

Бекаров А. Д.

Bekarov A. D.

**К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СЕПАРАТОРА  
СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА**

**TO THE QUESTION OF TECHNOLOGICAL CALCULATION  
OF THE CONVEYOR-TYPE BULK MATERIAL SEPARATOR**

---

*Задача технологического расчета, как известно, определение основных параметров и режимов работы машины или рабочего органа. Решение именно такой задачи для рабочего органа зерноуборочного комбайна – конвейерной очистки (сепаратора зернового вороха) излагается в статье. Причем методика расчета показана на конкретном примере определения параметров и режимов работы конвейерной очистки для зерноуборочного комбайна класса высокопроизводительной отечественной машины «Torum 780».*

*В статье приведены все необходимые для технологического расчета аналитические выражения.*

*Расчетом установлено, что упомянутая очистка для такого комбайна должна иметь длину 1000 мм, ширину 1364 мм, скорость решета – 0,78 м/с. Так как хлебостой на убираемом комбайном поле – среда неоднородная, а подача в молотилку обмолачиваемой культуры (следовательно и выделение зернового вороха на очистку) изменчива как по величине так и по своему составу, то рекомендуется предусмотреть в конструкции привода очистки возможность регулировки скорости решета в пределах 0,6-1,1 м/с для обеспечения оптимальной загрузки очистки в условиях отмеченной variability подачи на нее.*

**Ключевые слова:** сепаратор, ворох, зерно, комбайн, производительность, параметр, скорость, слой, толщина.

*The task of technological calculation, as you know, is the determination of the main parameters and operating modes of a machine or a working body. The solution of just such a problem for the working body of a combine harvester – conveyor cleaning (separator of grain heaps) is described in the article. Moreover, the calculation methodology is shown on a specific example of determining the parameters and operating modes of conveyor cleaning for a combine harvester of the class of the high-performance domestic machine «Torum 780».*

*The article contains all the analytical expressions necessary for the technological calculation.*

*The calculation established that the mentioned cleaning for such a combine should have a length of 1000 mm, a width of 1364 mm, a sieve speed of 0,78 m/s. Since the grain on the harvested combine field is a heterogeneous medium, and the supply of the threshed crop to the thresher (hence the allocation of the grain heap for cleaning) is variable both in size and in its composition, it is recommended to provide in the design of the cleaning drive the possibility of adjusting the speed of the sieve within 0,6-1,1 m/s to ensure the optimal cleaning load in the conditions of the noted variability of the supply to it.*

**Key words:** separator, heap, corn, harvester, performance, parameter, speed, layer, thickness.

---

**Бекаров Аламахад Дошаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры механизации сельского хозяйства, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 928 690 14 89

---

**Bekarov Alamakhad Doshievich** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Mechanization, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel.: 8 928 690 14 89

---

Задачей технологического расчета, как известно, является определение параметров и режимов работы машины или рабочего органа. Решению именно такой задачи применительно к сепаратору сыпучих материалов конвейерного типа посвящена настоящая статья. Сепаратор такого типа [1] изначально создавался как рабочий орган зерноуборочного комбайна для сепарации (очистки) мелкого зернового вороха. Однако, сепараторы, работающие по этому принципу, могут быть успешно использованы также в промышленности строительных материалов и в горнорудной промышленности.

В данном конкретном случае произведен технологический расчет рабочего органа конвейерного типа для сепарации зернового вороха, выделяемого в наиболее производительном на данный момент отечественном комбайне пятого поколения «Тогум 780» производства ОАО «Ростсельмаш». Эта машина имеет аксиально-роторное молотильно-сепарирующее устройство (МСУ) и пропускную способность 12,5 кг/с обмолачиваемой массы [2].

Теоретически потребную для конвейерного сепаратора (очистки) производительность определяем, исходя из максимально возможного поступления зернового вороха от МСУ комбайна (в данном случае от МСУ комбайна «Тогум 780»).

Подача вороха на очистку (следовательно и потребная производительность очистки) может быть приближенно рассчитана по известной формуле [3-7]:

$$q_{оч} = q \cdot 1 - \lambda k ,$$

где:

$q$  – расчетная подача обмолачиваемой культуры в молотилку, кг/с;

$\lambda$  – коэффициент соломиности (отношение массы соломы к массе всей культуры),  $\lambda = 1 - \delta_k$  ( $\delta_k$  – содержание зерна в культуре);

$k$  – коэффициент, характеризующий работу МСУ и соломоотделителя комбайна, определяемый опытным путем. Так при влажности зерна  $W < 10\%$   $k = 0,6-0,7$ , а при  $W > 15\%$   $k = 0,8-0,9$ .

