

## ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ГЛАВНОГО ДИЗЕЛЯ СУДНА

**Назарук А. В., студ.; Федюк Р. В., доц., к.т.н., доц.**

*(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)*

Автоматическое управление технологическими процессами является одним из главных направлений научно-технического прогресса на морском транспорте.

Автоматизация судовой энергетической установки обеспечивает безопасное управление, решает задачи экономичности работы и производительности труда.

На автоматизированном судне безопасность, надежность и экономичность работы судовой энергетической установки зависит не только от технического состояния основного оборудования, но все в большей степени определяется эффективностью судовой АСУ, качеством взаимодействия судового механика со средствами автоматизации, уровнем его профессионального мышления.

Дизельные установки современных морских судов обеспечивают движение судна с требуемой скоростью, снабжают электрической и тепловой энергией различных потребителей. Условия движения судна и работы главного дизеля и вспомогательных механизмов не остаются постоянными в связи с изменением состояния моря и погоды, фарватера и района плавания, производственных заданий и рабочих режимов. При этом должны обеспечиваться высокая экономичность, надежность и длительность работы отдельных агрегатов и судовой энергетической установки в целом в соответствии с правилами технической эксплуатации. Выполнение этих требований в сочетании с повышением производительности и улучшением условий труда судовых экипажей возможно в результате автоматизации процессов судовой энергетической установки.

Автоматизация силовой энергетической установки значительно изменила функциональные обязанности судовых механиков и обеспечила переход к безвахтенному обслуживанию машинного отделения. Судовые службы технической эксплуатации получили возможность больше внимания уделять ТО и ремонту оборудования. Вместе с тем, возросла ответственность судовых механиков за принятие правильных решений в результате оперативного анализа данных системы отображения информации, образованной совокупностью приборов, мнемосхем и дисплеев ЦПУ.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики объекта управления.

Главный судовой двигатель как объект (ОР) регулирования частоты вращения вала представлен на рис. 1 в виде звена с входными и выходными параметрами. За выходной параметр принята частота вращения  $n$ , т.е. число оборотов вала двигателя в минуту. Входными параметрами будем считать:

- внешнее возмущающее воздействие  $s$  как фактор условий работы судна, определяющих степень нагружаемости ГД со стороны потребителя мощности;
- регулирующее воздействие  $h$  в виде индекса положения рабочего органа, определяющего цикловую подачу топлива в цилиндры дизеля.

Уравнением динамики главного двигателя назовём уравнение, связывающее его входные и выходные параметры и описывающее поведение двигателя в переходных процессах.

В отношении рассматриваемого объекта возьмём основное уравнение динамики вращательного движения:

$$J \frac{d\omega}{dt} = M \quad (1)$$

где  $J$  – приведённый к оси вращения момент инерции двигателя и всех, связанных с его валом масс, включая присоединённые к гребному винту массы воды, кг м<sup>2</sup>;

$\omega$  – угловая скорость вращения вала двигателя, с<sup>-1</sup>;

$M$  – результирующий момент всех действующих на его валу сил, Н м.

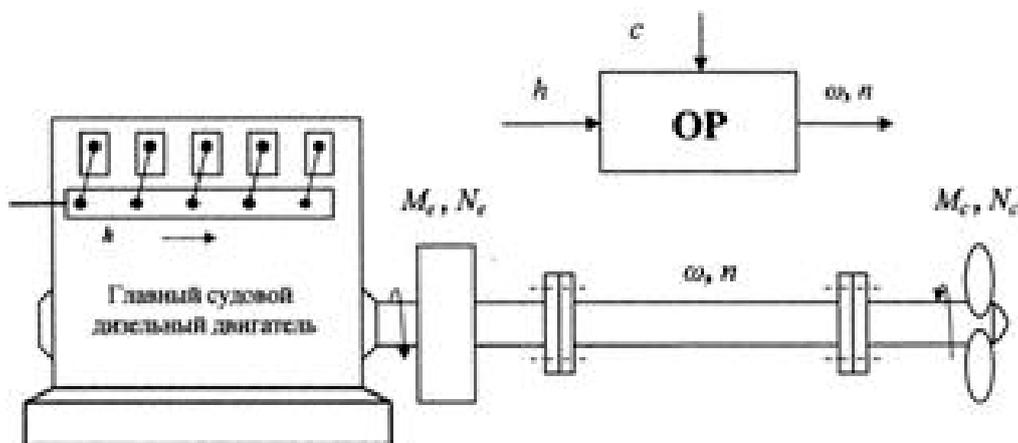


Рисунок 1 – Принципиальная схема пропульсивной энергетической установки судна и функциональное представление главного дизельного двигателя как объекта регулирования частоты вращения вала

