

УДК 502. 681.3

**СОГЛАСОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЕНТОЧНОГО  
ТРАНСПОРТЕРА И РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИ  
СУШКЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА**

**Ужик Владимир Фёдорович**

доктор технических наук, профессор

e-mail: uzhik16@rambler.ru

**Вендин Сергей Владимирович**

доктор технических наук, профессор,

e-mail: elapk@mail.ru

**Радомский Алексей Николаевич**

Аспирант

e-mail: alradomsk@mail.ru

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

п. Майский, Белгородская область, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по согласованию производительности ленточного транспортера и разравнивающего устройства при сушке свекловичного жома от его конструктивных параметров.

**Ключевые слова:** ленточный транспортер; разравнивающее устройство; жом, сахарная свекла.

Свекловичный жом является ценным продуктом, который используется в качестве кормовых и пищевых целей. Около 30-35% жома, по разным оценкам, используется в свежем виде, 25-27% подвергается сушке, остальной объем продукта остается невостребованным[1]. В связи с этим проблема длительного хранения и утилизации свекловичного жома остается острой в настоящее время и является крайне актуальной. Сегодня известно множество технологий переработки свекловичного жома[2-3]. Однако из-за быстрого окисления продукта длительное его хранение невозможно без консервации, поэтому его подвергают сушке [4-5].

Одной из технических проблем при сушке жома является равномерное распределение слоя продукта на подающем транспортере [6-8]. В Белгородском ГАУ разработана конструкция разравнивающего устройства, схема которого показана на рисунке 1.

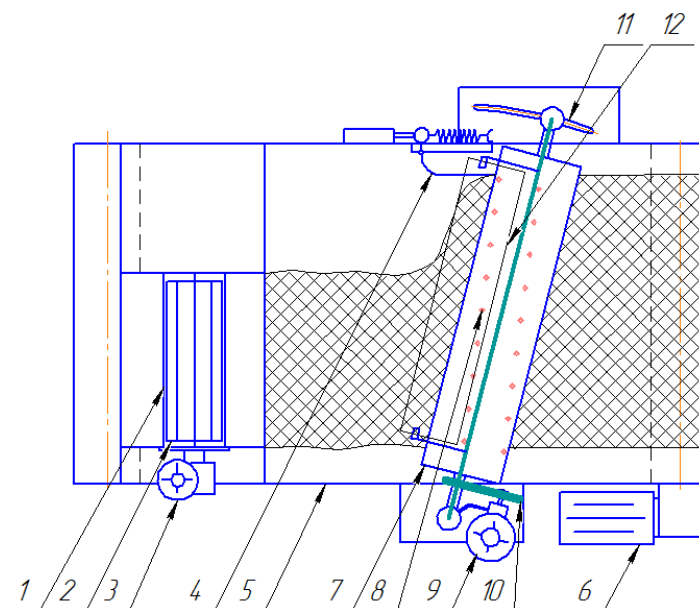


Рисунок 1 – Разравнивающее устройство: 1 – бункер-дозатор, 2 – дозирующий вал, 3,6,9 – мотор-редуктор, 4 – концевая лопатка, 5 – лента конвейера, 7 – разравнивающий вал, 8 – пальцы, 10 – ременная передача, 11 – узел регулировки угла атаки, 12 – чистик.

Вторая задача заключается в согласовании производительности ленточного транспортера и производительности разравнивающего устройства по распределению продукта на ленте. На рисунке 2 показана расчетная схема процесса при разравнивании.

Требуемая производительность устройства при разравнивании продукта согласно рисунку 2 и определяется выражением

$$Q_{раз} = \frac{H_{cp}}{2} (2 + k_d) \left(1 - \frac{b}{a}\right) \frac{b}{\sin \theta} \vartheta \rho, \quad (1)$$

где  $\vartheta$ ,  $\rho$  - соответственно скорость движения ленты транспортера и объемная плотность продукта;  $b$  - ширина слоя продукта до выравнивающего аппарата;  $H_{cp}$ ,  $a$  - соответственно средняя высота и ширина слоя продукта после выравнивающего аппарата;  $\theta$  - угол атаки;  $k_d$  - коэффициент допустимой неравномерности подачи корма на сушильное устройство.

