



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-7

УДК 631.354.2 (083.131)

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПАСПОРТА И ОПЕРАЦИОННЫХ КАРТ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Г.Е. ЧЕПУРИН, член-корреспондент РАН,

научный руководитель направления,

А.П. ЦЕГЕЛЬНИК, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
630501, Россия, Новосибирская область, р.п. Краснообск

e-mail: sibime@ngs.ru

Описано влияние показателей состояния стебельной массы зерновых культур, скорости комбайна, ширины захвата хедеров или валковых жаток, размеров полей на фактическую производительность комбайна, реализуемость его паспортной способности при обмолоте. За паспортную пропускную способность комбайнов принимают подачу в молотилку хлебной массы в килограммах в секунду при уровне потерь зерна 1,5% и нормативной влажности зерна и соломы. В реальных условиях пропускная способность комбайнов классической схемы при изменении содержания соломы в хлебной массе в долях единицы от 1,5 до 0,7 возрастает в 1,45 раза, при увеличении содержания соломы от нормативной до 2,3 уменьшается в 1,16 раза. По нормативам допускается недоиспользование паспортной способности комбайна не более 10%. При выборе стратегии и тактики проведения уборочных работ в условиях хозяйства содержание паспорта зерноуборочного комбайна класса 7 кг/с представлено в виде номограммы из четырех квадрантов. Разработан алгоритм пользования технологическим паспортом на примере уборки зерновых культур урожайностью от 10 до 20 ц/га комбайном класса 7 кг/с. По расчетам при нормальных погодных условиях и указанном интервале урожайности такая машина будет полностью загружена только при раздельной уборке, обмолачивая сдвоенные валки, скошенные жатками с шириной захвата 10 и 6 м с максимально допустимой скоростью комбайна. Ширина захвата жаток-хедеров для прямого комбайнирования составляет 9–11 м, поэтому рациональная загрузка комбайна класса 7 кг/с при максимально допустимых скоростях достигается только на обмолоте зерновых урожайностью более 20 ц/га. Полученные сведения можно использовать при разработке операционной карты на выполнение обмолота зерновых культур для каждого поля прямым или раздельным способом.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, пропускная способность, технологический паспорт, операционная карта

В соответствии с действующими методиками [1–6] машиноиспытательные станции проводят оценку комбайнов при обмолоте зерновых культур на участках с прямым стеблестоем, влажностью зерна 10–18%, незерновой частью 10–20% и отношения массы зерна к соломе 1 : 1,5. За паспортную пропускную способность комбайнов принимают подачу хлебной массы в молотилку в килограммах в секунду, соответствующую потерям зерна 1,5%. По этому показателю

устанавливают класс зерноуборочного комбайна.

При обосновании класса комбайна по указанной пропускной способности для конкретных условий необходимо учитывать фактическую реализуемость паспортных данных в реальных условиях эксплуатации; соответствие класса комбайна требованиям сельхозтоваропроизводителей с учетом зональных особенностей; наличие гарантированной эффективности применения; конку-

рентоспособность в сравнении с аналогами, т.е. соответствие критериям «цена – производительность», «цена – качество», «цена – стоимость техсервиса», которые должны обеспечивать прибыль сельхозтоваропроизводителю.

Цель исследования – выявить влияние показателей состояния стебельной массы зерновых культур, скорости комбайна, ширины захвата хедеров или валковых жаток, размеров полей на фактическую производительность комбайна, реализуемость его паспортной способности при обмолоте.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оснащение сельскохозяйственных предприятий зерноуборочной техникой во многих регионах Сибири носит стихийный характер. Не учитываются зональные и производственные особенности уборки, а также возможности рационального использования паспортной пропускной способности комбайнов при различных технологиях ее реализации, что значительно снижает эффективность эксплуатации машин, увеличивает себестоимость продукции [7–9].

Многие модели комбайнов, особенно с высокой пропускной способностью, при уборке зерновых урожайностью до 25 ц/га в Сибири полностью не используют свои потенциальные возможности, что значительно повышает эксплуатационные затраты и себестоимость зерна.

