



# Ставропольский государственный аграрный университет



Проект «Участника молодежного научно-инновационного конкурса»

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ СУШКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ С ОПТИМАЛЬНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОТОКА ВОЗДУХА В ОБРАБАТЫВАЕМОМ СЛОЕ**

*Автор: Запалатский Алексей, студент 4 курса факультета  
механизации сельского хозяйства*

*Руководители: Марченко Виктор Иванович – к. т. н, доцент  
кафедры МТ АПК*



# Ставропольский государственный аграрный университет



## АКТУАЛЬНОСТЬ

**Устройство для сушки и охлаждения гранул даст возможность организовать ресурсосберегающие технологии:**

**переработки отходов птицеводства, свиноводческих стоков**

**с получением полезных продуктов:**  
**гранулированных органических удобрений, белково-витаминного концентрата, биологически активных удобрений, биогаза**

**переработки спиртовой барды, пивной дробины**

**с получением полезных продуктов:**  
**гранулированной кеки, кормовых дрожжей, биологически активных веществ**

### **Качественные характеристики гранул:**

**влажность 12...14%; прочность  $\geq 2,55$  МПа; плотность  $\geq 1120$  кг/м<sup>3</sup>; крошимость  $\leq 1,5\%$**

### **Инновационность разработки характеризуется преимуществами:**

- значительно повышается эффективность процесса сушки и охлаждения за счёт максимально эффективного распределения воздушного потока в высушиваемом слое;**
- в качестве агента сушки используется атмосферный воздух;**
- энергетические затраты на процесс сушки и охлаждение гранул снижаются на 35...40%.**



# Ставропольский государственный аграрный университет



## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ



**Рисунок 1 – Колонна охлаждения ДОЗАГРАН**

Производительность до 1 т/ч  
Потребление энергии – 6,62 кВт

**Рисунок 2 – Барабанная сушилка РДС**

Производительность до 1 т/ч  
Потребление энергии – 9кВт



**Рисунок 3 – Ленточная сушилка «ЛуганьТопСервис»**

Производительность до 1 т/ч.  
Потребление энергии – 18 кВт.

### **Недостатки существующих устройств: вертикальных колонн**

- влажные гранулы слипаются в комочки;
- сушка неравномерная из-за большого слоя гранул в колонне;

### **барабанных сушилок**

- протяжка влажных гранул шнеком нарушает их целостность;
- большие энергетические затраты;

### **ленточных сушилок**

- большие энергетические затраты;
- потери скорости воздушного потока.



## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ИДЕИ

### Характеристика гранул после процесса влажного гранулирования

- влажность гранул – 40...45 %;
- температура – 50...55 °С;
- размеры: диаметр – 3,0...3,2 мм; длина – 5,0...7,0 мм.

#### 1. Уравнение влагопроводности:

$$m_w = -K_w \cdot F \left( \frac{dc}{dx} \right) \tau, \quad (1)$$

где  $m_w$  – количество влаги, прошедшей через поверхность  $F$  за время  $\tau$ , при градиенте концентрации  $dc/dx$ ;

$K_w$  – коэффициент, зависящий от характера связи влаги с материалом и от характера материала гранулы.

#### 2. Уравнение теплопроводности:

$$m_t = -K_t \cdot F \left( \frac{dt}{dx} \right) \tau, \quad (2)$$

где  $m_t$  – количество влаги, прошедшей через поверхность  $F$  за время  $\tau$ , при температурном градиенте  $dt/dx$ ;

