

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. Киреев, М.В. Выбор параметров пунктов послеуборочной обработки зерна / В.М. Киреев // Записки ЛСХИ. – Л., 1974. – Т. 231. – С. 17-25.

6. Берзины, Э.Р. Методика расчета и проектирования технологических линий для послеуборочной обработки зерна в Латвийской ССР: автореф. дис. ...канд. техн. наук / Э.Р. Берзины. – Елгава: СХИ, 1967. – 18 с.

7. 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

Т.А. Непарко, к.т.н., доцент<sup>1</sup>, А.В. Новиков, к.т.н., доцент<sup>1</sup>,  
В.П. Чеботарев, к.т.н., доцент<sup>2</sup>

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОТДЕЛЕНИЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

### 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 поступле-

ния 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 убранных комбайнового вороха в течение суток, а с другой – неравномерность темпов послеуборочной обработки: очистки, сушки и сортирования в зависимости от изменяющейся его влажности и засоренности. Таким образом, параметры приемного отделения должны определяться при наличии факторов противоположного действия. Недостаточная вместимость приемного отделения будет приводить к простоям комбайнов и транспортных средств, увеличению потерь зерна от самоосыпания. Применение излишне большой емкости приемного отделения приведет к увеличению срока хранения свежесобранного комбайнового вороха и одновременному снижению качества зерна, недогрузке приемного отделения, к удорожанию послеуборочной обработки зерна.

### **Основная часть**

Время простоя уборочно-транспортного комплекса  $T_{\text{ост}}$  из-за недостаточной вместимости приемного отделения может быть определено согласно выражению:

$$T_{\text{ост}} = T_{\text{см}} - \frac{V_{\text{по}} \rho_{\text{кв}}}{W_{\text{по}}}, \text{ при } V_{\text{по}} < \frac{W_{\text{по}} T_{\text{см}}}{\rho_{\text{кв}}},$$

где  $T_{\text{см}}$  – продолжительность времени смены, ч;  $V_{\text{по}}$  – емкость приемного отделения,  $\text{м}^3$ ;  $\rho_{\text{кв}}$  – насыпная плотность комбайнового вороха,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $W_{\text{по}}$  – производительность выгрузного устройства приемного отделения,  $\text{т}/\text{ч}$ .

В случае если  $V_{\text{по}} \geq \frac{W_{\text{по}} T_{\text{см}}}{\rho_{\text{кв}}}$ , то  $T_{\text{ост}} = 0$ .

Поэтому вместимость приемного отделения может быть рассчитана из выражения (1) согласно следующей зависимости:

$$V_{\text{по}} = \frac{(T_{\text{см}} - T_{\text{ост}})W_{\text{по}}}{\rho_{\text{кв}}}. \quad (1)$$

С другой стороны, вместимость приемного отделения должна определяться объемом хлебной массы, поступающей от зерноуборочных комбайнов согласно условию:

$$V_{\text{по}} \geq \frac{W_{\text{утк}} T_{\text{утк}}}{\rho_{\text{кв}}}, \quad (2)$$

где  $W_{\text{утк}}$  – производительность уборочно-транспортного комплекса, т/ч;  $T_{\text{утк}}$  – продолжительность времени работы уборочно-транспортного комплекса, ч.

Приравнивание правых частей выражений (1) и (2) позволяет установить требуемое соотношение объемов комбайнового вороха, поступающего от уборочно-транспортного комплекса и принимаемого приемным отделением:

$$(T_{\text{см}} - T_{\text{ост}})W_{\text{по}} = W_{\text{утк}} T_{\text{утк}}.$$

Кроме того, анализ хода уборки урожая в республике в 2005-2008 годах показал, что в период массовой уборки суточное поступление зернового вороха от комбайнов не превышает 8–10 % сезонного намолота. Таким образом, вместимость приемного отделения будет определяться согласно выражению:

$$V_{\text{по}} = (0,08 - 0,1)Q_{\text{вал}} - (T_{\text{см}} - T_{\text{ост}})W_{\text{по}}, \quad (3)$$

где  $Q_{\text{вал}}$  – валовое производство зерна, т.