Степень загрузки молотилки комбайна определяется как отношение фактической подачи поступающей хлебной массы (q_{ϕ}) к его паспортной способности (q_0), величина которой определяется хлебной массой, поступающей за секунду.

По данным М.А. Пустыгина [10], Г.Д. Терского [11], увеличение содержания зерна в составе хлебной массы уменьшает содержание незерновой части, что снижает нагрузку на сепарирующие органы молотилки комбайна и повышает качество их работы.

Процесс выделения зерна в комбайне включает две стадии: просев через ворох на

соломотрясе, просеивание через отверстия решет очистки и соломотряса. Эффективность его определяется структурой пространственной решетки вороха и разрыхленностью слоя на решетах и соломотрясе. В связи с этим фактическая паспортная пропускная способность (q'_0) существенно зависит от доли незерновой части в составе обмолачиваемой хлебной массы (λ_c) и определяется по формуле

$$q = \frac{q_0(1 + \lambda)}{1 + \lambda_0}, \quad (1)$$

где q_0 – паспортная пропускная способность комбайна, кг/с.

То есть

$$\lambda_0 = \frac{\lambda_3}{\lambda_c} = \frac{1}{1,5} = 0,666,$$

где λ_0 – фактическое отношение массы зерна к массе незерновой части волях единицы (1 : 1,5); λ_3 – масса зерна; λ_c – масса незерновой части.

На рис. 1 показаны зависимости изменения фактической паспортной пропускной способности комбайнов класса от 5 до 12 кг/с при допустимом уровне потерь за молотилкой 1,5% в зависимости от содержания незерновой части в составе обмолачиваемой хлебной массы волях единицы от 2,3 до 0,7 [12].

Расчеты, проведенные на основании ранее установленных закономерностей [12], показывают, что пропускная способность комбайнов любого класса классической схемы при изменении содержания соломы от 1,5 до 0,7 возрастает в 1,45 раза, при увеличении соломистости от нормативной до 2,3 пропускная способность уменьшается в 1,16 раза.

В соответствии с «Системой критерии качества и эффективности сельскохозяйственной техники», изданной МСХ РФ [13], допускается недоиспользование паспортной способности комбайна не более 10%. Перегрузка молотилки комбайна не допускается, так как приводит к значительным потерям зерна.

Современные отечественные и зарубежные зерноуборочные комбайны обеспечивают синхронизацию частоты вращения

