине захвата жаток от минимального значения (4,1 м) до максимального (9,0 м).

Ключевые слова: уборка сои, зерноуборочный комбайн, жатка, бункер, выгрузной шнек

Для цитирования: Бумбар И. В., Кувшинов А. А. Анализ удельных показателей зерноуборочных комбайнов Ростсельмаш, используемых в АПК Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 4. С. 156–166.

Original article

Analysis of specific indicators of Rostselmash combine harvesters used in the agro-industrial complex of Amur region

Ivan V. Bumbar¹, Alexey A. Kuvshinov²

¹ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ bumbariv@outlook.com, ² kyaa@vniisoi.ru

Abstract. Harvesting is the final stage of cultivation of agricultural crops. The quality of the harvested grain material and the terms of harvesting, which should be a maximum of 10–12 days, depend on the condition of the fleet of harvesting machines. However, in the conditions of the Amur region, soybean harvesting lasts for more than 40 days, which leads to a loss of yield due to the stagnation of soybean plants on the root and its low humidity (11–13%). The solution to this problem may be to improve the structure of the combine harvester fleet by purchasing new units with high productivity and a reaper width of at least 9 m, as well as the choice of scientifically sound modes of adjustment to the operation of harvesting machines in soybean harvesting conditions. Based on the variety of combines of Rostselmash used in the agro-industrial complex of the Amur region, the calculation of specific indicators of the ratio of the engine power of the combine to the hopper capacity and to the width of the reapers from the minimum value (4.1 m) to the maximum (9.0 m)

was carried out.

Keywords: soybean harvesting, combine harvester, harvester, hopper, unloading auger

For citation: Bumbar I. V., Kuvshinov A. A. Analysis of specific indicators of Rostselmash combine harvesters used in the agro-industrial complex of Amur region. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2023;17;4:156–166 (in Russ.).

Введение. Основной и экономически эффективной культурой, возделываемой в Амурской области, является соя. Она используется во многих отраслях, особенно в пищевой, что обусловлено содержанием в ней большого количества белка (40–43 %), масла (20–21 %) и других полезных элементов.

Основными проблемами при возделывании данной культуры являются длительные сроки уборки, которые в некоторых районах области достигают до 40 и более дней; а также дробление семян сои рабочими органами комбайнов, в частности выгрузным шнеком. Это связано с такими факторами, как особенность легкой обмолачиваемости сои, несовершенный парк зерноуборочных комбайнов, недостаточно обоснованные режимы работы комбайнов, исходя из потребностей хозяйств с различной структурой посевных площадей (зерновые, соя, кукуруза).

С целью точного и надежного определения производительности зерноуборочного комбайна в режиме реального времени предлагается метод мониторинга производительности, основанный на объединении уровней принятия решений с несколькими датчиками, а также система мониторинга производительности зерноуборочного комбайна (TMS). При использовании данной системы достигается точное определение производительности уборочной машины [1].

Для определения рационального состава уборочного агрегата из списка рассматриваемых моделей расчетно-графическим методом определены модели комбайнов, загрузка которых может быть обеспечена в Сибирском регионе на уровне, близком или равном максимальной производительности. Установлено, что при условии использования жаток шириной захвата 9,0 м с российскими моделями комбайнов и 9,2 м – с белорусскими, для проведения уборочных работ рационально использовать комбайн Vector 410 при урожайности, составляющей от 1,8 до

2,4 т/га и GS 10 PRO – 2,45–3,0 т/га. На основе проведенных исследований получены диаграммы, с помощью которых можно провести подбор уборочного агрегата «комбайн + жатка», с учетом уровня урожайности и контура полей в конкретном хозяйстве, варьируя шириной захвата жатки [2].

Предлагаемая авторами работы [3] система оценки эффективности работы зерноуборочного комбайна в полевых условиях позволяет получать информацию о параметрах работы зерноуборочного комбайна в режиме реального времени. Система использует уровни индекса оценки зерноуборочного комбайна, весовой коэффициент индекса и матрицы вероятностных переходов для оценки эффективности работы агрегата в полевых условиях. Система представляет собой оценку производительности зерноуборочного комбайна, которая обеспечивает техническую поддержку процесса уборки урожая зерноуборочной машиной.

