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

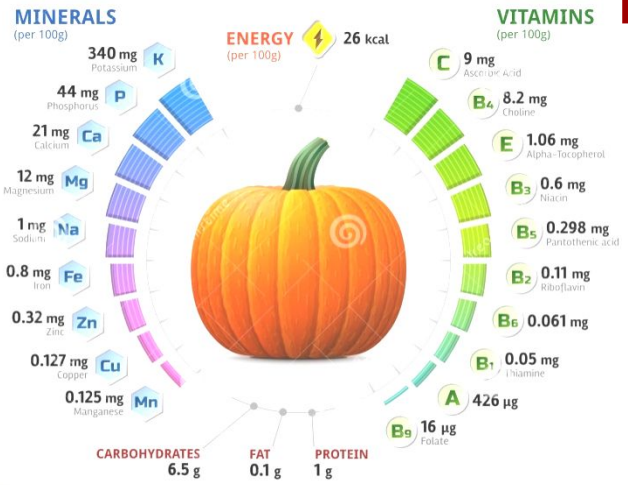
Направление подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

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

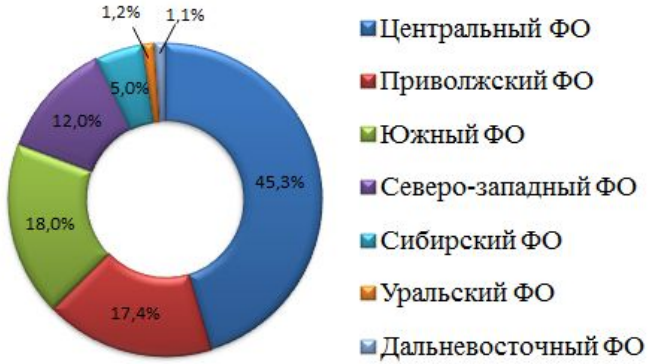


Структура производства растительного масла по основным видам в натуральном выражении, %

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	**Ненасыщенные жирные кислоты**	
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
Каратиноидов, мг	9,74...11,03	Линоленовая С 18:3 (омега-3)	0,340…0,810
Хлорофиллов, мг	$(0,31…0,29)\cdot10^{-4}$	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	0,03...0,06	**Насыщенные жирные кислоты**	
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, % J_2	112...115	Стеариновая С 18:0	4,800…9,200
Цветное число	45,15…39,61	Арахиновая С 20:0	0,310…0,620
Массовая доля золы, мг	0,10…0,12	Бегеновая С 22:0	0,120…0,450

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



ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

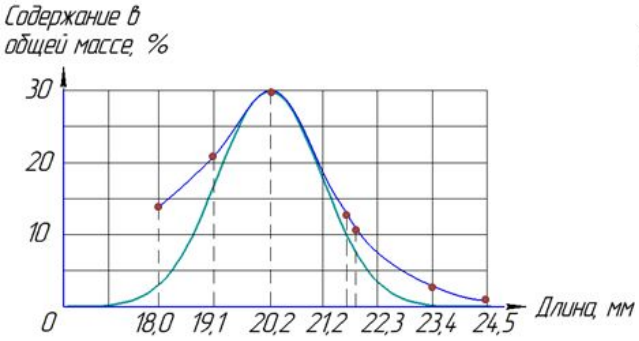
ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

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

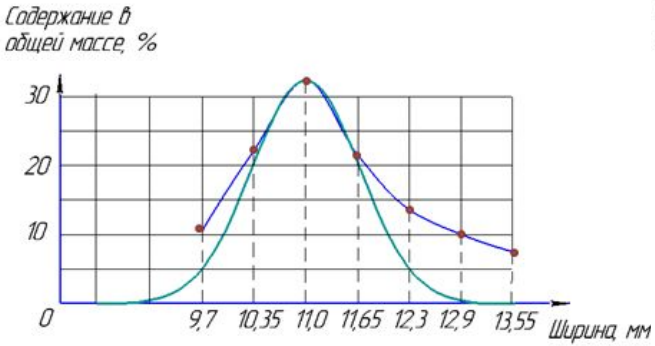
ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

