Министерство нефтяной промышленности
ВНИИСПТнефть

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

# М Е Т О Д И К А

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ КПД НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

РД 39-0147103-307-85

1986

gost.e-ecolog.ru

Министерство нефтяной промышленности

Всесоюзный научно-исследовательский институт по сбору, подготовке и транспорту нефти и нефтепродуктов
(ВНИИСПТнефть)

УТВЕРЖДЕН

первым заместителем министра
нефтяной промышленности

В.Д.Филановским

14 декабря 1985 года

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

# М Е Т О Д И К А

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ КПД НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

РД 39-0147103-307-85

1986

При отсутствии на НПС датчиков мощности КПД насосных агрегатов можно определять, используя электроизмерительные комплекты К-51 (К-505).

В РД приводится подробное описание схемы подключения комплекта, порядок измерения и обработки электрических параметров.

Даны формулы для определения полезной мощности насоса, насосного агрегата по гидравлическим параметрам и относительной погрешности вычисления КПД.

Использование РД работниками УМН позволит:

- обеспечить контроль за экономным расходованием электроэнергии насосными агрегатами на перекачку нефти;

- повысить надежность насосного оборудования НПС.

В методике приводятся необходимые справочные данные в виде графиков и таблиц.

При разработке методики учтены замечания Гипротрубопровода, Главтранснефти, нефтепроводных управлений.

Методику составили: Захаров Н.П., Володин В.Г., Антова Н.З., Еронен В.И.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

# М Е Т О Д И К А
## определения КПД насосных агрегатов магистральных нефтепроводов

РД 39-0147103-307-85

Вводится впервые

Срок введения установлен с 01.03.86 г.
Срок действия до 01.03.89 г.

Настоящая методика предназначена для работников управлений и НПС магистральных нефтепроводов для обеспечения контроля за экономным расходованием электроэнергии насосами на перекачку нефти, для определения времени вывода насосного агрегата в ремонт, для оценки качества ремонта насосного агрегата.

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Документом регламентируются приборы и расчетные формулы для определения КПД насосных агрегатов в целом и КПД электродвигателя и насоса.

I.2. Учитывая отсутствие опыта работы у обслуживающего персонала НПС с электроизмерительным комплектом К-5I или К-505, в РД приводится подробное описание схемы подключения и работы с комплектом К-5I (К-505).

I.3. Документом предусмотрено последовательное соединение насосных агрегатов на НПС. При параллельном соединении насосов замер параметров для определения КПД должен производиться при одном работающем агрегате.

Условные обозначения:

$Q$ – подача насоса, $м^3/с$;

$H$ – дифференциальный напор, создаваемый насосом, м;

$P_{вх}$ – давление на входе в насос, $кгс/см^2$;

$P_{вых}$ – давление на выходе из насоса, $кгс/см^2$;

$\rho$ – плотность перекачиваемой нефти, $кг/м^3$;

$N_п$ – полезная мощность насоса, кВт;

$\eta_{агр}$ – КПД агрегата;

$\eta_н$ – коэффициент полезного действия насоса;

$t$ – температура перекачиваемой насосом нефти, $^0C$;

$d_{вх}$ – внутренний диаметр входного патрубка насоса, м;

$d_{вых}$ – внутренний диаметр выходного патрубка насоса, м;

$\Delta Z = Z_2 - Z_1$ – разность уровней установки манометров на выходе и входе насоса, м;

$g$ – ускорение свободного падения, $м/с^2$;

$y_{вх}, y_{вых}$ – показания манометров, дел.,

$H_c = \frac{C^2_{вых} - C^2_{вх}}{2g}$ – скоростной напор, м;

$P_1$ – мощность, потребляемая насосным агрегатом из сети, кВт;

$P_2$ – мощность на валу электродвигателя, кВт;

$P_{ст}$ – потери в стали статора электродвигателя, кВт;

$P_{мех}$ – механические потери в электродвигателе, кВт;

$P_{Cu\,ст\Delta}$ – потери в меди (обмотках) статора при соединении обмоток "звездой", кВт;

$P_{Cu\,ст\Delta}$ – потери в меди статора при соединении обмоток "треугольником", кВт;

$P_{эл.т}$ – потери в обмотках ротора, кВт;

$n_0$ – синхронная частота вращения электродвигателя, об/мин;

$n$ – действительная частота вращения, замеренная при проведении эксперимента;

S – скольжение ротора;

$\alpha_A$ – показания амперметров, дел;

$\alpha_V$ – показания вольтметра, дел;

$\alpha_W$ – показания ваттметра, дел;

$J_E$ – ток возбуждения, А;

$J_A$, $J_B$, $J_C$ – ток, потребляемый электродвигателем по фазам, А;

$C_A$ – постоянная амперметра, А/дел;

$C_V$ – постоянная вольтметра, В/дел;

$C_W$ – постоянная ваттметра, Вт/дел;

$U_1$ – напряжение в сети, В;

$U_2$ – напряжение во вторичной цепи трансформатора напряжения, В;

$K_{TT}$ – коэффициент трансформации трансформатора тока;

$K_{TH}$ – коэффициент трансформации трансформатора напряжения;

$t$ – температура, при которой на заводе определено сопротивление обмотки статора (ротора), $^0$С;

$R_t$, $r_t$ – сопротивление обмоток статора и ротора соответственно при температуре $t$ $^0$С, Ом;

$R_{75}$, $r_{75}$ – сопротивление обмоток статора и ротора, приведенные к температуре 75$^0$С, Ом.

## 2. ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ПРИБОРЫ

2.1. Давление на входе и выходе из насоса измеряются образцовыми пружинными манометрами МО класса 0,4. Допускается применять при отсутствии образцовых манометров, манометры для точных измерений МТИ класса 0,6.

2.2. Подача – объем жидкости подаваемой насосом через напорный патрубок в единицу времени. Подача определяется при устанавливаемся режиме по диспетчерским данным. На НПС, оборудованных узлами учета, или, на которых производятся замеры объемов перекачки по

резервуарам, подача определяется специально для расчета КПД независимо от диспетчерских данных.

