

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО МОДУЛЯ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ СМЕШИВАЕМЫХ НАПИТКОВ ТИПА «ЛОНГ»

Чернова И.В.¹, Поберезкин Н.И.²

¹ ТПУ, ИШИТР, гр.8Е02, e-mail: ivc12@tpu.ru

² ТПУ, ИШИТР, ассистент ОАР, e-mail: nip6@tpu.ru

Введение

В настоящее время в пищевой отрасли роботизированы многие этапы производства и доставки еды. В Томском политехническом университете ведется разработка системы роботизированного бара модульного типа [1]. В данной работе представлена разработка структуры роботизированного модуля по приготовлению коктейлей типа «Лонг».

Разработка структурной схемы

Разрабатываемый модуль (на рисунке 1) представляет из себя три подмодуля. Первый будет осуществлять функции хранения и разлива напитков. Второй будет осуществлять хранение и раздачу дополнительных ингредиентов для итоговых коктейлей. В третьем будет происходить замешивание коктейлей. Для точного налива напитков было принято решение использовать электромагнитные клапаны и датчики уровня жидкости, которые будут отмерять необходимый объем напитка. Для порционного добавления большинства ингредиентов требуется прокручивание механизма, состоящего из двух крышек, на определенный угол, поэтому использовать сервоприводы удобнее всего, так как они позволяют задавать угол поворота. Для замешивания ингредиентов в системе необходимо наличие миксера, который будет осуществлять вращение с помощью шагового двигателя и опускаться в стакан с помощью линейного привода. Однако данный подмодуль необходимо будет промывать. Осуществляться промыв будет с помощью электромагнитного клапана, который будет распылять воду на миксер. Чтобы быстро высушить миксер после промыва, решено было использовать вентилятор. Сервопривод используется для поворота данного подмодуля к месту обмыва. В напитки необходимо будет добавлять лед, поэтому для постоянного охлаждения бака со льдом, расположенным в подмодуле добавления ингредиентов, решено было использовать элемент Пельтье[2], для корректной работы которого необходим вентилятор. Так же необходимо будет останавливать стакан с напитком в определенных местах на конвейерной ленте, для этого будут использоваться датчики прерывания. С помощью монитора пользователь будет выбирать коктейль, данные о заказе будут передаваться на микропроцессор, который управляет остальными контроллерами подмодулей.

Исходя из всего многообразия датчиков и исполнительных устройств, более разумно будет разделить систему на три уровня управления. На верхнем уровне будет осуществляться заказ коктейлей и управление последующих двух уровней. На среднем уровне будет осуществляться контроль конвейерной ленты и последующая передача сигналов управления контроллерам нижнего уровня. На нижнем же уровне будет производиться контроль датчиков системы.

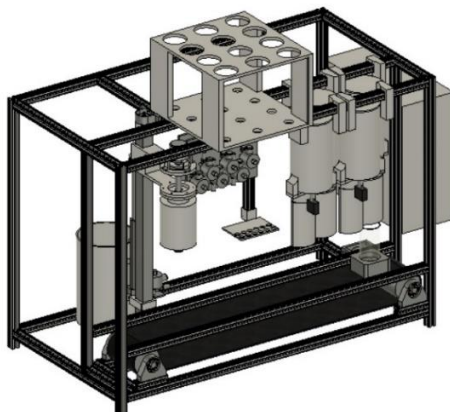


Рис. 1. 3D-модель роботизированного модуля

Исходя из описанного выше была сформирована структура роботизированной системы, представленная на рисунке 2. На ней используются следующие обозначения:

{K}- номер коктейля, выбранного пользователем; {F}- сигнал о завершении приготовления напитка; {E}-сигнал об ошибке; {S}- сигнал о начале приготовления коктейля; {I_n}- необходимые ингредиенты для приготовления коктейля; {V} – множество сигналов, поступающих с датчиков уровня жидкости; {P₁} – множество сигналов, поступающих с датчиков прерывания; {N} – количество оборотов двигателя; {φ_n} – значения угла поворота; {P_n} – множество сигналов, поступающих на реле для включения вентилятора; {P_k} – множество сигналов, поступающих на реле для включения электромагнитных клапанов; {P_L}- сигнал для управления линейным приводом; {ω_n} – значения угловой скорости, поступающей на драйвер управления; {D}- множество задающих значений направления вращения; {H}- сигнал для управления элементом Пельтье;