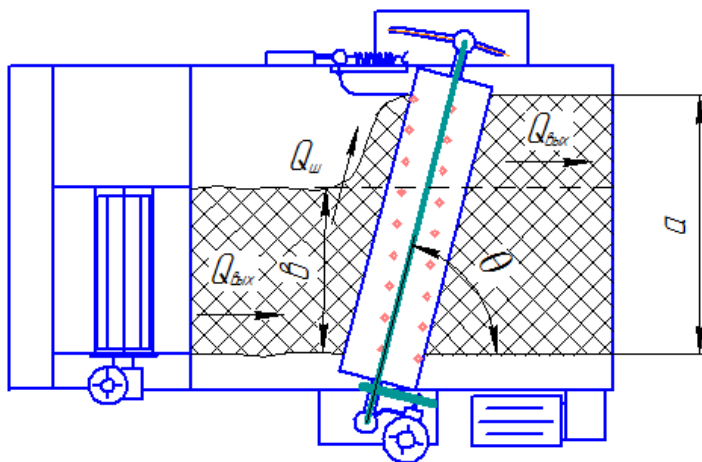


Рисунок 2 – К расчету производительностей при движении по ленте транспортера

Нами были проведены численные расчеты зависимости требуемой производительности устройства при разравнивании продукта в зависимости от угла атаки  $\theta$  по выражению (1), которая приведена на рисунке 3. При расчетах полагали:  $\vartheta=0,005$  м/с;  $\rho= 250$  кг/м<sup>3</sup>;  $H_{cp}=0,04$  м;  $b= 0,6$  м;  $a=1,2$  м,  $k_d=0,02$ .

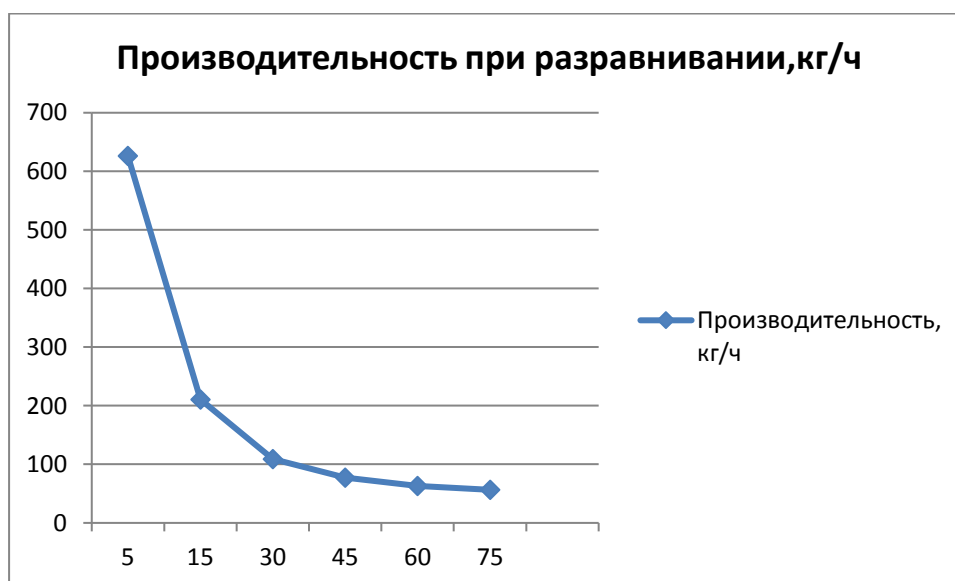


Рисунок 3 – Зависимость требуемой производительности устройства при разравнивании в зависимости от угла атаки  $\vartheta$ (град)

Анализ показывает, что зависимость требуемой производительности на разравнивание продукта уменьшается с увеличением угла атаки  $\vartheta$ . Это объясняется увеличением рабочей зоны при разравнивании и, следовательно, уменьшением общей требуемой производительности на разравнивание.

