

УДК 636.4.033

UDC 636.4.033

4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1 Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭВМ ПРИ РАСЧЕТАХ ПУСКОВОЙ МОЩНОСТИ МОЛОЧНОГО СЕПАРАТОРА

ON THE ISSUE OF USING A COMPUTER TO CALCULATE THE STARTING POWER OF A MILK SEPARATOR

Туманова Марина Ивановна

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 676 203

РИНЦ SPIN-код: 1927-7090

tumanova-kgau@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Tumanova Marina Ivanovna

Cand.Tech.Sci.,docent

Scopus Author ID: 676 203

RSCI SPIN-code: 1927-7090

tumanova-kgau@mail.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Котелевская Елена Анатольевна

к.т.н., доцент

Scopus Author ID: 788 241

РИНЦ SPIN-код: 6276-1524

9183119059@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13, Россия

Kotelevskaya Elena Anatolyevna

Cand.Tech.Sci.,docent

Scopus Author ID: 788 241

RSCI SPIN-code: 6276-1524

9183119059@mail.ru

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Василенко Матвей Таймуразович

Студент

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Vasilenko Matvey Taimurazovich

Student

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

Молчунов Александр Сергеевич

Студент

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина 13

Molchunov Alexander Sergeevich

Student

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina, Krasnodar, 350044, Russia

В настоящее время цифровые технологии повсеместно внедряются в различных областях промышленности и сельского хозяйства, а также животноводстве при производстве молочной продукции. Молоко - один из важнейших продуктов в рационе человека и детского питания, так как содержит большое количество питательных элементов. При технологическом процессе переработки молока широко используются молочные сепараторы. Производительность и мощность оборудования зависит от выбранных рациональных параметров, которые рассчитываются теоретическим путем и проверяются экспериментальными исследованиями. Автоматизация технологических процессов значительно повышает точность расчетов, повышает производительность труда. В данной работе рассматривается вопрос автоматизации расчета пусковой мощности молочного сепаратора путем реализации программы на языке программирования Python

Currently, digital technologies are being widely implemented in various areas of industry and agriculture, as well as animal husbandry in the production of dairy products. Milk is one of the most important products in the human diet and baby food, as it contains a large number of nutrients. Milk separators are widely used in the technological process of milk processing. The productivity and capacity of the equipment depends on the selected rational parameters, which are calculated theoretically and verified by experimental studies. Automation of technological processes significantly increases the accuracy of calculations and increases labor productivity. This paper examines the issue of automating the calculation of the starting power of a milk separator by implementing a program in the Python programming language

Ключевые слова: МОЛОКО, СЕПАРАТОР,

Keywords: MILK, SEPARATOR, PARAMETERS,

ПАРАМЕТРЫ, АНАЛИЗ, МОЩНОСТЬ, ПРОЦЕСС,
ДАННЫЕ, ПРОГРАММА, РАСЧЕТ, ПРИЛОЖЕНИЕANALYSIS, POWER, PROCESS, DATA,
PROGRAM, CALCULATION, APPLICATION<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-209-041>

Введение. Молоко – один из важнейших пищевых продуктов, обладающий высокой питательной ценностью и широким спектром применения. Оно служит основой для производства множества молочных продуктов, таких как сливки, сыры, йогурты и масла. Развитие молочного производства играет ключевую роль в агропромышленном комплексе, обеспечивая продовольственную безопасность и экономическую стабильность региона.

Краснодарский край является одним из ведущих регионов России по производству молока. Благоприятные климатические условия, развитая сельскохозяйственная инфраструктура и высокий уровень животноводства способствуют стабильному росту объемов производства. В регионе функционируют крупные молочные комплексы, такие как АО "Кубанский молочник", ЗАО "Тимашевское молоко", ООО "Краснодарское молоко", а также множество фермерских хозяйств, активно внедряющих современные цифровые технологии при производстве продукции. По данным Краснодарстата в 2024 году в крае было произведено 1 328 тыс. тонн молока. Основная доля произведенного молока пришлась на сельскохозяйственные организации – 64%.

