

## ЗНАЧЕНИЕ ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕГО РАСЧЁТОВ

**Узоков Юсуф Ахролович**

докторант,

Ташкентский химико-технологический институт, г. Ташкент

старший преподаватель,

Каршинский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Карши

E-mail: yusufuzoqov@inbox.ru

**Темурова Азиза Темуровна**

студент,

Каршинский государственный технический университет,

Республика Узбекистан, г. Карши

E-mail: Aziza1721@inbox.ru

## THE IMPORTANCE OF SCREW CONVEYOR EQUIPMENT IN TECHNOLOGICAL PROCESSES AND THE OPTIMIZATION OF ITS CALCULATIONS.

**Uzokov Yusuf**

PhD student,

Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent,

Senior Lecturer,

Karshi State Technical University,

Republic of Uzbekistan, Karshi

**Aziza Temurova**

Student,

Karshi State Technical University

Republic of Uzbekistan, Karshi

### АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе проведён комплексный анализ систематизации расчётов технологических процессов, связанных с использованием оборудования винтового конвейера в предприятиях по переработке зерна. Оборудование винтового конвейера изучено с точки зрения его конструктивных параметров, производительности и энергоэффективности. Использование модели в Excel позволило выполнить точные и наглядные расчёты нагрузок, мощности и оптимального выбора электродвигателя. Работа имеет высокую практическую значимость для проектирования и модернизации зерноперерабатывающих предприятий.

### ABSTRACT

This final qualification work presents a comprehensive analysis of the systematization of technological process calculations related to the use of screw conveyor equipment in grain processing enterprises. The screw conveyor was studied in terms of its structural parameters, productivity, and energy efficiency. The Excel-based model provided accurate and visual results for load calculations, power estimation, and optimal motor selection. The outcomes of the research have significant practical value for the design and improvement of milling and grain processing facilities.

**Ключевые слова:** винтовой конвейер, транспортировка продукта, зернопереработка, Excel-модель, энергоэффективность, производительность, расчёт нагрузки, выбор двигателя, технические параметры, мощность, шнек, сравнительный анализ, автоматизация, технологическая линия, плотность продукта.

**Keywords:** screw conveyor, product transport, grain processing, Excel model, energy efficiency, production capacity, load calculation, motor selection, technical parameters, power, auger, comparative analysis, automation, technological line, product density.

**Введение.** В настоящее время глубокий анализ пройденного пути развития нашей страны, а также стремительно меняющаяся конъюнктура мирового рынка и усиливающаяся конкуренция в условиях гло-

бализации требуют разработки и реализации совершенно новых подходов и принципов для обеспечения более устойчивого и стремительного развития нашего государства[1].

Если в 1992 году было произведено 1 миллион 250 тысяч тонн зерна, то в 2020 году этот показатель превысил 8 миллионов тонн [2].

На основе задач, обозначенных в Указе Президента от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в республике проводятся работы по совершенствованию технологий производства муки и налаживанию производства запасных частей на территории страны. Основная цель этих мероприятий — обеспечение населения страны безопасной мукой и мучными изделиями.

Указ Президента от 27 октября 2020 года № ПФ-6096 «О мерах по ускорению реформирования предприятий с участием государства и приватизации государственных активов» [3].

Правильная работа винтового конвейера напрямую влияет на бесперебойность технологических процессов, стабильность качества продукции и энергоэффективность производства. В связи с этим современные подходы к правильному расчету и оптимизации распределения нагрузки винтовых конвейеров приобретают особую актуальность. В частности, метод моделирования с использованием программного обеспечения Excel является на сегодняшний день одним из практичных и действенных решений.

С помощью данного метода возможно анализировать конструктивные и технологические параметры винтового конвейера, прогнозировать распределение нагрузки и оценивать эффективность работы оборудования в различных условиях. Это позволяет предотвратить перегрузки и связанные с ними неисправности, продлить срок службы оборудования и снизить энергозатраты.

