

УДК 631.354.2:62-97/-98
ГРНТИ 68.85

Лонцева И.А. канд. техн. наук, доцент;

E-mail: largoil@mail.ru,

Дальневосточный государственный аграрный университет,

г. Благовещенск, Амурская область, Россия

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Продолжительность уборочного процесса ограничена особенностями созревания культуры. Известно, что уборку необходимо проводить в максимально сжатые сроки, для этого необходимо повысить эксплуатационную производительность зерноуборочных комбайнов, входящих в состав уборочно-транспортного комплекса. В статье приведены зависимости, позволяющие получить численные значения эксплуатационной производительности и коэффициента использования эксплуатационного времени зерноуборочного комбайна в составе уборочно-транспортного комплекса до момента эксплуатации. Проанализированы пути увеличения эксплуатационной производительности комбайна и влияние на неё отдельных факторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА, КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВРЕМЕНИ, ВРЕМЯ ОСНОВНОЙ РАБОТЫ, СКОРОСТЬ, ШИРИНА ЗАХВАТА, БУНКЕР

UDC 631.354.2:62-97/-98

Lontzeva I.A., Cand. Tech. Sci., Associate Professor;

Far Eastern State Agrarian University,

Blagoveshchensk, Amur region, Russia

E-mail: largoil@mail.ru

WAYS OF ENHANCING COMBINE HARVESTERS OUTPUT

The duration of harvesting process is limited by the specifics of crop maturing. It is known that harvesting is to be completed as soon as possible so it is necessary to enhance output rate of the combine harvesters. The article presents dependencies that make it possible to calculate numerical values of output rate and use factor of service (operating) time of combine harvester before the beginning of work. The author analyzed the ways of enhancing combine harvester output and influence of some factors upon it.

KEYWORDS: COMBINE HARVESTER OUTPUT, USE FACTOR OF SERVICE (OPERATING) TIME, TIME OF MAIN WORK, SPEED, COVERAGE, BUNKER

Для определения эксплуатационной производительности комбайна используют формулу

$$W_{\text{ЭК}} = W_0 K_{\text{ЭК}} = 0,1 B_p v K_{\text{ЭК}}, \quad (1)$$

где B_p – рабочая ширина захвата, м; v – рабочая скорость, км/ч; $K_{\text{ЭК}}$ – коэффициент использования эксплуатационного времени; W_0 – производительность за час основного времени, га/ч.

В ГОСТ Р 52778-2007 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки, коэффициент $\theta_{\text{ЭК}}$ представлен в виде отношения основного времени работы машины T_1 к эксплуатационному времени при нормативной продолжительности смены $T_{\text{ЭК}}$. Иначе, коэффициент $K_{\text{ЭК}}$ можно определить как вероятность нахождения комбайна в работе.

Величина $K_{\text{ЭК}}$ обусловлена простоями комбайна за определенный период эксплуатации, который должен иметь достаточную продолжительность для того, чтобы все случайные процессы, даже те, вероятность реализации которых мала, могли бы проявить себя вполне устойчиво.

Коэффициент $K_{\text{ЭК}}$ находится в сложной зависимости от ряда факторов. Выбор его чаще всего основывается на ранее полученных опытных данных, поэтому эксплуатационная производительность при прогнозировании будет иметь относительную величину. Заимствовать числовые значения коэффициента $K_{\text{ЭК}}$ из результатов испытаний аналогичных машин можно лишь тогда, когда набор сопутствующих машин технологического процесса эквивалентен выбранному прототипу. Иначе результаты расчетов будут ошибочны.

Следует учитывать ещё одну особенность расчетов, связанную с выбором $K_{\text{ЭК}}$ по прототипу.

Например, использование в аналогичной технологии недостаточного количества транспортных средств или нахождение зернового двора на большом расстоянии от места проведения уборки приведёт к снижению $K_{\text{ЭК}}$.

