

- центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2011. – 202 с.
2. Чеботарев, В.П. Теоретическое исследование процесса сушки неподвижного слоя зерна / В.П. Чеботарев // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / Республиканское унитарное научно-исследовательское предприятие «Институт механизации сельского хозяйства НАН Беларуси». – Минск, 2006. – Вып. 40. – С. 178–182.
  3. Чеботарев, В.П. Сушка зерна. Теория, расчет, эксперимент / В.П. Чеботарев, И.В. Чеботарев; Национальная академия наук Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 520 с.
  4. Muhlbauer, W. Handbuch der Getreidetrocknung / W. Muhlbauer. – Glenze: Agrimedia, 2009. – 523 s.
  5. Мальтри, В. Сушильные установки сельскохозяйственного назначения / В. Мальтри, Э. Петке, Б. Шнайдер; сокр. пер. с нем.: В.М. Комиссаров, Ю.Л. Фрегер; под. ред. В.Г. Евдокимова. – М.: Машиностроение, 1979. – 525 с.
  6. Камке, Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям / Э. Камке; пер. с нем. С.В. Фомина. – М.: Наука, 1976. – 576 с.
  7. Матвеев, Н.М. Дифференциальные уравнения / Н.М. Матвеев. – Изд. 4-е, доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1976. – 368 с.

УДК 631.365

**В.П. Чеботарев, И.В. Барановский**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»),  
г. Минск, Республика Беларусь);*

**А.В. Новиков, Т.А. Непарко**

*(УО «БГАТУ»),  
г. Минск, Республика Беларусь)*

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО- СУШИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВАНИИ ВАЛОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

### **Введение**

Основное значение при проектировании поточных технологических линий для послеуборочной обработки зерна имеют показатели экономической эффективности в зависимости от производительности, набора и размещения входящих в их состав машин. Кроме того, следует учитывать не только сложившиеся в хозяйстве конкретные условия (валовой сбор зерна, продолжительность уборки, размеры и расположение полей, состояние дорог), но и перспективу развития хозяйства [1, 2]. Производительность и место расположения поточной линии определяются сочетанием значительного числа различных факторов. Выбор типа линии определяется количеством и назначением обрабатываемого зерна и его физико-механическими свойствами (влажностью, засоренностью). Чис-

ло одновременно убираемых культур, количество зерна каждой культуры и его влажность во время уборки следует учитывать при определении необходимого числа поточных линий в составе пункта обработки зерна.

### Основная часть

Поточные технологические линии для послеуборочной обработки зерна и семян подразделяются на зерноочистительные агрегаты и зерноочистительно-сушильные комплексы.

В СССР промышленностью выпускались зерноочистительные агрегаты ЗАВ-10, ЗАВ-20, ЗАВ-40 производительностью соответственно 10, 20 и 40  $m^3/ч$ . Эти агрегаты осуществляли послеуборочную обработку (без сушки) зерновых, зернобобовых и крупяных культур с доведением продовольственного зерна до базисных кондиций за один проход. Кроме того, выпускались также зерноочистительно-сушильные комплексы КЗС-10Б, КЗС-10Б2 (все – с барабанными сушилками), КЗС-10Ш и КЗС-40 с шахтной сушилкой. При повышении влажности убираемого материала фактическая производительность комплексов существенно снижалась. Все выпускавшиеся поточные технологические линии были универсальны. Их машины имели достаточные пределы регулировок и наборы сменных рабочих органов, обеспечивавших обработку указанных культур. Применение вентилируемых бункеров ОБВ-100 позволяло решать вопрос о некотором съеме влаги и временном хранении зерна и семян без ухудшения их свойств. Использование ОБВ-100 расширяло возможности комплексов по приемке и обработке семян различных культур повышенной влажности при их неравномерном поступлении на комплекс. Агрегаты и комплексы производительностью 5  $m^3/ч$  предназначались для использования в хозяйствах или их подразделениях с годовым объемом производства зерна до 1500  $m$ , агрегаты и комплексы производительностью 10  $m^3/ч$  – до 3000  $m$ , агрегаты и комплексы производительностью 20  $m^3/ч$  – до 5000  $m$ , производительностью 40  $m^3/ч$  – более 5000  $m$ .