При преимущественно встречающемся на практике соотношении зерна и соломы в

убираемой культуре 1:1,5 для нашего случая имеем:

$$q_{оч} = 12,5 \cdot 1 - 0,6 \cdot 0,85 = 6,125 \text{ кг/с}$$

Важным параметром, определяющим качественные показатели практически любого решетного сепаратора (в том числе и конвейерного), является толщина слоя вороха на решетке, образующаяся во время работы. Толщина эта зависит от целого ряда факторов: от подачи на решето, типа и влажности убираемой культуры, наличия и состояния сопутствующих сорняков и т. д. Большинство этих факторов определяет плотность (объемную массу) обрабатываемого вороха.

Плотность вороха, поступающего на очистку, может быть определена по известному выражению проф. В.Г. Антипина [8],

$$\gamma_v = \gamma_z \gamma_n [\alpha_v \gamma_n + 1 - \gamma_v \gamma_z]^{-1},$$

где:

$\gamma_z$  и  $\gamma_n$  – плотности соответственно зерна и примесей, кг/м<sup>3</sup>;

$\alpha_v$  – содержание зерна в ворохе, в долях единицы.

Плотность зерна пшеницы может быть принята [9]  $\gamma_z = 650$  кг/м<sup>3</sup>, а плотность примесей для южных районов России  $\gamma_n = 50$  кг/м<sup>3</sup>.

С учетом этих данных имеем для нашего случая:

$$\gamma_v = \frac{650 \cdot 50}{0,8 \cdot 50 + (1 - 0,8) \cdot 650} = \frac{32500}{170} = 191 \text{ кг/м}^3$$

Объем вороха, поступающего на очистку комбайна в секунду, определяем по выражению [1]:

$$V = \frac{\Delta q_{оч}}{\gamma_v},$$

где:

$\Delta q_{оч}$  – подача вороха, кг/с;

$\gamma_v$  – плотность вороха, кг/м<sup>3</sup>.

Для нашего случая имеем:

$$V = \frac{6,125}{191} = 0,032 \text{ м}^3.$$

Толщина слоя вороха, образующегося на конвейерном решете при подаче такого объема вороха, зависит от линейной скорости ( $V_n$ ) этого решета. Ширина решета  $B_p$  берется в зависимости от ширины молотил-

ки комбайна. Ширина молотилки комбайна в нашем случае 1500 мм. А ширина решета по конструктивным причинам в этом случае будет 1364 мм.

Зная ширину решета  $B_p$ , можно определить площадь решета, на которой распределится ворох [1]

$$F_p = L_p \cdot B_p,$$

где:

$L_p$  – длина решета, м.

Длина решета  $L_p$  в данном случае равна пути  $S$ , пройденному произвольной точкой решета за время  $t$ , т. е.

$$L_p = S = V_l \cdot t,$$

Следовательно, если принять время  $t=1$ с, имеем:

$$L_p = V_l$$

Если принять линейную скорость решета  $V_l$  равной 1м/с на основании результатов исследований [1], то площадь решета будет:

$$F_p = L_p \cdot B_p = 1 \cdot 1.364 = 1.364 \text{ м}^2$$

Толщину слоя вороха на конвейерном решете (без учета уменьшения этой толщины за счет текущей сепарации) можно представить в виде [1]:

$$H_\phi = \frac{\Delta q_{оч}}{\gamma_\phi V_l B_p}$$

Для нашего случая имеем:

$$H_\phi = \frac{6,125}{191 \cdot 1 \cdot 1,364} = 0,024 \text{ м} = 2,4 \text{ см}$$

Рекомендуемая толщина слоя вороха на решете 3-4 см. В нашем случае получается

толщина слоя вороха (2,4 см) несколько меньше рекомендуемой. Исследования показали [1], что уменьшение толщины слоя вороха ниже рекомендуемой приводит к повышению засоренности бункерного вороха. Поэтому необходимо уменьшить скорость решета. Для получения слоя вороха на решете  $H_\phi=3$ см скорость решета может быть определена по выражению [1]:

$$V_l = \frac{\Delta q_{оч}}{H_\phi \gamma_\phi B_p}$$

Следовательно, уточненная скорость конвейерного решета для нашего случая:

$$V_l = \frac{6,125}{0,03 \cdot 191 \cdot 1,364} = 0,78 \text{ м/с}$$

Скорость решета в процессе работы комбайна может быть скорректирована с учетом конкретных условий уборки с помощью клиноременного гидрофицированного вариатора установленного в системе привода конвейерного решета.