Поэтому необходимо получить расчетную формулу для определения $K_{\text{ЭК}}$, в которой все простои комбайна за агросрок можно было бы вычислить по исходным данным, известным до выхода комбайна в поле. Она может быть получена на основе анализа времени протекания операций, выполняемых комбайном в течение всего периода уборки культуры.

Основное время работы комбайна при нормативной продолжительности смены T_1 можно определить из производительности за время основной работы

$$W_1 = 0,1B_p v T_1 = \frac{nP(1-\alpha)}{Q} \Rightarrow T_1 = \frac{nP(1-\alpha)}{0,1vB_p Q}, \quad (2)$$

где n – количество намолоченных бункеров; P – вместимость бункера зерноуборочного комбайна, т; Q – урожайность культуры, т/га; α – средняя засорённость зерновой массы в бункере.

Чистота зерна в бункере колеблется от 85 до 98%. Эти значения зависят от правильности настроек, регулировок комбайна, влажности культуры и предшествующих агротехнических приёмов. Известно, что при работе на засорённых полях и при уборке влажной массы сепарация комбайна снижается, что в целом приводит к снижению производительности.

Время, затраченное комбайном на повороты на концах загонов:

$$T_{21} = \frac{10^4 T_1 \bar{T}_{21} W_0}{LB_p} = \frac{10^3 T_1 \bar{T}_{21} v}{L}, \quad (3)$$

где L – средняя длина гона, м; \bar{T}_{21} – среднее время поворота на конце загона, ч; W_0 – производительность за час основного времени, га/ч.

Из выражения (3) становится понятно, что суммарное время поворотов комбайна на концах гонов не зависит от ширины захвата. Если принять допущение, что время каждого поворота комбайнов с разной шириной захвата одинаковое, то суммарные затраты времени на повороты за весь период проведения уборочных работ также будут одинаковыми и составят одну и ту же часть эксплуатационного времени. Таким образом, изменение ширины захвата не приведёт к перераспределению баланса эксплуатационного времени и, следовательно, не изменит коэффициента использования эксплуатационного времени $K_{\text{ЭК}}$.

По мере повышения рабочей скорости комбайна количество и суммарное время поворотов за одно и то же время основной работы увеличится. Объясняется это тем, что при увеличении рабочей скорости комбайна, например, вдвое (с 5 до 10 км/ч) вдвое увеличится пройденный путь, количество и суммарное время поворотов. Это повлечёт за собой снижение $K_{\text{ЭК}}$. Следовательно, в тех случаях, когда время поворотов комбайна играет заметную роль в балансе эксплуатационного времени, повышение производительности комбайна $W_{\text{ЭК}}$ предпочтительнее проводить по линии увеличения ширины захвата, а не скорости. Это утверждение основано на двух допущениях: с увеличением ширины захвата среднее время поворота комбайна останется без изменения и простои комбайна по техниче-

ским и технологическим причинам не возрастут, молотильно-сепарирующее устройство современных высокопроизводительных комбайнов имеет резерв по загрузке.

Однако хронометражные данные показывают, что время поворотов на концах гоннов в действительности несколько возрастает с увеличением ширины захвата комбайна (рис.1)[2]. Связано это с тем, что при выполнении поворота комбайна происходят поперечные колебания жатки.

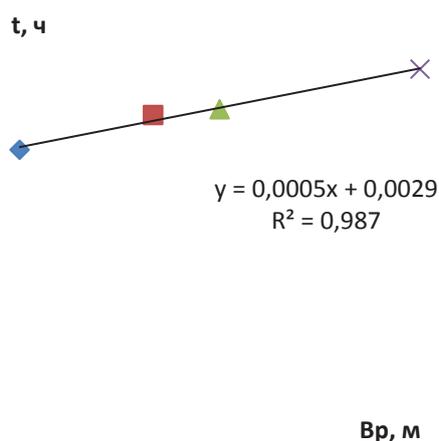


Рис. 1. Продолжительность поворота в зависимости от ширины захвата

Таким образом, среднее время одного поворота на конце загона определяется зависимостью:

$$\overline{T}_{21} = 0,0029 + 0,0005B_p$$

Тогда, общее время затраченное комбайном на повороты (3) примет вид

$$T_{21} = \frac{T_1 v (2,9 + 0,5B_p)}{L}, \tag{4}$$

Специфика технологии уборки и организации уборочных работ зерновых и зернобобовых культур определяется не только способом уборки, уровнем профессиональной подготовки и заинтересованностью исполнителей, но и в целом организацией уборочно-транспортных работ. Специфика организации уборочно-транспортных работ определяется в основном характером взаимодействия между комбайнами и транспортными средствами. Такое взаимодействие может быть осуществлено в трёх вариантах:

Вариант 1 – заполнение бункера комбайна и периодическая выгрузка в транспортное средство непосредственно на поле во время остановок.

Вариант 2 –заполнение бункера и периодическая выгрузка в транспортное средство при выезде на организованное для этого место.

Вариант 3 –сбор зерновой массы в бункер и периодическая выгрузка в транспортное средство при выполнении рабочего хода.

При уборке урожая по вариантам 1 и 2 простои комбайна, связанные с переездом к месту разгрузки или ожиданием разгрузки,

$$T_{22} = n \overline{T}_{22}, \tag{5}$$

где n – количество намолоченных бункеров; \overline{T}_{22} – средняя продолжительность подъезда транспорта к комбайну (комбайна к транспорту), ч.

Простои комбайна во время разгрузки бункера

$$T_{23} = n \overline{T}_{23}, \tag{6}$$

где \overline{T}_{23} – средняя продолжительность разгрузки комбайна, ч. Для варианта 3 $T_{23} = 0$.

Простои комбайна из-за отсутствия транспорта в соответствии с ГОСТ Р 52778-2007 не входят в эксплуатационное время $T_{эк}$ и, следовательно, не учитываются при определении $W_{эк}$.

При организованной работе уборочно-транспортного комплекса простои транспорта необходимо включать в эксплуатационное время. В этом случае простои комбайна из-за отсутствия транспорта возможны не только по организационным причинам, но и от того, насколько правильно рассчитаны и увязаны между собой производительности взаимодействующих машин. Если работа зернового двора во время уборки урожая не организована должным образом, или, хуже того, имеется несоответствие производственных мощностей, то часть транспорта будет простаивать в ожидании разгрузки. В этом случае простои комбайна из-за отсутствия транспорта будут являться одним из основных показателей, характеризующих производительность уборочно-транспортного комплекса.

Время переезда на другой участок

$$T_{24} = \sum \overline{T}_{24}, \tag{7}$$

где \overline{T}_{24} – средняя продолжительность переезда на новый участок, ч.

Простои комбайна, связанные с проведением ежесменного технического обслуживания

$$T_{311} = n_{\text{см}} P_{\text{то}} \overline{T}_{311} = \frac{P_{\text{то}} \overline{T}_{311} T_{\text{эк}}}{T_{\text{см}}}, \quad (8)$$

где $n_{\text{см}}$ – количество смен работы в течение агросрока; $P_{\text{то}}$ – вероятность проведения техобслуживания в начале смены; \overline{T}_{311} – средняя продолжительность ежесменного техобслуживания, ч; $T_{\text{см}}$ – продолжительность нормативной смены, ч.

Время на проведение периодического технического обслуживания

$$T_{312} = T_1 \gamma 10^{-2}, \quad (9)$$

где γ – коэффициент проведения ПТО, %.

Периодическое техническое обслуживание комбайна должно проводиться через каждые 150 га, с учетом нагрузки на один комбайн за сезон (около 1000 га) общее количество будет около 7 раз.