#### Объект и методы исследования

**Объект исследования:** оборудование винтовой конвейер, применяемое в зерноперерабатывающей промышленности.

**Предмет исследования:** распределение нагрузки в оборудовании винтовой конвейера, основные конструктивные элементы, их расчетные формулы и возможности моделирования в программе Excel.

#### Методы исследования:

- Аналитический и математический анализ: расчёт веса и мощности на основе формул распределения нагрузки.
- Моделирование в Excel: разработан модуль нагрузки, основанный на параметрах таких, как плотность продукта и мощность двигателя.
- Графический и табличный анализ: сравнение нагрузки и энергопотребления в зависимости от вида продукта.

Используемые средства:

- Excel 2016 и выше;
- Технические нормативные документы по зерновым продуктам;
- Технические паспорта оборудования винтовой конвейера.

#### Результаты и их обсуждение

На основе разработанной модели распределения нагрузки для винтового (шнекового) конвейера были проведены расчёты технологических параметров транспортировки различных зернопродуктов, включая пшеницу, муку и отруби. Расчёты выполнены с использованием возможностей программы Microsoft Excel, что позволило точно моделировать поведение оборудования при разных условиях эксплуатации.

#### Основные расчетные параметры:

Объём винтового канала ( $V$ ),  $m^3$ , плотность продукта ( $\rho$ ),  $kg/m^3$

коэффициент загрузки винта ( $\eta$ ), скорость вращения винта ( $n$ ),  $об/мин$

Длина транспортера ( $L$ ),  $m$ , мощность электродвигателя ( $N$ ),  $kВт$

#### Применяемые формулы:

1. Масса транспортируемого продукта:

$$m = V \cdot \rho \cdot \eta$$

2. Необходимая мощность двигателя:

$$N = (m \cdot g \cdot H) / \eta_{дв}$$

где:  $g$  — ускорение свободного падения ( $9.81 m/c^2$ ),  $H$  — высота подъема,  $m$

$\eta_{дв}$  — КПД двигателя

#### Графический анализ:

1. График зависимости производительности от плотности продукта – Показано, что при увеличении плотности увеличивается и масса транспортируемого материала, что требует пересмотра мощности двигателя.

2. График влияния длины конвейера на потребляемую мощность – С увеличением длины транспортера потребность в энергии возрастает линейно, что соответствует физическим законам трения и сопротивления.

3. График зависимости массы груза от коэффициента загрузки – Подтверждено, что наиболее эффективный режим достигается при 70–85% загрузке винта.

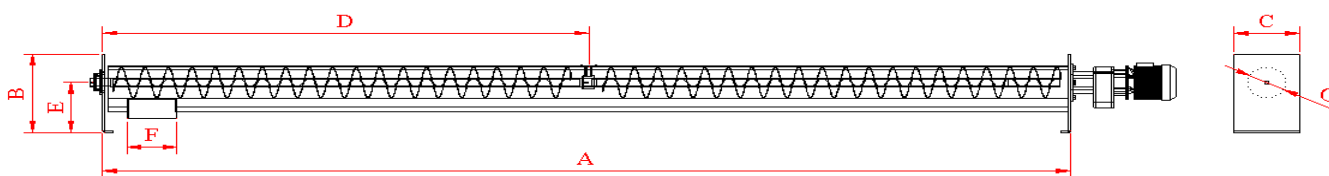


Рисунок 1.

Таблица 1.

