

---

---

# СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

---

---

УДК 621.311.22

**А.А. Панасенко, В.С. Данилов**

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,  
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ СУДОМЕХАНИКОВ ПОСРЕДСТВОМ ВВЕДЕНИЯ НОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ

*Целью данной статьи является анализ задач, которые могут решаться на тренажере СЭУ, и выработка на основе этого анализа рекомендаций по необходимости введения в учебный курс дополнительных упражнений и соответствующего программного обеспечения.*

**Ключевые слова:** *пропульсивный комплекс, параметры главного двигателя, возмущающие воздействия.*

**A.A. Panasenko, V.S. Danilov**

## THE THERMAL EFFICIENCY OF POWER PLANTS UNDER THE SINUSOIDAL PERTURBATION LOAD

*The purpose of this article is the analysis of tasks that can be solved on the simulator EMS, and to develop, on the basis of this analysis, recommendations for necessary the introduction training course additional upraise deposits and associated software.*

**Key words:** *propulsive complex, parameters of the main engine, the revolting influences.*

Методы практической подготовки судовых механиков, основанные на постепенном накоплении опыта во время плавания и стоянки, нерациональны. Так, на практическую подготовку (плавпрактику) вахтенного механика в среднем уходит минимум один год согласно программе обучения плюс работа кадетом (junior) в судоходной компании. Согласно опросам действующих механиков, они уверенно чувствовали себя механиком примерно через год работы в должности. В пользу тренажеров может служить следующий факт: при обучении на реальных объектах невозможно создать все возможные критические ситуации, с которыми обучающийся может встретиться на практике [1, 2, 3].

Тренажер СЭУ, предназначенный для подготовки вахтенного механика, должен обеспечивать:

- ознакомление с рабочим местом вахтенного механика, размещением и взаимным расположением всех приборов и элементов управления;
- изучение характеристик судовой энергетической установки во всех режимах;
- отработку последовательности запуска механизмов;
- изучение судовых систем управления и приборов;
- тренировку по выполнению совокупности действий при работе двигательной установки в особых режимах;
- тренировку в аномальных условиях при отказах двигательной установки и других неисправностях;
- отработку последовательности корректирующих воздействий.

Рассмотрим кратко сущность второй из вышеперечисленных решаемых на тренажере задач.

Процесс обучения на тренажере осуществляется с учетом того, что для судомеханика основным средством контроля и управления системой движения является пульт в центральном посту управления (ЦПУ). Инструктор или обучающийся с помощью телеграфа или других органов управления, сосредоточенных на пульте в ЦПУ, воздействует на систему движения судна. В соответствии с программой, заложенной в память вычислительной машины (компьютера), датчики на пульте в ЦПУ реагируют на эти команды. Многократные повторения команд в различных комбинациях помогают усвоить судомеханикам весь комплекс изменений в системе движения. Для повышения эффективности занятий используются пояснительные лекции.

В процессе практического обучения инструктор по своему усмотрению вводит в программу вычислительной машины команды, выполнение которых обеспечивает имитацию внешних условий плавания или возникающих в системе отказов. Нарушения нормальной работы системы отражаются на мнемосхеме, в показаниях контрольных датчиков и сигнальных устройств машинного пульта. В таких ситуациях судомеханики получают возможность проявить свою находчивость и знания, принимая решения, направленные на исправление ситуации. Возможности дистанционного контроля и управления СЭУ привнесли новые элементы в характер работы вахтенного механика судна. Вместо использования своих субъективных ощущений механик все более полагается на показания приборов и устройств систем управления. Как это ни парадоксально, но в этой связи все более возрастает роль человека-оператора в принятии правильного решения, что предполагает необходимость функциональной и психологической подготовки персонала, участвующего в управлении сложными технологическими процессами. Изменение характера несения вахты, использования компьютерной техники требуют новой, более совершенной подготовки инженеров-судомехаников.

Для обеспечения учебного процесса, а также для повышения квалификации инженеров-механиков используются тренажеры машинного отделения.