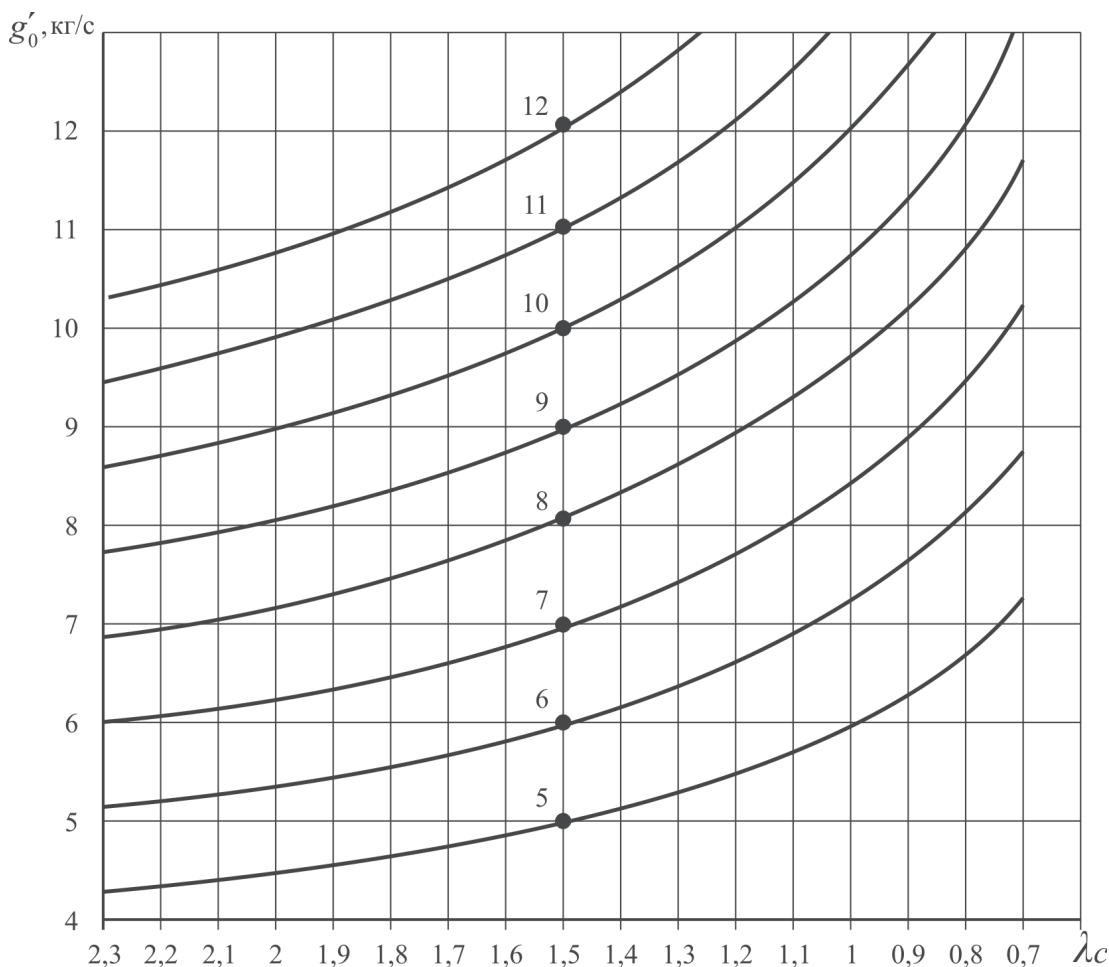


Рис. 1. Изменение пропускной способности комбайнов от содержания незерновой части в хлебной массе
Fig. 1. The change of grain harvester throughput depending on the non-grain part of the corn bulk

мотовила при прямом комбайнировании и подборщика при раздельной уборке со скоростью движения машины. Это позволяет увеличивать рабочую скорость комбайна до 10–12 км/ч, что обеспечивает оптимизацию загрузки не только за счет ширины захвата, но и скорости движения.

Рабочая скорость движения комбайна (V_p), реализующая паспортную способность комбайна, определяется по формуле

$$V_p = \frac{360 \cdot q_0}{G \cdot B \cdot \eta_b}, \quad (2)$$

где q_0 – паспортная пропускная способность комбайна, кг/с; G – урожайность зерновых культур, ц/га; B – конструктивная ширина захвата жатки, м; η_b – коэффициент использования ширины захвата 0,96 [13].

С учетом формул (1) и (2) рабочая скорость комбайна i -го класса (q_{0i}) в зависимости от содержания незерновой части в составе обмолачиваемой хлебной массы в долях единицы определяется по формуле

$$V_{pi} = \frac{360 \cdot q_{0i} \cdot (1+\lambda)}{G \cdot B \cdot \eta_b \cdot (1+\lambda_0)}, \quad (3)$$

Производительность комбайна за 1 ч чистого времени (W) можно рассчитать следующим образом:

$$W = 0,1 \cdot V_p \cdot B_p, \quad (4)$$

где B_p – рабочая ширина захвата жатки, м.

Сменная производительность комбайна (W_{cm}) определяется по формуле

$$W_{cm} = W \cdot T \cdot \eta_{cm}, \quad (6)$$

где T – продолжительность смены в часах, η_{cm} – нормативный коэффициент использования времени смены ($\eta_{cm} = 0,68$) [13].