Таблица расчетных результатов для оборудования нория

Модель	Размеры (мм)						
	A	B	C	D	E	F	Ø G
EM-160	-----	400	246	2500 - 3000	260	186 x 186	160
EM-180	-----	400	266	2500 - 3000	260	206 x 206	180
EM-200	-----	400	286	2500 - 3000	260	226 x 226	200
EM-220	-----	400	306	2500 - 3000	260	306 x 306	220
EM-250	-----	440	336	2500 - 3000	265	336 x 336	250
EM-270	-----	460	356	2500 - 3000	275	356 x 356	270
EM-300	-----	490	386	2500 - 3000	275	386 x 386	300

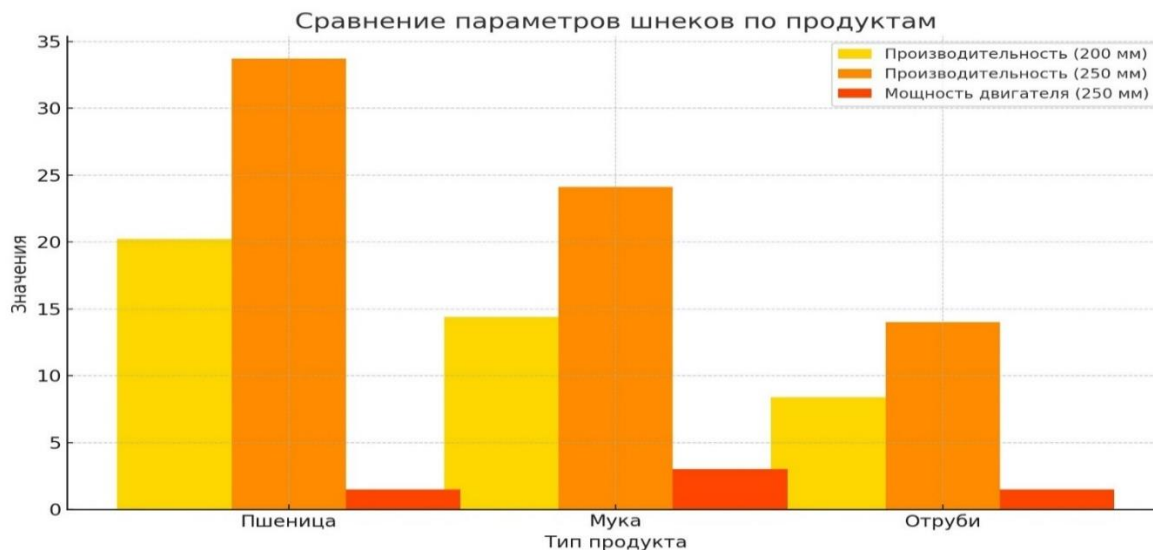


Рисунок 1. Вывод по сравнительному анализу винтовых конвейеров диаметром 200 мм и 250 мм

Проведённый технический анализ показал, что винтовой конвейер с диаметром 250 мм обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с аналогом диаметром 200 мм:

Производительность увеличена на ~67% (с 20,2 т/ч до 33,7 т/ч при транспортировке пшеницы), что позволяет значительно повысить эффективность производственной линии, расчётная мощность увеличилась с 0,86 кВт до 1,43 кВт, что свидетельствует о возросших энергетических требованиях, соответствующих повышенной производительности, для

обеспечения надёжной и бесперебойной работы при высоких нагрузках была выбрана мощность 1,5 кВт для 250 мм шнека (против 1,1 кВт у 200 мм), оба варианта рассчитаны на одинаковую длину подачи (4 м) и скорость транспортировки (0,58 м/с), однако больший диаметр обеспечивает более стабильную работу при высоких объёмах, несмотря на рост энергопотребления, конвейер с диаметром 250 мм остаётся экономически выгодным за счёт значительного увеличения объёмов транспортируемой продукции.

