



УДК 629.12.001.2:656.66.

В.И. Самулеев, к.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
Т.Н. Гусакова, ст.преподаватель ФГБОУ ВО «ВГУВТ»,
А.И. Шомов, курсант НРУ
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова,5

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СУДОВЫМИ ШВАРТОВЫМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Ключевые слова: микропроцессор, процессор, микроконтроллер, электропривод, двигатель, шпиль, брашпиль, швартовые лебедки.

Аннотация: в статье рассматривается микроконтроллерная система управления электроприводом постоянного тока судовых швартовых устройств (брашпиля, шпиля, лебедки).

Увеличение грузооборота и снижение себестоимости перевозок являются задачами, стоящими перед работниками речного и морского транспорта. Все большее значение приобретает сокращение времени стоянки судов. В связи с этим необходимо, чтобы современные суда имели более удобные и надежные устройства для обеспечения стоянки в море, на рейде и у причалов; для посадки пассажиров; для приемки грузов; горючего, продуктов.

Важнейшими элементами оснащения судна, обеспечивающими его безопасную эксплуатацию, является якорно-швартовное устройство.

Для якорно-швартовых механизмов применяют три основные группы электроприводов: с двигателями постоянного тока, питающимися от сети; с двигателями постоянного тока, питающимися от автономных преобразователей; с двигателями переменного тока, питающимися от сети.

Современная технология якорно-швартовых операций предусматривает необходимость ручного управления и визуального контроля, для чего посты управления необходимо устанавливать в непосредственной близости от места проведения работ. Для управления якорно-швартовыми электроприводами широкое применение нашли контроллерная и контакторная, а также система Г-Д.

Контроллерная система управления применяется для управления двигателями постоянного тока и асинхронными двух-, трехскоростными двигателями с к.з. ротором мощностью до 20 кВт. Пуск, регулирование частоты вращения, реверс, торможение и остановка в данной системе производится посредством воздействия оператора на контроллеры.

Контакторная система управления применяется для управления электродвигателями постоянного тока и асинхронными двух- и трехскоростными двигателями при мощности от 20 до 80 кВт. Данной системой обеспечивается автоматизация процессов разгона и торможения электропривода, более совершенную работу электрической защиты. Комплектные контакторные станции управления иначе называют магнитными контроллерами. Магнитные контроллеры чаще всего устанавливаются под палубой и имеют брызгозащищенное исполнение. Дистанционное

управление магнитными контроллерами осуществляется командными аппаратами с заданной программой замыкания контактов, реализуемой при повороте рукоятки. Такие аппараты называются командоконтроллерами.

Система Г-Д по сравнению с системой контакторного управления дает увеличение массы примерно на 40% и поэтому применяется при мощности якорно-швартового привода выше 25% судовой электростанции или более 80 кВт. Система Г-Д выполняется с размагничивающей обмоткой на генераторе, чем обеспечивается смягчение механических характеристик, защита от перегрузок по току и ограничение мощности, потребляемой из сети. В настоящее время схема Г-Д для приводов большей мощности может быть успешно заменена системой «управляемый выпрямитель-двигатель».

В настоящее время может применяться микроконтроллерный способ управления скоростью вращения электродвигателей с помощью широтно-импульсной модуляции, так как он имеет ряд достоинств, такие как автоматическое поддержание скорости вращения, плавность регулировки и т.д.

Структурная схема электропривода якорно-швартового механизма (рис. 1) состоит из: блока питания, микроконтроллера, инвертера, электродвигателя постоянного тока, исполнительного механизма, обратной связи (датчик скорости) и органов управления.



Рис. 1. Структурная схема

Микроконтроллер формирует пульсацию с изменяющейся скважностью, которая затем поступает на базу силового транзистора. При работе двигателя, когда транзистор закрыт, ток ЭДС якоря идет через цепь диод – резистор. Диод препятствует прохождению тока по данной цепи при открытом транзисторе, Резистор подбирается таким образом, чтобы ток, идущий через цепь диод – резистор был равен или незначительно меньше номинального. Микроконтроллер сравнивает текущую скорость на валу электродвигателя, с заданной скоростью, и при несовпадении увеличивает или уменьшает скважность пульсирующих импульсов, тем самым увеличивая или уменьшая скорость вращения. Необходимая скорость задается с помощью нажатия кнопок.

На рис. 2 а показана принципиальная схема электропривода брашпиля с микроконтроллерным управлением. Цепь управления состоит из гасящего резистора R2, защитных конденсаторов C1, C2, стабилизатора напряжения LM7805, датчика скорости на элементе Холла SS441A, внешнего стабилизированного кварцевого генератора тактовых импульсов Q, C3, C4, микроконтроллера ATmega8, кнопок Kc1, Kc2. Силовая цепь состоит из кнопки «Пуск» S1, реверсора S2, S3, обмотки возбуждения ОВ, силового транзистора VT1, диода VD1, резистора R1, якорной обмотки электродвигателя.