Представленные закономерности изменения производительности и скорости движения комбайна, реализующие его потенциальные возможности в зависимости от урожайности, состояния стеблестоя, характеристики полей (длина гона, рельефа, качества обработки почвы), использованы при разработке технологического паспорта зерноуборочного комбайна и алгоритма определения его основных технологических показателей на уборке зерновых культур с разной урожайностью прямым и раздельным способом [12].

Для удобства и оперативности использования технологического паспорта комбайна при выборе стратегии и тактики проведения уборочных работ в конкретных условиях хозяйства или поля его содержание представляется в виде номограммы из четырех квадрантов.

В качестве примера рассмотрим номограмму, составленную для комбайна класса 7 кг/с (рис. 2). В квадранте I представлены кривые, характеризующие изменение рабочей скорости комбайна при обмолоте хлебов урожайностью от 10 до 50 ц/га, скоженных жатками с шириной захвата от 5 до 20 м, которые обозначены цифрами 5, 6, 7, ..., 20.

В квадранте II кривые характеризуют изменение производительности комбайна за 1 ч чистого времени в зависимости от урожайности зерновых и содержания незерновой части в обмолачиваемой хлебной массе в долях единицы от 0,6 до 2,3.

В квадранте III показана линейная зависимость сменной производительности комбайна на обмолоте зерновых от его производительности за 1 ч чистого времени.

В квадранте IV представлены данные, характеризующие возможную сменную производительность комбайна на обмолоте зерновых урожайностью от 10 до 50 ц/га с максимальной допустимой скоростью движения до 13 км/ч, которые обеспечивают реализацию паспортной пропускной способности комбайна при конструктивной ширине захвата валковых жаток или хедеров в пределах 5–20 м.

По информации, представленной в квадрантах I и IV, оперативно определяется в

зависимости от условий уборки (урожайности, рельефа и длины гона полей и других факторов) предполагаемая стратегия уборочных работ в целом по хозяйству и отдельным полям, т.е. как убирать зерновые культуры – раздельным способом или напрямую.

Покажем это на примере комбайна класса 7 кг/с. Исходные данные: урожайность по полям варьирует от 10 до 20 ц/га. Рельеф и длина гона полей позволяют комбайну двигаться с максимальной скоростью до 13 км/ч.