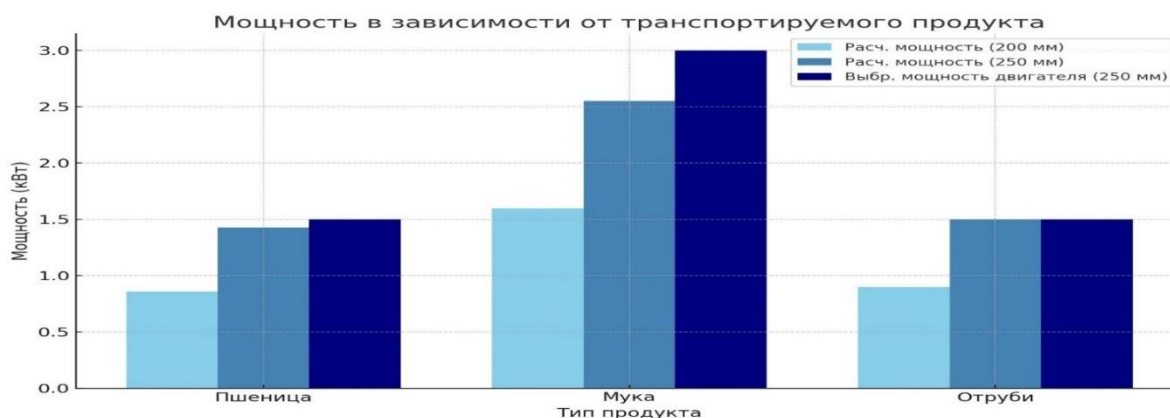


Рисунок 2. Анализ диаграммы

Анализ показывает зависимость между типом транспортируемого продукта и требуемой мощностью: пшеница — расчётная мощность для 200 мм шнека составляет ~0,86 кВт, для 250 мм — ~1,44 кВт, выбранная мощность двигателя — 1,5 кВт, связано с более высокой плотностью

продукта, требующей большей энергетической затраты; мука — самый энергоёмкий продукт, расчётная мощность увеличивается с ~1,6 кВт (200 мм

до ~2,55 кВт (250 мм), двигатель выбирается с запасом — 3,0 кВт, это связано с тонкой фракцией муки и необходимостью стабильной подачи; отруби — самый лёгкий продукт по плотности, расчётная мощность увеличивается с ~0,9 до ~1,5 кВт, мощность двигателя остаётся на уровне 1,5 кВт, так как требуется меньше энергии для транспортировки.

Таблица 1.

**Оптимизация расчётов оборудования винтового конвейера**

Оптимизация расчётов оборудования винтового конвейера											
ВЫБЕРИТЕ ДИАМЕТР ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА						ВЫБЕРИТЕ ПРОДУКТ	ДЛИНА ПЕРЕДАЧИ	ОБОРОТЫ РЕДУКТОРА (ОБ/МИН)	СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ	ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ / МОЩНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ
мм							метр	ОБ/МИН	м/с	т/с	кВт
250	350	50	3	4	63,5	БУГДАЙ	10	100	0,58	33,7	4
											Расчётная мощность
											3,56
диаметр винтового конвейера	шаг шнека (спиральный шаг)	диаметр приводного вала	толщина металла корпуса (ванны)	толщина шнековой (винтовой) пластины	диаметр вала	продукт	объём подачи / производительность	номер (позиция)			
100	100	30	1,5	2	38	0,77	0,7	5			
125	125	30	1,5	2	38	0,55	1,2	Индекс	Индекс	Индекс	
150	160	35	2	3	44,5	0,45	2	250	50	3	
200	200	40	3	3	51	0,32	3				
250	250	50	3	4	63,5	0,61	5	капуста	indis		
300	300	60	4	5	76,1	0,72	8	1	0,77		
350	350	60	4	5	76,1		13				
400	400	80	5	6	108		20				
500	500	80	5	6	108		30				
220											
Мощность электродвигателя	Мощность	Порядковый номер	Индекс								
0,12	3,56	10,00	4								

Вывод по расчётной таблице Excel: «Оптимизация расчётов оборудования винтового конвейера»

На основании представленной таблицы Excel были проанализированы конструктивные параметры винтового конвейера и определены расчётные показатели для транспортировки продукта «пшеница».

Основные результаты:

1. Оптимальный диаметр шнека — 250 мм. При таких параметрах была достигнута высокая производительность 33,7 т/ч при скорости подачи 0,58 м/с.