Анализ зависимости (3) показывает, что параметры и эффективное использование приемного отделения для конкретного сельскохозяйственного предприятия будут определяться следующими основными факторами: валом производимого зерна, временем работы и производительностью выгрузного устройства приемного отделения. В то же время приемное отделение в своем составе должно иметь приемный бункер и накопительную

площадку. Поэтому емкость приемного отделения будет равна

$$V_{\text{по}} = V_{\text{пб}} + V_{\text{нп}},$$

где  $V_{\text{пб}}$  – емкость приемного бункера,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{нп}}$  – емкость накопительной площадки,  $\text{м}^3$ .

При этом соотношение емкости приемного бункера, производительности его выгрузного устройства  $W_{\text{пб}}$  и производительности машины предварительной очистки  $W_{\text{пдо}}$  должны обеспечивать условие равномерной работы без перегрузки и забивания технологической линии:  $V_{\text{пб}} > W_{\text{пб}} > W_{\text{пдо}}$ . Поэтому емкость накопительной площадки, как правило, на практике превышает емкость приемного бункера в 3–5 раз.

Важным условием стабильной работы зерноочистительно-сушильного комплекса является также соответствие производительностей основных машин – предварительной очистки и зерносушилки. При этом вследствие существенного изменения в процессе уборки засоренности, влажности и видового состава обрабатываемого зернового вороха процессы предварительной очистки и сушки всегда значительно отличаются по производительности работы. Компенсационный бункер между машинами нужен также для тех случаев, когда происходят остановки машин по каким-либо причинам. Поэтому для обеспечения совместной стабильной и равномерной работы обеих машин в технологической линии между ними необходимо устанавливать дополнительную компенсирующую емкость. При проектировании зерновых элеваторов параметры межоперационных компенсирующих емкостей закладывают в соответствии с установленными нормативами. При этом по нормам технологического проектирования вместимость над- и подсушильных бункеров должна быть не менее часовой производительности норрии и в 3–4 раза выше производительности зерносушилки. Вместимость компенсирующей емкости должна соответствовать следующему условию:

$$V_{\text{ке}} = \frac{W_{\text{мпо}} T_{\text{мпо}}}{\rho_{\text{кв}}} - \frac{W_{\text{зс}} T_{\text{зс}}}{\rho_{\text{нп}}},$$

где  $W_{\text{мпо}}$  – производительность машины предварительной очистки зерна, т/ч;  $T_{\text{мпо}}$  – время работы машины предварительной очистки зерна, ч;  $W_{\text{зс}}$  – производительность зерносушилки, га/ч;  $T_{\text{зс}}$  – время работы зерносушилки, ч;  $\rho_{\text{нп}}$  – насыпная плотность зерна, т/м<sup>3</sup>.

С другой стороны, объем компенсирующей емкости должен определяться с учетом целого ряда противоречивых факторов. С одной стороны, недостаточная вместимость компенсирующей емкости приводит к простоям машины предварительной очистки зерна, убыткам от снижения ее производительности, ухудшению сохранности и качества поступившего от комбайнов необработанного зернового вороха. С другой стороны, использование слишком большой емкости удорожает стоимость линии, усложняет работы по ее использованию и обслуживанию. Таким образом, необходимо найти оптимальное значение вместимости компенсирующей емкости в зависимости от производительности машины предварительной очистки и зерносушилки с учетом затрат на ее изготовление и эксплуатацию, а также образующихся потерь из-за отсутствия или неоптимальной ее величины. Общие затраты от установки и эксплуатации компенсирующей емкости будут равны:

$$I_{\text{зтр}} = I_{\text{экс}} V_{\text{ке}} \rho_{\text{нп}} T_{\text{зс}} + I_{\text{птр}} T_{\text{зс}} - I_{\text{птр}} T_{\text{мпо}}, \quad (4)$$

где  $I_{\text{экс}}$  – затраты на установку и эксплуатацию компенсирующей емкости, руб./ч;  $I_{\text{птр}}$  – убытки от простоя машины предварительной очистки зерна, руб./(т·ч).