Все ежесуточно намолачиваемое зерноуборочными комбайнами зерно должно пройти обработку на зерноочистительно-сушильных комплексах. Среднегодовой валовой бункерный урожай зерна в хозяйстве, подлежащий обработке на зерноочистительно-сушильном комплексе, будет равен:

$$Q_{\text{вал}} = k_y k_3 k_w \sum_{i=1}^n q_i S_i,$$

где  $Q_{\text{вал}}$  – валовой бункерный сезонный намолот зерна,  $m$ ;

$q_i$  – плановая урожайность  $i$ -той культуры,  $m/га$ ;

$S_i$  – посевная площадь  $i$ -той культуры,  $га$ ;

$n$  – число культур;

$\kappa_y$ ,  $\kappa_z$ ,  $\kappa_w$  – безразмерные коэффициенты, определяющие колебания урожайности, засоренности и влажности бункерного зерна.

Урожайность и валовой сбор зерна определяются в базисных условиях по влажности и засоренности. От комбайнов, как правило, поступает зерновой ворох с большей влажностью и засоренностью. В связи с тем, что производительность машин для послеуборочной обработки зерна определяется количеством исходного материала, обработанного в единицу времени, сезонная нагрузка, равная физической (бункерной) массе зернового вороха, поступающей на зерноочистительно-сушильный комплекс, определяется с учетом действительной влажности. Изменение физико-механических свойств зернового материала определенным образом влияет на качество работы зерноочистительных машин и их производительность. Изменение влажности и засоренности вызывает изменение истечения зерна из-под заслонок норий и бункеров и влияет на скорость перемещения при его влажности выше 16 %. Производительность с каждым 1 % увеличения влажности снижается в среднем на 5 % [3, с. 19]. При содержании примесей в исходном материале свыше 10 % производительность зерноочистительных машин снижается на 2 % на каждый процент увеличения примесей. При очистке различных культур производительность зерноочистительных машин также различна.

Для определения необходимой производительности зерноочистительного комплекса должно быть подсчитано суточное поступление зерна на послеуборочную обработку. Расчет может быть выполнен на основании статистических данных. При этом среднесуточное поступление зерна можно определить исходя из валового сезонного бункерного намолота зерна и сроков уборки:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{вал}}}{\tau_y},$$

где  $\tau_y$  – продолжительность уборки, дней.

Среднесуточное поступление зерна может быть подсчитано по числу и производительности используемых комбайнов. В этом случае следует иметь в виду, что как число комбайнов, так и их производительность есть величины переменные, поэтому суточное поступление зерна за время уборки сильно колеблется. Выбирать производительность зерноочистительно-сушильного комплекса в расчете на обеспечение обработки среднедневного поступления зерна нельзя, так как в дни, когда поступит большое количество зерна, последнее будет скапливаться на токах. Это вызовет дополнительные затраты времени и средств на его перегрузку и хранение. Зерно с повышенной влажностью может испортиться. Следовательно, при выборе производительности агрегата необходимо исходить из максимального суточного поступления зерна. Эта

величина, на основании исследований ряда ученых [4–8], с известной достоверностью может быть определена по формуле:

$$Q_{\text{сут max}} = (2,5 - 3,5) Q_{\text{сут}}$$

Закладываемый в такой расчет некоторый запас производительности позволяет компенсировать неравномерность поступления зерна как в отдельные дни уборки, так и в пределах дня. Это особенно важно в случаях, когда на послеуборочную обработку поступает сырое зерно. Расчетная часовая производительность зерноочистительно-сушильного комплекса будет равна:

$$W_p = \frac{Q_{\text{сут max}}}{\tau_{\text{сут}} K_{\text{см}}},$$

где  $\tau_{\text{сут}}$  – суточная продолжительность работы комплекса, ч;

$K_{\text{см}}$  – коэффициент использования времени смены.