В Китае учеными изучается закон динамического управления корреляцией между параметрами риса и пшеницы, параметрами операции очистки зерноуборочных комбайнов, коэффициентом потерь при очистке и количеством примесей. Модель интеллектуального управления уборочной машиной для риса и пшеницы создается на основе обоснования конкретных ситуаций (CBR – Case-based reasoning). Благодаря разработке экспертной системы интеллектуального управления очисткой проверяется осуществимость и эффективность данного метода в системе интеллектуального управления соответствующими комбайнами [4].

Основными факторами, снижающими производительность, являются агрономические, погодные, эксплуатационные. В результате исследований установлено, что оптимальные настройки и регулировки зерноуборочных комбайнов экономят до 10 % топлива, а использование барабана-ускорителя в классической конструкции

молотильно-сепарирующего устройства повышает качество зерна в бункере [5].

В условиях Тамбовской области исследователями был проведен анализ производительности уборочной техники (PCM 161 и Acros 595 Plus с жатками Float Stream с шириной захвата 7 и 9 м) на уборке сои. Намолот по времени использования PCM 161 на сорте Аляска составил 5,44 т/ч, а на сорте Пруденс 8,0 т/ч; для Acros 595 Plus показатель намолота составил 4,31 т/ч и 6,94 т/ч соответственно [6].

КЗС-1218А-1 с обычной жаткой произвел намолот на сорте Лиссабон на уровне 10,24 т/ч, но при этом наблюдались потери сои несрезанными бобами, а комбайн, оборудованный жаткой низкого среза, показал уровень производительности в интервале от 6,79 до 7,07 т/ч из-за низкой скорости, составившей 4–6 км/ч, нужной для эффективной эксплуатации жаток низкого среза. Показатель потерь сои за КЗС-1218А-1 составлял до 14 % и оказался соответственно в три раза выше показателя потерь КЗС-1218-29. Определено, что при уборке сои с урожайностью до 30 ц/га необходимости эксплуатации высокопроизводительных уборочных машин с подачей растительной массы более 8 кг/с нет [6].

В условиях увеличения производства сои основное значение имеет возможность снижения побочных потерь в виде дробленого зерна при уборке урожая. Модернизированный образец уборочной машины способен собрать в отдельной секции бункера до 60 % качественной семенной фракции с низким содержанием сорных примесей. Обмолот соевых бобов происходит при щадящем режиме работы первого молотильного барабана. Повреждения семян первой фракции составляют 4,2 % и не превышают установленных норм на уборочные машины по дроблению и микроповреждениям (5 %). В дальнейшем использование полученных семян первой фракции при посеве приводит к уменьшению затрат на производство семенного материала [7].

С целью выявления более щадящего вида и режима работы молотильного аппарата комбайнов, используемых на уборке сои на семенные, товарные и кормовые цели, исследованы показатели качества их работы в условиях Воронежской и Ли-

пецкой областей [8]. При работе барабанных молотильно-сепарирующих систем (МСС), которые отличаются ударным воздействием на поступающую растительную массу, наблюдается значительное (8–10 %) дробление обмолоченного зерна. Однобарабанные МСС, исходя из состояния стеблестоя и технологических регулировок, могут механически повреждать до 20–30 % семян.

Установка роторных соломотрясов, внедрение механизма предварительного обмолота APS с дополнением в виде барабана-ускорителя, в совокупности с комплексом автоматического выбора и изменения режимов работы МСС приводят к уменьшению повреждений соевых семян до 5 %. Положительные показатели установлены при обмолоте сои комбайном John Deere S660 с роторной МСС при частоте вращения ротора 350 мин⁻¹ и молотильном зазоре – 20–22 мм. Для уборки сои на семенные цели рекомендуются уборочные машины с комбинированной МСС фирмы Claas серий Lexion и Tucano с частотой вращения основного молотильного барабана не более 350 мин⁻¹ и молотильным зазором на выходе 22 мм. Уборочные машины с барабанной МСС с одним молотильным барабаном (Acros 585 Plus при частоте вращения молотильного барабана 350 мин⁻¹ и молотильном зазоре на выходе 20 мм) предлагается использовать для уборки сои на товарные и кормовые цели.

В условиях переувлажненных почв уборку сои рекомендуется выполнять гусеничными зерноуборочными комбайнами типа Vector 450 Track, оборудованными соевыми жатками. В статье предложена модель для определения потерь за жаткой, а также метод решения с использованием набора независимых безразмерных групп. Ее анализ показывает, что общее количество потерь зерна во время уборки с использованием соевой жатки, установленной на гусеничном зерноуборочном комбайне, равно 5,46 %. Такое количество потерь будет в том случае, если скорость уборки не превысит 7 км/ч, а средняя высота среза растений составит 5–7 см [9].