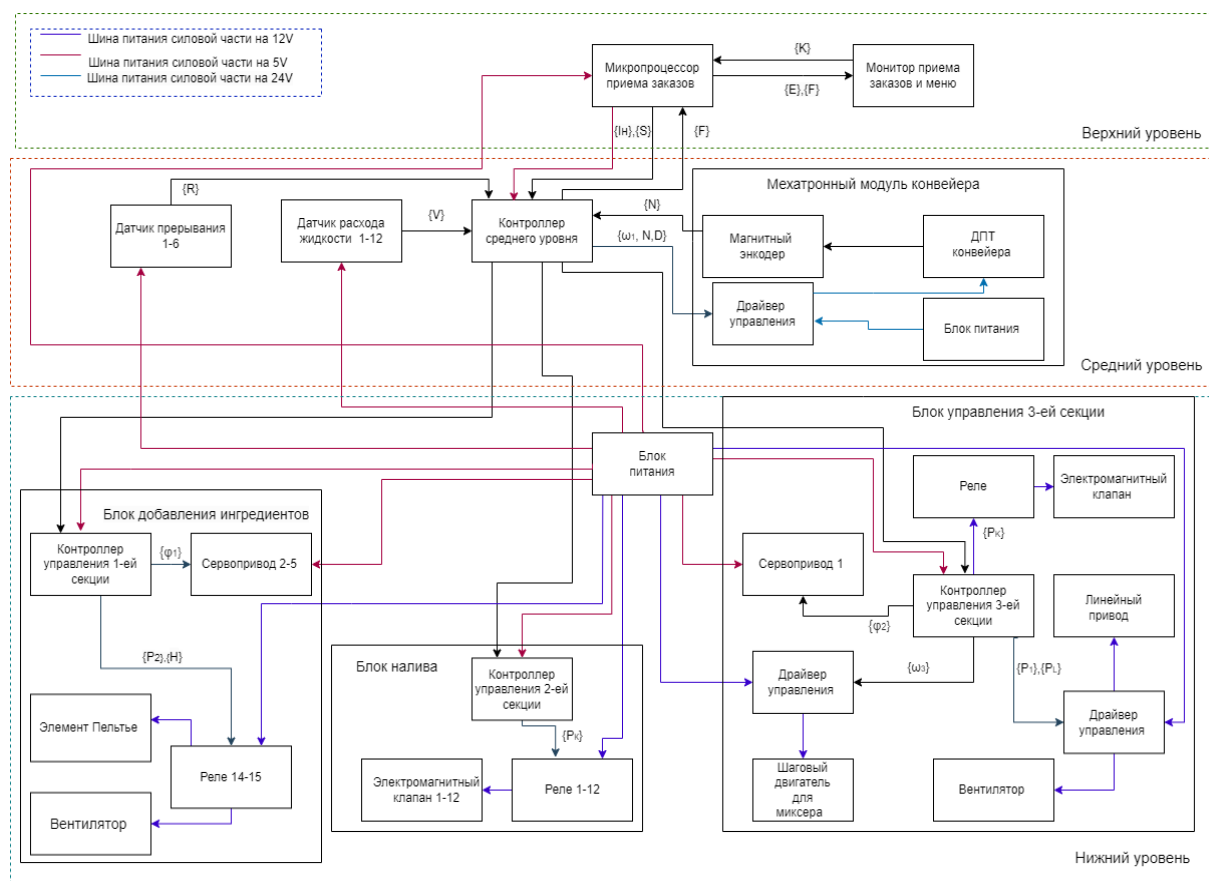


Рис. 2. Структурная схема роботизированного модуля по приготовлению смешиваемых напитков типа «Лонг»

После разработки структурной схемы необходимо произвести выбор элементной базы

Было решено начинать выбор устройств с привода конвейерного узла. Учитывая, что сила, действующая на стакан, равна силе трения скольжения, и что сила реакции опоры равна силе тяжести стакана и силе тяжести ленты, было составлено выражение[3]:

$$F = F_{\text{тр.с.}} = \mu_{\text{п}} * N = \mu_{\text{п}} * (F_{\text{тяж.с.}} + F_{\text{тяж.л.}}) = \mu_{\text{п}} * (m_{\text{с}} \cdot g + m_{\text{л}} \cdot g) \quad (1)$$

Поставив известные данные в выражение (1), была найдена сила:

$$F = 0,46 * (0,6 * 9,8 + 1,74 * 9,8) = 6,624 \text{ Н} \quad (2)$$

Зная значение силы, можно найти необходимый момент:

$$M = F * d \quad (3)$$

где d – кратчайшее расстояние от оси вращения до линии действия силы, называемое плечом силы.

Зная радиус барабана и подставляя значения в формулу (3), был получен необходимый момент.

$$M = 6,624 \cdot 0,05 = 0,3312 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4)$$

Также для выбора двигателя потребуется минимальное значение частоты вращения в об/мин. Для нахождения было применено выражение для связи линейной и угловой скоростей:

$$v = \omega * R \quad (5)$$

Получаем значение угловой скорости:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0,1}{0,05} = 2 \text{ рад/сек} \quad (6)$$

Подставляя необходимые данные, была найдена частота вращения:

$$n = \frac{\omega * 60}{2\pi} = \frac{2 * 60}{2 * 3,14} = 19,1 \text{ об/мин} \quad (7)$$

Мощность, развиваемая силой, определяется как:

$$P = M * \omega \quad (8)$$

Подставив в (7), полученное в (6) значение ω , была получена мощность.

$$P = 0,3312 * 2 = 0,6624 \text{ Вт} \quad (9)$$

В ходе проведения расчётов были получены следующие параметры двигателя: $M = 0,3312 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $P = 0,6624 \text{ Вт}$, $n = 19,1 \text{ об/мин}$.

После получения параметров был проведён анализ имеющихся приводов, результатом которого стал мотор редуктор 37GB-545-24[4] на основе двигателя постоянного тока. Основным преимуществом данного двигателя является простота управления и невысокая стоимость относительно других.

Заключение

Результатом проделанной работы стала полученная структура роботизированного модуля по приготовлению смешиваемых напитков типа «Лонг», вместе с этим, в рамках работы, был произведён расчёт и выбор привода для конвейерного узла.

Список использованных источников

1. Разработка концепции роботизированного бара модульного типа / Е. Е. Петрова // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 22-26 марта 2021 г., г. Томск / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники; под ред. Н. Г. Маркова [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2021. — С. 396-397. - URL: http://msit.tpu.ru/assets/digestArticles/msit_2021.zip
2. Элемент Пельтье [Электронный ресурс]. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Элемент_Пельтье.
3. Т.И Трофимова. Курс физики[Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k6/lit/docs/uchebnik/Trofimova_Kurs_fiziki.pdf
4. Мотор-редуктор 37GB-545-24 [Электронный ресурс]. - URL: https://aliexpress.ru/item/32870914386.html?sku_id=65462063310.