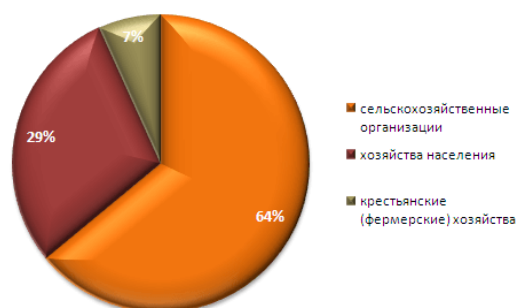


Рисунок 1 - Структура производства молока в Краснодарском крае
в 2024 году

<http://ej.kubagro.ru/2025/05/pdf/41.pdf>

Для переработки молока с целью получения молочной продукции как в малых формах хозяйствования, так и в крупных необходимы технические средства, производительность и мощность которых во многом зависит от исходных параметров. С целью оптимизации работы сепараторов, очистителей, пастеризаторов необходимы теоретические расчеты с дальнейшей проверкой экспериментальными исследованиями. А также в связи с необходимостью увеличения объемов производства и повышения качества продукции в молочной отрасли активно ведется применение программных продуктов для автоматизации технологических процессов доения и переработки молока. Современные системы управления позволяют контролировать состав и качество молока, оптимизировать работу оборудования и минимизировать потери сырья.

Одним из перспективных инструментов для автоматизации и анализа данных в молочной промышленности является язык программирования Python. Благодаря широкому набору библиотек и инструментов он применяется для обработки данных, моделирования технологических процессов и внедрения интеллектуальных систем управления. Использование Python в молочной индустрии открывает новые возможности для оптимизации производства и повышения его эффективности.



Рисунок 2 – Основной функционал языка Python

Цель исследования – автоматизации расчета пусковой мощности молочного сепаратора на языке программирования Python.

Задачи исследования:

– разработать блок-схему для расчета пусковой мощности молочного сепаратора;

– разработать программу на языке программирования Python для расчета пусковой мощности молочного сепаратора с применением библиотек Tkinter, matplotlib.

Методика расчета. Расчет пусковой мощности (усилия на рукоятке) молочного сепаратора рассчитывают с целью оптимизации конструкции; оценки нагрузки на пользователя; подбор оптимального передаточного числа сепаратора; определение износа деталей, автоматизации процесса. Теоретический расчет согласно существующей методике происходит по следующей формуле:

$$P = \frac{4,7}{R \times n_p \times \eta_m} \times \left(\frac{q \times a^2 \times T^2}{\pi \times l \times t} \times \omega^2 + \frac{c \times \rho \times v^3 \times F}{2} \right)$$

где

P - размер усилия на рукоятке (кг);

R – длина рычага рукоятки (м);

q – вес барабана (кг);

a – расстояние между нитями подвески (м);

T – период одного полного колебания барабана (сек);

l – длина подвесок (м);

ω – угловая скорость барабана (1 ÷ сек);

c – коэффициент, равный 0,03;

v – окружная скорость трущихся о воздух поверхностей барабана (м/сек);

n_p – число оборотов рукоятки (об/мин);

η_m – КПД передаточного механизма;

ρ – плотность воздуха (кг/м³);

F – наружная поверхность барабана (м²), определяемая по измерениям барабана;

t – период разгона барабана.

Автоматизированный расчёт пусковой мощности сепаратора, позволяет определить рациональный параметр пусковой мощности сепаратора при варьировании различных параметров: числа оборотов рукоятки, угловая скорости. Был разработан алгоритм, в соответствии, с которым выполнена блок-схема, представленная на рисунке 2.