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

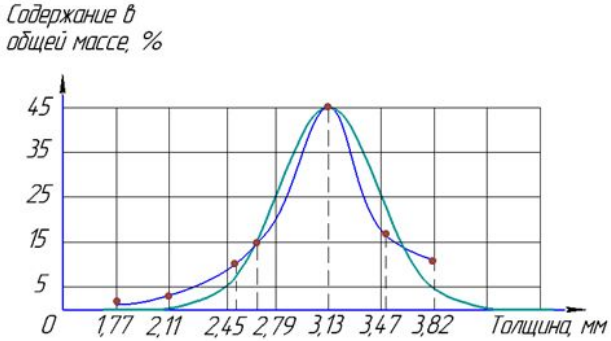
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ТЫКВЫ



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;**

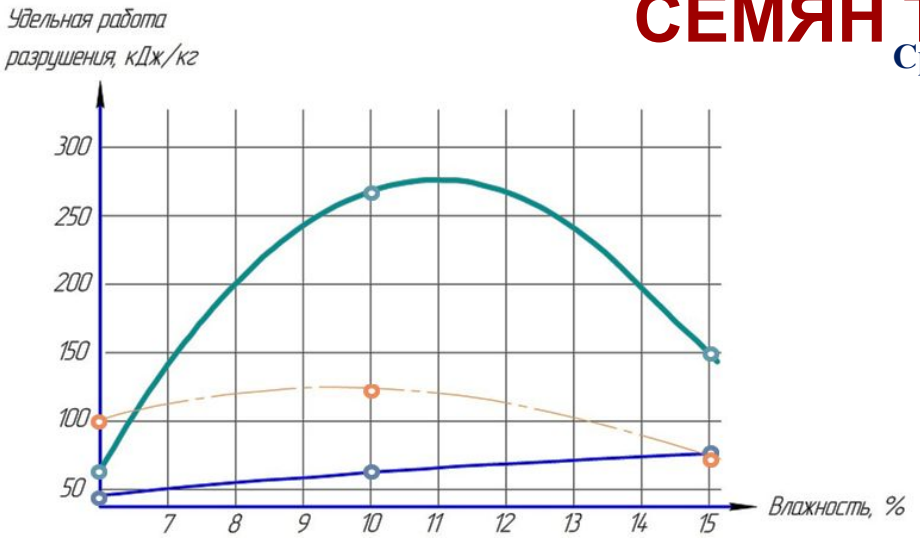
Линейные размеры тыквенных семян

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^3	Масса тысячи семян, г	Масса отдельных семянок, г
8…12	254,2	235,7	0,13…0,19

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ТЫКВЫ



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** $f_м = 2,379 \cdot W + 41,445$
- **По дереву** $f_д = 1,813 \cdot W + 45,231$

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА 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

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

В качестве основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на процесс прессования семян тыквы в шнековом прессе, были выбраны:

x_1 – частота вращения шнека пресса, мин$^{-1}$;

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$^{-1}$	$x_2 \cdot 10^{-3}$, м	x_3, %
Основной уровень	0	40,0	4,25	11,33
Интервал варьирования	Δ	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

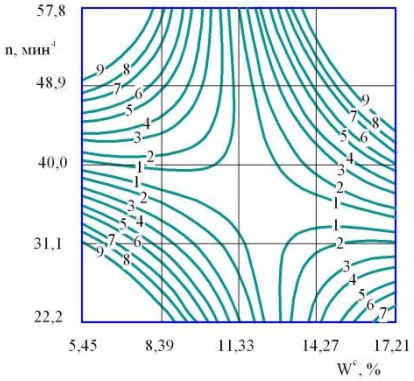
В результате статистической обработки экспериментальных данных получили уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс прессования под влиянием исследуемых факторов:

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

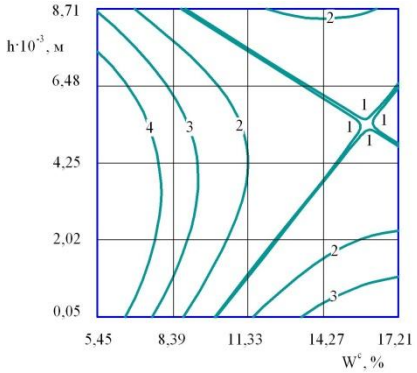
$$Y_2 = 0,4219 - 0,0008x_1 - 0,1079x_2 + 0,0637x_3 - 0,0337x_1x_2 + 0,0347x_1x_3 + 0,0269{x_1}^2 + 0,0175{x_2}^2$$