Простои комбайна, вызванные регулировками, очисткой рабочих органов и ремонтом комбайна:

$$T_{33} = T_1 \lambda_{33} \overline{T}_{33} \quad (10)$$

$$T_{41} = T_1 \lambda_{41} \overline{T}_{41} \quad (11)$$

$$T_{42} = T_1 \lambda_{42} \overline{T}_{42} \quad (12)$$

где λ_{33} , λ_{41} , λ_{42} – интенсивность отказов в связи с необходимостью регулировок, очисток рабочих органов и ремонтов комбайна, отказов/час; \overline{T}_{33} , \overline{T}_{41} , \overline{T}_{42} – средняя продолжительность одной операции, ч.

Величины λ_i принимаем постоянными на протяжении всего периода проведения уборочных работ, что подтверждается практикой.

Согласно ГОСТ Р 52778-2007 удельные затраты времени на отдых вычисляются по формуле $\tau_5 = \frac{T_5}{T_1} [1]$, отсюда время на отдых

$$T_5 = T_1 \tau_5 = \frac{nP(1-\alpha)}{0,1vB_p Q} \tau_5. \quad (13)$$

где n – количество намолоченных бункеров; P – вместимость бункера зерноуборочного комбайна, т; Q – урожайность культуры, т/га; α – средняя засорённость зерновой массы в бункере; B_p – рабочая ширина захвата, м; v – рабочая скорость, км/ч;

В результате хронометражных наблюдений установлено, что на отдых уходит 5-7% от времени смены $T_{\text{см}}$, т.е. 0,35-0,5 ч.

Простои комбайнов в ожидании выгрузки составляют от 5 до 29 % времени работы, таким образом, они должны быть обязательно учтены при определении эксплуатационной производительности. Если простои принять за величину β , то время простоев в ожидании разгрузки можно записать:

$$T_{82} = 0,1T_1\beta \quad (14)$$

Таким образом, баланс эксплуатационного времени за период уборки [1]

$$T_{\text{эк}} = T_1 + T_{21} + T_{22} + T_{23} + T_{24} + T_{311} + T_{312} + T_{33} + T_{41} + T_{42} + T_5 + T_{82}, \quad (15)$$

Представим $K_{\text{эк}}$ в виде отношения: $K_{\text{эк}} = \frac{T_1}{T_{\text{эк}}}$. Подставляя это выражение в формулу (1), получим формулу для определения эксплуатационной производительности с учётом количества намолоченных бункеров

$$W_{\text{эк}} = 0,1B_p v K_{\text{эк}} = 0,1B_p v \frac{T_1}{T_{\text{эк}}} = \frac{nP(1-\alpha)}{T_{\text{эк}} Q}, \quad (16)$$

В окончательном виде

$$W_{\text{эк}} = \frac{nP(1-\alpha)}{(T_1 + T_{21} + T_{22} + T_{23} + T_{24} + T_{311} + T_{312} + T_{33} + T_{41} + T_{42} + T_5 + T_{82}) Q}. \quad (17)$$

Тогда $K_{\text{эк}}$ имеет вид

$$K_{\text{эк}} = \frac{nP(1-\alpha)}{0,1B_p v Q (T_1 + T_{21} + T_{22} + T_{23} + T_{24} + T_{311} + T_{312} + T_{33} + T_{41} + T_{42} + T_5 + T_{82})}. \quad (18)$$

Необходимость уравнений (17) и (18) состоит в том, что с их помощью можно определить эксплуатационную производительность и коэффициент использования эксплуатационного времени до того, как комбайн выйдет в поле.

Анализируя полученные выражения можно наметить реальные и наиболее перспективные пути повышения производительности с помощью ряда технических и организационных мероприятий.

T_{24} учитывает время переездов с одного поля на другое. Грамотный подход к размещению культур с учётом севооборота и продолжительности вегетационного периода, несмотря на индивидуальные особенности предприятия, позволят минимизировать это значение.

Значение T_{311} отражает время ежедневных технических обслуживаний комбайна. Снижение T_{311} может быть достигнуто за счёт наличия на момент проведения технического обслуживания необходимого количества горюче-смазочных материалов, инструментов и в целом конструктивно удобного расположения мест проведения ЕТО.