$K_t$  – коэффициент, аналогичный коэффициенту  $K_w$

#### 3. Количество выведенного пара из гранулы:

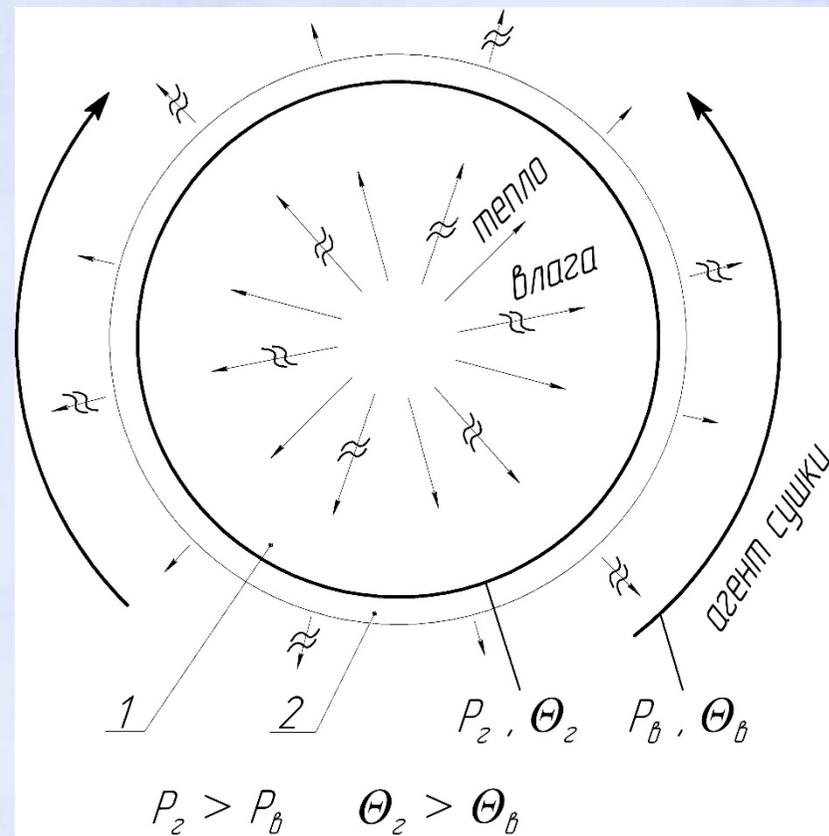
$$m = B(P_2 - P_b)F \cdot \tau, \quad (3)$$

где  $B$  – коэффициент испарения;

$P_2, P_b$  – парциальные давление водяного пара в пограничном слое в окружающей среде;

$F$  – площадь поверхности;

$\tau$  – время сушки и охлаждения гранул.



1 – гранула;

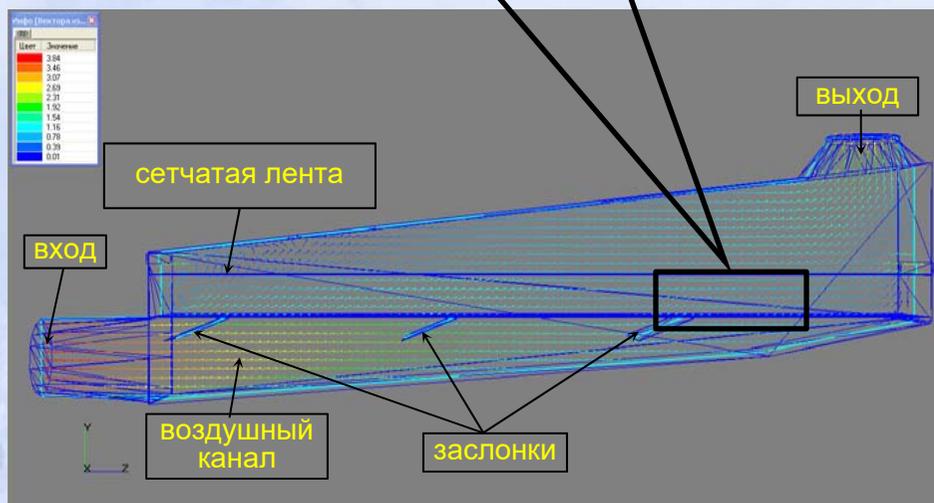
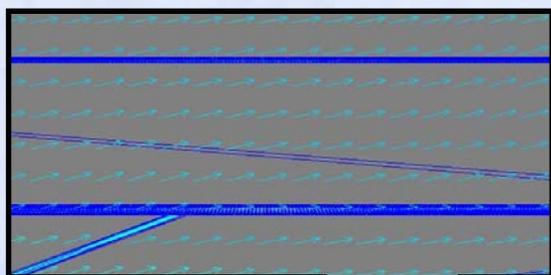
2 – пограничный воздушно-паровой слой