Учитывая, что пальцы устройства располагают по винтовой линии, то фактически разравнивающее устройство работает в режиме шнека. При этом площадь захвата продукта при разравнивании (счѐсывании) будет определяться площадью криволинейной фигуры показанной на рисунке 4.

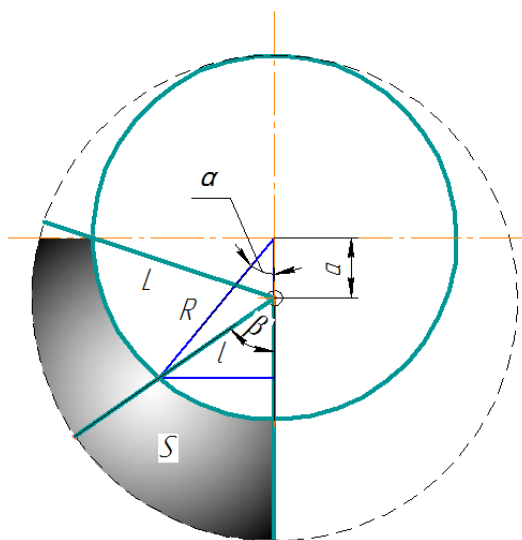


Рисунок 4 – К расчету рабочей площади захвата продукта при разравнивании (счѐсывании)

Установлено, что производительность устройства (кг/ч) при разравнивании будет определяться по выражению:

$$Q_{ш} = 60 t n \rho \left[ \frac{L^2}{2} \left[ \alpha + \arcsin\left(\frac{a \sin \alpha}{\sqrt{R^2 + a^2 - 2 a R \cos \alpha}}\right) \right] + 0.5 a R \sin \alpha - \frac{R^2}{2} \alpha \right], \quad (2)$$

где  $L$  – длина пальца, м;  $R$  – радиус барабана, м;  $a$  – смещение вала (эксцентриситет), м;  $n$  – частота вращения барабана, об/мин;  $\rho$  – объемная плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $t$  – шаг шнека;  $\alpha$  – угла поворота барабана, рад.

Теоретически после выравнивания на ленте транспортера должен оставаться слой продукта высотой  $h$ , как показано на рисунке 5.

Условие непрерывности процесса разравнивания без «завала продуктом» будет выполняться при равенстве производительностей

$$Q_{раз} = Q_{ш} \quad (3)$$

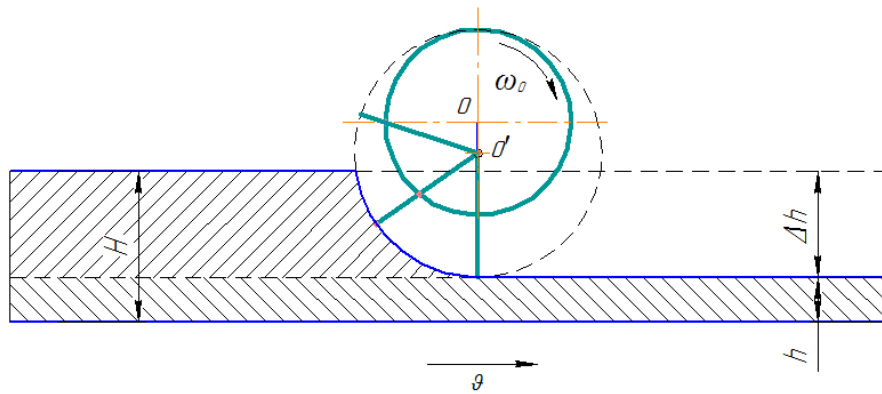


Рисунок 5 – К расчету производительности ленточного транспортера до и после выравнивающего аппарата

В этом случае производительность ленточного транспортера на подаче должна быть равна:

$$Q_{\text{под}} = Q_{\text{ш}} + H b \vartheta \rho / (1 + 0,5k_d). \quad (4)$$

На рисунке 6 показана зависимость общая производительности ленточного транспортера при подаче на разравнивание в зависимости от смещения (эксцентриситета) вала  $a$  по выражению (4). При этом другие параметры принимались равными:  $n = 120$  об/мин;  $t = 1,2$  м;  $L = 0,07$ ;  $\rho = 250$  кг/м<sup>3</sup>;  $R = 0,055$  м; максимальный эксцентриситет  $a = 0,006$  м;  $\vartheta = 0,005$  м/с;  $H = 0,02$  м;  $b = 0,6$  м;  $k_d = 0,02$ .