В работе [10] представлен анализ потенциальной величины площади уборки сои и ее намолота в зависимости от ширины захвата жатки и других параметров, а также получены результаты по показате-

лям уборки сои различными комбайнами с шириной захвата жаток 7,5; 9,0 и 9,3 м.

Используемые сельхозтоваропроизводителями и представленные к продаже уборочные машины отечественного и зарубежного производства в большей мере не отвечают условиям уборки в регионах, которые связаны, в первую очередь, с особенностями технологических свойств убираемых сельскохозяйственных культур. Имеющийся алгоритм закупок уборочных машин не способствует созданию в условиях Амурской области рационального парка, который будет способствовать своевременной, с точки зрения соблюдения агротехнических норм, уборке урожая.

Несмотря на проводимые исследования по оптимизации уборки зерновых (в частности сои) зерноуборочными комбайнами, вопросы сокращения сроков уборки и обеспечения выполнения агротехнических норм по качеству уборочного процесса остаются до конца нерешенными.

Цель исследования – провести анализ удельных показателей отношения мощности двигателя к ширине захвата жаток и к емкости бункера на примере зерноуборочных комбайнов завода Ростсельмаш.

По данным регионального министерства сельского хозяйства, в уборке основной культуры сои в Амурской области на площади 859 555 га в 2022 году участвовало около 2 300 уборочных машин; при этом показатель теоретической нагрузки на один комбайн составил 374 га, что увеличивает продолжительность уборки (более 40 дней).

В таблице 1 представлена величина показателей уборки сои в период 2018–2022 годы.

На рисунках 1–3 представлена динамика хода уборки сои по величине убранной площади, намолоту и изменению урожайности в 2022 году.

Таким образом, увеличение длительности уборки сои приводит к снижению ее урожайности с 21,6 ц/га до 18,4 ц/га, а, следовательно, к значительным финансовым потерям для АПК Амурской области.

Материалы и методы исследований. Зерноуборочные комбайны со сроком полезного использования (на основании нормативных актов) свыше 7 лет до 10 лет включительно относятся к пятой амортизационной группе.

В таблице 2 представлены показатели состояния комбайнового парка, эксплуатируемого в Амурской области, по данным министерства сельского хозяйства.

Несмотря на обновление машинно-тракторного парка с превышением сроков амортизации (более 10 лет) работает 42,4 % зерноуборочных комбайнов, которые требуют ежегодного ремонта. Из данного количества 14,6 % составляют технически устаревшие комбайны семейства Енисей.

В 2015–2020 годы заметна тенденция уменьшения количества уборочных машин на гусеничном ходу (табл. 3). В данное время их величина не превышает 28 %, причем около 50 % этого количества составляют комбайны семейства Енисей. Тенденция снижения гусеничных комбайнов существенно влияет на увеличение продолжительности уборочного периода, особенно на уборке зерновых, где наблюдается переувлажнение почвы.

Результаты исследований и их обсуждение. Исходя из тенденции увеличения парка зерноуборочных комбайнов

Таблица 1 – Показатели уборки сои в АПК Амурской области в период 2018–2022 гг.

Table 1 – Indicators of soybean harvesting in the agro-industrial complex of the Amur region in the period 2018–2022

| Показатели | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее значение |
|--------------------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|------------------|
| Площадь уборки, га | 988 774 | 869 979 | 844 538 | 882 323 | 859 555 | 889 033 |
| Намолот, т | 1 055 300 | 863 200 | 978 600 | 1 150 000 | 1 618 325 | 1 133 058 |
| Урожайность, т/га | 1,07 | 0,99 | 1,16 | 1,3 | 1,9 | 1,3 |