При определении расчетной производительности зерноочистительно-сушильного комплекса следует иметь в виду, что во многих случаях агрегатом, ограничивающим производительность комплекса, является зерносушилка.

Таким образом, найденную величину расчетной часовой производительности зерноочистительно-сушильного комплекса сопоставляют с паспортной производительностью сушильного отделения комплекса, определенной с учетом предварительной обработки комбайнового вороха на зерноочистительных машинах. Если производительность сушильного отделения окажется меньше, чем величина, определенная расчетом, рассматривается возможность использования в составе комплекса более производительной сушилки или отделения бункеров активного вентилирования. Если по каким-либо причинам этого сделать нельзя, зерноочистительно-сушильный комплекс подбирается по расчету производительности сушильного отделения.

Чтобы одновременно и без потерь сушить зерно разных культур и назначения (фуражное или семенное), хозяйства могут иметь два-три типа зерносушилок: высокой производительности – для сушки зерна валообразующих культур (ржи, ячменя, пшеницы и тритикале), средней производительности – для сушки зерна меньших объемов других ранне-спелых одновременно созревающих культур и семенного зерна, передвижные – как вспомогательные к основному оборудованию.

Потребность сельскохозяйственных предприятий в зерноочистительно-сушильных мощностях определяют валовые сборы зерна и агротехнические сроки уборки. В агропромышленном комплексе республики в последние годы сложилась следующая структура сельскохозяйственных предприятий по валовому сбору зерна: 290 (19,8 %) имеют валовой сбор зерна до 3000 тонн, 280 (19,2 %) – от 3000 до 4500 тонн, 261 (17,9 %) – от 4500 до 6000 тонн, 217 (14,9 %) – от 6000 до 8000 тонн, 238 (16,3 %) – от

8000 до 12000 тонн, 94 (6,4 %) – от 12000 до 16000, 34 (2,3 %) – от 16000 до 20000, 19 (1,3 %) – от 20000 до 24000, 16 (1,1 %) – от 24000 до 30000, 5 (0,3 %) – от 30000 до 36000 и 7 (0,5 %) – свыше 36000 тонн.

Возможный фактический обрабатываемый сезонный вал зерна на зерноочистительно-сушильном комплексе заданной производительности определится в соответствии с выражениями (1), (2), (3) и (4) по следующей зависимости:

$$Q_{\text{вал факт}} = K_3 K_W K_{\text{см}} Q_{\text{сут макс}} \tau_y.$$

Сельскохозяйственные предприятия в зависимости от валового сбора зерна должны комплектоваться следующими зерноочистительно-сушильными комплексами (из расчета продолжительности уборки в каждом отдельно взятом хозяйстве не более 20 дней): до 3000 тонн – одним комплексом производительностью 15 *пл. т/ч*; от 3000 до 4000 тонн – 20 *пл. т/ч*; от 4000 до 6000 тонн – 30 *пл. т/ч*; от 6000 до 8000 тонн – 40 *пл. т/ч*; от 8000 до 12000 – 60 *пл. т/ч* или двумя комплексами 30 *пл. т/ч*; от 12000 до 16000 – 80 *пл. т/ч* или двумя комплексами 40 *пл. т/ч*; от 16000 до 20000 – 100 *пл. т/ч* или двумя комплексами 60 и 40 *пл. т/ч*; от 20000 до 24000 – двумя комплексами 60 *пл. т/ч*; от 24000 до 30000 – двумя комплексами 80 *пл. т/ч*; от 30000 до 36000 – тремя комплексами 60 *пл. т/ч*; свыше 36000 тонн – двумя комплексами 80 и одним 40 *пл. т/ч*. Таким образом, исходя из распределения хозяйств по валовому сбору зерна, структура парка зерноочистительно-сушильных комплексов в республике должна быть следующей: производительностью 15 *пл. т/ч* – 860 штук (20 %); производительностью 20 *пл. т/ч* – 860 штук (20 %); производительностью 30 *пл. т/ч* – 1850 штук (20 %); производительностью 40 *пл. т/ч* – 1590 штук (15 %); производительностью 60 *пл. т/ч* – 1590 штук (15 %) и производительностью 80 и 100 *пл. т/ч* – 1590 штук (10 %). В целом по республике оптимальный парк зерноочистительно-сушильных комплексов должен составлять 4500 единиц.