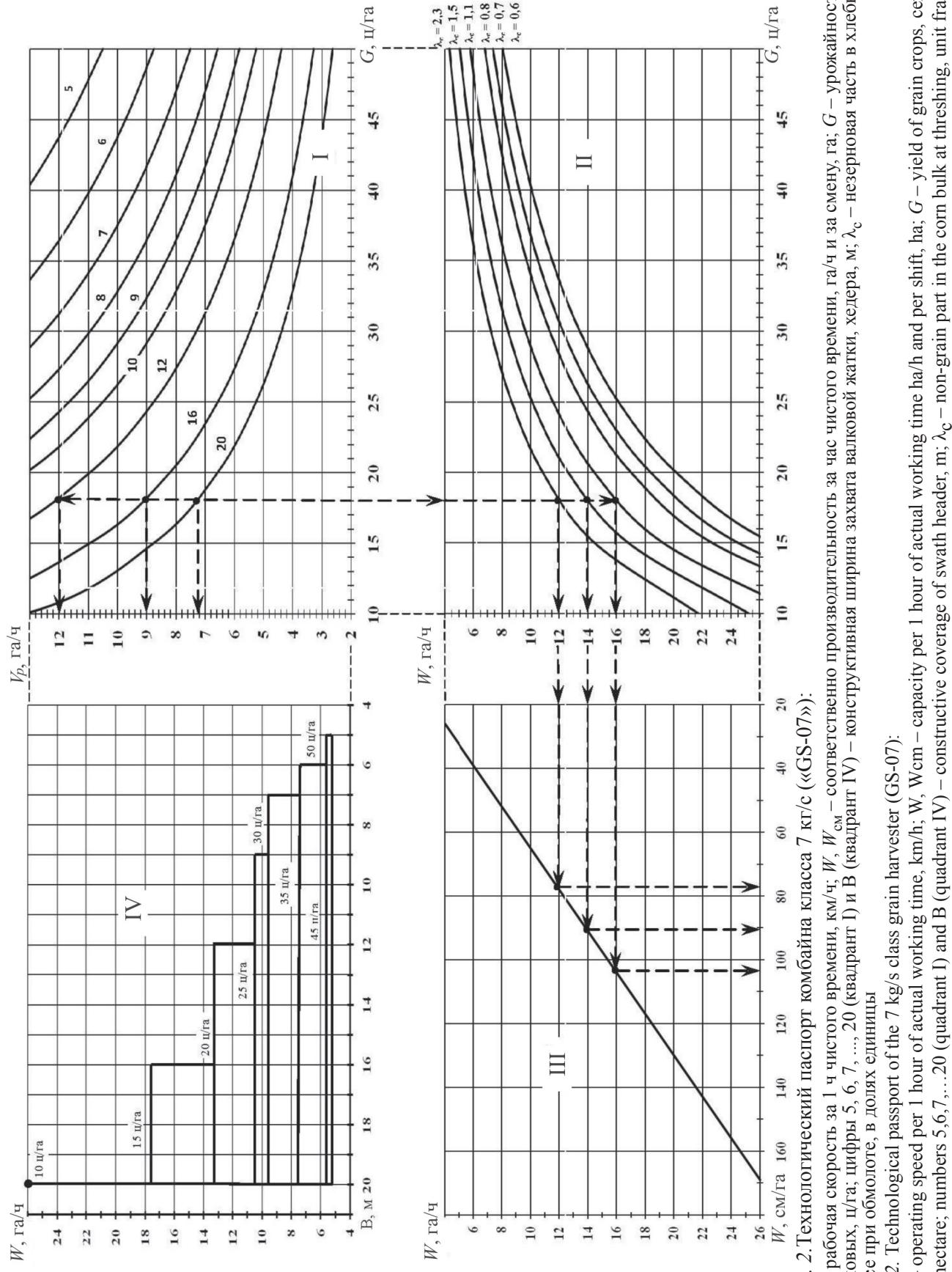
При нормальных погодных условиях комбайн класса 7 кг/с будет полностью загружен на обмолоте зерновых урожайностью 10 ц/га при уборке хлебной массы, скоженной с площади шириной 20 м, и скорости 13 км/ч. Производительность комбайна в этом случае за 1 ч чистого времени будет равна 26 га/ч.

При урожайности зерновых 15 ц/га, ширине захвата жатки или хедера 16 м, скорости движения 11 км/ч, а также при ширине захвата 20 м и скорости 9 км/ч производительность составит 17,7 га/ч. На обмолоте зерновых урожайностью 20 ц/га выработка за 1 ч чистого времени будет равна 13,3 га при скорости комбайна 6,8; 8,2 и 11 км/ч и ширине захвата жатки 20, 16 и 12 м соответственно. При ширине захвата жаток меньше 12 м комбайны класса 7 кг/с будут работать с недогрузкой.

Следовательно, рациональное использование паспортной способности комбайнов класса 7 кг/с можно обеспечить только при раздельной уборке, формируя сдвоенные валки жатками с шириной захвата 10 и 6 м.

Для прямого комбайнирования промышленность выпускает жатки-хедеры с шириной захвата до 9–11 м, которые обеспечат рациональную загрузку машины класса 7 кг/с при максимально допустимых скоростях движения до 13 км/ч только на обмолоте зерновых урожайностью 20 ц/га и более.

Следовательно, если рельеф поля и длина гона не позволяют работать на повышенных скоростях, то при раздельной и прямой уборке следует использовать комбайны меньшего паспортного класса.



В качестве примера покажем алгоритм пользования технологическим паспортом комбайна класса 7 кг/с при составлении операционной карты для обмолота зерновых культур урожайностью 18 ц/га на поле № 1. Характеристика поля и убираемой культуры: пшеница яровая; влажность зерна и соломы 15–20%; высота среза стеблей 15–18 см, полеглость стеблей отсутствует; площадь поля 500 га; длина гона 1,5 км; рельеф ровный, позволяющий комбайну двигаться с максимально допустимой скоростью.

