ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56624— 2015

Энергетическая эффективность

ПОГРУЖНЫЕ ЛОПАСТНЫЕ НАСОСЫ И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

КЛАССЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Экспертная организация «Инженерная безопасность» (ООО «ЭО «Инженерная безопасность») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 039 «Энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 октября 2015 г. № 1494-ст

4 Настоящий стандарт разработан на основе нормативных положений Директивы 2005/32/ЕС—2008 стран — членов ЕС «Об экологической безопасности и ресурсосбережении электрического и электронного оборудования»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Введение

Настоящий стандарт разработан для установления показателей энергоэффективности погружных насосов для добычи нефти.

Увеличение энергоэффективности погружных насосов, снижение потребляемой мощности в совокупности с рациональным использованием в системах является весьма актуальной проблемой. Снижение доли энергоресурсов, расходуемых на привод погружного оборудования, одновременно решает задачу повышения экологической безопасности в стране.

Важность проблемы подтверждается принятым в Российской Федерации Законом*, в которых определены требования к энергоэффективности оборудования и необходимости введения классов эффективности изготавливаемой продукции. Цель этих требований состоит в заинтересованности производителей повышать качество выпускаемых насосов и в стимулировании покупателей к приобретению оборудования с более высокой степенью энергоэффективности.

Целью настоящего стандарта является формирование единого терминологического толкования и унифицированных методических подходов к представлению показателей энергосбережения и энергетической эффективности при разработке нормативных (технических, правовых) и методических документов в области энергосбережения в соответствии с требованиями Закона* Российской Федерации.

В настоящем стандарте вводится классификация погружных насосов по показателю энергоэффективности.

* Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Энергетическая эффективность

ПОГРУЖНЫЕ ЛОПАСТНЫЕ НАСОСЫ И ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

КЛАССЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Energy efficiency.
Submersible bladed pumps and electric motors for oil production.
Energy efficiency classes

Дата введения — 2016—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает номенклатуру классов (показателей) энергоэффективности погружного оборудования для добычи нефти, методы их выбора, определения и нормирования на стадии проектирования и испытаний.

Настоящий стандарт охватывает диапазон подач установок от 10 до 4000 $м^3$/сут.

Устанавливаемые настоящим стандартом показатели включают в нормативные документы (конструкторскую и эксплуатационную документации) на указанное оборудование и методики его испытания.

Установленные настоящим стандартом показатели применяют для оценки соответствия энергоэффективности насосов нормативным требованиям (по мере их установления и включения в нормативную и методическую документацию), для сравнительной оценки оборудования разных моделей, типов и размеров, а также для подтверждения соответствия по показателям энергоэффективности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 6134—2007 Насосы динамические. Методы испытаний

ГОСТ 7217—87 Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные. Методы испытаний

ГОСТ ISO 17769-1—2014 Насосы жидкостные и установки. Основные термины, определения, количественные величины, буквенные обозначения и единицы измерения. Часть 1. Жидкостные насосы

ГОСТ 25941—83 Машины электрические вращающиеся. Методы определения потерь и коэффициента полезного действия

ГОСТ 27471—87 Машины электрические вращающиеся. Термины и определения

ГОСТ Р 53905—2010 Энергосбережение. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 27471, ГОСТ ISO 17769-1, ГОСТ Р 53905, а также следующие термины с соответствующими определениями:

Издание официальное

3.1 **установка электроприводного лопастного насоса для добычи нефти**: Совокупность оборудования для подъема пластовой жидкости из скважин, состоящая из приводного электродвигателя, лопастного насоса, телеметрии, гидравлической защиты, предвключенного устройства, кабельной линии, станции управления и повышающего трансформатора.

3.2 **номинальное значение**: Значение, при котором обеспечиваются заданные изготовителем технические показатели оборудования.

3.3 **номинальная подача**: Подача, установленная изготовителем, при которой регламентируются все показатели насоса.