Выражение (4) после подстановки значений  $T_{\text{зс}} = V_{\text{ке}} \rho_{\text{нп}} / W_{\text{зс}}$  и  $T_{\text{мпо}} = V_{\text{ке}} \rho_{\text{кв}} / W_{\text{мпо}}$  примет следующий вид:

$$I_{\text{зтр}} = I_{\text{экс}} V_{\text{ке}} \rho_{\text{нп}} \frac{V_{\text{ке}} \rho_{\text{нп}}}{W_{\text{зс}}} + I_{\text{птр}} \frac{V_{\text{ке}} \rho_{\text{нп}}}{W_{\text{зс}}} - I_{\text{птр}} \frac{V_{\text{ке}} \rho_{\text{кв}}}{W_{\text{мпо}}}. \quad (5)$$

Для поиска оптимальной вместимости компенсирующей емкости необходимо провести исследование зависимости (5) на экстремум:

$$\frac{dI_{зпр}}{dV_{ке}} = I_{экс} V_{ке} \rho_{пн} \frac{\rho_{нп}}{2W_{зс}} + I_{птр} \frac{\rho_{нп}}{W_{зс}} - I_{птр} \frac{\rho_{кв}}{W_{мпс}} = 0. \quad (6)$$

Решение уравнения (6) позволяет определить оптимальную зависимость вместимости компенсирующей емкости:

$$V_{ке} = \frac{2I_{птр}}{I_{экс} \rho_{пн}^2} \cdot \frac{(W_{мпс} \rho_{нп} - W_{зс} \rho_{кв})}{W_{мпс}}. \quad (7)$$

При условии, что насыпная плотность комбайнового вороха и зерна существенно не отличается, выражение (7) может быть представлено в следующем виде:

$$V_{ке} = \frac{2I_{птр}}{I_{экс} \rho_{пн}} \cdot \left( 1 - \frac{W_{зс}}{W_{мпс}} \right).$$

Компенсирующие емкости между машиной предварительной очистки и зерносушилкой должны иметь вместимость не менее  $(5-6)W_{зс}$ . Транспортирующие механизмы комплекса – норрии и горизонтальные транспортеры, должны иметь производительность в 1,25–1,5 раза выше производительности машин, которые они обслуживают (для зерносушилок – не менее чем в 2 раза).

Таким образом, исходя из типоразмерного ряда зерноочистительно-сушильных комплексов в республике соответствующий ряд емкостей приемных отделений должен быть следующим: для комплекса производительностью 15 пл. т/ч – 150 т с приемным бункером 20 т; 20 пл. т/ч – 200 т с приемным бункером 30 т; 30 пл. т/ч – 300 т с приемным бункером 40 т; 40 пл. т/ч – 400 т с приемным бункером 50 т; 60 пл. т/ч – 600 т с приемным бункером 80 т; 80 пл. т/ч – 800 т с приемным бункером 100 т и 100 пл. т/ч – 1000 т с приемным бункером 120 т.

### Заключение

Для повышения производительности зерноочистительно-сушильных комплексов, минимизации качественных и количественных потерь зерна должны устанавливаться компенсирующие емкости объемом не менее 5–6 вместимостей зерносушилки, а транспортирующие механизмы поточных технологических линий должны иметь производительность в 1,25–1,5 раза выше производительности машин, которые они обслуживают (для зерносушилок – не менее чем в 2 раза).

### Список использованной литературы

1. Янко, В.М. Статистический метод расчета производительности машин / В.М. Янко // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1969. – № 11. – С. 9-12.
2. Краусп, В.Р. Метод определения оптимальных параметров послеуборочной обработки зерна / В.Р. Краусп // Доклады ВАСХНИЛ. – М., 1970. – № 2. – С. 49-52.
3. 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.

УДК 631.151.2:633/.635

**Т.А. Непарко, к.т.н., доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

#### **Введение**

Работы по возделыванию, уборке и послеуборочной переработке урожая сельскохозяйственных культур можно механизировать с использованием различных наборов машин. По-разному могут быть распределены и объемы работ между агрегатами. При этом,