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ

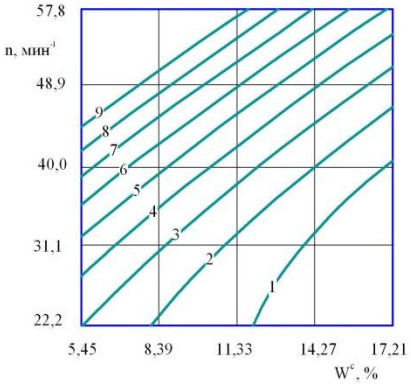
АНАЛИЗ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ



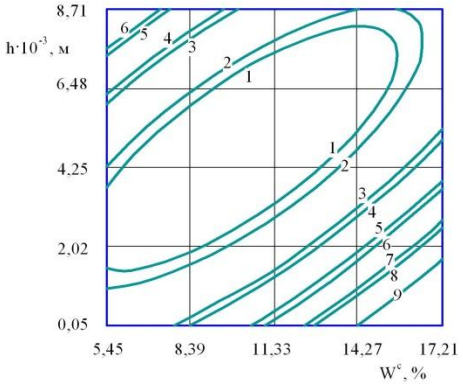
Кривые равных значений выхода масла Y_1 от частоты вращения шнека пресса n, мин$^{-1}$ и влажности семян тыквы W^c, %



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

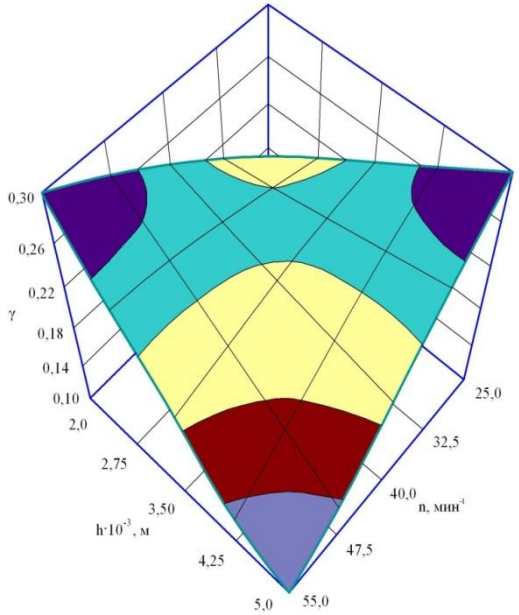


Кривые равных значений удельных затрат энергии Y_2, кВт·ч/кг$_м$ на прессование семян тыквы от частоты вращения шнека пресса n, мин$^{-1}$ и влажности семян тыквы W^c,%

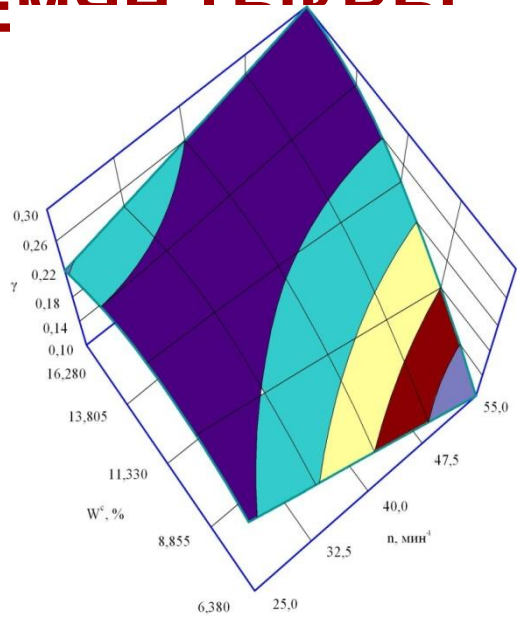


Кривые равных значений удельных затрат энергии Y_2, кВт·ч/кг$_м$ на прессование семян тыквы от ширины зазора выходного кольцевого отверстия для выхода жмыха h, м и влажности семян тыквы W^c, %