3.4 **номинальный КПД насоса**: КПД при номинальной подаче.

3.5 **погружной электродвигатель**: Герметичный маслозаполненный электродвигатель, входящий в состав установки электроприводного лопастного насоса и служащий приводом скважинного лопастного насоса.

3.6 **режим работы лопастного насоса**: Совокупность рабочих показателей насоса, соответствующих определенной подаче насоса.

3.7 **режим закрытой задвижки**: Режим работы насоса при подаче, равной нулю.

3.8 **оптимальный режим**: Режим работы насоса при наибольшем значении КПД.

3.9 **режим максимальной подачи**: Режим работы насоса при напоре, близком к нулю.

3.10 **давление на входе p_1**: Давление, действующее на входе насоса.
[ГОСТ ISO 17769-1—2014, пп. 3.1.9.4]

3.11 **давление насоса на выходе p_2**: Давление, действующее на выходе насоса.
[ГОСТ ISO 17769-1—2014, пп. 3.1.9.5]

4 Классы энергоэффективности лопастных насосов

4.1 Общие сведения

Определение класса энергетической эффективности насосов осуществляется производителем, через определение КПД нового насоса, на основании квалификационных (периодических) испытаний согласно ГОСТ 6134, и включается в технические условия (ТУ) на изделие.

Маркировка класса энергоэффективности наносится на таблички и приводится в паспорте изделия.

4.2 Номинальные КПД насосов должны соответствовать одному из классов энергоэффективности:

- классу e0 для насосов с пониженным номинальным КПД;
- классу e1 для насосов со стандартным номинальным КПД;
- классу e2 для насосов с повышенным номинальным КПД;
- классу e3 для насосов с высоким номинальным КПД.

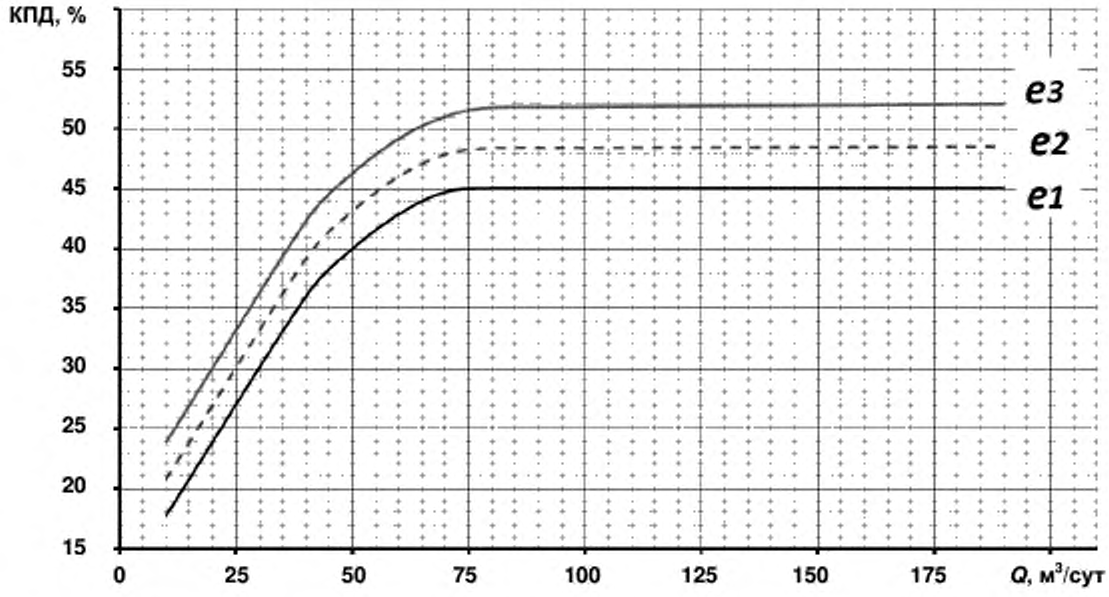
4.3 Значение номинальных КПД, в зависимости от диаметра корпуса насоса и с учетом всех допусков, для насосов с высоким номинальным КПД должно быть равно или выше уровня e3, приведенного на рисунках 1—10.