Контрольные замеры и расчеты КПД производить на одинаковых подачах (3-5 значений в рабочей зоне).

2.3. Температура перекачиваемой нефти измеряется с точностью до $1^{\circ}C$ ртутным термометром или с помощью термометров сопротивления, термопар.

2.4. Плотность нефти определяется с помощью нефтеденсиметра или другого плотномера при температуре перекачки.

2.5. Мощность, потребляемая насосным агрегатом из сети, напряжение и сила тока измеряются с помощью комплекта К-5I (или подобных ему приборов) с классом точности 0,5.

2.6. Замер параметров производится при установившемся режиме потока в нефтепроводе, при стабильности показаний приборов в течение I,5-2 часов и отсутствии перетока жидкости через обратный клапан.

## 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ НАСОСНЫМ АГРЕГАТОМ ИЗ ЭЛЕКТРОСЕТИ

3.I. Включение комплекта К-5I (К-505).

3.I.I. Включение комплекта К-5I (К-505) при первичном напряжении 6 и I0 кВ производить ко вторичным цепям трансформаторов тока и напряжения цепей управления ячеек ЗРУ по схеме (рис. I).

3.I.2. Установить комплект в горизонтальное положение.

3.I.3. Установить стрелки приборов с помощью корректоров на нулевые отметки шкал.

3.I.4. Установить переключатель номинальных напряжений в положение 500 В, переключатель номинальных токов в положение 50 А, колодку "К" (штырьковый переключатель с обозначением стрелки) установить стрелкой в сторону от приборов.

3.I.5. Установить переключатель активно-реактивной мощности в положение "+W" для измерения активной мощности.

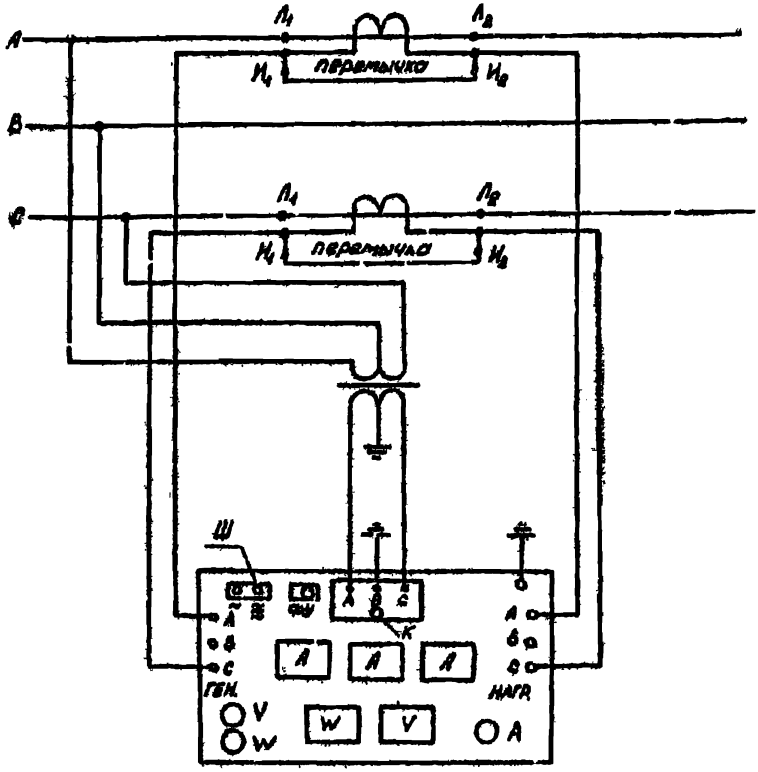


Рис. 1. Схема включения комплекта К-51 при напряжениях 6 и 10 кв

3.I.6. Установить штепсельный переключатель в положение " ≈ ".

3.I.7. Комплект заземлить.

3.I.8. Включить комплект К-5I (К-505) в схему для измерений, подключив источник питания (начало фаз А и С вторичных обмоток трансформатора тока в цепи управления в ЗРУ) к А и С группы зажимов, обозначенной "Ген", нагрузку (конец фаз А и С вторичных обмоток трансформатора тока в цепи управления в ЗРУ) к А и С группы зажимов, имеющей обозначение "Нагр.".

3.I.9. Подсоединить фазы А и С напряжения к соответствующим фазам трансформатора напряжения в цепи управления в ячейках ЗРУ.

Подсоединить фазу В напряжения комплекта К-5I к массе ячейки ЗРУ.

Вольтметр должен показывать напряжение; если отклонение стрелки вольтметра будет меньше 50% конечного значения шкалы, то переключатель номинальных напряжений перевести на меньший предел измерений.

3.I.10. Снять перемычки на разрыве вторичной обмотки фаз А и С трансформатора тока (на клеммнике ячейки ЗРУ).

Амперметры должны показывать ток; если отклонение стрелки амперметров будет меньше 50% конечного значения шкалы, то переключатель номинальных токов перевести на меньший предел измерений.

3.I.II. Проверить правильность чередования фаз кратковременным включением фазоуказателя путем кратковременного нажатия кнопки. Последовательность фаз определяется по направлению вращения диска фазоуказателя, на шкале которого нанесена стрелка направления вращения при нормальном чередовании фаз.

При обратном вращении диска фазоуказателя проверить правильность включения комплекта К-5I (К-505).

3.2. Измерение параметров.

3.2.I. Измерить токи во всех трех фазах А, В, С.

3.2.2. Измерить напряжение между всеми фазами поочередно, соответственно устанавливая переключатель вольтметра в положение АВ

ВС и СА .

3.2.3. Измерить активную потребляемую из сети мощность.

3.2.4. Измерить ток возбуждения $J_в$ амперметром, установленным в шкафу управления возбуждением электродвигателя в электрозале.

3.2.5. Измерить частоту вращения электродвигателя любым тахометром не ниже кл. 0,5.

