

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ И РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

**Направление подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование**

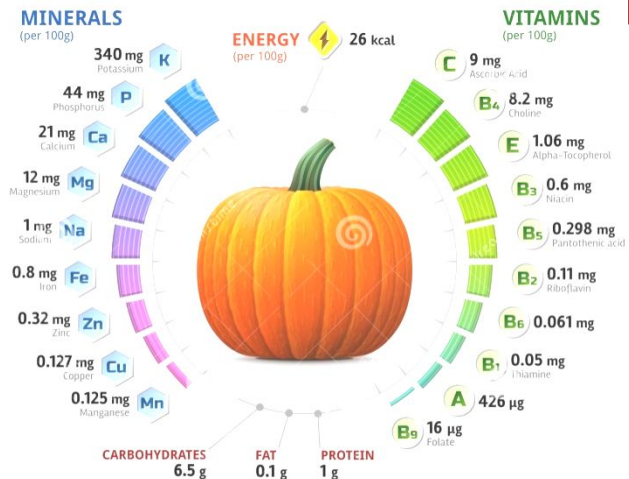
**Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент В.Ю. Овсянников  
Обучающийся студент группы Мм-166 В.И. Бойченко**

**Воронеж - 2018**

# АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

## Минеральный и витаминный состав семян тыквы

## Структура производства растительного масла по основным видам в натуральном выражении, %



## Структура оптовых продаж растительных масел по округам РФ в 2017 году в натуральном выражении, %



## Общая характеристика тыквенного масла и его жирнокислотный состав

Общая характеристика тыквенного масла, полученного прессовым способом		Название кислоты		Содержание, г на 100 г продукта	
Наименование показателя	Содержание	<b>Ненасыщенные жирные кислоты</b>			
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,16...0,21	Пальмитолеиновая С 16:1 (омега-7)	0,120...0,520		
Фосфолипидов, %	0,28...0,34	Олеиновая С 18:1 (омега-9)	22,340...39,510		
Токоферолов, мг	132...138	Линолевая С 18:2 (омега-6)	41,204...51,300		
Каротиноидов, мг	9,74...11,03	Линоленовая С 18:3 (омега-3)	0,340...0,810		
Хлорофиллов, мг	(0,31...0,29)·10 <sup>-4</sup>	Гадолеиновая С 20:1 (омега-11)	0,060...0,170		
Неомыляемых липидов в т.ч. стеролов, %	1,28...1,33; 0,58...0,74	Эруковая С 22:1 (омега-9)	0,800		
Продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире		<b>Насыщенные жирные кислоты</b>			
Кислотное число, мг КОН/г	1,91...2,78	Миристиновая С 14:0	0,130...0,220		
Перекисное число, ммоль/кг½ О	4,8...7,4	Пальмитиновая С 16:0	9,900...18,800		
Показатель преломления при 20 °С	1,458...1,475	Маргариновая С 17:0	0,207		
Йодное число, % I <sub>2</sub>	112...115	Стеариновая С 18:0	4,800...9,200		
Цветное число	45,15...39,61	Арахидиновая С 20:0	0,310...0,620		
Массовая доля золы, мг	0,10...0,12	Бегеновая С 22:0	0,120...0,450		

# ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

исследование процесса получения тыквенного масла прессовым способом и разработка оборудования для его реализации

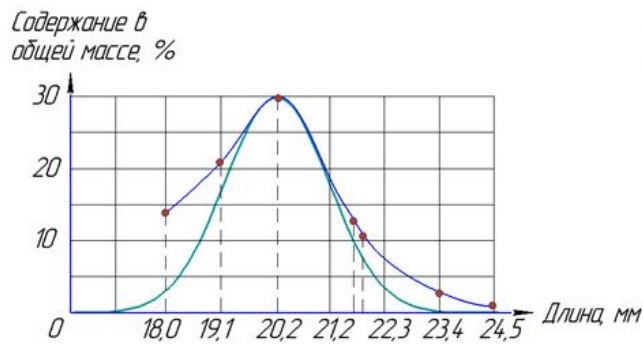
## ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

- 1 Анализ современных способов получения тыквенного масла и оборудование для его осуществления
- 2 Изучение технологических свойств семян тыквы
- 3 Исследование процесса прессования семян тыквы
- 4 Разработка технологической линии для получения масла из семян тыквы
- 5 Разработка конструкции маслопресса для эффективного отжима растительных масел
- 6 Оценка экономического эффекта от внедрения разработок проекта