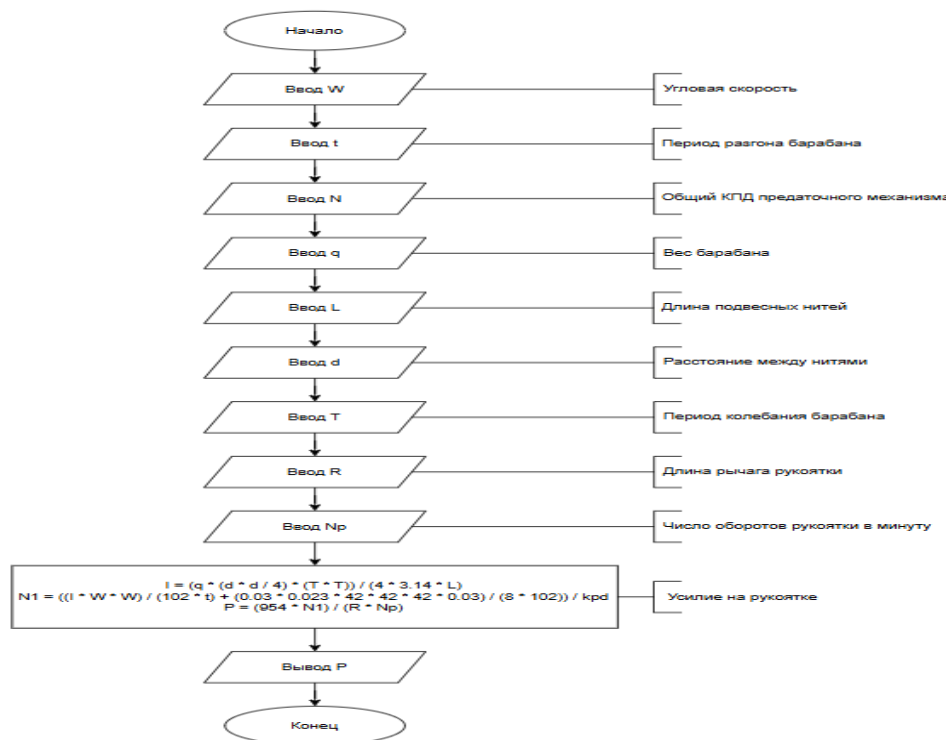


Рисунок 2 - Блок-схема

На рисунке 3 показан код, отвечающий за нахождение усилия на рукоять сепаратора:

```
def calculate_p(q, a, T, l, W, t, c, p, V, F, kpd, R, Np)
    I = round(((q * (a * a) * (T * T)) / (4 * 3.14 * l), 5)
    N1 = round((((I * W * W) / (102 * t)) + ((c * p * V * V * V * F) / (8 * 102)))
    / kpd, 3)
    P = round((954 * N1) / (R * Np), 1)
    return P
```

Рисунок 3- Код программы

```
def calculate():
    W = Gm_entry_end.get()
    W = W.replace('.', '')
    W = float(W)
    t = C_entry_end.get()
    t = t.replace('.', '')
    t = float(t)
    kpd = kpd_entry_end.get()
    kpd = kpd.replace('.', '')
    kpd = float(kpd)
    q = q_entry_end.get()
    q = q.replace('.', '')
    q = float(q)
    l = l_entry_end.get()
    l = l.replace('.', '')
    l = float(l)
    d = d_entry_end.get()
    d = d.replace('.', '')
    d = float(d)
    a = d / 2
    T = t_entry_end.get()
    T = T.replace('.', '')
    T = float(T)
    R = R_entry_end.get()
    R = R.replace('.', '')
    R = float(R)
    Np = Np_entry_end.get()
    Np = Np.replace('.', '')
    Np = float(Np)

    if enabled.get() == 1:
        global res
        Y, X = [], []
        w_start = Gm_entry_start.get()
        w_start = w_start.replace('.', '')
        w_start = float(w_start)
        w_end = W
        for W in range(int(w_start * 10000), int(w_end * 10000), int((w_end - w_start) * 10000 // 1000)):
            W = W / 10000
            I = (q * (a * a) * (T * T)) / (4 * 3.14 * l)
            N1 = (((I * W * W) / (102 * t)) + ((c * p * V * V * V * F) / (8 * 102))) / kpd
            P = (954 * N1) / (R * Np)
            X.append(W)
            Y.append(P)
        if X and Y:
            plt.plot(X, Y, 'g')
            plt.show()
            res_numb["text"] = 'График успешно построен'
```

Рисунок 4- Вид приложения расчета

На рисунке 5 представлен вид приложения при работе в режиме расчета, а на рисунке 6 – в режиме построения графиков. На рисунке 7 построенный программой график при вводе исходных параметров.