Поскольку на практике при эксплуатации судна контроль частоты вращения главных двигателей принято осуществлять в количестве оборотов за минуту, поэтому целесообразно в уравнении (1) угловую скорость  $\omega$  выразить через число оборотов  $n$ , воспользовавшись соотношением:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} \quad (2)$$

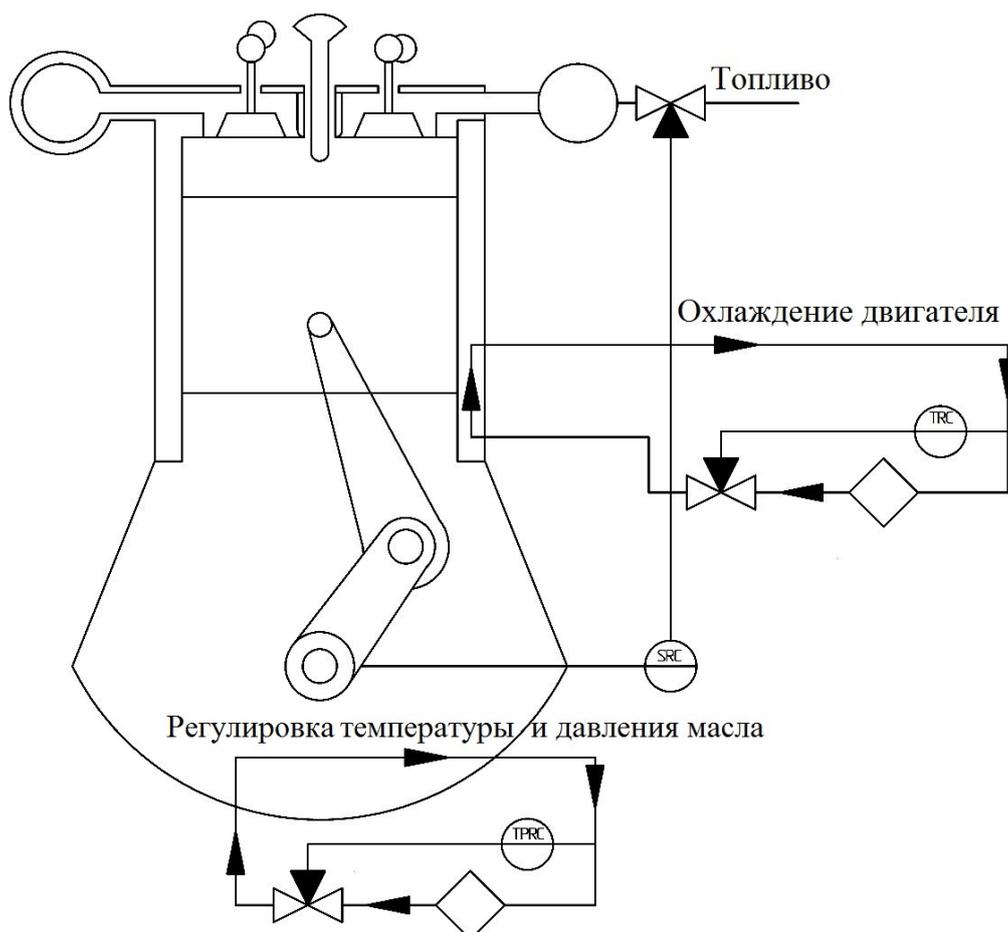
где  $n$  – частота вращения вала двигателя, мин<sup>-1</sup>.

Вместе с этим, результирующий момент  $M$  определим наиболее простым образом как алгебраическую сумму эффективного момента  $M_e$ , развиваемого двигателем, и момента сил сопротивления  $M_c$ , т.е. потребителя механической энергии, которые действуют на корпус и воспринимаются гребным винтом при движении судна.

Описание существующей системы автоматизации и ее недостатков.

Системы ДАУ главными двигателями относятся к числу основных систем автоматизации. В состав дизельной установки входят сам дизель и системы, обеспечивающие его функционирование, — системы пуска, реверса, смазки, охлаждения, топливоподачи, наддува, управления. Безаварийная и экономичная работа дизельной установки возможна при условии автоматического контроля и управления основными рабочими параметрами дизеля.

К рабочим параметрам, по которым осуществляется автоматическое регулирование, защита и сигнализация, относятся: температура атмосферного воздуха  $T_0$ , наддувочного воздуха во впускном коллекторе  $T_k$ , выпускных газов по цилиндрам и средняя за газовой турбиной  $T_r$ , пресной воды на входе  $O_{в1}$  и на выходе  $O_{в2}$ , смазочного масла на входе  $O_{м1}$  и на выходе  $O_{м2}$ ; давление атмосферного воздуха  $p_0$ , воздуха во впускном коллекторе  $p_k$ , смазочного масла  $p_m$ , газов в выпускном коллекторе  $p_r$ , охлаждающей воды  $p_v$ ; крутящий момент  $M$  и частота вращения  $n$  коленчатого вала. На рис. 2 представлена обобщенная схема автоматического контроля и регулирования дизеля.