**Выводы.** Сепаратор зернового вороха для зерноуборочного комбайна «Тогит 780», имеющего пропускную способность 12,5 кг/с, должен иметь следующие параметры и режимы работы:

1. Длина конвейерного решета (замеряется по центрам ведущего и ведомого валов) – 1000мм.
2. Ширина решета – 1364 мм.
3. Скорость решета –  $\approx 0,78$  м/с.
4. Должна быть предусмотрена возможность оперативной регулировки скорости решета в пределах  $V_l=0,6-1,1$  м/с.

## Литература

1. Бекаров А.Д. Комбайновые сепараторы зернового вороха. – Нальчик: КБГСХА, 2003. – 113с.
2. Липовский М.И., Перекопский А.Н. Зерноуборочный комбайн: из прошлого – к новому поколению. – СПб.: ИАЭП, 215. – 316.
3. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / под ред. Листопада Г.Е. – М.: Колос, 1976. – 752 с.

## References

1. Bekarov A.D. Kombajnovye separatory zernovogo voroha. – Nal'chik: KBGSHA, 2003. – 113 s.
2. Lipovskij M.I., Perekopskij A.N. Zernou-borochnyj kombajn: iz proshlogo – k novomu pokoleniyu. – SPb.: IAEP, 215. – 316.
3. Sel'skohozyajstvennyye i meliorativnyye mashiny /pod red. Listopada G.E. – M.: Kolos, 1976. – 752 s.



4. Сельскохозяйственные и мелиоратив-ные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных пара- метров и режимов работы. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 671 с.

5. *Лурье А.Б., Громбачевский А.А.* Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин. – Л.: Машиностроение, 1977. – 527 с.

6. Сельскохозяйственные машины /*Б.Г. Турбин, А.Б. Лурье, Э.М. Иванович, С.В. Мельников.* – 2 изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1967. – 583 с.

7. Зерноуборочные комбайны / *Г.Ф. Се-рый, Н.И. Косилов, Ю.Н. Ярмашев, А.Н. Ру-санов.* – М.: Агропромиздат, 1986. – 248 с.

8. *Антипин В.Г.* Научные основы разра-ботки системы и конструкции зерноубо-рочных машин для Северо-Западной зоны СССР. – Дисс. Докт. Техн. Наук. – Л. –Пушкин, 1962. – 480 с.

9. *Ковалев Н.Г., Хайлис Г.А., Кова-лев М.М.* Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства). – М.: ИК «Род-ник», журнал «Аграрная наука», 1998. – 208 с.

4. Sel'skohozyajstvennyye i meliorativnyye mashiny: Elementy teorii rabochih processov, raschet regulirovochnyh parametrov i rezhi-mov raboty. – 2 izd., pererab. i dop. – M.: Ko-los, 1980. – 671 s.

5. *Lur'e A.B., Grombachevskij A.A.* Raschet i konstrujovanie sel'skohozyajstvennyh ma-shin. – L.: Mashinostroenie. 1977. – 527 s.

6. Sel'skohozyajstvennyye mashiny / *B.G. Turbin, A.B. Lur'e, E.M. Ivanovich, S.V. Mel'nikov.* – 2 izd., pererab. i dop. – L.: Mashinostroenie, 1967. – 583 s.

7. Zernouborochnye kombajny / *G.F. Seryj, N.I. Kosilov, Yu.N. Yarmashev, A.N. Rusanov.* – M.: Agropromizdat, 1986. – 248 s.

8. *Antipin V.G.* Nauchnye osnovy razrabotki sistemy i konstrukcii zernouborochnyh mashin dlya Severo-Zapadnoj zony SSSR. – Diss. Dokt. Tekhn. Nauk. – L. – Pushkin, 1962. – 480 s.

9. *Kovalev N.G., Hajlis G.A., Kovalev M.M.* Sel'skohozyajstvennyye materialy (vidy, sostav, svojstva). – M.: IK «Rodnik», zhurnal «Agrar-naya nauka», 1998. – 208 s.