Простои комбайна, вызванные регулировками, очисткой рабочих органов и ремонтом комбайна T_{33}, T_{41}, T_{42} зависят от культуры земледелия, уровня подготовки механизаторов. Необходимо учитывать, что при освоении заброшенных полей эти показатели будут выше. Установлено, что только ремонт может занимать от 9 до 30% всего времени проведения уборочных работ. Невозможность устранения поломки в кратчайшие сроки связана с тем, что комбайновый парк зачастую многомарочный, а детали, требующие замены, оригинальны. Доставка оригинальных деталей (порой из-за границы) занимает время, что приводит к длительным простоям.

Еще одним показателем потерь рабочего времени, а, значит, и урожая является организация работы комбайнов и автомобилей. Простои комбайнов в ожидании выгрузки составляют от 5 до 29% времени работы [3]. В условиях большой влажности почвы, когда транспортные средства не заезжают на поле, а разгрузка становится возможной в организованных для этого местах, то продолжительность таких переездов достигает 22% и более. При этом в большинстве хозяйств принято проводить разгрузку не тогда, когда расстояние до мест организованной разгрузки минимально, а когда бункер наполнен настолько, что из него сыплется зерно. Отсюда и большие переезды.

Продолжительность поворотов T_{21} позволяет оценить характер влияния скорости комбайна и ширины его захвата на коэффициент $K_{эк}$ и производительность. Выражение (4) свидетельствует о том, что для

увеличения производительности целесообразнее увеличить ширину захвата, а не скорость.

Исходя из условий работы и опытных расчётов, полученных в результате хронометражных наблюдений в крупных сельскохозяйственных предприятиях Амурской области, была построена номограмма (рис.2).

Зная урожайность культуры Q , т/га и ширину захвата жатки B , м при условии, что средняя вместимость бункера $бм^3$, до полного заполнения бункера проходит расстояние $L_{нб}$, км. При условии, что длина гона колеблется от 0,5 до 2 км, можно определить время наполнения бункера $T_{нб}$, ч. С учётом коэффициента эксплуатационного времени $K_{эк}$ значение которого колеблется от 0,7 при благоприятных условиях протекания технологического процесса, до 0,5 – при неблагоприятных и времени намолота одного бункера $T_{нб}$, ч, определяем общее количество намолоченных бункеров за смену n шт. С учётом общего количества намолоченных бункеров n , при урожайности Q , т/га получаем эксплуатационную производительность $W_{эк}$, га/ч.

Например: Урожайность на поле составляет 1,8 т/га, проводим прямую вправо до пересечения с соответствующим значением ширины захвата жатки (в нашем случае 6м), опуская перпендикуляр на горизонтальную ось, получаем значение пройденного пути до полного наполнения, равное 4 км. Продолжая перпендикуляр до пересечения с соответствующим значением длины гона 1 км, по оси ординат этому значению будет соответствовать значение времени наполнения одного бункера $T_{нб}=0,76$ ч. Продолжая прямую до пересечения со значением коэффициента эксплуатационного времени $K_{эк}=0,7$ на оси абсцисс общего количества намолоченных бункеров получим значение $n=9$ шт. Соединяя значение урожайности $Q=1,8$ т/га и общего количества намолоченных за смену бункеров $n=9$, на пересечении получаем эксплуатационную производительность 3,7 га/ч.

