

Практическое занятие №24.

Анализ ограничительных характеристик

1. Цель работы.

Ознакомится с ограничительной характеристикой судового дизеля.

2. Содержание работы.

Исследовать и изучить ограничительную характеристику судового дизеля.

Выполнить эскиз ограничительной характеристики.

Рассмотреть и описать зоны длительной и кратковременной работы двигателя.

Ответить на контрольные вопросы.

Составить отчёт.

Включить в отчёт эскиз ограничительной характеристики

Ответы на контрольные вопросы

3. Основные теоретические положения.

Изображение характеристик двигателя в логарифмических шкалах

Эффективная мощность N_e дизельного двигателя пропорциональна среднему эффективному давлению p_e и частоте вращения n .

$$N_e = c p_e n,$$

где c – постоянный коэффициент

Если p_e постоянна, мощность пропорциональна частоте вращения

$$N_e = c n^1, \text{ (при } p_e \text{ постоянной)}$$

При работе двигателя на ВФШ мощность равна

$$N_e = c n^3 \text{ (при работе на ВФШ)}$$

Таким образом эффективная мощность может быть выражена как функция от частоты вращения n в степени i .

$$N_e = c n^i$$

После логарифмирования этого уравнения получим вида

$$y = ax + b,$$

а именно

$$\log(N_e) = i \log(n) + \log(c)$$

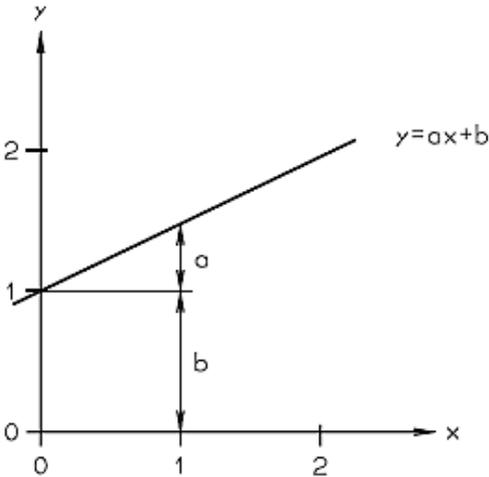


Рис. 1. Прямая линия в линейных шкалах

$$y = \log(N_e)$$

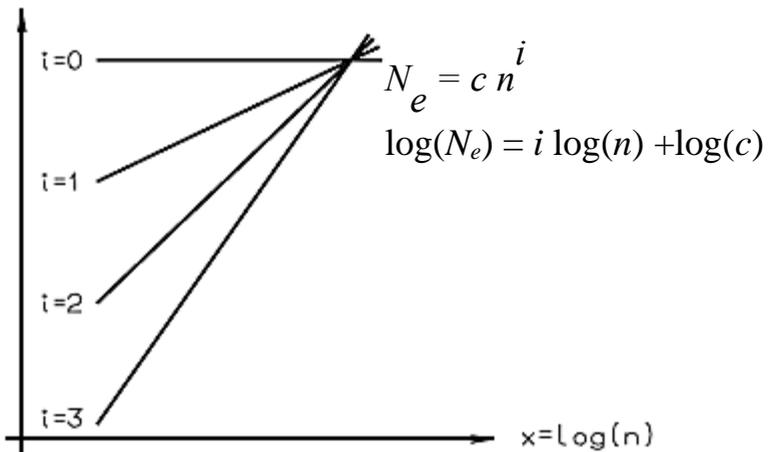


Рис. 2. График мощности в логарифмических шкалах

Таким образом винтовая характеристика будет прямая линия, имеющая наклон $i = 3$ и линии с постоянным средним эффективным давлением, будут линии с наклоном $i=1$.

Назначение

Работа по внешней характеристике и в зонах малых оборотов и нагрузок представляет определенную **опасность** в связи с ростом **тепловых** и **механических** нагрузок. Поэтому двигателистроители накладывают определенные ограничения на развиваемое двигателем *среднее эффективное давление* на всем допустимом диапазоне оборотов. При этом **главным** аргументом является стремление сохранить **теплонапряженность** двигателя на допустимом уровне исходя из обеспеченности его **воздухом**, необходимым для полного и своевременного сгорания топлива. Естественно, что при назначении положения ограничительных характеристик двигателистроитель стремится сохранить на допустимом уровне и уровень **механических напряжений**. Из наименования «ограничительные характеристики» следует, что они **ограничивают зоны, допустимые для длительной или кратковременной работы** (на рис. 1, линии 4 и 5). Отметим, что рисунок построен в логарифмических координатах, позволяющих параболические кривые заменять отрезками прямых линий.