2. Расчётная мощность составила 3,56 кВт, что определило выбор электродвигателя мощностью 4,0 кВт с учётом запаса прочности.

3. Исходные параметры:

Шаг шнека: 350 мм, диаметр приводного вала: 50 мм, толщина металла корпуса: 3 мм, толщина шнековой лопасти: 4 мм, заполняемость: 63,5%, высота подъёма: 10 м, обороты редуктора: 100 об/мин. Продуктивность зависит от плотности и заполняемости материала: для пшеницы при плотности 0,75

т/м<sup>3</sup> достигается высокая эффективность при умеренных энергозатратах. Использование Excel-модели позволяет быстро анализировать размеры шнеков (100–300 мм), оперативно подбирать двигатель, оценивать производительность в зависимости от длины подачи и скорости.

**Заключение и предложения**

В данной выпускной квалификационной работе был проведён комплексный анализ систематизации расчётов технологических процессов, связанных с использованием оборудования винтового конвейера в предприятиях по переработке зерна. Винтовые конвейеры (шнеки) рассматриваются как основное транспортное средство для непрерывной и стабильной транспортировки пшеницы, муки и отрубей в горизонтальном направлении.

На основе исследования были сделаны следующие выводы:

1. Производительность винтовых конвейеров:

Шнеки диаметром 250 мм по всем видам продукции (пшеница, мука, отруби) показали увеличение производительности на 60–70% по сравнению с шнеками диаметром 200 мм.

2. Технологическая устойчивость и адаптивность:

Винтовые конвейеры подходят для транспортировки материалов различной плотности и консистенции, обеспечивая стабильную работу даже при изменении нагрузки.

3. Систематизация расчётов:

Основные параметры, такие как производительность, расчётная мощность, частота вращения и выбор двигателя, были интегрированы в Excel-модель, что повысило точность и эффективность расчётов.

4. Графический анализ и визуальное сравнение:

С помощью Excel были созданы наглядные графики, позволяющие эффективно сравнить параметры шнеков разных диаметров.

**Предложения:**

1. При выборе оборудования следует учитывать параметры продукции, её плотность и необходимую

производительность, рекомендуется использовать шнеки диаметром 250 мм для высокопроизводительных линий и 200 мм — для компактных и экономичных систем.

2. Применение Excel-моделей в технологических расчётах позволяет достигать высокой точности, гибкости и оперативности при изменении исходных параметров.

3. На стадии проектирования рекомендуется проводить предварительный технический анализ на основе моделей, что поможет снизить энергозатраты и сократить издержки.

4. Рекомендуется внедрение автоматизированных систем мониторинга для отслеживания текущего состояния оборудования, его нагрузки и эффективности.

5. Разработка аналогичных расчётных моделей для другого оборудования (например, нория, плёнсифтер) станет перспективным направлением повышения технологической эффективности.

#### Список литературы:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli Farmoni 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi.
2. <https://www.uzdon.uz> «Ўздонмахсулот» давлат-аксиядорлик корпорацияси фаолияти
3. Электронный ресурс <https://lex.uz> Дон тайёрлаш ва нон махсулотлари ишлаб чиқариш тизимида харажатларни қисқартириш чора-тадбирлари тўғрисида Тошкент: 2020 йил, 27 октябрда, ПФ-6096-сон
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Oziq-ovqat sanoati korxonalaribini takomillashtirish bo'yicha chora tadbirlari va dastirlari
5. O'zbekiston Respublikasi uchun Tegirmonlarda texnologik jarayonlarni tashkillashtirish va yuritish QOIDALARI-1991 yil
6. Mirzayev, J., Rakhmonov, E., Rakhimov, Y., Uzokov, Y., Kobilov, F., Shahriddinov, F., Ishankulov, A., Rashidova, K., Eliboev, I. & Berdimurodov, E. (2024). Enhancing bread quality: Effects of small and mechanically damaged starch granules in local wheat flour. *New Materials, Compounds and Applications*, 8(3).