Один из них – тренажер Dieselsim DPS100, выпускаемый фирмой Norcontrol A.S. (Норвегия), используется на судомеханическом факультете Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского.

В качестве имитационной модели рассматривается энергетическая установка танкера дедвейтом 185000 т и мощностью главной ЭУ 17.4 MW. Обучение на тренажере в значительной мере повышает качество преподавания, способствует развитию навыков самостоятельной и творческой работы обучающихся, ускоряет получение знаний в области практической эксплуатации судового оборудования без существенных затрат материальных средств и времени.

Для ознакомления с тренажером DieselSim DPS100 ниже приведены характеристики *главной пропульсивной установки*:

дедвейт судна .....	185000 т;
тип двигателя.....	V & W 6L90 GFCA;
тип продувки .....	прямоточно-клапанная;
число цилиндров .....	6;
тактность .....	двухтактный;
диаметр цилиндра .....	900 мм;
ход поршня .....	2180 мм;
максимальная мощность на валу .....	17 400 кВт;

номинальная частота вращения.....	94 мин <sup>-1</sup> ;
среднее эффективное давление.....	13 бар;
среднее индикаторное давление.....	13,9 бар;
давление наддува (избыточное).....	1,9 бар;
расход топлива при номинальной нагрузке.....	3,45 т/ч;
удельный эффективный расход топлива при номинальной нагрузке.....	200 г/(кВт ч).

Система наддува оборудована двумя ГТН с постоянным давлением перед турбиной.

Система охлаждения:

поршней –	маслом;
форсунок –	топливом;
втулок и крышек цилиндров –	пресной водой.

В состав СЭУ входят также соответствующие насосы, охладители, подогреватели и т.д., необходимые для нормального функционирования СЭУ.

Эргономическая характеристика тренажера включает как визуализацию информации о параметрах СЭУ как при помощи стрелочных приборов на панели ЦПУ и местных пультах управления, так и на дисплее в ЦПУ в буквенно-цифровой форме. Вся информация представляется на английском языке.

При управлении главным двигателем (ГД) основным требованием, предъявляемым к выбору того или иного режима работы пропульсивного комплекса, является обеспечение работы ГД в поле режимов, гарантированных заводом-изготовителем. Важно, чтобы обучающийся на тренажере понимал, что оптимальный режим работы в конкретных условиях плавания – это обеспечение наиболее благоприятного рабочего процесса двигателя с точки зрения надежности и экономичности его работы. Для этого необходимо, чтобы двигатель не выходил за пределы ограничительных характеристик и не входил в зону ненадежной работы [3]. К сожалению, на тренажере (или в фирменной инструкции по тренажеру) отсутствуют рекомендации по ограничительным характеристикам. Поэтому стоит задача их определения.