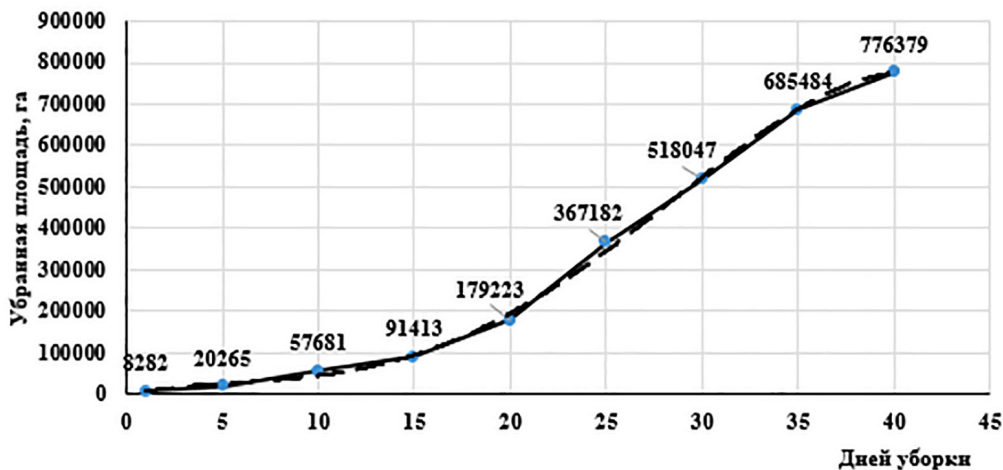


Рисунок 1 – Величина убранной площади сои (га) по периоду дней уборки
 Figure 1 – The value of the harvested area of soybean (ha) according to the harvesting period of days

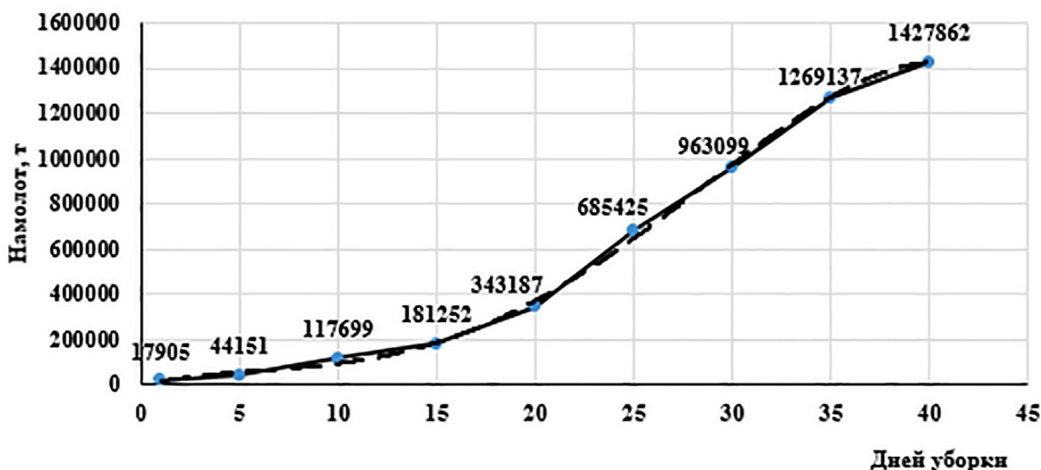


Рисунок 2 – Намолот сои (т) по периоду дней уборки
 Figure 2 – Soybean threshing (t) according to the harvesting period of days

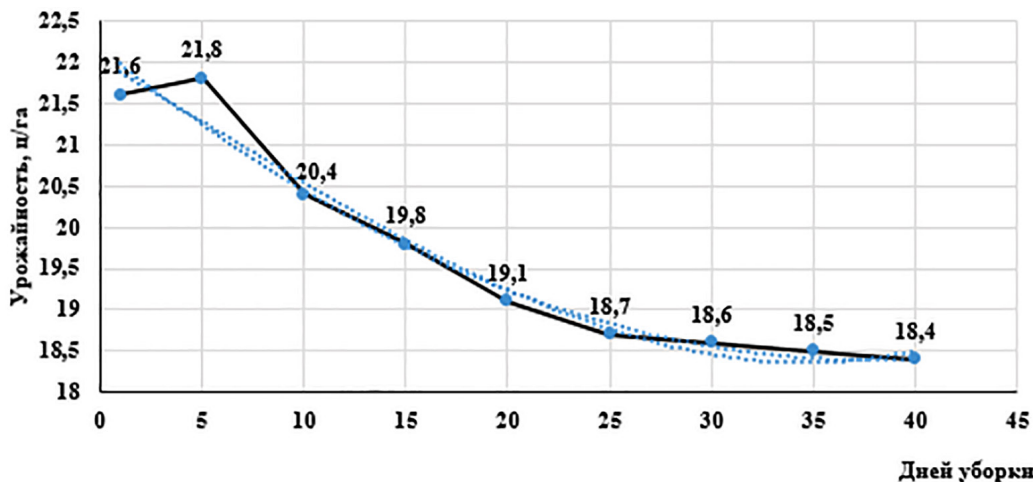


Рисунок 3 – Изменение урожайности сои (ц/га) по периоду дней уборки
 Figure 3 – Change in soybean yield (c/ha) according to the harvesting period of days

Таблица 2 – Комбайновый парк Амурской области на 01.01.2022 г.