3.2.6. Внести в "Протокол испытаний" (табл. I):

- значение тока возбуждения $J_в$ ;
- значение частоты вращения $n$ ;
- $d_A$ , $d_B$ , $d_C$ - отсчет по шкале амперметров фаз А , В и С соответственно, делений;
- $d_{V_{AB}}$ , $d_{V_{BC}}$ , $d_{V_{CA}}$ - отсчет по шкале вольтметра, делений;
- $d_W$ - отсчет по шкале ваттметра, делений;
- положение переключателей номинальных значений токов и напряжений.

3.3. Подсчет результатов измерений.

3.3.I. Коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения, к которым подключается комплект К-5I (К-505) - Ктт, Ктн. Например, при напряжении в сети $U_1$ = I0000В и в цепи управления $U_в$ = I00В

$$Ктн = \frac{U_1}{U_в} = \frac{I0000}{I00} = I00;$$

при $J_1$ = I000А и $J_2$ = 5А коэффициент трансформации трансформатора тока равен Ктт = 200.

3.3.2. Постоянные амперметра $C_A$ , вольтметра $C_V$ и ваттметра $C_W$ определяются по таблице 3 приложения в зависимости от положения переключателей номинальных токов и напряжений.

3.3.3. Определить действительную величину переменного тока в амперах по формуле

$$J_A = d_A \; C_A \; Ктт . \qquad (I)$$

Аналогично определяются токи в фазах В и С.

3.3.4. Вычислить среднее значение тока в амперах по формуле

$$J_{ср.} = \frac{J_A + J_B + J_C}{3}. \qquad (2)$$

3.3.5. Определить действительную величину напряжения между фазами, в вольтах

$$U_{AB} = \alpha_{V_{AB}} \cdot C_V \cdot K_{TH}. \qquad (3)$$

3.3.6. Вычислить среднее значение напряжения в вольтах по формуле

$$U_l = \frac{U_{AB} + U_{BC} + U_{CA}}{3}. \qquad (4)$$

3.3.7. Рассчитать величину потребляемой электродвигателем из сети активной мощности по формуле

$$P_1 = \alpha_W \cdot C_W \cdot K_{TT} \cdot K_{TH} \cdot 10^{-3}. \qquad (5)$$

3.3.8. Занести в Протокол испытаний (приложение 2) вычисленные значения $J_A, J_B, J_C, J_{ср}, U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}, U_l, P_1$

## 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ НАСОСОМ (НА ВАЛУ ДВИГАТЕЛЯ)

4.1. Для расчета потребляемой насосом мощности необходимы следующие данные: потери в стали статора электродвигателя – $P_{ст}$, добавочные потери – $P_{доб}$, механические потери – $P_{мех}$, сопротивление обмотки статора – $R_t$, сопротивление обмотки ротора – $r_t$. Указанные данные берутся из "Протокола типовых испытаний электродвигателей", хранящегося у энергетика НПС. Данные заводских испытаний некоторых двигателей даны в приложении.

$P_{ст}$, $P_{доб}$, $P_{мех}$ для каждого двигателя остаются постоянными при любой нагрузке.

Сопротивления $R_t$, $r_t$ приводятся к температуре 75°С по формулам

$$R_{75} = R_t\left[1+\alpha(75-t)\right]; \qquad (6)$$

$$r_{75} = r_t\left[1+\alpha(75-t)\right], \qquad (7)$$

где для меди $\alpha_{Cu} = 0{,}0041$ ;

для алюминия $\alpha_{Al} = 0{,}00385$ .

4.2. Определение мощности, потребляемой насосом, когда приводом является синхронный двигатель.

4.2.I. Определить потери в меди статора при соединении обмоток "звездой" по формуле

$$P_{Cu\ ст\ Y} = 3\,I_{ср}^2 \cdot R_{75} \cdot 10^{-3}, \qquad (8)$$

при соединении обмоток "треугольником"–по формуле

$$P_{Cu\ ст.\ \Delta} = I_{ср}^2 \cdot R_{75} \cdot 10^{-3}. \qquad (9)$$

4.2.2. Определить потери в обмотках ротора по формуле

$$P_{рот} = I_2^2 \cdot r_{75} \cdot 10^{-3}. \qquad (10)$$

4.2.3. Определить мощность, потребляемую насосом, по формуле

$$P_2 = P_1 - \left(P_{ст} + P_{доб} + P_{мех} + P_{Cu\ ст.} + P_{рот}\right). \qquad (11)$$

4.2.4. Занести в Протокол испытаний вычисленные значения $P_{Cu\ ст}$ , $P_{рот}$ , $P_2$ .

4.3. Определение мощности, потребляемой насосом, когда приводом является асинхронный двигатель.

4.3.I. Определить потери в меди (обмотках) статора по формулам п. 4.2.I.

4.3.2. Определить электромагнитную мощность двигателя по формуле

$$P_{эм} = P_1 - P_{ст} - P_{Cu\ ст} . \qquad (12)$$

4.3.3. Определить скольжение ротора по формуле

$$S = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100\% . \qquad (13)$$

4.3.4. Определить потери в меди ротора по формуле

$$P_{рот} = \frac{P_{эм}}{100} \cdot S \quad . \qquad (14)$$

4.3.5. Определить мощность, потребляемую насосом, по формуле

$$P_2 = P_1 - (P_{ст} + P_{доб} + P_{тех} + P_{Cu\,ст} + P_{рот}),$$

4.3.6. Занести в Протокол испытаний вычисленные значения

$$P_{Cu\,ст}, \quad P_{рот}, \quad P_2 .$$

4.4. Определение КПД электродвигателя.