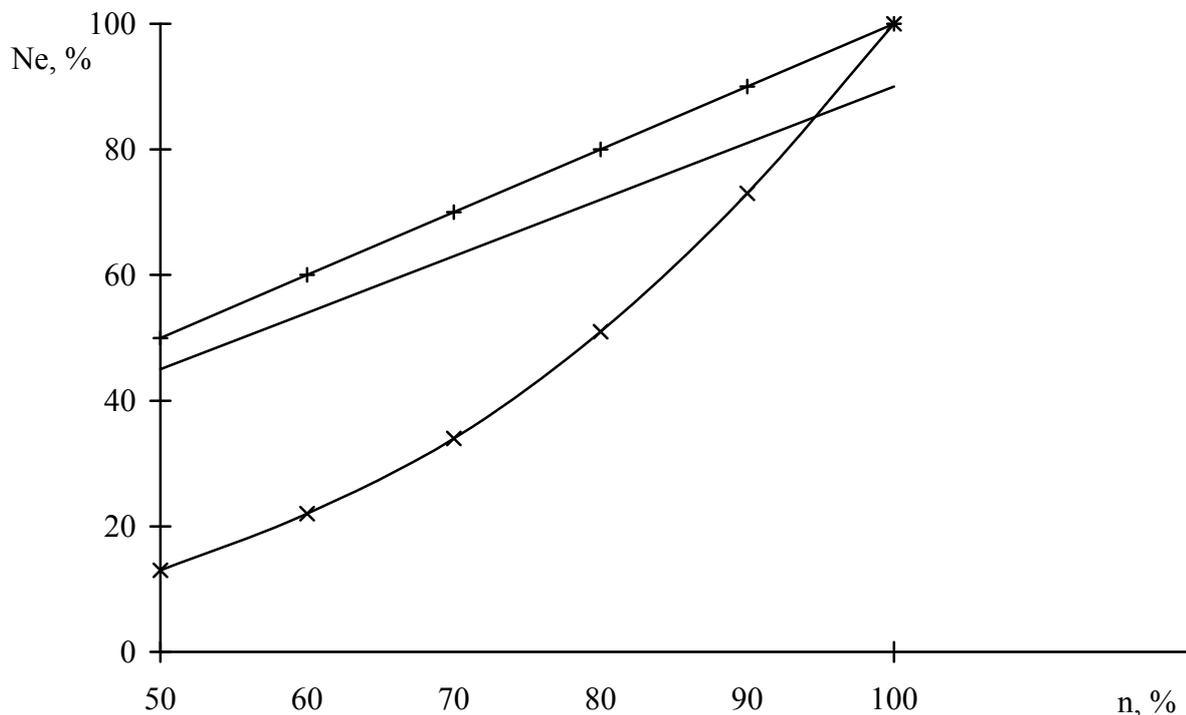
Для исследования возможности применения новых упражнений на тренажере авторами статьи были поставлены эксперименты по снятию ограничительных характеристик главного двигателя.

Для фиксации выхода двигателя за пределы ограничительных характеристик использовались индикаторные сигнальные лампы на панели управления ГД в ЦПУ. Первая индикаторная лампа «TORQUE LIMIT» загорается (срабатывает) при выходе момента двигателя за допустимые пределы при фактической частоте вращения. Вторая индикаторная лампа «SCAV AIR LIMIT» загорается (срабатывает) при выходе коэффициента избытка воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, за допустимые пределы при фактическом давлении наддува. Третья индикаторная лампа «TERMAL LIMIT» загорается (срабатывает) при недопустимой тепловой напряженности в цилиндрах дизеля.

Снятие ограничительных характеристик дизеля осуществлялось изменением скоростного режима при помощи рукоятки телеграфа и изменением нагрузки двигателя (введением ледового сопротивления и степени загрузки судна).

На рисунке изображены снятые ограничительные характеристики двигателя. При снятии характеристик отмечено, что ограничение по давлению наддува возникает только при разгоне двигателя (изменении скоростного режима при помощи рукоятки телеграфа).

Таким образом, с курсантами и слушателями необходимо проводить занятия по снятию и анализу ограничительных характеристик.



Зависимость мощности двигателя при изменении частоты вращения для номинальной винтовой характеристики  $\times$ , допустимого момента двигателя  $+$ , без отметок – для допустимой тепловой напряженности дизеля

The dependence of the power of the engine when changing frequency-of-rotation for the nominal screw specifications the allowable torque of the engine is, without marks for allowable thermal stress diesel

### Список литературы

1. Соболенко А.Н. Тренажерная подготовка инженеров судомехаников в вузе // Вопросы повышения эффективности судовых технических средств: тез. докл. регион. науч.-техн. конф. – Владивосток, 1990.
2. Вагабов И.И., Корнейчук Ю.А., Соболенко А.Н. Тренажер Дизельсим – уникальное средство приведения компетентности судовых механиков в соответствии с требованиями конвенции ПДНВ 78/95 // Региональная кадровая политика и механизм ее реализации в Дальневосточном федеральном округе: материалы регион. науч.-практ. конф. – Владивосток, 2002. – С. 41–44.
3. Соболенко А.Н. Теоретические основы безопасной эксплуатации судовых дизелей. – Владивосток: Дальнаука, 2001.

**Сведения об авторах:** Панасенко Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: Panasenko2005@yandex.ru;  
Данилов Виктор Сергеевич, инженер, e-mail: dvs\_4591@mail.ru.