

считая, то при установившемся движении судна и прямой передаче должны существовать равенства между моментом сопротивления винта и крутящим моментом двигателя

$$M_g = M_e = C'n^2 \quad (14.8)$$

и между поглощаемой винтом мощностью и мощностью двигателя

$$N_B = N_e = C''n^3 \quad (14.9)$$

Таким образом, при непосредственной передаче мощности (прямое соединение двигателя с гребным винтом) нагрузка двигателя по мощности и моменту однозначно определяется его частотой вращения n или скоростью v судна, поскольку при неизменных условиях плавания $v_1/v_2 = n_1/n_2$. Отсюда, если необходимо увеличить **скорость** судна **в x раз**, во столько же раз должна быть повышена частота вращения гребного винта и двигателя, а это в свою очередь может быть достигнуто путём увеличения крутящего **момента** двигателя **в x^2 раз** или **мощности в x^3 раз**.

Замена M_e на p_e

В практике использования винтовых характеристик часто бывает удобно заменить крутящий момент M_e на **пропорциональное** ему среднее эффективное давление p_e . Правомерность такой замены вытекает из следующего:

$$M_e = 9550N_e/n, \text{ но } N_e = C_p e n i,$$

тогда

$$M_e = \frac{9550C_p e n i}{n} = C_3 p_e \quad (14.10)$$

Номинальная винтовая характеристика

Винтовая характеристика, проходящая через точку номинального режима (1), пересекающаяся в этой точке с внешней номинальной характеристикой, когда орган управления подачей топлива находится в положении $TP_{ном}$, называется *теоретической* или *номинальной винтовой характеристикой* (поступь винта λ_{p1} , см. рис.1). Тогда согласно формуле (14.8)

$$p_e = C_2 n^2 \quad (14.11)$$

При изменении поступи винта [путь, проходимый винтом за один оборот $\lambda_p = v_s/(n_e D)$], а это возможно при изменении сопротивления движению судна, винтовая характеристика меняет своё положение и вид, меняется значение коэффициента C'' в уравнении (14.9).

Характеристика «тяжёлого» винта»

Так, при увеличении сопротивления вследствие **увеличения осадки судна, усиления встречного ветра** или **волнения, буксировки, обрастания корпуса** скорость судна и поступь винта падают, поэтому гребной винт при той же частоте вращения поглощает больший крутящий момент. Винтовая характеристика, соответствующая новому значению поступи $\lambda_{p3} = \text{const}$, на графике располагается левее характеристики. К подобному изменению приводит также утяжеление гребного винта (увеличение шагового отношения H/D), поэтому такая характеристика часто называется *характеристикой «тяжёлого» винта*.

При работе двигателя в условиях неподвижного судна (на швартовах) $\lambda_{pm} = v_s / (n_e D) = 0$. В этих условиях гребной винт поглощает наибольший момент, и соответствующая винтовая характеристика λ_{pm} в семействе представленных на рис. 1 характеристик занимает крайнее левое положение.

Характеристика «лёгкого винта»

При уменьшении сопротивления движению судна, что возможно при **попутном ветре** или **уменьшении осадки** (плавание в балласте), скорость судна и поступь винта возрастают, и винтовая характеристика, соответствующая новому значению поступи $\lambda_{p3} = \text{const}$, располагается правее и ниже *номинальной* характеристики $\lambda_{p4} = \text{const}$. Характеристика $\lambda_{p3} = \text{const}$ может быть получена и при установке винта с малым шаговым отношением или с обрезанными по диаметру лопастями, поэтому она называется *характеристикой «лёгкого» винта*.

При работе двигателя в условиях «лёгкой» характеристики загрузка его оказывается значительно меньшей, чем в предыдущих случаях. В частности, для поддержания номинальной частоты вращения (точка 2 на рис. 1) от двигателя потребуются значительно меньшая мощность и среднее эффективное давление. Линией R показана регуляторная характеристика по предельной частоте вращения.

Изменение параметров двигателя при работе по винтовой характеристике

Изменение параметров двигателя при работе по винтовой характеристике показано на рис. 2, а.

Переход с режима полной нагрузки к малой осуществляется путём сокращения цикловой подачи топлива. Подача **воздуха** турбокомпрессорами с уменьшением нагрузки и частоты также **уменьшается**, но в меньшей степени. Поэтому коэффициент избытка воздуха увеличивается (на рисунке показан $\alpha_{сум}$). Это влечёт за собой **рост индикаторного КПД** и снижение расхода топлива g_i . Удельный эффективный расход топлива g_e в связи с уменьшением $\eta_{мех}$ сначала несколько снижается, достигает минимума при $n = 115$ об/мин, а затем растёт. Наиболее экономичная работа двигателя обеспечивается в области $(0,82-1) n_{ном}$.

Уменьшение нагрузки и сокращение расхода g_u приводит к падению температуры выпускных газов и максимального давления цикла.

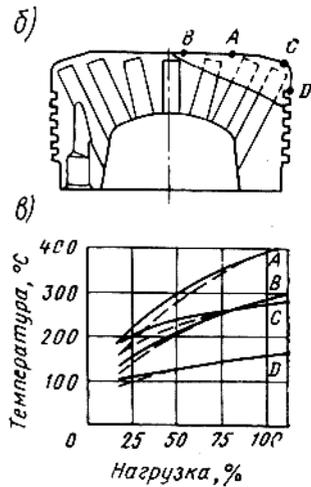
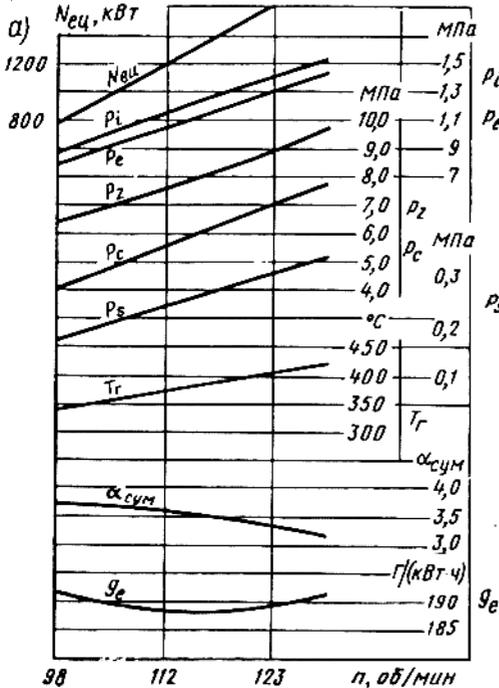


Рис. 1. Винтовые характеристики двигателя МАН-Бурмейстер и Вайн

Тепловая и механическая напряжённость двигателя в области малых нагрузок и скоростей меньше, чем при полной частоте вращения. Об этом можно судить по изменению температур в поршне двигателя RND 68M (рис. 2, б, в).

Литература

1. Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2010.- 382 с. Стр. 199-204
2. Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2008.- 470 с.. Стр. 255-259
3. Возницкий И. В. Судовые дизели и их эксплуатация / И.В.Возницкий, Е.Г.Михеев – М.:Транспорт, 1990. - 360стр. 283-287