4.4 Значение номинальных КПД для насосов с повышенным номинальным КПД должно находиться в интервале между уровнями e2 и e3, приведенными на рисунках 1—10.

4.5 Значение номинальных КПД для насосов со стандартным нормальным КПД должно находиться в интервале между уровнями e1 и e2, приведенными на рисунках 1—10.

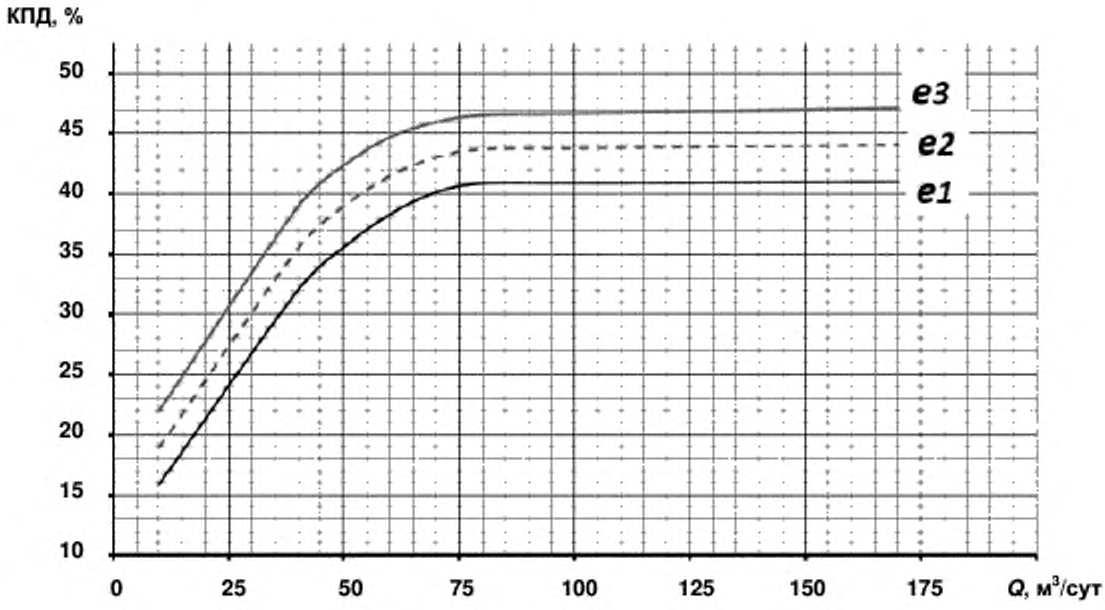
4.6 Насосы с номинальным КПД ниже уровня e1 считать с низким КПД и класс энергоэффективности в обозначении маркировать e0.

4.7 Наработка на отказ насосов должна быть установлена в ТУ на изделия с учетом условий эксплуатации, но не менее одного года.