Table 2 – Combine harvester fleet of Amur region on 01.01.2022

| Наименование техники | Всего | | Срок службы | | | | | |
|--------------------------------|-------|------|-------------|------|----------|------|--------------|------|
| | | | до 3 лет | | 3–10 лет | | более 10 лет | |
| | шт. | % | шт. | % | шт. | % | шт. | % |
| Зерноуборочные комбайны, всего | 2 340 | 100 | 334 | 14,3 | 1 013 | 43,3 | 993 | 42,4 |
| типа Дон, Acros | 119 | 5,1 | 34 | 1,5 | 85 | 3,6 | – | – |
| типа Niva, Vector | 650 | 27,7 | 145 | 6,2 | 359 | 15,3 | 146 | 6,2 |
| типа Полесье | 737 | 31,5 | 101 | 4,3 | 335 | 14,3 | 301 | 12,9 |
| Енисей | 341 | 14,6 | – | – | – | – | 341 | 14,6 |
| импортные John Deere, Claas | 493 | 21,1 | 54 | 2,3 | 234 | 10,0 | 205 | 8,8 |

Таблица 3 – Структура гусеничных комбайнов в районах Амурской области (на 01.07.2020 г.)

Table 3 – The structure of tracked combines in Amur region (on 01.07.2020)

| Район | Всего комбайнов | Парк гусеничных комбайнов | | | |
|------------------|-----------------|---------------------------|------------------|------------|-------------------|
| | | Енисей-1200P | Vector-450 Track | КЗС-812 С | всего в процентах |
| Архаринский | 117 | 24 | 1 | 3 | 24 |
| Белогорский | 232 | 56 | 3 | 8 | 29 |
| Бурейский | 72 | 25 | 3 | 2 | 42 |
| Ивановский | 241 | 23 | 20 | 2 | 19 |
| Константиновский | 206 | 10 | 31 | 17 | 28 |
| Октябрьский | 119 | 2 | 5 | 7 | 12 |
| Ромненский | 162 | 46 | 14 | 2 | 38 |
| Тамбовский | 284 | 0 | 4 | 78 | 29 |
| Мазановский | 133 | 64 | 1 | 6 | 53 |
| Благовещенский | 123 | 7 | 2 | 1 | 8 |
| Завитинский | 54 | 17 | 0 | 5 | 41 |
| Зейский | 11 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| Свободненский | 81 | 4 | 6 | 2 | 15 |
| Серышевский | 285 | 52 | 20 | 27 | 35 |
| Шимановский | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Михайловский | 298 | 48 | 17 | 9 | 25 |
| Итого | 2 438 | 379 | 127 | 169 | 28 |

завода Ростсельмаш с шириной захвата жатки 9 м и емкостью бункера до 12 м³, нами проведен анализ удельных показателей отношения мощности двигателя к ширине захвата жаток и к емкости бункера.

Были проведены соответствующие расчеты, представленные в таблице 4. При этом удельные показатели обозначены коэффициентами k_1 , k_2 и k_3 :

k_1 и k_2 – отношение мощности двигателя комбайна к соответствующей одному метру минимальной и максимальной ширине захвата жатки, кВт/м.

k_3 – отношение мощности двигателя к одному кубическому метру емкости бункера, кВт/м³.

Значения соответствующих коэффициентов представлены в таблице 4.

Из таблицы видно, что с увеличением минимальной ширины захвата жатки с 4,1 до 6 м, удельный показатель мощности двигателя, приходящейся на один метр ширины ее захвата, имеет минимальное значение k_1 у комбайна Niva. У комбайнов Vector, Acros и Torum происходит снижение коэффициента k_2 .

У комбайна Vector указанный показатель равен 17,1 кВт/м, что может характеризовать его предельную возможность применения на уборке зерновых и сои в условиях их урожайности до 30 ц/га. При этом объем растительной массы, поступающей в комбайн, для сои до 40 ц/га, что соответствует небольшой ее подаче (около 7 кг/с) при ее расчете методом произведения ширины захвата жатки на скорость комбайна и на урожайность растительной массы (деленное на 360):

$$9 \text{ м} \times 7 \text{ кг/ч} \times 40 \text{ ц/га} / 360 = 7 \text{ кг/с}$$

Для определенных нами условий уборки вполне могут соответствовать комбайны Acros и Torum.