**Рисунок 4 – Механизм удаления влаги и остывания гранул**



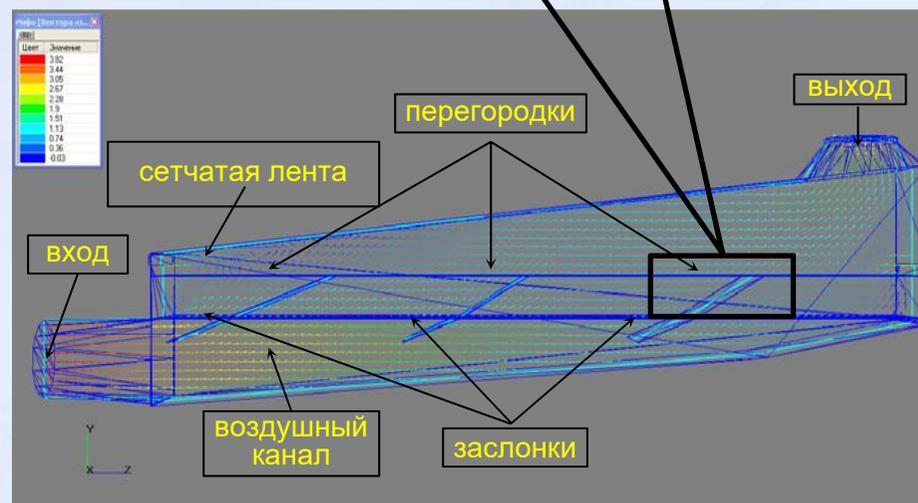
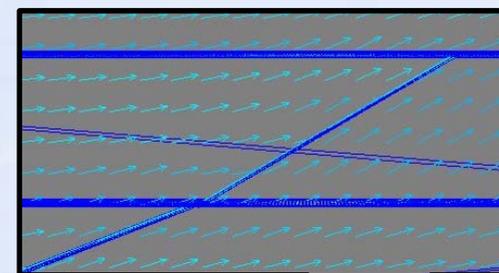
## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ИДЕИ

Модель с регулируемыми заслонками



а)

Модель с регулируемыми заслонками и перегородками между ветвями ленточного транспортёра