КПД электродвигателя определяется по формуле

$$\eta_{эл} = \frac{P_2}{P_1} \cdot \qquad (15)$$

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОЩНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТА, НАСОСА

Полезная мощность насоса в кВт определяется по формуле

$$N_п = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{102} \quad , \qquad (16)$$

где $Q$ - $м^3/с$,

$\rho$ - $кг/м^3$.

$$H = \frac{(P_{вых} - P_{вх}) \cdot 10^4}{\rho} + (Z_{вых} - Z_{вх}) + 0{,}0827\, Q^2 \left(\frac{1}{d^4_{вых}} - \frac{1}{d^4_{вх}}\right). \qquad (17)$$

При одинаковых диаметрах входного ( $d_{вх}$ ) и выходного ( $d_{вых}$ ) патрубков насоса и одинаковых уровнях установки манометров формула (17) приобретает вид:

$$H = \frac{(P_{вых} - P_{вх}) \cdot 10^4}{\rho} \cdot \qquad (18)$$

Если давление подставляется в Па, то

$$H = \frac{P_{вых} - P_{вх}}{\rho \cdot g} \cdot \qquad (19)$$

Когда подача $Q$ замерена в $м^3/ч$, то

$$N_п = \frac{\rho\left(\frac{Q}{3600}\right) \cdot H}{102} \cdot \qquad (20)$$

где $$H = \frac{(P_{вых} - P_{вх}) \cdot 10^4}{\rho} + (Z_{вых.} - Z_{вх}) +$$

$$+ 0{,}0827\left(\frac{Q}{3600}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{d^4_{вых.}} - \frac{1}{d^4_{вх}}\right). \qquad (21)$$

В Протокол испытаний (приложение 3) заносятся дата испытаний, время замеров показания манометров в делениях шкалы $У_{вх.}$, $У_{вых.}$ через каждые 5 минут (на каждом режиме производится не менее 3-х замеров), подача, плотность нефти; определяются действительные значения давлений в $кгс/см^2$ по масштабам шкал соответствующих манометров на входе и выходе из насосов и далее по формулам (17) или (21) определяются значения $H$. По формуле(16) или (20) определяется $N_п$.

Коэффициент полезного действия насосного агрегата определяется по формуле

$$\eta_{агр} = \frac{N_п}{P_1} \cdot \qquad (22)$$

Коэффициент полезного действия насоса определяется по формуле

$$\eta_н = \frac{N_п}{P_2} \cdot \qquad (23)$$

Коэффициент полезного действия станции на заданном режиме с последовательным соединением насосов определяется по формуле

$$\eta_{ст} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_i}{\frac{H_1}{\eta_{ст p_1}} + \frac{H_2}{\eta_{ст p_2}} + \dots + \frac{H_i}{\eta_{ст p_i}}} \qquad (24)$$

5.1. Рекомендуется определять значения КПД электродвигателя и насоса после их монтажа и обкатки и полученные значения КПД заносить в паспорта электродвигателя и насоса, а также наносить на соответствующие характеристики.

Целесообразность определения КПД после монтажа вызвана возможным отличием КПД различных насосов и электродвигателей от данных каталога вследствие технологических причин при заводском изготовлении.

5.2. Периодичность определения КПД насоса при эксплуатации рекомендуется принять равной 2000-2300 часов.

5.3. После ремонта обязательно следует проводить определение КПД агрегата, полученное значение КПД заносится соответственно в паспорт насоса (электродвигателя) с указанием даты. Допустимая величина снижения КПД до 3 % от значения, определенного в начале эксплуатации.

5.4. В приложении приведены образцы таблиц постоянные приборов комплекта К-51 для разных положений переключателя пределов, данные заводских испытаний некоторых электродвигателей, характеристики насосов НМ по каталогу с нанесенными параметрами, полученными во время приемочных испытаний головных образцов насосов.

5.5. Определение предельной абсолютной погрешности КПД:

$$\varepsilon_\eta = \frac{2}{100}\sqrt{\delta Q^2 + \delta P_g^2 + \delta \eta_э^2 + \frac{P_{п_2}^2 \cdot \delta P_{п_2}^2 + P_{п_1}^2 \cdot \delta P_{п_1}^2}{(P_{п_2} - P_{п_1})^2}}\ ^{*},\ \%$$

---

*) При $|P_{п_2}\ \delta P_{п_2}| \geqslant |P_{п_1} \cdot \delta P_{п_1}|$ последний член под корнем может быть заменен на $\left(\frac{P_{п_2}}{P_{м_2}}\right)^2 \cdot \delta P_{п_2}$

Ориентировочные значения относительных предельных погрешностей средств измерения (см.табл. 9 *).

$\delta Q$ = 2% - для расхода ;

$\delta P_э$ = 0,8% - для мощности замеряемой электрическим способом;

$\delta \eta_э$ = 0,5%- для КПД электродвигателя.

Пример: $P_{n_1}$ = I6 кг/см$^2$ ( ≈ I6.I0$^5$ Па) $\Big\}$ I агр

$P_{n_2}$ = 40 кг/см$^2$ ( ≈ 40.I0$^5$ Па) $\Big\}$

$P_{n_1}$ = 40 кг/см$^2$ ( ≈ 40.I0$^5$ Па) $\Big\}$ II агр

$P_{n_2}$ = 60 кг/см$^2$ ( ≈ 60.I0$^5$ Па) $\Big\}$

$P_{n_1}$ = 60 кг/см$^2$ ( ≈ 60.I0$^5$ Па) $\Big\}$ III агр

$P_{n_2}$ = I00 кг/см$^2$ ( ≈ I00.I0$^5$ Па) $\Big\}$

Расчет ведем для II агрегата: $\eta_{max}$ = 86% ;

$$\delta\eta = \frac{\eta}{100}\cdot\sqrt{2^2+0,8^2+0,5^2+\frac{(100.10^5)^2\cdot 0,25^2+(60.10^5)^2\cdot 0,25^2}{(64.10^5-42.10^5)^2}}\,\%$$

$$= \frac{86}{100}\cdot\sqrt{4+0,64+0,25+\frac{0,25^2\cdot 10^{10}(100^2+60^2)}{10^{10}(64^2-42^2)}} =$$

$$= \frac{86}{100}\cdot\sqrt{4+0,64+0,25+0,36} = 86\cdot 10^{-2}\cdot\sqrt{5,25} = 1,97\,\%.$$

---

* Яременко О.В. Испытания насосов. М., "Машиностроение", I976.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

# ПАСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НАСОСОВ ТИПА НМ

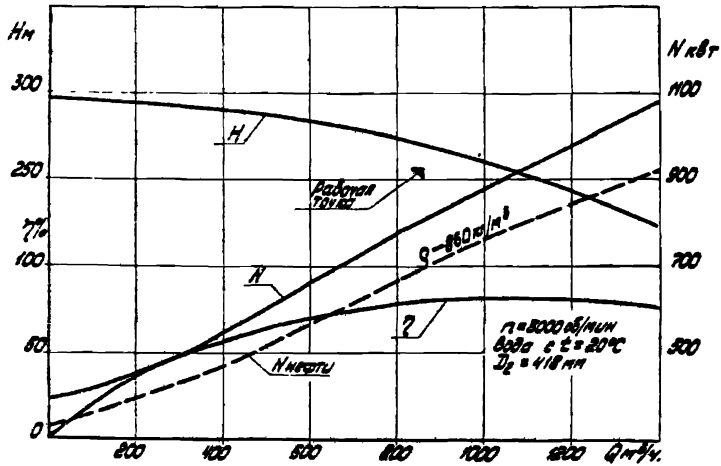


Рис.2. Рабочая характеристика насоса НС 1250-260 со сменным ротором на подачу 900 м³/ч по результатам заводских испытаний

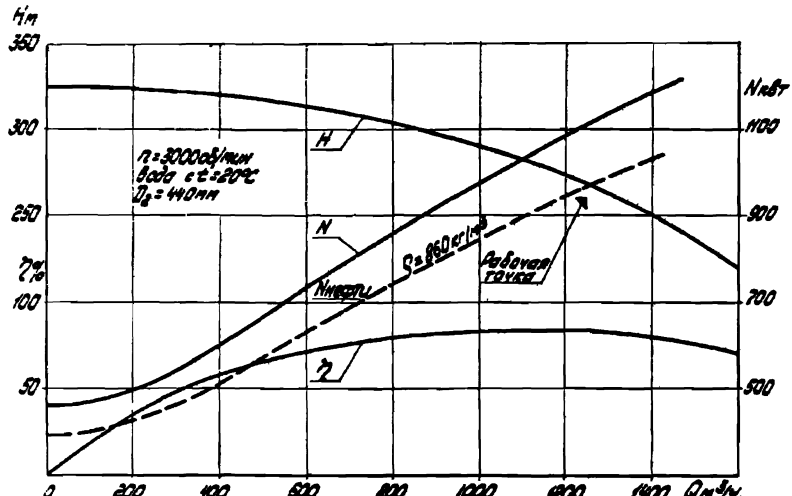


Рис.3. Рабочая характеристика насоса НМ 1250-260 по результатам заводских испытаний ВНИИАЭН

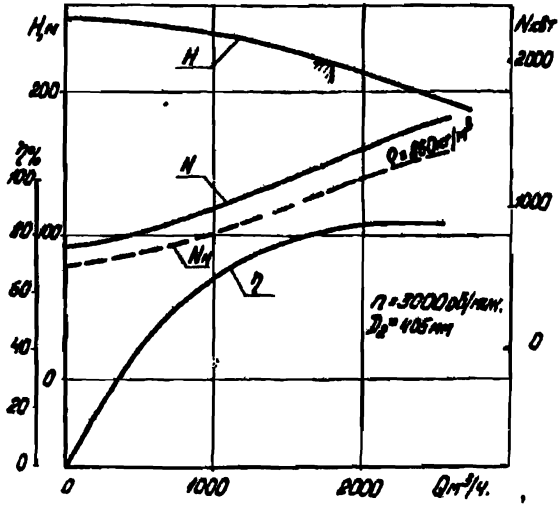


Рис. 4. Характеристики насоса НМ 2500-230 со сменным ротором $Q$ = 1800 м³/ч

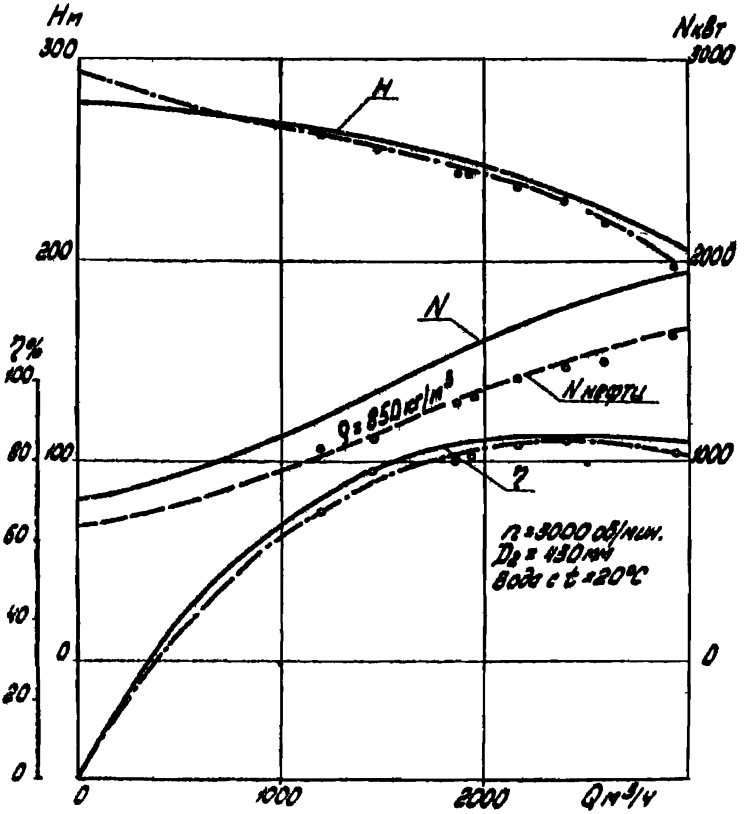


Рис.5. Характеристика насоса НМ 2500-230
-О- точки, полученные при промышленных испытаниях