По величине коэффициента k_3 наибольший показатель затрат мощности на один кубический метр бункера имеет комбайн Niva, где величина коэффициента в 1,55 раза больше, чем у комбайна Torum. Отсюда предположим большую эффективность по затратам мощности двигателя на наполнение и транспортировку зерна в бункере у комбайнов Acros и Torum, имеющих более мощный двигатель.

В сводной таблице 5 представлены показатели по качеству зерна из бункера зерноуборочных комбайнов и после выгрузки в кузов транспортного средства. Повторность взятия проб зерна – трехкратная. Разбор проб производили по стандартной методике в соответствии с ГОСТ 28301–2015 «Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний».

Представлены результаты проб по дроблению зерна сои сортов Рось, Дебют в бункере комбайна Vector 410 (без использования дополнительной опции – понижающего редуктора) в период с 11 по 18 октября 2022 г., а также из кузова транспортных средств марки КамАЗ.

Сравнение этих показателей связано с необходимостью оценить влияние работы выгрузного шнека на величину дробления семян сои. Установлено, что дробление зерна сои, взятого из бункера комбайна Vector, находилось в пределах от 3,14 до 7,94 %, а после выгрузки в кузове автомобиля дробление составило от

Таблица 4 – Расчет удельных показателей зерноуборочных комбайнов

Table 4 – Calculation of specific indicators of combine harvesters

| Модель комбайна | Мощность двигателя, кВт | Ширина захвата жатки, м | | Емкость бункера, м ³ | Расчетные значения коэффициентов | | |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----|---------------------------------|----------------------------------|---------------|----------------------------|
| | | min | max | | k_1 , кВт/м | k_2 , кВт/м | k_3 , кВт/м ³ |
| Niva | 114 | 4,1 | 5,0 | 3,0 | 27,8 | 22,8 | 38,0 |
| Vector | 154 | 5,0 | 9,0 | 6,0 | 30,8 | 17,1 | 25,7 |
| Acros | 188 | 5,0 | 9,0 | 9,0 | 37,6 | 20,9 | 20,9 |
| Torum | 294 | 6,0 | 9,0 | 12,0 | 49,0 | 32,7 | 24,5 |

Таблица 5 – Сводная таблица средних показателей зернового материала, взятого из бункеров зерноуборочных комбайнов и кузовов грузовых автомобилей

Table 5 – Summary table of average indicators of grain material taken from bunkers of combine harvesters and truck containers

| Навеска пробы, грамм | Целое зерно | | Дробленое зерно | | Поврежденное плодородкой | | Мертвый сор | | Влажность семян, процент |
|---|-------------|---------|-----------------|---------|--------------------------|---------|-------------|---------|--------------------------|
| | грамм | процент | грамм | процент | грамм | процент | грамм | процент | |
| Зерно сои сорта Рось из бункера комбайна Vector 410 (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 11.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 185,84 | 171,49 | 92,29 | 10,53 | 5,66 | 2,76 | 1,48 | 0,78 | 0,63 | 8,5 |
| Зерно сои сорта Рось, взятое из транспортного средства (КамАЗ) (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 11.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 245,26 | 221,78 | 90,45 | 19,88 | 8,11 | 2,48 | 1,01 | 1,11 | 0,42 | 8,5 |
| Зерно сои сорта Рось из бункера комбайна Vector 410 (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 12.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 308,10 | 281,41 | 91,12 | 24,45 | 7,94 | 1,94 | 0,62 | 0,30 | 0,11 | 10,1 |
| Зерно сои сорта Рось, взятое из транспортного средства (КамАЗ) (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 12.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 309,36 | 280,23 | 90,38 | 26,61 | 8,56 | 1,94 | 0,62 | 0,66 | 0,19 | 10,1 |
| Зерно сои сорта Рось из бункера комбайна Vector 410 (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 14.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 205,25 | 194,25 | 94,65 | 7,80 | 3,78 | 2,52 | 1,22 | 0,68 | 0,34 | 10,6 |
| Зерно сои сорта Рось, взятое из транспортного средства (КамАЗ) (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 14.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 187,52 | 171,66 | 91,48 | 12 | 6,44 | 3,08 | 1,62 | 0,77 | 0,44 | 10,6 |
| Зерно сои сорта Рось из бункера комбайна Vector 410 (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 18.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 309,29 | 296,44 | 95,84 | 9,74 | 3,14 | 2,64 | 0,85 | 0,55 | 0,17 | 8,5 |
| Зерно сои сорта Рось, взятое из транспортного средства (КамАЗ) (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 18.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 307,23 | 285,26 | 92,84 | 18 | 5,85 | 2,94 | 0,95 | 1,02 | 0,35 | 8,5 |
| Зерно сои сорта Дебют из бункера комбайна Vector 410 2020 г. выпуска (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 18.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 378,70 | 357,11 | 94,34 | 15,69 | 4,14 | 5,53 | 1,41 | 0,37 | 0,08 | 9,5 |
| Зерно сои сорта Дебют, взятое из транспортного средства (КамАЗ) (отдел семеноводства Дальневосточного ГАУ, 18.10.2022 г.) | | | | | | | | | |
| 392,05 | 355,73 | 90,73 | 30,53 | 7,78 | 5,04 | 1,28 | 0,74 | 0,20 | 9,5 |