Сепаратор молока

☐ Сделать график

Угловая скорость 1/сек

Период разгона барабана сек

Общий КПД передаточного механизма

Вес барабана кг

Длина подвесных нитей м

Расстояние между нитями м

Период одного колебания барабана сек

Длина рычага рукоятки м

Число оборотов рукоятки в минуту об

Усилие на рукоятке:

Рассчитать усилие на рукоятке

Рисунок 5 – Вид приложения ввода исходных параметров

Сепаратор молока

☒ Сделать график Общий КПД

Угловая скорость 1/сек

Период разгона барабана сек

Общий КПД передаточного механизма от до

Вес барабана кг

Длина подвесных нитей м

Расстояние между нитями м

Период одного колебания барабана сек

Длина рычага рукоятки м

Число оборотов рукоятки в минуту об

Усилие на рукоятке:

График успешно построен

Построить график усилия на рычаге

Рисунок 6 – Вид приложения в режиме построения графика

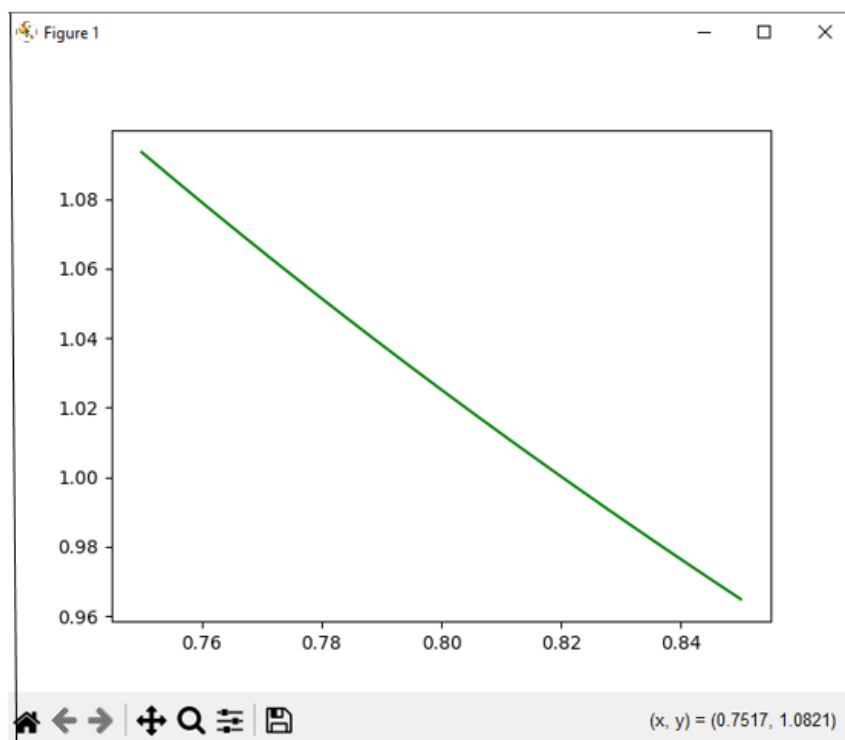


Рисунок 7 – График зависимости пусковой мощности от общего КПД передаточного механизма.

Заключение. В результате данной работы разработано специализированное приложение, позволяющее с высокой точностью определять величину усилия, прикладываемого к рукояти молочного сепаратора в процессе эксплуатации. Предложенное приложение обладает понятным интерфейсом и расширенным функционалом, включающим не только проведение точных вычислений, но и автоматическое построение наглядных графических зависимостей. Эти графики отображают изменение расчетного усилия в зависимости от варьирования различных параметров технологического процесса и конструктивных особенностей сепаратора, что существенно облегчает анализ рабочих характеристик оборудования. Разработанный инструмент сочетает в себе высокую точность математических расчетов с удобством визуализации результатов.

Список литературы:

1.Туманова, М. И. Автоматизация расчета производительности молочного сепаратора / М. И. Туманова, Ю. В. Фролов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 205. – С. 366-377. – DOI 10.21515/1990-4665-205-033.

References:

1.Tumanova, M. I. Avtomatizatsiya rascheta proizvoditel'nosti molochnogo separatora [Automation of calculation of milk separator productivity] / M. I. Tumanova, Yu. V. Frolov // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2025. - No. 205. - P. 366-377. - DOI 10.21515/1990-4665-205-033.