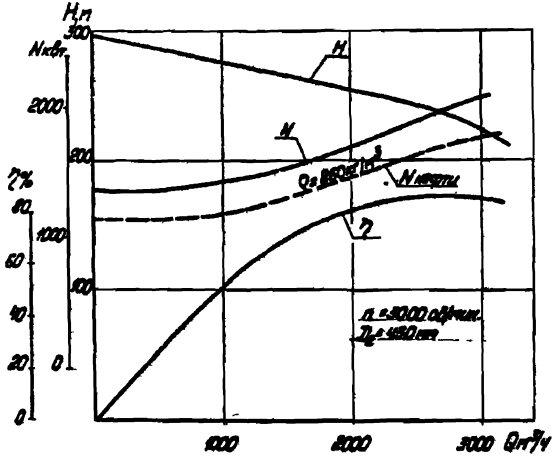


Рис.6. Характеристика насоса НМ 3600–230 со сменным ротором
$Q$ = 2500 м³/ч

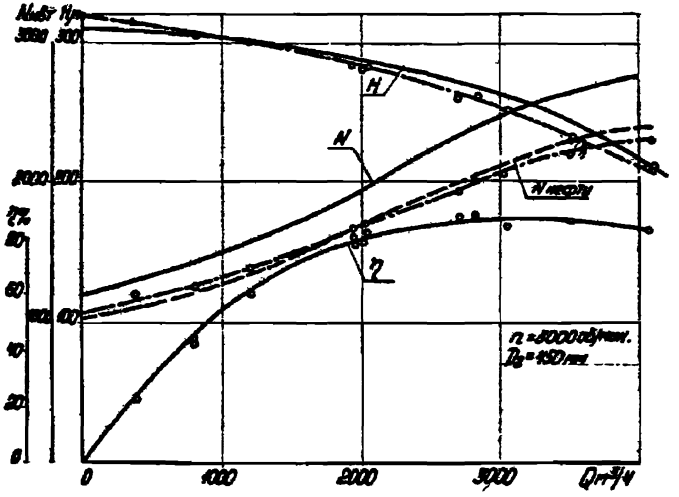


Рис.7. Характеристика насоса НМ 3600-230:
о- точки, полученные при промысловых испытаниях

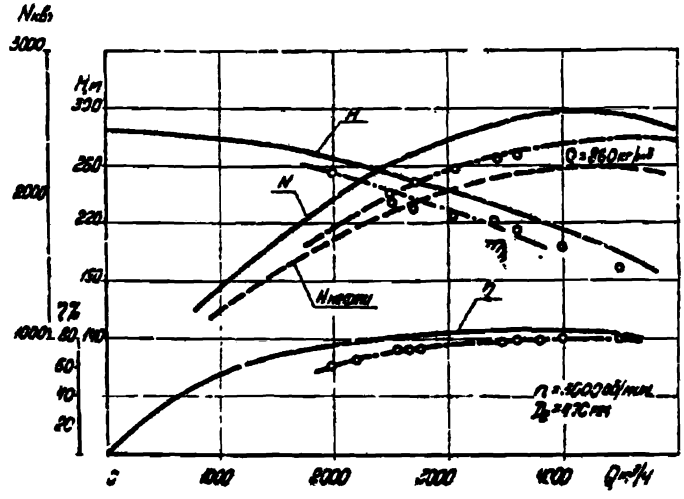


Рис.8. Рабочая характеристика насоса НМ 5000-210 со сменным ротором на подачу 3500 м³/ч: о – точки, полученные по промышленным испытаниям

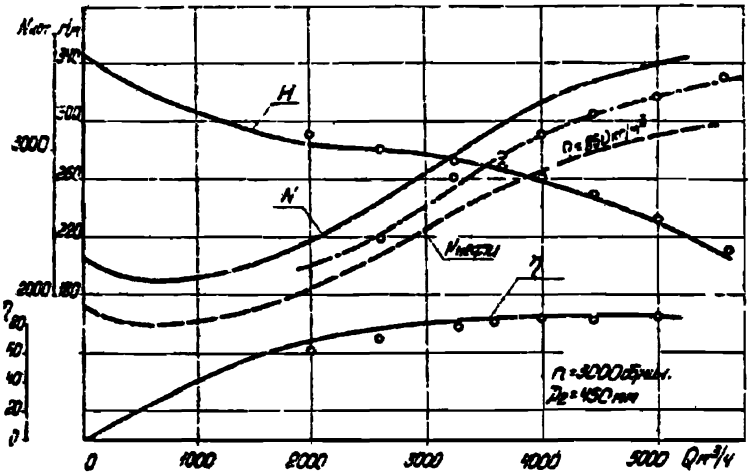


Рис.9. Характеристика насоса НМ 5000-210
○ – точки, получение при промышленных испытаниях

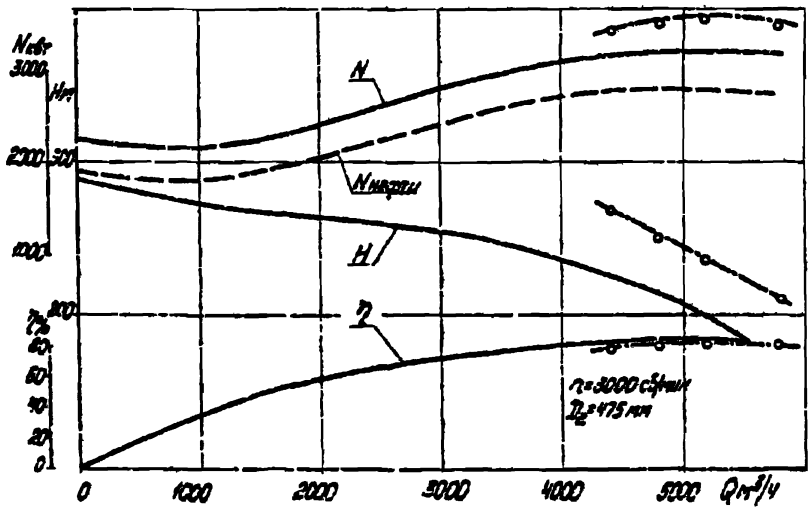


Рис. 10. Характеристика насоса НМ 7000-210 со сменным ротором
$Q = 5000$ м$^3$/ч
○ – точки, полученные при промышленных испытаниях