В квадрантах I и II (см. рис. 2) для уборки зерновых культур с урожайностью 18 ц/га штриховыми линиями со стрелками показан порядок определения рабочей скорости за 1 ч чистого времени (V_p) и производительности комбайна класса 7 кг/с за 1 ч чистого времени (W) на обмолоте сдвоенных валков, скошенных жатками с площади шириной 20, 16, и 12 м, при содержании незерновой части в долях единицы $\lambda_c = 2,3; 1,5$ и $1,1$. Комбайн класса 7 кг/с полностью загружается на обмолоте валков зерновых культур при $\lambda_c = 1,5$, скошенных указанными жатками, при скорости движения комбайна соответственно 7,2; 9 и 12,0 км/ч.

По квадранту II определим для рассматриваемого случая рабочую производительность комбайна класса 7 кг/с за 1 ч чистого времени, равную 14,5 га/ч при обмолоте сдвоенных валков 12, 16, 20 м. При $\lambda_c = 2,3$ часовая производительность $W = 12$ га/ч, при $\lambda_c = 1,1–16,0$ га/ч.

По квадранту III установим расчетную производительность машины за смену продолжительностью 10 ч при коэффициенте использования времени смены 0,68 [13]. Расчетная сменная производительность комбайна класса 7 кг/с при раздельной уборке зерновых урожайностью 18 ц/га при нормативной $\lambda_c 1,5$ составит 91 га, при $\lambda_c 2,3 – 78$ га, при $\lambda_c 1,1 – 105$ га.

Аналогичным образом определяется производительность при наличии технологических паспортов комбайнов любого класса на уборке раздельным способом, прямым комбайнированием при рабочей ширине захвата хедеров и валковых жаток от 5 до

20 м, нормативной доле массы незерновой части 1,5, а также на обмолоте зерновых урожайностью от 10 до 50 ц/га при изменении λ_c от 0,6 до 2,3.

Определив по технологическому паспорту комбайна класса 7 кг/с на уборке зерновых культур его сменную производительность, рассчитывают приведенные издержки и себестоимость продукции; устанавливают допустимую скорость комбайна при уборке зерновых на каждом поле в зависимости от урожайности, рельефа, длины гона, доли незерновой части в обмолачиваемой массе и других факторов; определяют наиболее рациональную технологию или сочетание технологий и уборочную технику, которые обеспечивают наибольшую степень использования паспортной способности комбайна. Полученные сведения представляются в виде операционной технологической карты на выполнение операции технологии процесса уборки зерновых культур для каждого поля, например, на обмолот зерновых культур комбайнами.

Операционная карта – документ, содержащий описание технологической операции с указанием возможных технологий ее выполнения, данных о технических средствах и их режимах с учетом условий работы, свойств убираемых культур на конкретном поле, т.е. рабочем месте. Она включает следующие сведения:

- сорт убираемой культуры на конкретном поле, урожайность, влажность зерна и массу незерновой части в долях единицы;
- характеристику поля, его площадь (га), длину гона, рельеф поля;
- максимально допустимые рабочие скорости движения комбайна по полю при раздельном и прямом способах уборки;
- класс комбайна, конструктивную ширину захвата хедера или валковой жатки, м;
- тип валка: одинарный, спаренный, встречно-поточный;
- расчетную производительность комбайна за смену 10 ч и коэффициент использования времени смены 0,68 [13].

Операционную карту составляют на процесс обмолота, определяют задание на вы-

полнение конкретной работы при соблюдении технологических режимов, обеспечивающих получение продукции высокого качества при рациональной загрузке молотилки комбайна на обмолоте зерновых культур разной урожайности прямым или раздельным способом.

ВЫВОДЫ

1. Степень загрузки молотилки комбайна с разными урожайностью зерновых культур и шириной захвата жаток при раздельной и прямой уборке существенно зависит от доли незерновой части в составе обмолачиваемой хлебной массы.