5,85 до 8,56 %, то есть увеличилось соответственно на 4,8 и 2,71 %. Чистота зерна в бункере отвечает агротехническим требованиям (96 %).

В результате проведенной оценки величины дробления сои в бункере зерноуборочного комбайна и величины дробления сои из кузова транспортного средства определили величину различия этого показателя. Исследования проводилось на режимах работы, установленных заводом-изготовителем, то есть при частоте вращения выгрузного шнека, составляющего 105 об./мин.

Из-за больших оборотов выгрузного шнека было принято решение снизить его частоту вращения до 50–60 об./мин., за счет снижения оборотов двигателя до 1 200–1 300 об./мин., что способствовало снижению дробления семян сои от 1,5 до 1,8 раза. Однако следует отметить, что снижение оборотов выгрузного шнека привело к увеличению на 2–3 минуты времени выгрузки зерна из бункера емкостью 6 м³ (комбайн Vector 410).

Для снижения дробления обязательным условием является установка дополнительной опции в виде понижающего редуктора, который позволяет уменьшать обороты молотильного барабана в условиях уборки сои до 300 об./мин.

Альтернативой может являться приобретение и использование на уборке сои с целью снижения дробления зерна зерноуборочных комбайнов с роторным молотильно-сепарирующим устройством, например, Togum 740.

Заключение. Установлено, что в существующих условиях наличия комбайнового парка, уборка сои в АПК Амурской области составляет в среднем не менее 40 дней, что является одной из причин потерь сои до 1,5–2,0 ц/га, созревшей к первому октября, то есть к началу уборки. Работа выгрузного шнека в режимах, установленных заводом-изготовителем для комбайна Vector, приводит к увеличению на 2–3 % дробления сои при влажности семян 8–10 % независимо от настройки МСУ.

Для снижения дробления зерна при обмолоте обязательно должен устанавливаться понижающий редуктор, который позволяет уменьшать обороты молотильного барабана до 300 об./мин.

У завода Ростсельмаш имеется возможность поставлять в наш регион комбайны с роторной системой обмолота и жатки с шириной захвата 9 м, что будет способствовать уменьшению длительности уборки сои, снижению дробления зерна и сокращению потерь урожая.

Список литературы

1. Yawei Zh., Yanxin Y., Zhijun M., Du Ch., Wuchang Q., Qian W. [et al.]. Development and testing of a grain combine harvester throughput monitoring system // Computers and Electronics in Agriculture. 2022. Vol. 200 (2). P. 107253. DOI:10.1016/j.compag.2022.107253.
2. Михальцов Е. М., Чекусов М. С., Кем А. А., Шмидт А. Н., Даманский Р. В. О рациональном выборе зерноуборочного комбайна и жатки для уборки зерновых в условиях Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 6. С. 74–82. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-6-9.
3. Man Ch., Chengqian J., Youliang N., Tengxiang Ya., Guangyue Zh. Online field performance evaluation system of a grain combine harvester // Computers and Electronics in Agriculture. 2022. Vol. 198 (z1). P. 107047. DOI: 10.1016/j.compag.2022.107047.
4. Bo L., Yanli L., Heng Zh., Qing J. A knowledge-based system for intelligent control model of rice and wheat combine harvester // International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. 2023. Vol. 36 (03). DOI: 10.1142/S021800142259008X.
5. Lontseva I., Sennikov V. Improving the efficiency of combine harvesters // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East: Agricultural Innovation Systems. Ussuriysk : Springer, 2022. P. 415–423. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8_47.
6. Ерохин Г. Н., Коновский В. В., Першин И. А. Производительность зерноуборочных комбайнов на уборке сои // Наука в Центральной России. 2022. № 1 (55). С. 33–41. DOI: 10.35887/2305-2538-2022-1-33-41.
7. Присяжная И. М., Присяжная С. П., Липкань А. В. Разработка адаптирующих устройств комбайна для получения качественных семян при уборке сои // Вестник

российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 2. С. 84–88. DOI: 10.31857/2500-2082/2023/2/84-88.