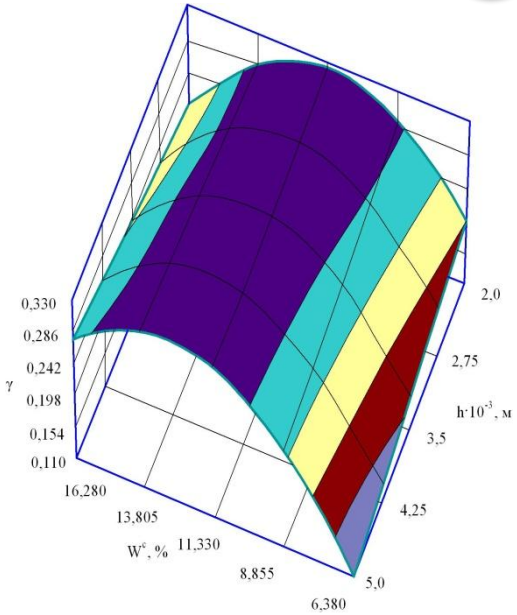
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ



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

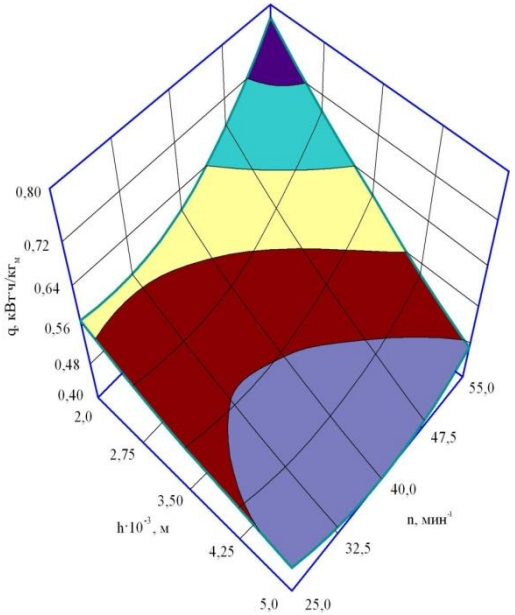


Изменение выхода масла γ при прессовании семян тыквы при ширине зазора отверстия для выхода жмыха *h*=4,0·10^{-3}, м от частоты вращения шнека пресса *n*, мин$^{-1}$ и начальной влажности семян W^c, %

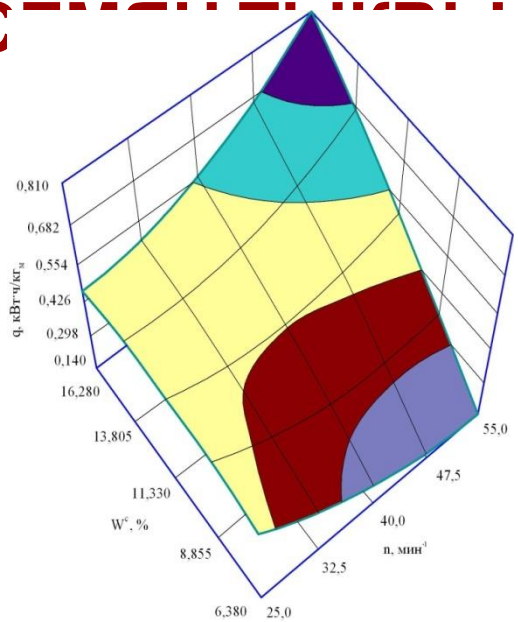


Изменение выхода масла γ при прессовании семян тыквы при частоте вращения шнека пресса *n*=35 мин$^{-1}$ от ширины зазора отверстия для выхода жмыха *h*, м и начальной влажности семян W^c, %