Например, при брашпиле с приводным двигателем ДПМ 31, мощностью 14,5 кВт, частотой вращения 1310 об/мин и сопротивлением обмотки якоря 0,19 Ом значение электронных компонентов будет следующим:

- VD1 – ДЧ223 250А 100-2400В
- R1 = 150Ом
- R2 = 17,6 Ком
- Q = 4МГц

VT1 – IRGPS66160DPBF – транзистор IGBT, 600В, 160А.

С целью проверки и уточнения параметров электропривода, а также проверки и уточнения кода программы была изготовлена макетная установка, схема которой показана на рис. 2 б. Цепь управления в ней остается неизменной, только убирается за ненадобностью гасящий резистор R2. В силовой цепи напряжение питания 9 вольт, биполярный транзистор КТ961, резистор R1 10 КОм, электропривод вентилятора охлаждения AD1212MS-A70GL. Для получения информации о скорости вращения, заданной скорости и скважности используется LCD индикатор МТ-16S2D, на который выводятся данные параметры.

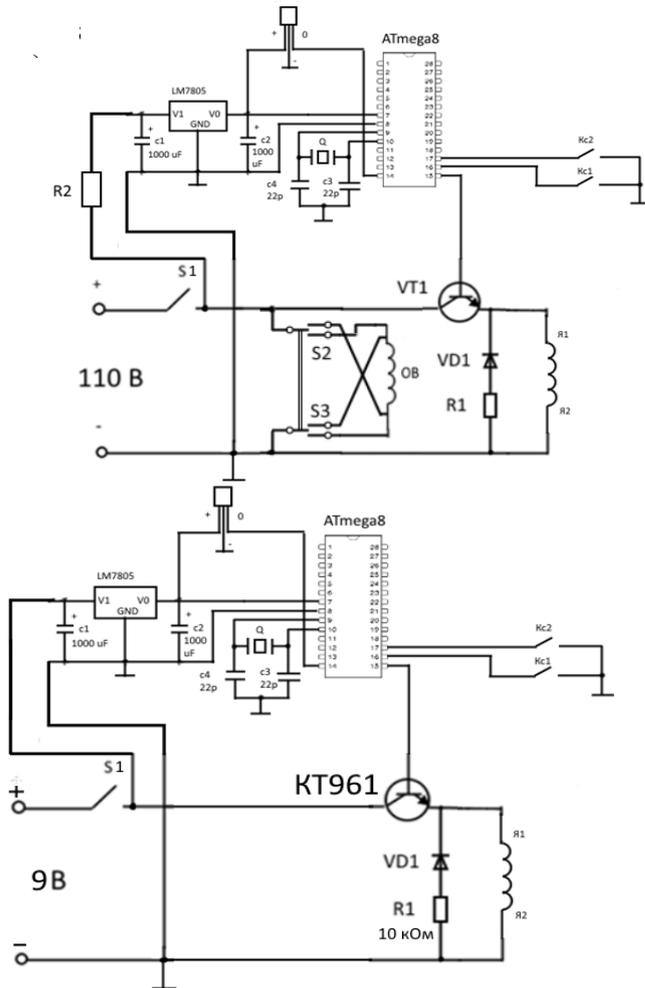


Рис. 2. Принципиальные схемы электропривода:
а) брашпиля; б) макета

Для микроконтроллера ATmega8 была написана программа на языке Си, которая автоматически поддерживает заданную скорость вращения. Алгоритм данной программы показан на рис. 3

Время, за которое считается скорость вращения достаточно велико (0,1 с), поэтому и значение счетного регистра OCR1A изменяется на 20 (что тоже является не желательным, но необходимым для быстродействия), в электроприводе желательно сконструировать повышающий редуктор таким образом, чтобы за 1 мс на счетчик TCNT0 поступало примерно 100 импульсов при номинальной частоте; при задержках в 1 мс изменять значение сравнительного регистра можно на 1, тем самым будет достигнута высокая точность поддержания частоты.

Данная система автоматического контроля скорости может применяться для управления судовыми швартовыми электроприводами при замене электронных компонентов силовой сети и небольшого изменения кода в местах задержки, а также

может получить применение в автоматических швартовых лебедках, что значительно облегчает труд судовых команд и повышает надежность швартовых операций.