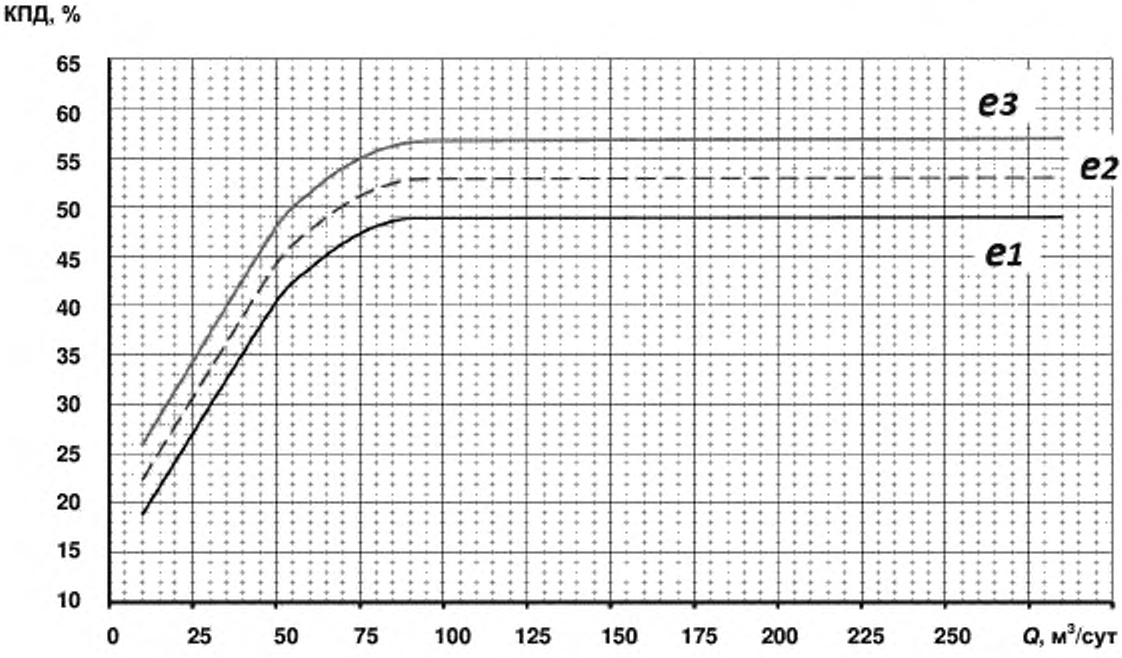
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $10 \le Q \le 70$ м^3/сут. $y = -0{,}00391x^2 + 0{,}72319x + 9{,}10455$,
при $Q > 70$ м^3/сут. $y = 0{,}00452x + 40{,}3516$;
e2 при $10 \le Q \le 80$ м^3/сут. $y = -0{,}004941x^2 + 0{,}79723x + 11{,}4662$,
при $Q > 80$ м^3/сут. $y = 0{,}00416x + 43{,}3735$;
e3 при $10 \le Q \le 80$ м^3/сут. $y = -0{,}00547x^2 + 0{,}83684x + 14{,}1897$,
при $Q > 80$ м^3/сут. $y = 0{,}00665x + 45{,}9939$