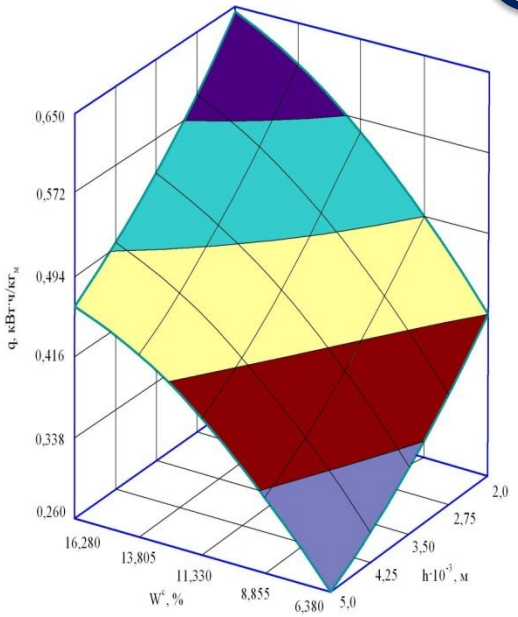
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ТЫКВЫ



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

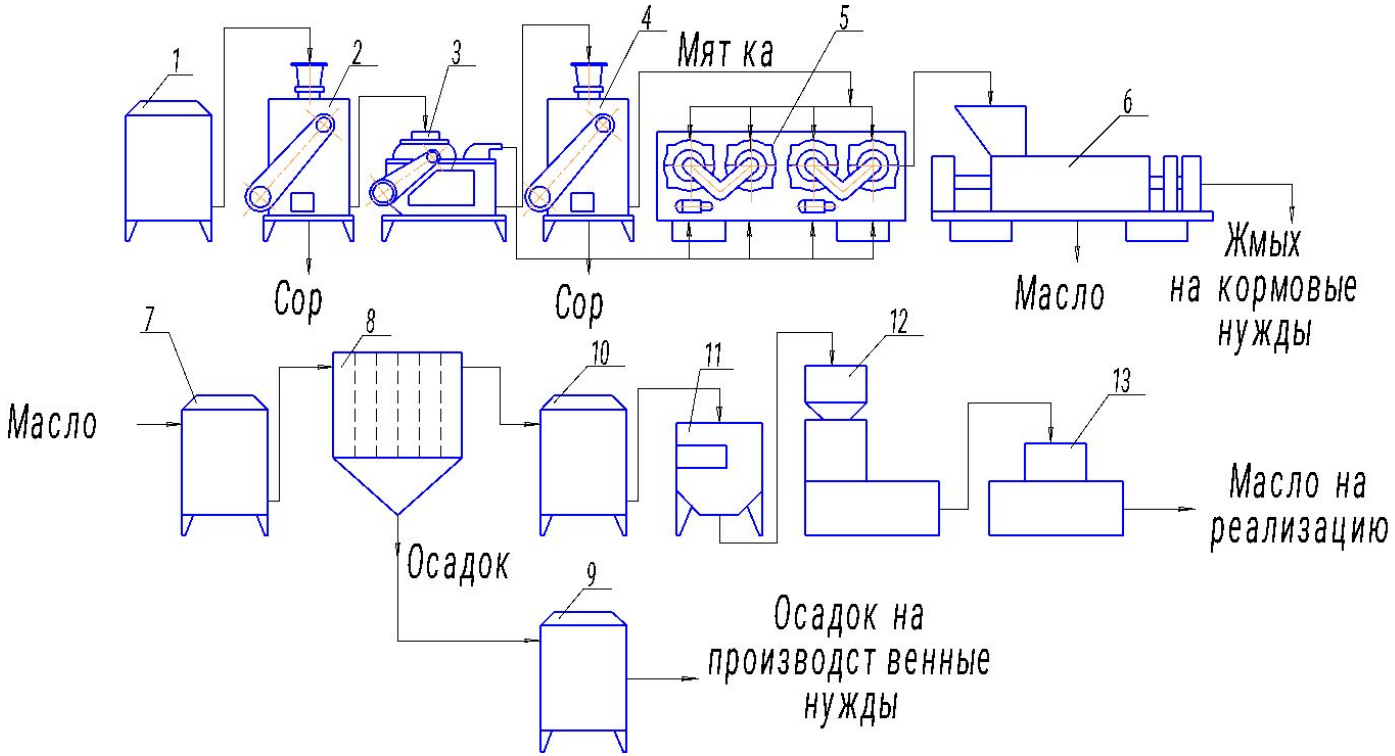


Изменение удельных затрат энергии *q*, кВт·ч/кг$_м$ при прессовании семян тыквы при ширине зазора отверстия для выхода жмыха *h*=4,0·10^{-3}, м от частоты вращения шнека пресса *n*, мин$^{-1}$ и начальной влажности семян W^c, %