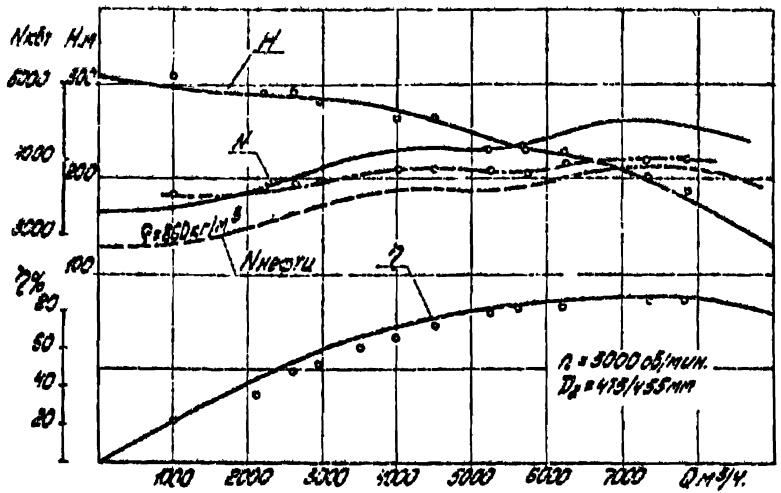


Рис.II. Характеристика насоса НМ 7000-210
о - точки, полученные при промышленных испытаниях

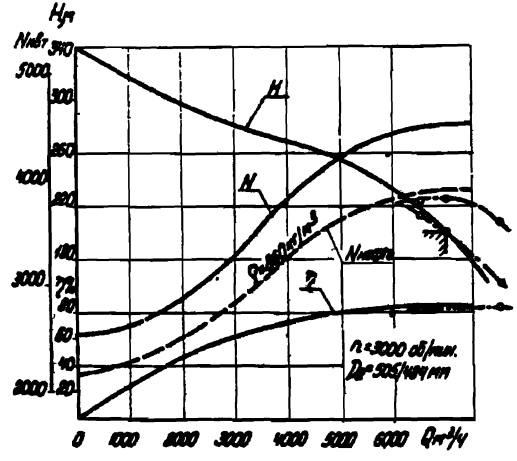


Рис.12. Характеристика насоса НС 10000-210 со сменным ротором 7000 м³/ч по результатам заводских испытаний

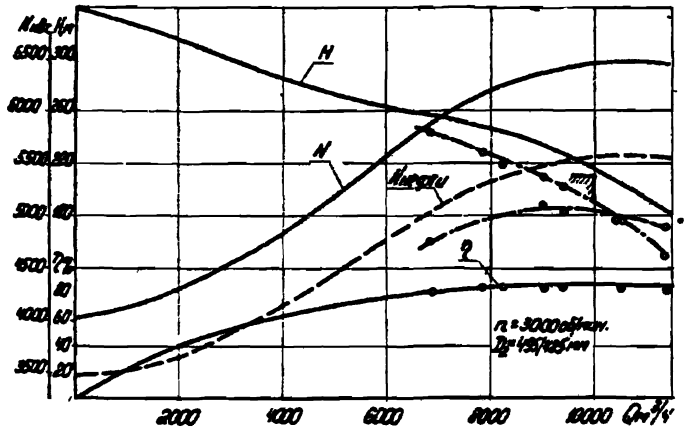


Рис.13. Характеристика насоса НМ 10000-210 по результатам заводских испытаний: О - точки, полученные при производственных испытаниях

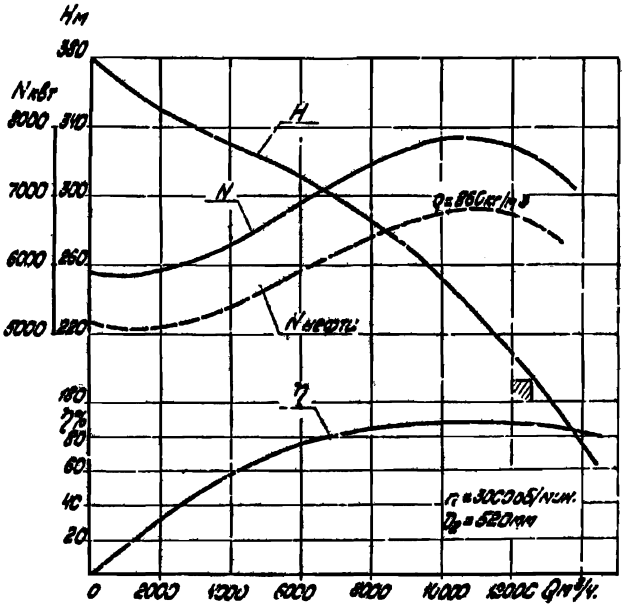


Рис. I4. Характеристика нефтяного магистрального насоса НМ I0000-2I0 с ротором I2500 м³/ч

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Протокол испытаний насосного агрегата № _____

(зав. № _____ эл.двигателя)

| Дата, время | Показания приборов в делениях | | | | | | | | | Положение переключ. момент. значений | | $n$ об/мин | $J_{\text{д}}$ А | Ток, А | | | | Напряжение, В | | | | $P_1$ кВт | Потери, кВт | | | | | $P_2$ кВт |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Амперметров | | | Вольтметра | | | Ваттметра | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $d_A$ | $d_B$ | $d_C$ | $d_{V_{AB}}$ | $d_{V_{BC}}$ | $d_{V_{CA}}$ | | $d_W$ | | тока | напряжения | | | $J_A$ | $J_B$ | $J_C$ | $J_{ср}$ | $U_{AB}$ | $U_{BC}$ | $U_{CA}$ | $U_{ср}$ | | $P_{ст}$ | $P_{доб}$ | $P_{мех}$ | $P_{сист}$ | $P_{пот}$ | |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| I-ый замер | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-ой замер | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3-ий замер | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Среднее | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| [illegible] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Протокол испытаний насоса _____
на НПС "_____"