Рисунок 1 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 55 мм



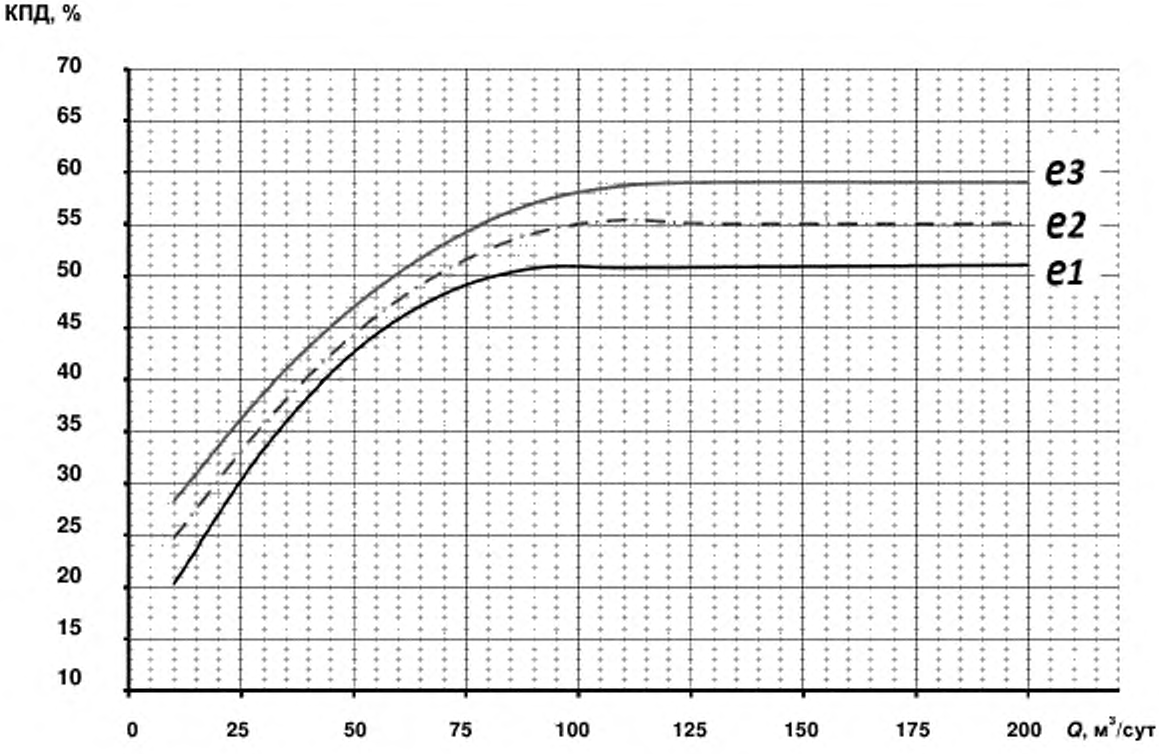
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $10 \le Q \le 80$ м^3/сут. $y = -0{,}00529x^2 + 0{,}872715x + 9{,}537107$,
при $Q > 80$ м^3/сут. $y = 45$;
e2 при $10 \le Q \le 80$ м^3/сут. $y = -0{,}00533x^2 + 0{,}877316x + 12{,}55602$,
при $Q > 80$ м^3/сут. $y = 0{,}001262x + 48{,}27767$;
e3 при $10 \le Q \le 80$ м^3/сут. $y = -0{,}00537x^2 + 0{,}881918x + 15{,}57493$,
при $Q > 80$ м^3/сут. $y = 0{,}002524x + 51{,}55534$

Рисунок 2 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 69 мм



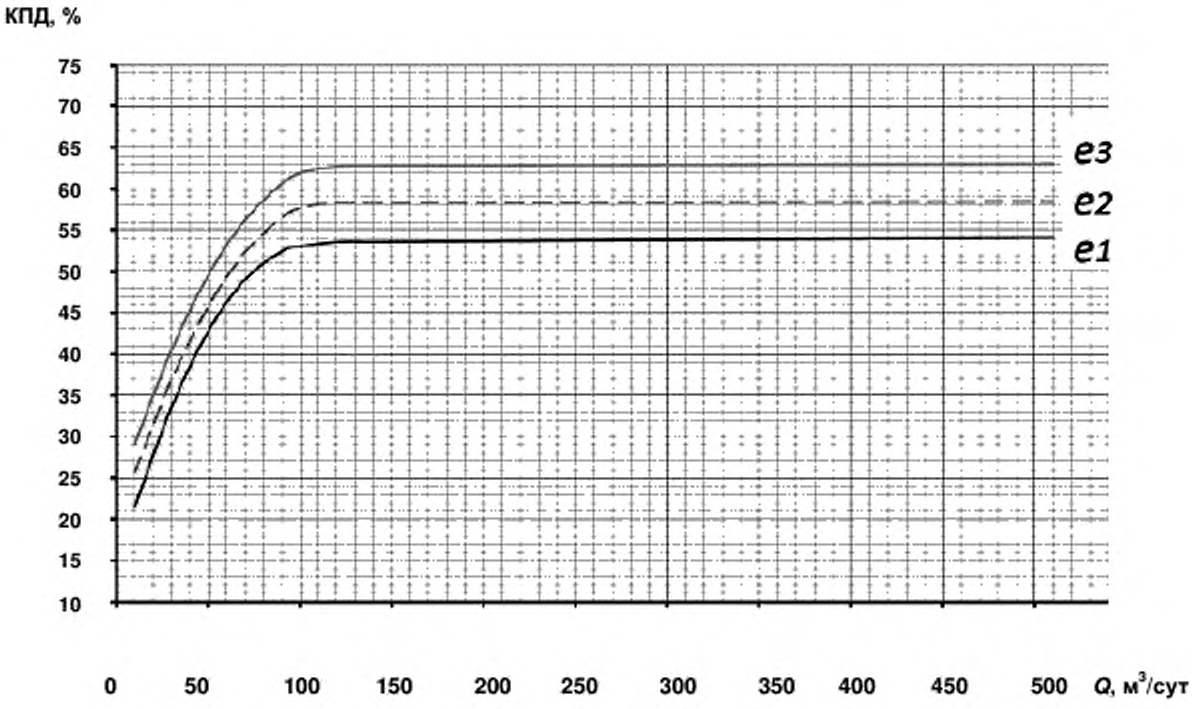
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $10 \le Q \le 80$ м^3/сут. $y = -0{,}00404x^2 + 0{,}780302x + 11{,}49017$,
при $Q > 80$ м^3/сут. $y = 0{,}000708x + 48{,}80451$;
e2 при $10 \le Q \le 100$ м^3/сут. $y = -0{,}00415x^2 + 0{,}794382x + 14{,}887615$,
при $Q > 100$ м^3/сут. $y = 0{,}000811x + 52{,}76892$;
e3 при $10 \le Q \le 100$ м^3/сут. $y = -0{,}00422x^2 + 0{,}804941x + 18{,}32636$,
при $Q > 100$ м^3/сут. $y = 0{,}001622x + 56{,}53784$