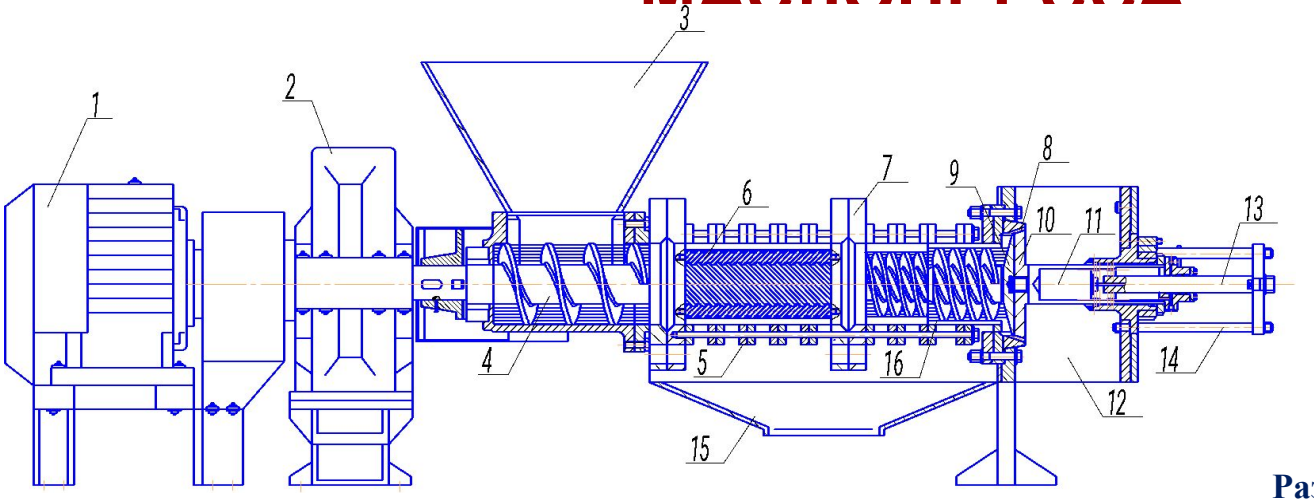
Изменение удельных затрат энергии *q*, кВт·ч/кг$_м$ при прессовании семян тыквы при частоте вращения шнека пресса *n*=35 мин$^{-1}$ от ширины зазора отверстия для выхода жмыха *h*, м и начальной влажности семян W^c, %

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

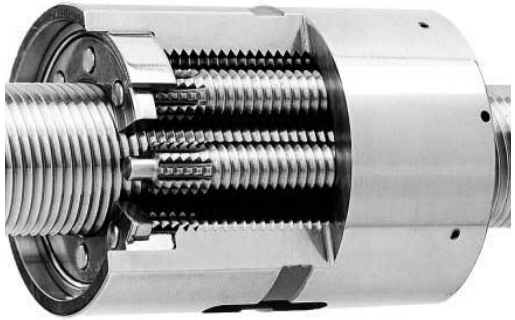


1, 7, 9, 10 – бункер для хранения; 2 – сепаратор; 3 – рушально-веечная машина; 4 – сепаратор; 5 – жаровня; 6 – шнековый пресс; 8 – фильтр для очистки тыквенного масла; 11 – весы; 12 – упаковочная машина; 13 – машина для укладки упакованной продукции в ящики

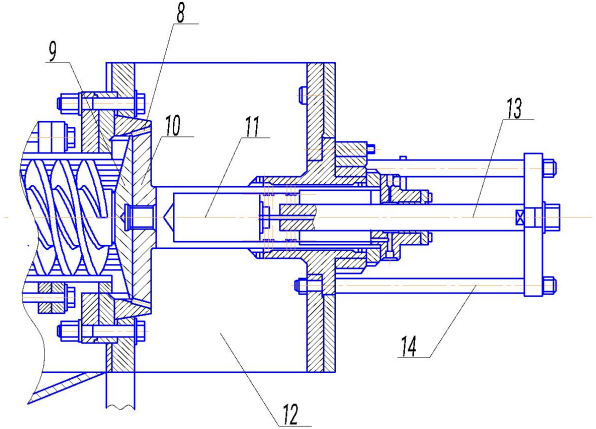
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАСЛОПРЕССА



Планетарные шнеки



Разгрузочная камера для выхода жмыха



1 – двигатель; 2 – редуктор; 3 – загрузочный бункер; 4 – шнек; 5 – зеерные 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 ПРОЕКТА

Материальные и энергетические ресурсы

Наименование материальных ресурсов	Ед. изм.	Цена единицы, р.	Расход на единицу	Стоимость потребленных ресурсов, р.
Сырье и материалы				
Труба нержавеющая бесшовная 12Х18Н10Т Ø 76 мм, h = 8 мм	т	355000,00	0,0048	1687,30
Круг стальной сортовой нержавеющий жаропрочный 40Х13 Ø 65 мм	т	99500,00	0,0140	1397,57
Круг стальной сортовой нержавеющий жаропрочный 40Х13 Ø 140 мм	т	99500,00	0,0300	2946,99
Круг стальной сортовой нержавеющий жаропрочный 40Х13 Ø 50 мм	т	99500,00	0,0015	150,35
Круг стальной сортовой нержавеющий жаропрочный 40Х13 Ø 50 мм	т	99500,00	0,0048	481,14
Комплектующие				
Упорный шариковый подшипник 8104 (51104)	шт.	45,00	1	45,00
Шариковый однорядный подшипник 1000804 (6804)	шт.	56,00	2	112,00
Топливо, энергия				
Электроэнергия	кВт/ч	6,5	100	650,0
				7470,35

Трудозатраты и средства на оплату труда

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, $м^3$./год	25	25	-
Себестоимость единицы продукции, тыс. р./$м^3$.	810	800	- 10
Цена единицы продукции, тыс. р./$м^3$	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

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Воронежский Государственный Университет Инженерных Технологий

СЕРТИФИКАТ

настоящим удостоверяется, что
Бойченко
Виктория Ивановна
принял(а) участие в
МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ИННОВАЦИЙ

ректор
Чертов Е.Д.

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

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

Бойченко Виктория Ивановна

за участие
во Всероссийской студенческой олимпиаде
по направлению подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Председатель оргкомитета,
Ректор ВГУИТ,
профессор
Чертов Е.Д.

25-27 мая 2016 г.

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

команда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»
в составе:
Бойченко Виктория Ивановна
Атисков Иван Михайлович
Калашник Алексей Валерьевич
Руководитель – д.т.н., профессор
Калашников Геннадий Владиславович

за участие
во Всероссийской студенческой олимпиаде
по направлению подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»

Председатель оргкомитета,
Ректор ВГУИТ,
профессор
Чертов Е.Д.

25-27 мая 2016 г.

Международная выставка изобретений и инноваций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ"

СЕРТИФИКАТ

настоящим удостоверяется, что

Бойченко Виктория Ивановна

приняла участие в

МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ
ИЗОБРЕТЕНИЙ И ИННОВАЦИЙ

Ректор
Е.Д. Чертов

26 мая 2016 года, Воронеж

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ"

Международная выставка
изобретений и инноваций

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ БРОНЗОВОЙ МЕДАЛЬЮ
в номинации
ЛУЧШАЯ ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА В
ХОЛОДИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ
Автор(ы) доклада
ЯЩЕНКО СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ,
БОЙЧЕНКО ВИКТОРИЯ ИВАНОВНА,
МЕЛЬНИКОВА ЮЛИЯ АЛЕКСАНДРОВНА
«КРИОГЕННОЕ ВЫМОРАЖИВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С
ПОЛУЧЕНИЕМ ПРОДУКТ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ»

Ректор
Е.Д. Чертов

26 мая 2016 года, Воронеж

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…48,2, мин$^{-1}$; ширина зазора выходного кольцевого отверстия для выхода жмыха h = (4,0…5,0)10^{-3}, м; влажность семян тыквы в пересчете на абсолютно сухое вещество W^c =11,0…11,8 %.

Разработана технологической линии для получения масла из семян тыквы

Разработана конструкция маслопресса для эффективного отжима растительных масел

Составлен бизнес-плана 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!