Зона длительной работы

Ограничительная характеристика при любой частоте вращения в диапазоне от n_{min} до n_{max} определяет максимально допустимые для длительной работы значения *среднего эффективного давления*, а значит, и мощности, которые двигатель может развивать при *данном* скоростном режиме (напомним, что $N_e = C p_e n$). Согласно рис. 1 в области частоты вращения (97-100%) $n_{спец}$ допускается работа при давлении $p_e = p_{e_{спец}} = 100\%$ (линия 5), но если режим переходит в область меньшей частоты вращения, то работа с $p_e \sim p_{e_{спец}}$ уже недопустима. Нужно снижать давление p_e руководствуясь положением ограничительной характеристики (линия 4), что означает **необходимость уменьшения цикловой подачи** топлива. Отмеченное требование вызывается ухудшением снабжения двигателя **воздухом** при снижении скоростного режима, что, в свою очередь, вызывает снижение

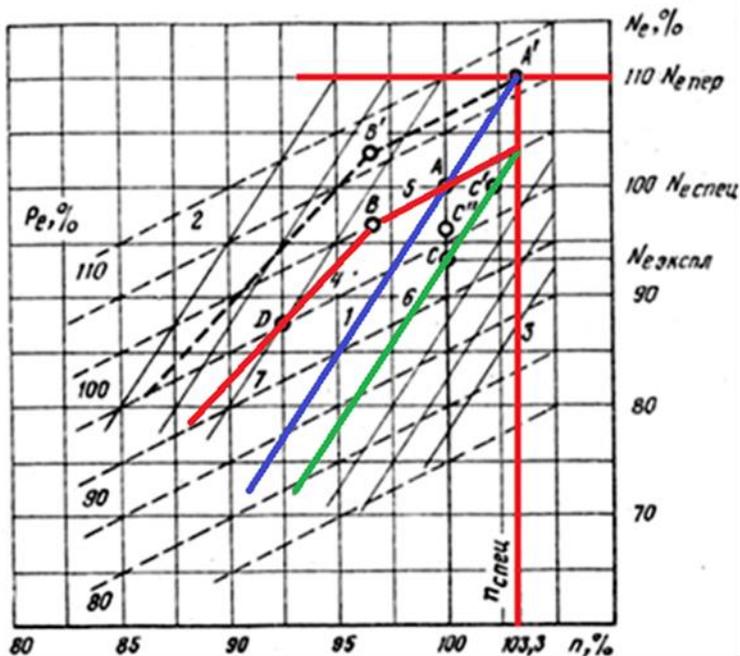


Рис.1. Ограничительные характеристики двигателя

коэффициента избытка воздуха, а также ухудшение сгорания топлива и возможный рост **тепловых напряжений** в деталях ЦПГ. Если же при снижении частоты вращения уменьшать подачу топлива в цилиндры и соответственно давление p_e как это диктует ограничительная характеристика 4, то существенного падения коэффициента α не произойдет и будет гарантировано достаточно полное сгорание топлива. Зона, расположенная под ограничительной характеристикой (линии 4-5), рекомендована для назначения режимов длительной работы двигателя.

Зона перегрузок

Зона между линиями 4-5 и ломаной жирной пунктирной линией относится к зоне перегрузок, и время работы в ней ограничивается 1 ч на протяжении каждых 12 часов. Максимально допустимая мощность составляет 110% при $n = 103,3\%$ (точка А') ниже (рис. 2) представлены ограничительные характеристики, рекомендованные Классификационными обществами, практи-

чески совпадающие с рекомендациями ведущих двигателестроителей.



Рис. 2. Ограничительные характеристики двигателя, рекомендованные Квалификационными обществами

Контрольные вопросы.

1. Что является главным аргументом для наложения ограничений на развиваемое двигателем среднее эффективное давление на всем допустимом диапазоне оборотов?
2. Что ограничивают ограничительные характеристики?
3. В какой области частоты вращения допускается работа при давлении $p_e = p_{e\text{ спец}} = 100\%$?
4. Что нужно делать, если режим переходит в область меньшей частоты вращения?
5. Какая зона рекомендована для назначения режимов длительной работы двигателя?

Литература.

Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2010.- 382 с Стр. 197-199