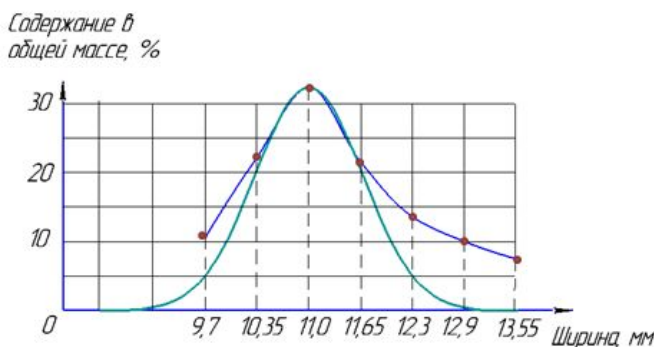


# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

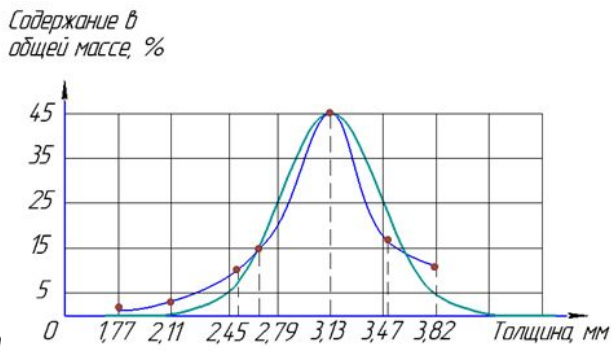
## СЕМЯ ТЫКВЫ



**Вариационные кривые распределения линейных размеров семян тыквы по длине**



**Вариационные кривые распределения линейных размеров семян тыквы по ширине**



**Вариационные кривые распределения линейных размеров семян тыквы по толщине**

— - теоретическая кривая;

—●— - экспериментальная кривая;

### Линейные размеры тыквенных семян

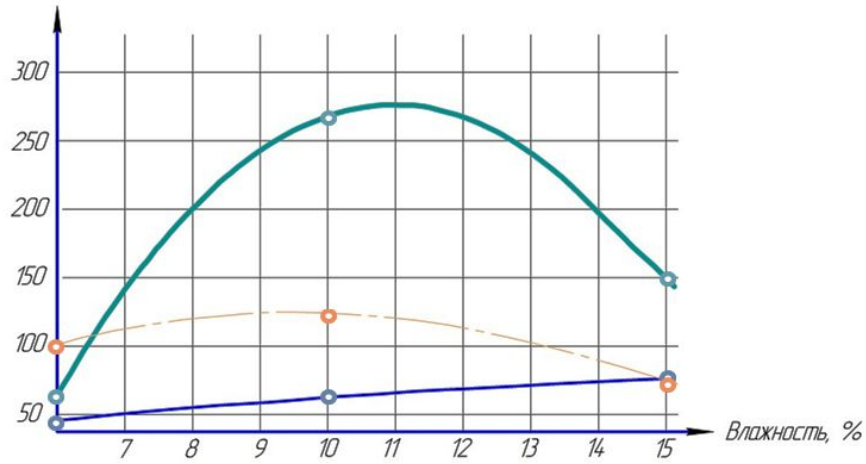
Линейные размеры, мм		
Длина	Ширина	Толщина
17,5...25,0	9,4...13,9	1,6...4,0

### Некоторые физические характеристики семян тыквы

Влажность, %	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Масса тысячи семян, г	Масса отдельных семян, г
8...12	254,2	235,7	0,13...0,19

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ТЫКВЫ

Удельная работа разрушения, кДж/кг



Средняя удельная работа разрушения

- - «плашмя»
- - «на ребро»
- - вдоль длинной оси

Средняя удельная работа разрушения семян тыквы, Дж/кг

$$A_p = aW^2 + bW + c,$$

где  $W$  – влажность семян, %;

$a, b, c$  – коэффициенты, значения которых зависят от направления разрушающих усилий