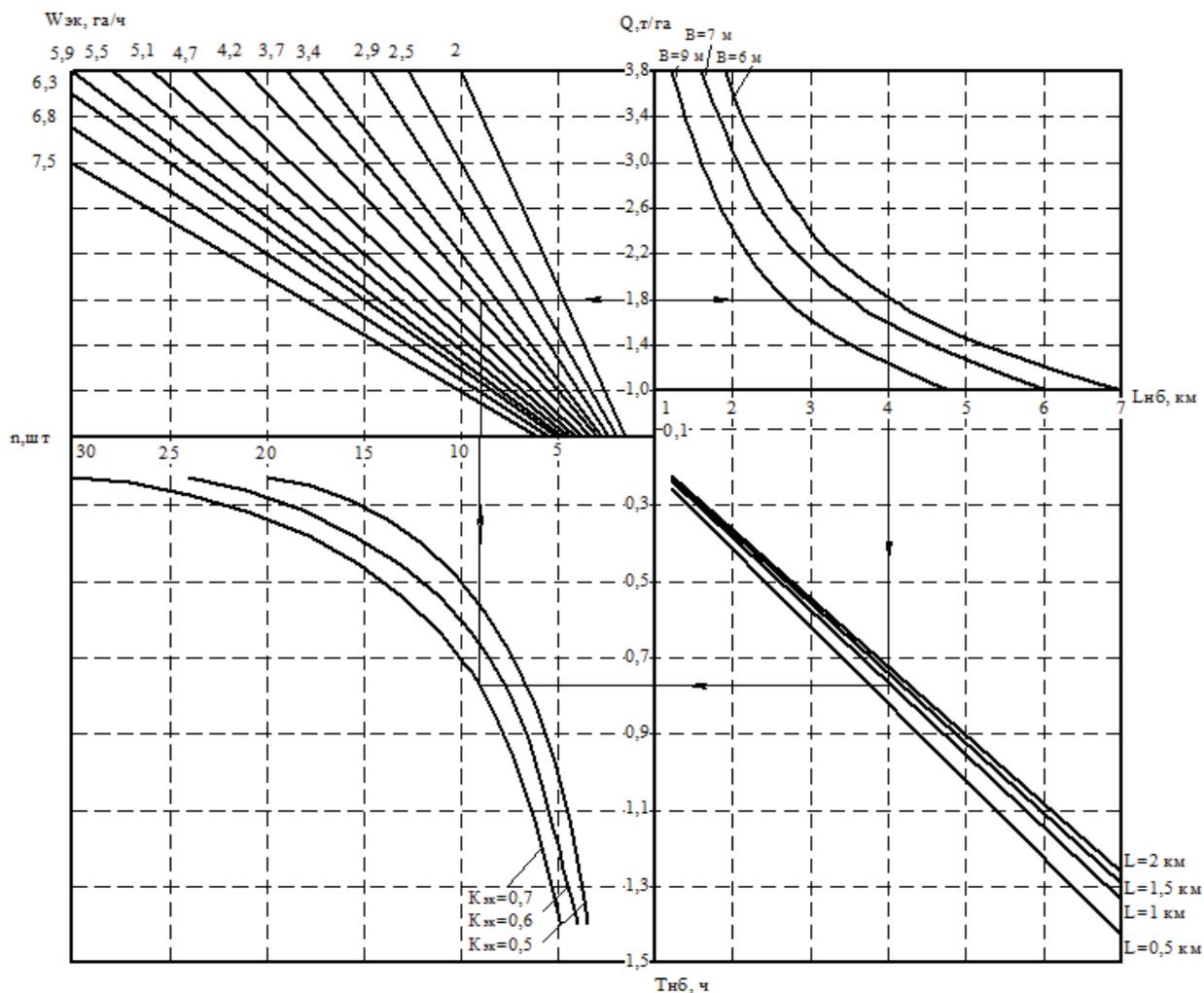


Рис. 2. Номограмма для определения эксплуатационной производительности

Таким образом, для практических расчётов с достаточной точностью можно определить эксплуатационные показатели с использованием номограммы. Этот способ

позволяет наметить и количественно оценить рациональные пути повышения производительности уборочно-транспортного комплекса.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки: Вед. 2007-11-13. – М.: Стандартинформ, 2008. – 27 с.
2. Лонцева, И.А. Повышение эффективности работы зерноуборочных комбайнов на уборке зерновых и сои в условиях Амурской области с использованием систем точного позиционирования: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 защищена 02.03.12 утв. 22.11.12/ Лонцева Ирина Александровна. – М., 2012. – 165 с.
3. Махонин, И. Комбайны должны работать в полную силу [Электронный ресурс] / И. Махонин // Крестьянская жизнь. – 2014. – 18 июля 2014. – URL: <http://krestyane34.ru/kombainy-dolzheny-rabotat-v-polnuyu-silu.html> (дата обращения: 21.12.2017).