(зав. № _____, ротор _____, _____, А_____, _____)

| Дата, время (число, часы, минуты) | Подача ($м^3/ч$) $Q$ | Показания манометров в делениях шкалы | | Давление, $кгс/см^2$ (Па) | | $P_2 - P_1$ $кгс/см^2$ (Па) | Дифференциальный напор $\Delta H$ | Плотность нефти, $\rho$ $кг/м^3$ | Полезная мощность насоса, кВт $N_п$ | $\eta_н$ | Заключение |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\varphi_{вх}$ | $\varphi_{вых}$ | $P_{вх}$ | $P_{вых}$ | | | | | | |
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | I0 | II | I2 |
| I замер | | | | | | | | | | | |
| II замер | | | | | | | | | | | |
| III замер | | | | | | | | | | | |
| Средние значения | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

## Постоянные приборов для разных положений переключателей пределов

| Положение переключателя | 125 | | | | | | 250 | | | | | | 375 | | | | | | 500 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Положение переключателя | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 |
| Вольтметра | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Амперметра $10^{-2}$ к | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 | 1 | 2,5 | 5 | 10 | 25 | 50 |
| Ваттметра | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 4 | 10 | 20 | 40 | 100 | 200 | 6 | 15 | 30 | 60 | 150 | 300 | 8 | 20 | 40 | 80 | 200 | 400 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

**Данные из протоколов заводских испытаний синхронных электродвигателей**

| Тип двигателя | $U$ кВ | $R_t$, Ом I5°C | $r_t$, Ом I5°C | $P_{ст}$ кВт | $P_{доб.}$ кВт | $P_{тех}$ кВт |
|---|---|---|---|---|---|---|
| СТД-680 | 6 | 0,459 | 0,077 | 4,55 | I,88 | 6,3 |
| | I0 | I,405 | 0,0783 | | | |
| СТД-I000 | 6 | 0,254 | 0,0896 | 7,98 | 2,85 | 6,35 |
| | I0 | 0,7464 | 0,08962 | | | |
| СТД-800 | 6 | 0,305 | 0,08 | 5,2 | 2,03 | 4,7 |
| | I0 | I,035 | 0,0835 | | | |
| СТД-I250 | 6 | 0,I559 | 0,III5 | 8,65 | 2,27 | I2,I |
| | I0 | 0,523 | 0,II25 | | | |
| СТД-I600 | 6 | 0,I043 | 0,I224 | 9,5 | 2,62 | I2,55 |
| | I0 | 0,2645 | 0,I3I9 | | | |
| СТД-2000 | 6 | 0,0932 | 0,I39 | I0 | 4,55 | I2,75 |
| | I0 | 0,29I | 0,I228 | | | |
| СТД-2500 | 6 | 0,0622 | 0,2056 | I4,5 | 5,5 | 2I,25 |
| | I0 | 0,I407 | 0,2I68 | | | |
| СТД-3I50 | 6 | 0,0423 | 0,227 | I7,75 | 5,0 | 23,75 |
| | I0 | 0,I057 | 0,234 | | | |
| СТД-4000 | 6 | 0,0404 | 0,25I | 20,5 | 7,5I | 29,25 |
| | I0 | 0,II76 | 0,247 | | | |
| СТД-5000 | 6 | 0,0284 | 0,276 | 22,5 | I0,75 | 29,25 |
| | I0 | 0,0949 | 0,268 | | | |
| СТД-6300 | 6 | 0,0I996 | 0,794 | 23,5 | 20,5 | 55,5 |
| | I0 | 0,0594 | 0,373 | | | |
| СТД-8000 | I0 | 0,0476 | 0,4I7 | 32 | I8,6 | 64 |
| СТД-I0000 | 6 | 0,0I064 | 0,4965 | 38 | 20,2 | 77 |
| | I0 | 0,0328 | 0,484 | | | |
| СТД-I2500 | 6 | 0,00785 | 0,546 | 38,5 | 30,75 | 79,5 |
| | I0 | 0,0245 | 0,544 | | | |
| ДС II8/44-6 | 6 | 0,442 | 0,0786 | 4,5 | 2,5 | 8 |
| | I0 | I,345 | 0,00779 | 6,2 | 2,7 | 8,8 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Данные из протоколов заводских испытаний асинхронных электродвигателей

| Тип двигателя | $R_t$, Ом 15°С | $P_{cm} + P_{мех}$ кВт |
|---|---|---|
| АТД-1250 | 0,167 | 36,0 |
| 1600 | 0,119 | 39,0 |
| 2000 | 0,080 | 49,0 |
| 2500 | 0,0538 | 56,0 |
| 3200 | 0,1025 | 69,5 |
| 4000 | 0,0276 | 107,0 |
| 5000 | 0,0719 | 112,0 |
| АТД2-1250 | 0,173 | 21,0 |
| 1600 | 0,1245 | 23,5 |
| 2000 | 0,066 | 27,5 |
| 2500 | 0,060 | 32,0 |
| 3200 | 0,0414 | 54,0 |
| 4000 | 0,0295 | 56,5 |
| 5000 | 0,0235 | 59,0 |

СОДЕРЖАНИЕ


| | Стр. |
|---|---|
| I. Общие положения | 3 |
| 2. Измеряемые параметры и приборы | 5 |
| 3. Определение мощности, потребляемой насосным агрегатом из электросети | 6 |
| 4. Определение мощности, потребляемой насосом (на валу двигателя) | I0 |
| 5. Определение полезной мощности и коэффициента полезного действия насосного агрегата, насоса | I2 |
| Приложение | I6 |

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

# М Е Т О Д И К А

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ КПД НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

РД 39-0147103-307-85

450055,Уфа, просп. Октября, 144/3

Подписано в печать 13.02.86г. П0 11194
Формат 60х90 1/16. Уч.-изд.л.1,7. Тираж 150 экз.
Заказ 42

Ротапринт ВНИИСПТнефти

gost.e-ecolog.ru