Рисунок 3 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 81 мм



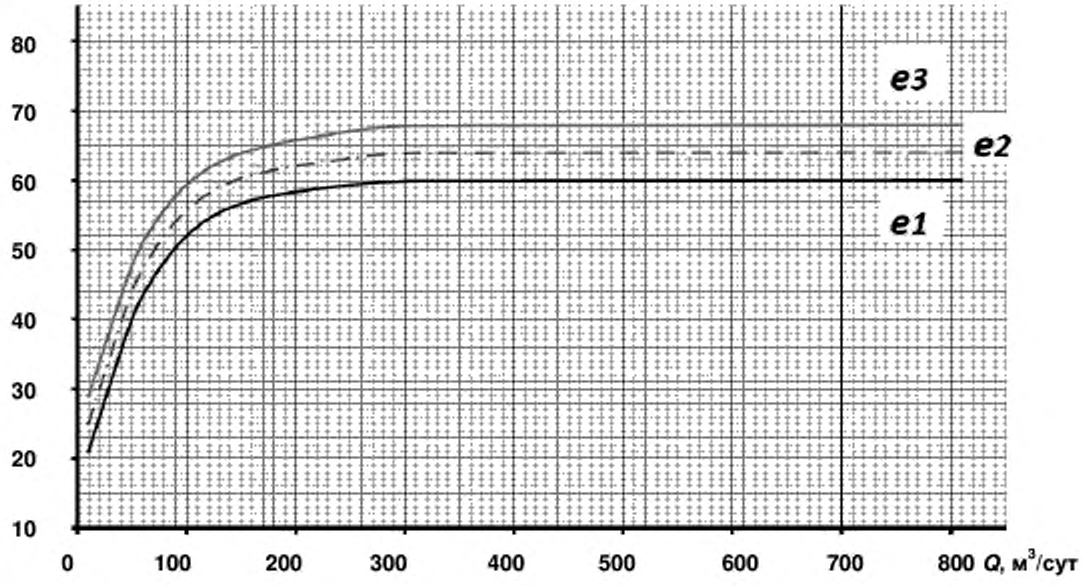
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $10 \le Q \le 90$ м^3/сут. $y = -0{,}00459x^2 + 0{,}8323x + 12{,}45975$,
при $Q > 90$ м^3/сут. $y = 0{,}002905x + 50{,}49753$;
e2 при $10 \le Q \le 130$ м^3/сут. $y = -0{,}00365x^2 + 0{,}735273x + 17{,}21885$,
при $Q > 130$ м^3/сут. $y = 0{,}025x + 51{,}75$;
e3 при $10 \le Q \le 130$ м^3/сут. $y = -0{,}00274x^2 + 0{,}633x + 22{,}18402$,
при $Q > 130$ м^3/сут. $y = 59$