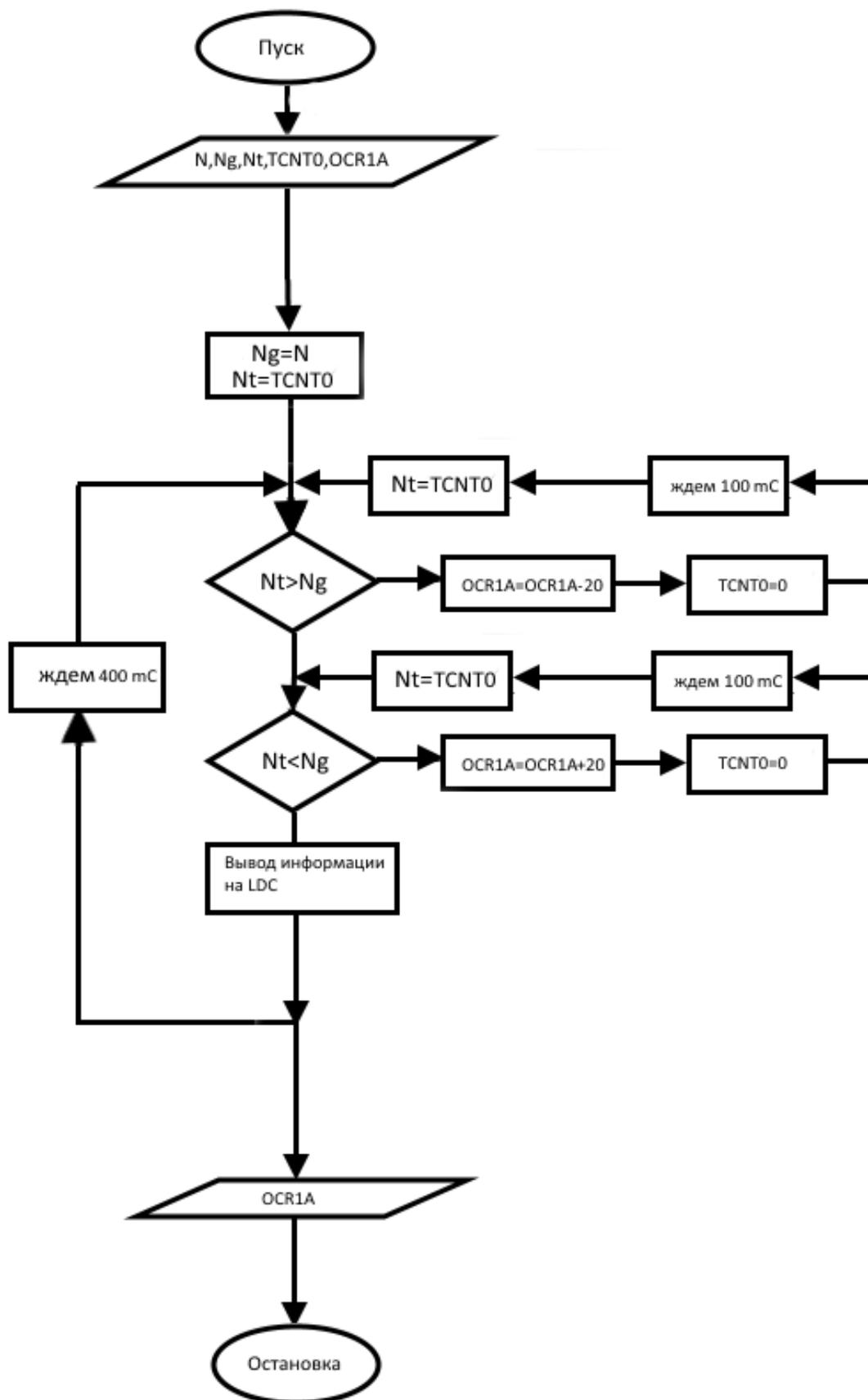


Рис. 3. Алгоритм

Список литературы:

- [1]. Самулеев В.И, Устюгов Н.А Электроприводы якорно-швартовых механизмов. Издательство ФГОУ ВПО «ВГАВТ» 2006. - 89 с.
- [2]. В. С. Прокопенко Программирование микроконтроллеров ATMEЛ на языке С. – К.: «МК-Пресс», СПб.: «КРОНА-ВЕК», 2012. – 320 с.
- [3]. К. Б. Алексеев, К. А. Палагута Микроконтроллерное управление электроприводом: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2008. – 298 с.
- [4]. Бабаев А.М. Ягодкин В. Я. Автоматизированные судовые электроприводы. – М.: Транспорт, 1986. – 448с
- [5]. Российский Речной Регистр. Правила (в 5 т.). Т.1 – М: Марин инжинеринг сервис 2015. – 329 с.
- [6]. Российский Речной Регистр. Правила (в 5 т.). Т.2 – М: Марин инжинеринг сервис 2015. – 432 с.

MICROCONTROLLER CONTROL SYSTEM SHIPBOARD MOORING ELECTRIC DRIVES.

V.I. Samuleev, T.N. Gusakova, A.I. Shomov.

Key words: microprocessor, processor, microcontroller, electric drive, engine, spire, windlass, mooring winches.

Annotation: in this article considered the microcontroller control system of DC electric drive of ship's mooring devices (windlass, spire, winch).