Рисунок 6 – Зависимость производительности ленточного транспортера при подаче на разравнивание в зависимости от смещения (эксцентриситета) вала  $a$

## **Выводы**

Разработано устройство для разравнивания массы свекловичного жома на конвейерной ленте при подаче продукта на сушку.

В результате теоретических исследований получены математические выражения для согласования производительности ленточного транспортера и разравнивающего устройства при сушке свекловичного жома от его конструктивных параметров.

Анализ показывает, что зависимость требуемой производительности на разравнивание продукта уменьшается с увеличением угла атаки  $\vartheta$ . Это объясняется увеличением рабочей зоны при разравнивании и, следовательно, уменьшением общей требуемой производительности на разравнивание. Зависимость производительности устройства при работе в режиме шнека является нелинейной и с увеличением смещения вала (эксцентриситета) она возрастает. Однако не следует сильно увеличивать смещение вала относительно оси вращения барабана. Достаточно обеспечить захват материала. Кроме того большой вылет пальцев нецелесообразен из-за возможного их изгиба в процессе работы.

## **Список литературы**

1. Гурин, А.Г. Жом как ценный продукт сахарного производства / А.Г. Гурин, Ю.В. Басов, В.В. Гнеушева // RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE REVIEW. – 2015. – № 5-1. – С. 251-255.
2. Спичак, В.В. Современные направления использования и утилизации свекловичного жома / В.В. Спичак, А.М. Вратский // Сахар. – 2011. – № 9. – С. 60-64.
3. Карлова, Е.В. Перспективные направления производства побочной продукции сахарной промышленности / Е.В. Карлова, А.В. Полянин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 51-53.

4. Булавин, С.А. Энергосберегающая сушильная установка для свекловичного жома [корма для животных] / С.А. Булавин, К.В. Казаков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – № 1. – С. 13-15.

5. Булавин, С.А. Безотходная энергосберегающая технология сушки и переработки свекловичного жома / С.А. Булавин, А.С. Колесников // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2014. – № 4. – С. 3-8.

6. Булавин, С.А. К расчету конструктивных и режимных параметров разравнивающего устройства / С.А. Булавин, С.В. Вендин, Ю.В. Саенко // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 4. – С. 149-152.

7. Радомский, А.Н. К разработке разравнивающего устройства слоя продукта для сушильных установок / А.Н. Радомский // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: материалы Междунар. науч. практ. конф. – Мичуринск, 2015. – С. 103-106.

8. Ужик, В.Ф. К расчету производительности разравнивающего устройства при сушке свекловичного жома / В.Ф. Ужик, С.В. Вендин, А.Н. Радомский // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 3. – С. 75-81.

## **AGREEMENT OF PRODUCTIVITY OF THE BELT CONVEYOR AND LEVELING DEVICE WHEN DRYING THE BEET JUMP**

**Uzhik Vladimir Fedorovich**

doctor of technical Sciences, Professor

e-mail: uzhik16@rambler.ru

**Vendin Sergey Vladimirovich**

doctor of technical Sciences, Professor

e-mail: elapk@mail.ru

**Radomsky Alexey Nikolaevich**

Graduate student

e-mail: alradomsk@mail.ru

Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina  
Maysky village, Belgorod region, Russia

**Annotation:** The article presents the results of studies on the coordination of the performance of the conveyor belt and leveling device when drying beet pulp from its design parameters.

**Key words:** conveyor belt; leveling device; beet pulp.