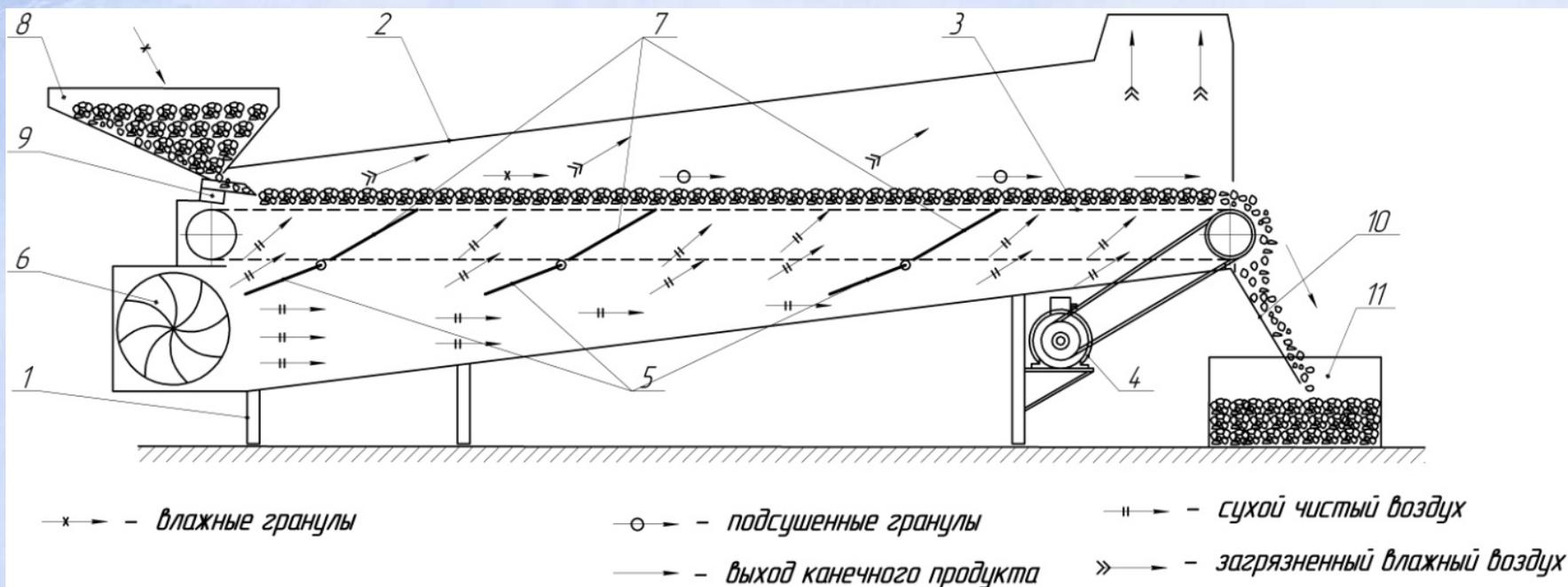


б)

Рисунок 5 – Аэродинамический расчёт с помощью численного моделирования на базе программного комплекса Flowvision



## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ИДЕИ



- 1 – рама несущая; 2 – корпус; 3 – ленточно-сетчатый транспортёр;  
4 – привод; 5 – регулируемые заслонки; 6 – вентилятор; 7 – перегородки  
8 – приёмный бункер; 9 – вибропитатель; 10 – скатная доска;  
11 – бункер готовой продукции

**Рисунок 6 – Конструктивно-технологическая схема устройства для сушки и охлаждения гранул**



# Ставропольский государственный аграрный университет



## ПЕРСПЕКТИВЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ

### ***Потенциальные потребители устройств для сушки и охлаждения гранул:***

- птицеводческие предприятия;
- свиноводческие комплексы;
- предприятия по производству спирта;
- предприятия по производству пива.

### ***Потребность в устройствах для сушки и охлаждения гранул по Южному и Северо-Кавказскому Федеральным Округам составляет (20% от рынка сбыта):***

- Ставропольский край – 150 шт.;
- Краснодарский край – 250 шт.;
- Ростовская область – 250 шт.;
- Волгоградская область – 180 шт.





# Ставропольский государственный аграрный университет



## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН НИОКР

№ этапа	Наименование работ по основным этапам НИОКР	Сроки выполнения работ (мес.)	Стоимость этапа, руб.
1	На основании литературного и патентного поиска подать заявку на патент на изобретение. Провести исследования физико-механических свойств исходного материала и качественных характеристик гранул.	4	60 000
2	Исследовать влияние конструктивных параметров регулируемых заслонок и перегородок на процесс сушки и охлаждения гранул, с помощью программного комплекса FlowVision.	4	80 000
3	Изготовить и установить опытный образец установки на демонстрационном полигоне потенциального инвестора с целью показа возможностей разработанного устройства для сушки и охлаждения гранул.	8	120 000
4	Устранение выявленных недоработок и изготовление опытного образца устройства для сушки и охлаждения гранул.	8	240 000
<b>Итого:</b>			<b>500 000</b>



Ставропольский государственный  
аграрный университет



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

Запалатский Алексей

[zapalatskii@mail.ru](mailto:zapalatskii@mail.ru)