### Выводы

Структура парка зерноочистительно-сушильных комплексов для обеспечения минимальных качественных и количественных потерь зерна должна определяться по производительности в зависимости от валовых сборов зерна в действующих сельскохозяйственных предприятиях. По производительности парк зерноочистительно-сушильных комплексов должен иметь следующий типоразмерный ряд – 15; 20; 30; 40; 60; 80 и 100 *пл. т/ч*.

18.08.2014

### Литература

1. Краусп, В.Р. Метод определения оптимальных параметров послеуборочной обработки зерна / В.Р. Краусп // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1970. – № 2. – С. 49–52.

2. Елизаров, В.П. Оптимизация основных технологических параметров сельскохозяйственных комплексов послеуборочной обработки зерна: автореф. дис. ... докт. техн. наук / В.П. Елизаров. – М.: ВИМ, 1982. – 40 с.
3. Олейников, В.Д. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна / В.Д. Олейников, В.В. Кузнецов, Г.И. Гозман. – М.: Колос, 1977. – 148 с.
4. Антипин, В.Г. Количество зерновой смеси и потребная производительность основных рабочих машин для доработки зерна после комбайна / В.Г. Антипин // Сб. Земледельческая механика. – М.: Машиностроение, 1965. – Т. 4. – С. 23–28.
5. Ковальчук, Ю.К. Анализ работы зерноочистительно-сушильных пунктов в условиях Архангельской области / Ю.К. Ковальчук // Записки ЛСХИ. – Л., 1973. – Вып. 1., т. 174. – С. 47–56.
6. Киреев, М.В. Выбор параметров пунктов послеуборочной обработки зерна / В.М. Киреев // Записки ЛСХИ. – Л., 1974. – Т. 231. – С. 17–25.
7. Берзиньш, Э.Р. Методика расчета и проектирования технологических линий для послеуборочной обработки зерна в Латвийской ССР: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Э.Р. Берзиньш. – Елгава: СХИ, 1967. – 18 с.
8. Каллас, А. К методике расчета пунктов послеуборочной обработки зерна в условиях Эстонской ССР / А. Каллас // Сб. науч. тр. Эстонской СХА. – Тарту, 1971. – № 67. – С. 37–42.

УДК 631.365

**В.П. Чеботарев, И.В. Барановский**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»),  
г. Минск, Республика Беларусь);*

**А.В. Новиков, Т.А. Непарко**

*(УО «БГАТУ»),  
г. Минск, Республика Беларусь)*

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ  
ПРИЕМНОГО ОТДЕЛЕНИЯ,  
КОМПЕНСИРУЮЩИХ  
ПРОМЕЖУТОЧНЫХ  
ЕМКОСТЕЙ И УСТРОЙСТВ  
ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ  
ЗЕРНА НА КОМПЛЕКСАХ**

**Введение**

Теоретические и экспериментальные исследования, практическая эксплуатация приемных отделений зерноочистительно-сушильных комплексов показывают, что их емкость и производительность выгрузного устройства существенным образом влияют на производительность всего комплекса [1–3]. Кроме того, на эффективность работы приемного отделения значительное влияние оказывает целый ряд факторов: вид убираемых культур, влажность и засоренность комбайнового вороха, интенсивность его поступления от комбайнов в течение суток и всего уборочного сезона, погодных условий, организации работы уборочно-транспортного комплекса, сроков уборки. Емкость и производительность выгрузного устройства приемного отделения компенсирует, с одной стороны, неравномерность поступления с поля массы убранныго