8. Гиевский А. М., Оробинский В. И., Чернышов А. В., Баскаков И. В., Дружинин Р. А. Обоснование выбора типа комбайна для уборки посевов сои на кормовые и семенные цели // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 1 (72). С. 12–22. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_1_12.

9. Лонцева И. А., Соболева Н. В. Модель для прогнозирования потерь сои за жаткой // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 3 (59). С. 93–98. DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-93-98.

10. Popov A., Bumbar I. V. Ways to increase the efficiency of grain and soybean harvesting in the Amur region // INTERAGROMASH 2022 : XV International Scientific Conference. Rostov-on-Don : Springer, 2023. P. 189–199. EDN I WVNEU.

References

1. Yawei Zh., Yanxin Y., Zhijun M., Du Ch., Wuchang Q., Qian W. [et al.]. Development and testing of a grain combine harvester throughput monitoring system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2022;200(2):107253. DOI:10.1016/j.compag.2022.107253.

2. Mikhaltsov E. M., Chekusov M. S., Kem A. A., Shmidt A. N., Damanskii R. V. On the rational choice of a combine harvester and a reaper for grain harvesting in conditions of Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokozyaistvennoi nauki*, 2023;53(6):74–82 (in Russ.). DOI: 10.26898/0370-8799-2023-6-9.

3. Man Ch., Chengqian J., Youliang N., Tengxiang Ya., Guangyue Zh. Online field performance evaluation system of a grain combine harvester. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2022;198(z1):107047. DOI: 10.1016/j.compag.2022.107047.

4. Bo L., Yanli L., Heng Zh., Qing J. A knowledge-based system for intelligent control model of rice and wheat combine harvester. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 2023;36(03). DOI: 10.1142/S021800142259008X.

5. Lontseva I., Sennikov V. Improving the efficiency of combine harvesters, *Proceedings from Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East: Agricultural Innovation Systems*. (PP. 415–423), Ussuriysk, Springer, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8_47.

6. Erohin G. N., Konovskiy V. V., Perchin I. A. Productivity of combine harvesters for harvesting soybeans. *Nauka v Tsentral'noi Rossii = Science in the Central Russia*, 2022;1(55):33–41 (in Russ.) DOI: 10.35887/2305-2538-2022-1-33-41.

7. Prisyazhnaya I. M., Prisyazhnaya S. P., Lipkan A. V. Development of combine harvester adaptive devices for obtaining high-quality seeds when soybeans harvesting. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2023;2:84–88 (in Russ.). DOI: 10.31857/2500-2082/2023/2/84-88.

8. Gievskij A. M., Orobinsky V. I., Chernyshov A. V., Baskakov I. V., Druzhinin R. A. Rationale for choosing combine harvester type for harvesting soybean crops for feed and seed purposes. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022;15;1(72):12–22 (in Russ.). DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_1_12.

9. Lontseva I. A., Soboleva N. V. A model for predicting header soy bean losses in a combine harvester. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2021;3(59):93–98 (in Russ.). DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-93-98.

10. Popov A., Bumbar I. V. Ways to increase the efficiency of grain and soybean harvesting in the Amur region. *Proceedings from INTERAGROMASH 2022: XV International Scientific Conference*. (PP. 189–199), Rostov-on-Don, Springer, 2023. EDN I WVNEU.

© Бумбар И. В., Кувшинов А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 18.09.2023; одобрена после рецензирования 02.11.2023; принята к публикации 22.11.2023.

The article was submitted 18.09.2023; approved after reviewing 02.11.2023; accepted for publication 22.11.2023.

Информация об авторах

Бумбар Иван Васильевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID: 0000-0001-7584-2083, Author ID: 552396, bumbariv@outlook.com;

Кувшинов Алексей Алексеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0002-6332-5406, AuthorID: 898389, kyaa@vniisoi.ru

Information about the authors

Ivan V. Bumbar, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID: 0000-0001-7584-2083, Author ID: 552396, bumbariv@outlook.com;

Alexey A. Kuvshinov, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0002-6332-5406, Author ID: 898389, kyaa@vniisoi.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.