2. Пропускная способность любого класса комбайна классической схемы при изменении содержания доли массы незерновой части от нормативной 1,5 до 0,7 возрастает в 1,45 раза, при увеличении незерновой части от нормативной до 2,3 пропускная способность комбайна уменьшается в 1,16 раза.

3. Выявленные закономерности изменения производительности и скорости движения комбайна в зависимости от урожайности, ширины захвата жатки, состояния стеблестоя, характеристики полей использованы при разработке технологического паспорта зерноуборочного комбайна, содержание которого представлено в виде номограммы из четырех квадрантов.

4. Разработан алгоритм пользования номограммой при определении эксплуатационных показателей работы комбайна любого класса в зависимости от условий уборки на конкретном поле. Полученные сведения представляются в виде операционной технологической карты для уборки зерновых культур.

5. Практическая реализация разработанных технологических паспортов зерноуборочных комбайнов и операционных карт на обмолоте зерновых культур обеспечит повышение производительности комбайнов, качество получаемой продукции, сокращение сроков уборки и потери урожая, а также издержки при выполнении уборочных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Жалнин Э.В.** Методологические аспекты механизации производства зерна в России. – М.: Полиграфсервис, 2012. – 367 с.
2. ГОСТ 28301-89 (СТСЭВ 6542-88) Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 17 с.
3. **Гольяпин В.Я.** Анализ пропускной способности зерноуборочных комбайнов и основных показателей, определяющих ее величину: аналитическая справка (обзор). – М.: Росинформагротех, 2002. – 22 с.
4. **Жалнин Э.В., Баранов А.А., Сулейманов М.** Среднестатистическая пропускная способность зерноуборочных комбайнов // Тракторы и с.-х. машины. – 1997. – № 8. – С. 25–27.
5. **Занько Н.Д.** Методика оценки пропускной способности молотилки и определения класса зерноуборочного комбайна // Тракторы и с.-х. машины. – 1999. – № 6. – С. 26–28.
6. **Занько Н.Д., Осипов Н.М.** Оценка пропускной способности молотилки с системой интенсивной сепарации зерна // Тракторы и с.-х. машины. – 1996. – № 10. – С. 13–15.
7. **Жалнин Э.В.** Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов. – М.: ВИМ, 2001. – 106 с.
8. **Пенкин С.М.** Оценка пропускной способности зерноуборочных комбайнов по известным параметрам // Тракторы и с.-х. машины. – 2003. – № 1. – С. 24–26.
9. **Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецков А.В. и др.** Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири. – М.: Росинформагротех, 2011. – 175 с.
10. **Пустыгин М.А.** Теория и технический расчет молотильных устройств. – М.: Сельхозгиз, 1948.
11. **Терсков Г.Д.** Расчет зерноуборочных машин. – М.: Изд-во машиностр. лит-ры, 1961. – 213 с.
12. **Чепурин Г.Е., Иванов Н.М.** Теоретические основы разработки технологического паспорта зерноуборочного комбайна // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 2. – С. 96–104.
13. **Система критериев качества, надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники.** – М.: МСХ РФ, Росинформагротех, 2010.