Направление динамической нагрузки	Коэффициенты			Расхождения между экспериментальными и рассчитанными данными, ± %
	$a$	$b$	$c$	
«плашмя»	-8,18	181,526	-727,712	1,01
«на ребро»	-0,129	6,026	15,168	0,08
Вдоль длинной оси	-1,812	34,415	-37,963	0,04

Коэффициенты внешнего трения покоя семян в зависимости от их влажности

➔ По металлу  $f_M = 2,379 \cdot W + 41,445$

➔ По дереву  $f_D = 1,813 \cdot W + 45,231$

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

6

## И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ

### ВЫБОР И ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВХОДНЫХ ФАКТОРОВ

Математическое описание процесса прессования семян тыквы может быть получено эмпирическим путем. При этом его математическая модель имеет вид уравнения регрессии

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^N b_i x_i + \sum_{i=1}^N b_{ii} x_i^2 + \sum_{i < j}^N b_{ij} x_i x_j$$

В качестве основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс прессования семян тыквы в шнековом прессе, были выбраны:  
 $x_1$  – частота вращения шнека пресса, мин<sup>-1</sup>;  
 $x_2$  – ширина зазора выходного кольцевого отверстия для выхода жмыха, м;  
 $x_3$  – влажность семян тыквы в пересчете на абсолютно сухое вещество, %.

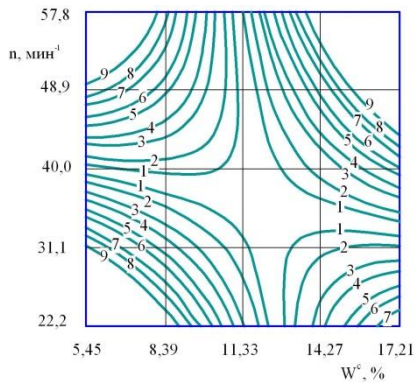
Условия планирования	Кодированные значения	Значения факторов в точках плана		
		$x_1$ , мин <sup>-1</sup>	$x_2 \cdot 10^{-3}$ , м	$x_3$ , %
Основной уровень	0	40,0	4,25	11,33
Интервал варьирования	$\Delta$	8,9	2,23	2,94
Верхний уровень	+1	48,9	6,48	14,27
Нижний уровень	-1	31,1	2,02	8,39
Верхняя “звездная точка”	+1,682	55,0	8,0	16,28
Нижняя “звездная точка”	-1,682	25,0	0,5	6,38

В результате статистической обработки экспериментальных данных получили уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс прессования под влиянием исследуемых факторов:

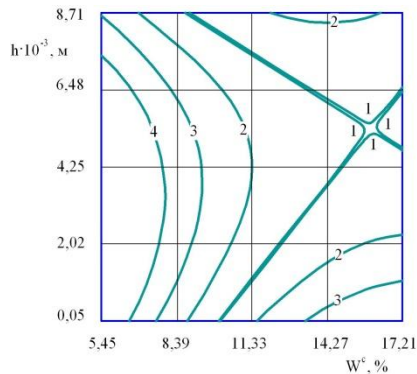
$$Y_1 = 0,2732 - 0,0322x_1 - 0,0459x_2 + 0,0486x_3 + 0,0995x_1x_3 - 0,0122x_1^2 + 0,0235x_2^2 - 0,0178x_3^2$$

$$Y_2 = 0,4219 - 0,0008x_1 - 0,1079x_2 + 0,0637x_3 - 0,0337x_1x_2 + 0,0347x_1x_3 + 0,0269x_1^2 + 0,0175x_2^2$$

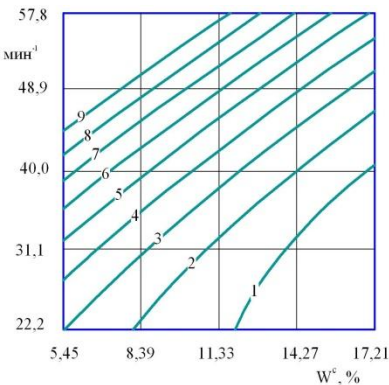
# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ АНАЛИЗ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ



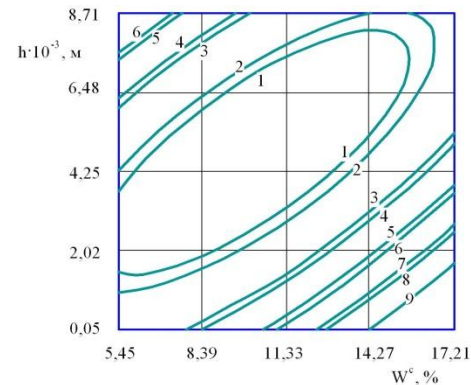
**Кривые равных значений  
выхода масла  $Y_1$  от частоты  
вращения шнека пресса  $n$ ,  
 $\text{мин}^{-1}$  и влажности  
семян тыквы  $W^c$ , %**



**Кривые равных значений  
выхода масла  $Y_1$  от ширины  
зазора выходного кольцевого  
отверстия для выхода жмыха  
 $h$ , м и влажности  
семян тыквы  $W^c$ , %**

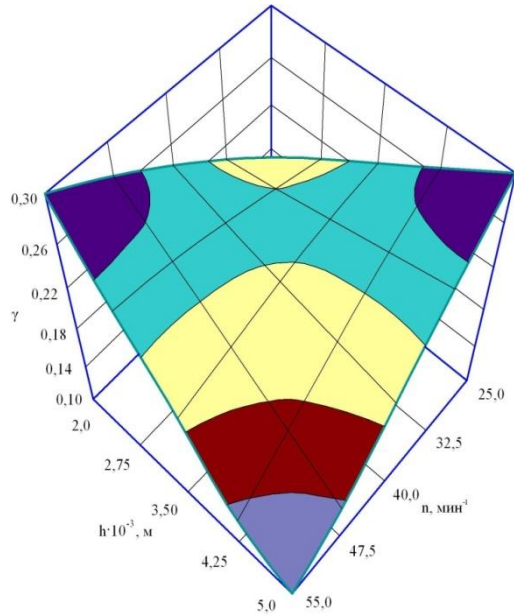


**Кривые равных значений  
удельных затрат энергии  $Y_2$ ,  
 $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{кг}_m$  на прессование  
семян тыквы от частоты  
вращения шнека пресса  $n$ ,  
 $\text{мин}^{-1}$  и влажности семян  
тыквы  $W^c$ , %**

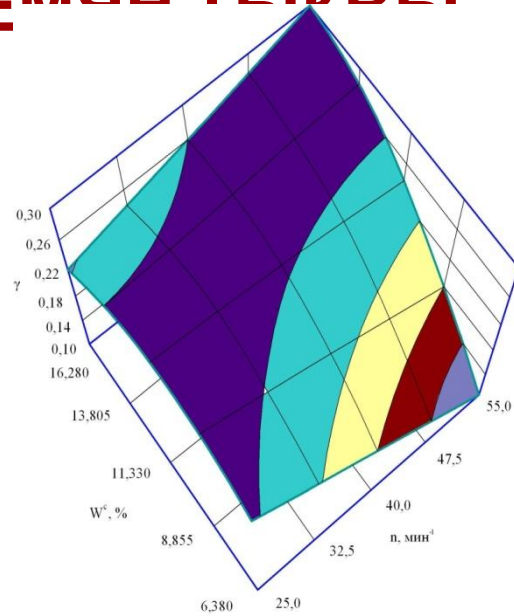


**Кривые равных значений  
удельных затрат энергии  $Y_2$ ,  
 $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{кг}_m$  на прессование  
семян тыквы от ширины зазора  
выходного кольцевого  
отверстия для выхода  
жмыха  $h$ , м и влажности  
семян тыквы  $W^c$ , %**

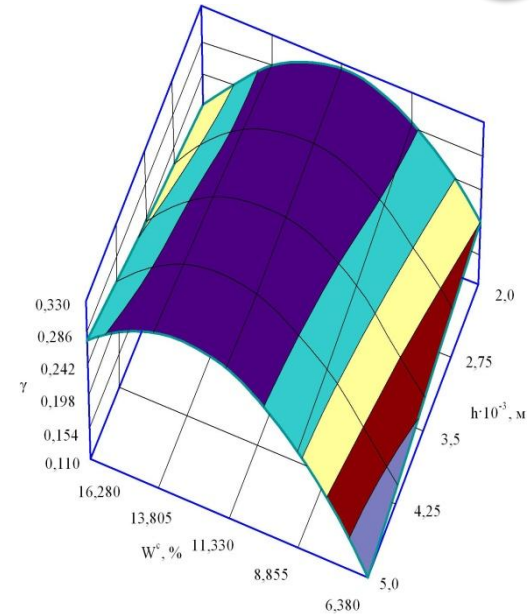
# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ



Изменение выхода масла  $\gamma$  при прессовании семян тыквы при начальной влажности семян  $W^c = 12\%$  от частоты вращения шнека пресса  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$  и ширины зазора отверстия для выхода жмыха  $h$ , м



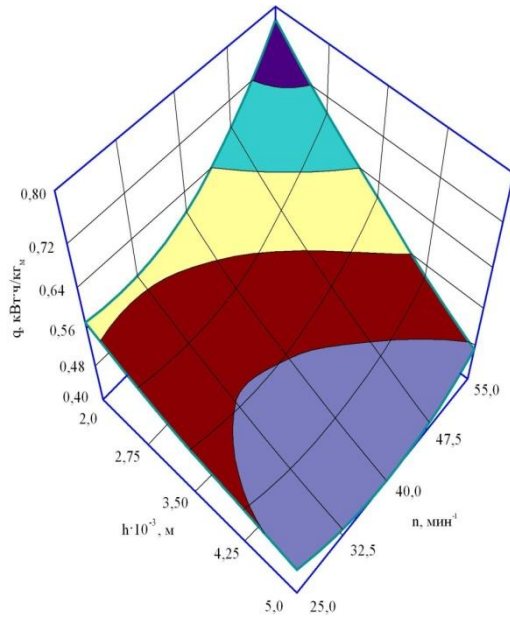
Изменение выхода масла  $\gamma$  при прессовании семян тыквы при ширине зазора отверстия для выхода жмыха  $h = 4,0 \cdot 10^{-3}$ , м от частоты вращения шнека пресса  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$  и начальной влажности семян  $W^c$ , %



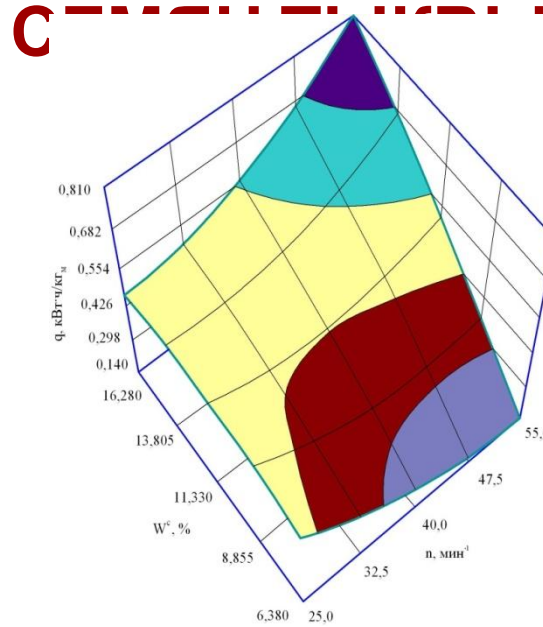
Изменение выхода масла  $\gamma$  при прессовании семян тыквы при частоте вращения шнека пресса  $n = 35 \text{ мин}^{-1}$  от ширины зазора отверстия для выхода жмыха  $h$ , м и начальной влажности семян  $W^c$ , %



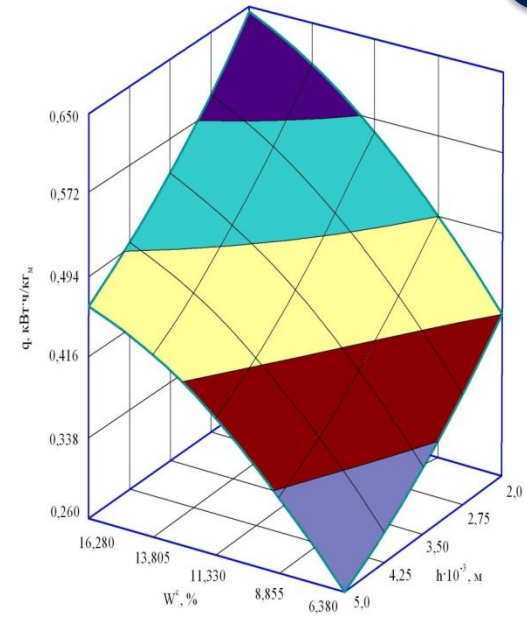
# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ



Изменение удельных затрат энергии  $q$ , кВт·ч/кг<sub>м</sub> при прессовании семян тыквы при начальной влажности семян  $W^c = 12\%$  от частоты вращения шнека пресса  $n$ , мин<sup>-1</sup> и ширины зазора отверстия для выхода жмыха  $h$ , м

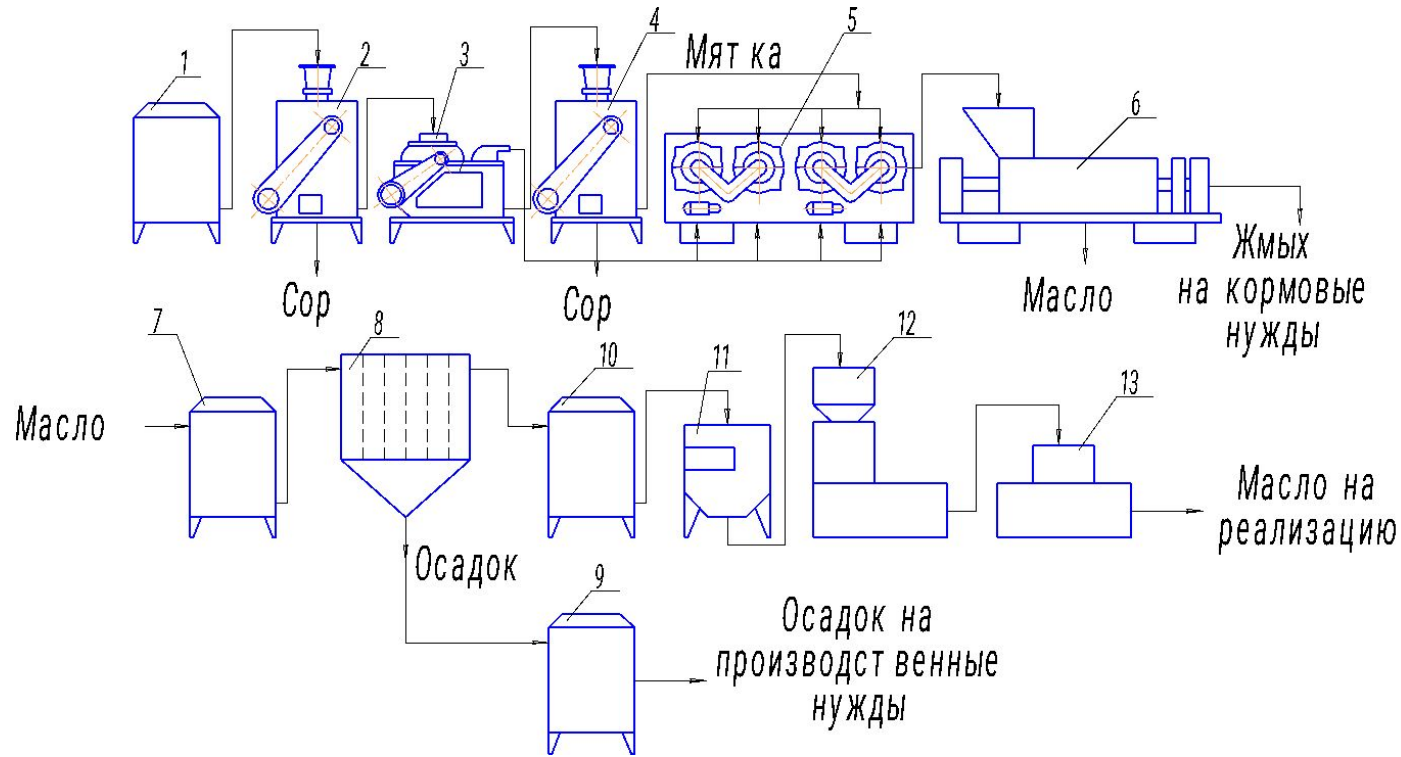


Изменение удельных затрат энергии  $q$ , кВт·ч/кг<sub>м</sub> при прессовании семян тыквы при ширине зазора отверстия для выхода жмыха  $h=4,0 \cdot 10^{-3}$ , м от частоты вращения шнека пресса  $n$ , мин<sup>-1</sup> и начальной влажности семян  $W^c$ , %