*Рисунок 2 – Обобщенная схема автоматического контроля и регулирования дизеля*

Контроль за температурой и давлением осуществляется через соответствующие датчики. Для управления величинами крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала служит общий регулирующий орган — **топливодозирующая аппаратура дизеля**. Причем в установившихся режимах работы регулятор частоты вращения поддерживает заданный скоростной режим, изменяя подачу топлива на цикл в соответствии с изменением нагрузки на дизель.

Несмотря на взаимное влияние основных рабочих параметров, большая инерционность дизеля по отношению к взаимосвязанным параметрам позволяет создавать системы их несвязанного регулирования.

Системы автоматизированного управления дизельными установками обеспечивают автоматическое выполнение как минимум следующих операций: пуск, вывод на заданный скоростной режим, остановку, реверс.

Судовая энергетическая установка является наиболее ответственным и сложным комплексом, обеспечивающим движение судна и функционирование всех судовых систем и механизмов. Однако условия работы в машинном отделении негативно воздействуют на организм экипажа (высокий уровень шума, вибрация, загрязненный воздух и наличие в нем опасных веществ повышенные температура и влажность и т.д.). Кроме того, косвенное (через механика) управление этой установкой с мостика при выполнении маневров скоростью уступает по быстрдействию непосредственному прямому управлению ей. В экстремальных ситуациях это может стать причиной аварии. Этим объясняется переход на флоте к безвахтенному (автоматизированному) обслуживанию систем и механизмов ГДУ и к непосредственному с мостика управлению ей. Автоматизация процессов управления скоростью движения определяется также необходимостью повышения эффективности эксплуатации судов.

Целью создания САУ является повышение КПД двигателя, уменьшение удельного расхода топлива и, следовательно, удешевление рейса, а также предотвращения вредных последствий для здоровья экипажа.

Для судовых главных дизелей основными функциями их систем автоматизации являются:

- контроль и регулировка рабочих параметров в автоматическом режиме;
- поддержание основных движительных механизмов в рабочем состоянии;
- пуск, остановка, реверс, и изменение частоты вращения ГД;
- изменение частоты вращения ГД по временным программам, обеспечивающим отсутствие тепловых перегрузок дизеля;
- аварийное изменение частоты вращения ГД с максимально возможной скоростью;
- аварийная остановка ГД с постов управления или по сигналам из системы защиты;
- снижение частоты вращения ГД до безопасного уровня по сигналам из системы защиты;
- контроль состояния системы автоматизации ГД как при работающем, так и при неработающем дизеле;
- исполнительная (световая), аварийная и аварийно-предупредительная (световая и звуковая) сигнализации.

Устройство и алгоритмы работы системы автоматизации главного дизеля должны обеспечивать выполнение приведенных выше функций системы.

Использование разработанной системы управления приведет к:

- устранению влияния вредных факторов на рабочий персонал;
- повышению КПД двигателя;
- уменьшения расхода топлива и как следствие к экономической выгоде.

Условия работы в машинном отделении пагубно влияют на организм экипажа, таким образом после разработки системы управления время пребывания экипажа в машинном отделении снизится до минимума, а также повысится производительность главного двигателя.

В ходе работы был проведен анализ объекта управления – главного судового двигателя. Были выявлены такие основные проблемы, требующие проектирования системы автоматизации, как: условия работы в машинном отделении негативно воздействуют на организм экипажа. В ходе анализа были сформулированы цели создания системы автоматизации, описаны функции и задачи будущей системы автоматизации, а также выдвинуты основные требования функциональности, безопасности, надежности, производительности и пригодности к эксплуатации.

#### Перечень ссылок

1. Ланчуковский, В. И. Автоматизированные системы управления судовыми дизельными и газотурбинными установками / В. И. Ланчуковский, А. В. Козьминых. – Москва: Транспорт, 1990. – 593 с.
2. Проектирование пропульсивной установки судов с прямой передачей мощности на винт / В. П. Шостак [и др.]. – Николаев: Транспорт, 2003. – 500 с.
3. Гогин, А. Ф. Судовые дизели: учебник для речных училищ и техникумов водного транспорта / А. Ф. Гогин, Е. Ф. Кивалкин, А. А. Богданов. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1988. – 439 с.
4. Самсонов, В. И. Двигатели внутреннего сгорания морских судов / В. И. Самсонов, Н. И. Худов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1990. – 368 с.
5. Грицай, Л. Л. Справочник судового механика / Л. Л. Грицай. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Транспорт, 1973. – 1376 с.