REFERENCES

1. Zhalnin E.V. Metodologicheskie aspekte mehanizatsii proizvodstva zerna v Rossii. – M.: Poligrafservis, 2012. – 367 s.

2. **GOST 28301–89 (STSEV 6542–88)** Kom-bainy zernouborochnye. Metody ispytanii. – M.: Izd-vo standartov, 1990. – 17 s.
3. **Gol'tyapin V.Ya.** Analiz propusknoi sposobnosti zernouborochnykh kombainov i osnovnykh pokazatelei, opredelyayushchikh ee velichinu: analiticheskaya spravka (obzor). – M.: Rosinformagrotekh, 2002. – 22 s.
4. **Zhalnin E.V., Baranov A.A., Suleimanov M.** Srednestatisticheskaya propusknaya sposobnost' zernouborochnykh kombainov // Traktory i s.-kh. mashiny. – 1997. – № 8. – С. 25–27.
5. **Zan'ko N.D.** Metodika otsenki propusknoi sposobnosti molotilki i opredeleniya klassa zernouborochnogo kombaina // Traktory i s.-kh. mashiny. – 1999. – № 6. – S. 26–28.
6. **Zan'ko N.D., Osipov N.M.** Otsenka propusknoi sposobnosti molotilki s sistemoi intensivnoi separatsii zerna // Traktory i s.-kh. mashiny. – 1996. – № 10. – S. 13–15.
7. **Zhalnin E.V.** Raschet osnovnykh parametrov zernouborochnykh kombainov. – M.: VIM, 2001. – 106 s.
8. **Penkin S.M.** Otsenka propusknoi sposobnosti zernouborochnykh kombainov po izvestnym parametram // Traktory i s.-kh. mashiny. – 2003. – № 1. – S. 24–26.
9. **Chepurin G.E., Ivanov N.M., Kuznetsov A.V. i dr.** Uborka i posleuborochnaya obrabotka zernovykh kul'tur v ekstremal'nykh usloviyakh Sibiri. – M.: Rosinformagrotekh, 2011. – 175 s.
10. **Pustygin M.A.** Teoriya i tekhnicheskii raschet molotil'nykh ustroistv. – M.: Sel'khozgiz, 1948. 11. Terskov G.D. Raschet zernouborochnykh mashin. – M.: Izd-vo mashinostr. lit-ry. 1961. – 213 s.
12. **Chepurin G.E., Ivanov N.M.** Teoreticheskie osnovy razrabotki tekhnologicheskogo pasporta zernouborochnogo kombaina // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – № 2. – S. 96–104.
13. **Sistema** kriteriev kachestva, nadezhnosti, ekonomiceskoi effektivnosti sel'skokhozyaistvennoi tekhniki. – M.: MSKh RF, Rosinformagrotekh, 2010.

THE STRUCTURE AND CONTENT OF THE TECHNOLOGICAL PASSPORT AND OPERATION PROCESS CHARTS OF GRAIN HARVESTERS

**G.E. CEPURIN, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Head of Research Division,**

A.P. TSEGELNIK, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

*Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk, 630501, Russia,
e-mail: sibime@ngs.ru*

The work describes how parameters of grain crop stalk mass, combine harvester speed, coverage of swath headers and field size influence the actual throughput of a grain harvester and the feasibility of its nominal throughput at threshing. The nominal throughput of a grain harvester is usually taken as the delivery of corn bulk in kilograms per second to a thresher with the level of grain loss of 1.5 percent and the standard moisture of grain and straw. In a production environment, the throughput of a grain harvester of the classical scheme increases by 1.45 times when the straw content in corn bulk goes down from 1.5 to 0.7 in unit fraction and decreases by 1.16 times when the straw content goes up from the standard value to 2.3. By regulatory standards the actual throughput of a grain harvester can only be 10 percent lower than its nominal throughput. When choosing harvesting strategy and tactics in the farm conditions, the technological passport of the 7 kg/s class grain harvester may be represented as a nomogram consisting of four quadrants. The procedure of using a technological passport was developed by harvesting grain crops with the yield of 1 to 2 tons per hectare by the 7 kg/s class grain harvester. According to the calculations for the normal weather conditions and the yield range mentioned above, such harvester will be fully loaded only at two-phase harvesting, threshing double swaths cut by reapers with the coverage of 10 and 6 m, and at the maximum allowable operating speed of the grain harvester. The coverage of the swath headers for the straight combine method is from 9 to 11 m, so the efficient load of the 7 kg/s class grain harvester at maximum allowable operating speeds is achieved only at threshing grain crops with the yield capacity of over 2 tons per hectare. These findings can be used to develop operation process charts for grain crop threshing in each field by the straight or two-phase methods.

Keywords: grain harvester, throughput, technological passport, operation process chart

Поступила в редакцию 12.03.2018