Изменение удельных затрат энергии  $q$ , кВт·ч/кг<sub>м</sub> при прессовании семян тыквы при частоте вращения шнека пресса  $n=35$  мин<sup>-1</sup> от ширины зазора отверстия для выхода жмыха  $h$ , м и начальной влажности семян  $W^c$ , %

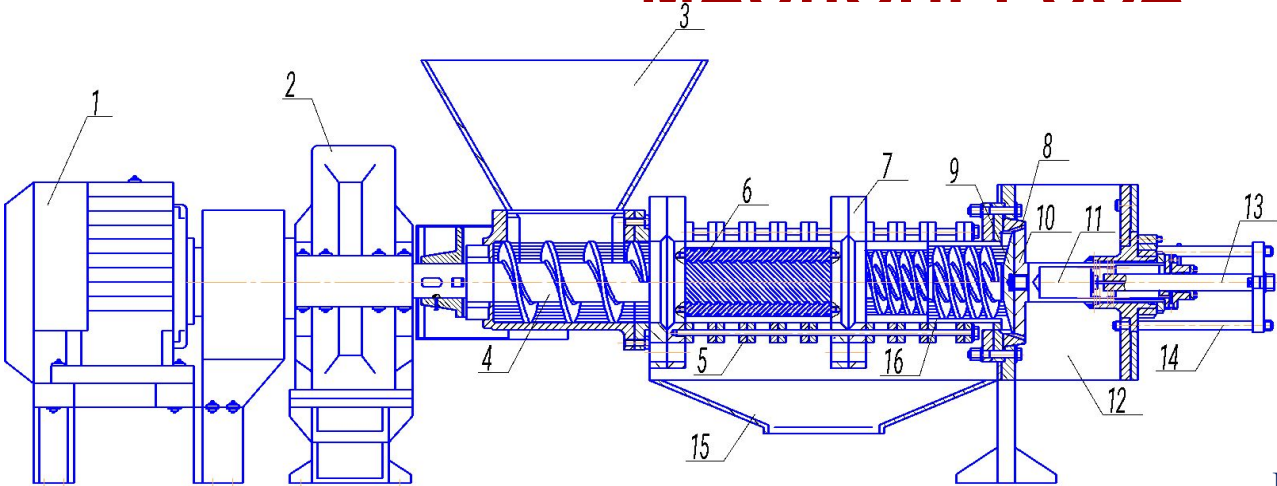
# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ



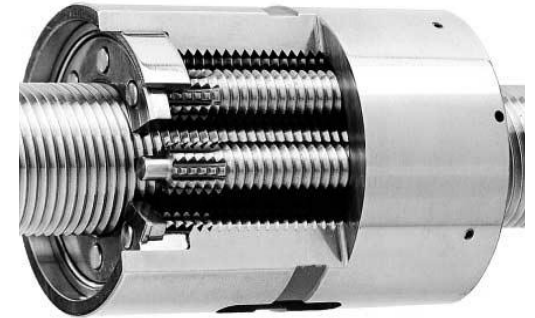
- 1, 7, 9, 10 – бункер для хранения; 2 – сепаратор; 3 – рушально-вечная машина; 4 – сепаратор; 5 – жаровня; 6 – шнековый пресс; 8 – фильтр для очистки тыквенного масла; 11 – весы; 12 – упаковочная машина; 13 – машина для укладки упакованной продукции в ящики

# РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАСПОПРЕССА

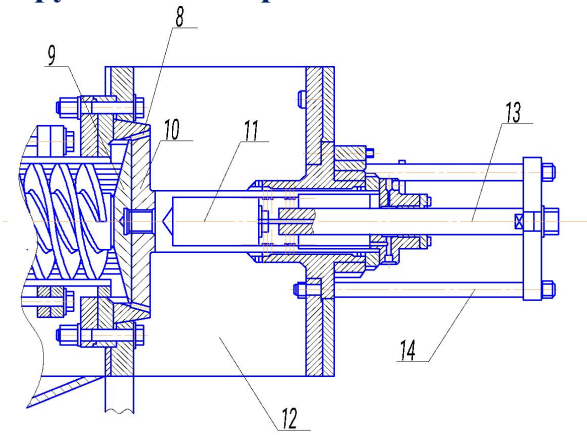
11



Планетарные шнеки



Разгрузочная камера для выхода жмыха



- 1 – двигатель; 2 – редуктор; 3 – загрузочный бункер; 4 – шнек;  
5 – зерные пластины; 6 – планетарные шнеки; 7 – узел фланцевый;  
8 – выходной зазор; 9 – опорный рассекатель; 10 – матрица;  
11 – поршень; 12 – разгрузочная камера для выхода жмыха;  
13 – регулировочный шток; 14 – устройство для регулирования  
величины выходного зазора; 15 – выгрузочный лоток;  
16 – рабочая камера

# ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

12

## Материальные и энергетические ресурсы ПРОЕКТА Трудозатраты и средства на оплату труда

Наименование материальных ресурсов	Ед. изм.	Цена единицы, р.	Расход на единицу	Стоимость потребленных ресурсов, р.
<b>Сырье и материалы</b>				
Труба нержавеющая бесшовная 12X18Н10Т Ø 76 мм, h = 8 мм	т	355000,00	0,0048	1687,30
Круг стальной сортовой нержавеющей жаропрочный 40X13 Ø 65 мм	т	99500,00	0,0140	1397,57
Круг стальной сортовой нержавеющей жаропрочный 40X13 Ø 140 мм	т	99500,00	0,0300	2946,99
Круг стальной сортовой нержавеющей жаропрочный 40X13 Ø 50 мм	т	99500,00	0,0015	150,35
Круг стальной сортовой нержавеющей жаропрочный 40X13 Ø 50 мм	т	99500,00	0,0048	481,14
<b>Комплектующие</b>				
Упорный шариковый подшипник 8104 (51104)	шт.	45,00	1	45,00
Шариковый однорядный подшипник 1000804 (6804)	шт.	56,00	2	112,00
<b>Топливо, энергия</b>				
Электроэнергия	кВт/ч	6,5	100	650,0
				7470,35

Виды работ	Тарифный разряд	Трудоемкость, чел. ч	Часовая тарифная ставка, р.	Тарифный фонд оплаты труда, р.
Станочные, всего в том числе:				
– токарные	5	20	304,57	6091,40
– фрезерные	5	3	243,65	730,95
– сверлильные	4	6	158,38	950,28
Слесарные	3	3	182,74	548,22
Сборочные	4	8	194,92	1559,36
				9880,21

### Результаты реализации проекта

Наименование показателей	Величина показателя		
	До внедрения проекта	После внедрения проекта	Изменение показателя (+, -)
Объем производства, м <sup>3</sup> /год	25	25	-
Себестоимость единицы продукции, тыс. р./м <sup>3</sup> .	810	800	- 10
Цена единицы продукции, тыс. р./м <sup>3</sup>	1000	1000	-
Выручка от реализации, тыс. р.	25000	25000	-
Полная себестоимость продукции, тыс. р.	20250	20000	- 250
Прибыль от реализации, тыс. р.	4750	5000	- 250
Рентабельность продукции, %	23,5	25,0	+ 1,5
Сумма капитальных вложений, тыс. р.	-	81,09	-
Срок окупаемости капиталовложений, лет	-	0,32	-



# РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПОНИРОВАНИЯ РАБОТЫ



Международная выставка изобретений и инноваций

Всероссийская студенческая олимпиада по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»



Международная выставка изобретений и инноваций



# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучены основные технологические свойства семян тыквы, важные при их переработке, также установлено, что максимальная средняя удельная работа разрушения смеси семян тыквы достигается при их средней влажности равной 12,2 %.

Исследован процесс прессования семян тыквы, при котором рациональные режимы работы шнекового пресса составляют: частота вращения шнека пресса  $n = 42,5 \dots 48,2$ , мин<sup>-1</sup>; ширина зазора выходного кольцевого отверстия для выхода жмыха  $h = (4,0 \dots 5,0)10^{-3}$ , м; влажность семян тыквы в пересчете на абсолютно сухое вещество  $W^c = 11,0 \dots 11,8$  %.

Разработана технологическая линия для получения масла из семян тыквы

Разработана конструкция маслопресса для эффективного отжима растительных масел

Составлен бизнес-план реализации проекта, на основании которого предлагаемая модернизация целесообразна и эффективна, поскольку прибыль от реализации составит 5000 тыс. р., а проект окупится почти за 4 месяца



**СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ!**