Reference

1. Ispytaniya sel'skokhozyaistvennoi tekhniki. Metody ekspluatatsionno-tekhnologicheskoi otsenki [Tekst] (Tests of Agricultural Machinery. Methods of Operational and Technological Evaluation [Text]), GOST R 52778-2007. Ved. 2007-11-13, M., Standartinform, 2008, 27 p.

2. Lontseva, I.A. Povyshenie effektivnosti raboty zernoborochnykh kombainov na uborke zernovykh i soi v usloviyakh Amurskoi oblasti s ispol'zovaniem sistem tochnogo pozitsionirovaniya [Tekst] (Increasing the Efficiency of Grain Harvesters on Harvesting Grain and Soybeans in the Amur Region with the Use of Exact Positioning Systems [Text]), dis. kand. tekhn. nauk, 05.20.01, zashchishchena 02.03.12 utv. 22.11.12, Lontseva Irina Aleksandrovna, M., 2012, 165 p.

3. Makhonin, I. Kombainy dolzhny rabotat' v polnuyu silu [El. resurs](Harvesters Should Work at Full Capacity [El. Resource]), Krest'yanskaya zhizn,' 18 iyulya 2014, URL: <http://krestyane34.ru/kombainy-dolzhny-rabotat-v-polnuyu-silu.html>.

УДК 639.3.043.2

ГРНТИ 69.25.15

Неретина Е.А., соискатель,

E-mail: grusal@mail.ru,

Дальневосточный государственный аграрный университет,

г. Благовещенск, Амурская область, Россия

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ РЫБ

При производстве товарной рыбы на долю кормов приходится около 50% общих затрат. Следовательно, максимального биологического и экономического эффекта можно добиться только при рациональном кормлении рыбы. Известны схемы кормления рыб с применением рационов, содержащих соевые, высокобелковые продукты в виде полужирной сои, соевого шрота и жмыха, однако при их использовании товаропроизводителями не обеспечивается высокой эффективности получения рыбной продукции. Процесс получения водостойких гранул для рыб является сложным процессом, который характеризуется определенной совокупностью входных и выходных параметров, определяющих операции для превращения исходного сырья в готовый продукт. При соответствующих способах обработки семян сои с помощью определенных технических средств можно получить эффективные кормовые продукты для рыб. На основании существующих требований разработана классификация основных технологических операций по приготовлению водостойких гранулированных кормосмесей, а также технических средств для их осуществления. В этой связи актуальными являются исследования, направленные на совершенствование средств приготовления белково-углеводных гранул для рыб с использованием соевого компонента. Разработана структурная схема смесителя-гранулятора, обеспечивающего получение водостойких гранул с минимальной крошимостью на основе бинарной композиции «соевая мука + картофельная паста». Отличительной особенностью данной конструкции является наличие в ее составе компрессионной камеры, наличие которой позволяет удалить воздушные поры в структурной сетке полученной композиции и тем самым создать благоприятные условия для получения более прочных гранул. Оптимальными параметрами процесса получения гранул являются 41-процентная исходной влажность композиции и температура сушки 62,2 градуса по Цельсию. В результате производственной проверки получен продукт влажностью 12,5 процентов и крошимостью 50 процентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГРАНУЛИРОВАННЫЕ КОРМА ДЛЯ РЫБ, КОРМОСМЕСИ, СМЕСИТЕЛЬ-ГРАНУЛЯТОР, КРОШИМОСТЬ ГРАНУЛ, БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНЫЕ КОРМА, КОМПРЕССИОННАЯ КАМЕРА, СОЕВАЯ МУКА, КАРТОФЕЛЬНАЯ ПАСТА