Рисунок 4 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 86 мм



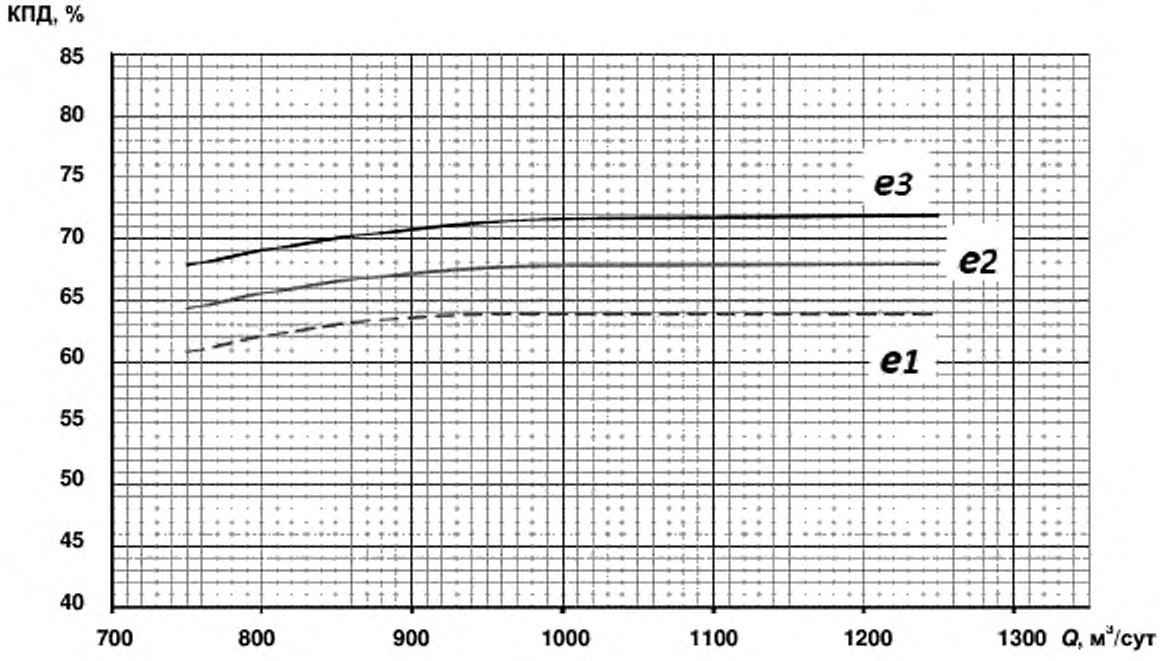
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $10 \le Q \le 120$ м^3/сут. $y = -0{,}00362x^2 + 0{,}74961x + 14{,}29928$,
при $Q > 120$ м^3/сут. $y = 0{,}0013342x + 53{,}4038$;
e2 при $10 \le Q \le 140$ м^3/сут. $y = -0{,}00294x^2 + 0{,}680823x + 19{,}07382$,
при $Q > 140$ м^3/сут. $y = 0{,}000511x + 58{,}261$;
e3 при $10 \le Q \le 140$ м^3/сут. $y = -0{,}00294x^2 + 0{,}68821x + 22{,}47907$,
при $Q > 140$ м^3/сут. $y = 0{,}000463x + 62{,}7852$

Рисунок 5 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 92 мм



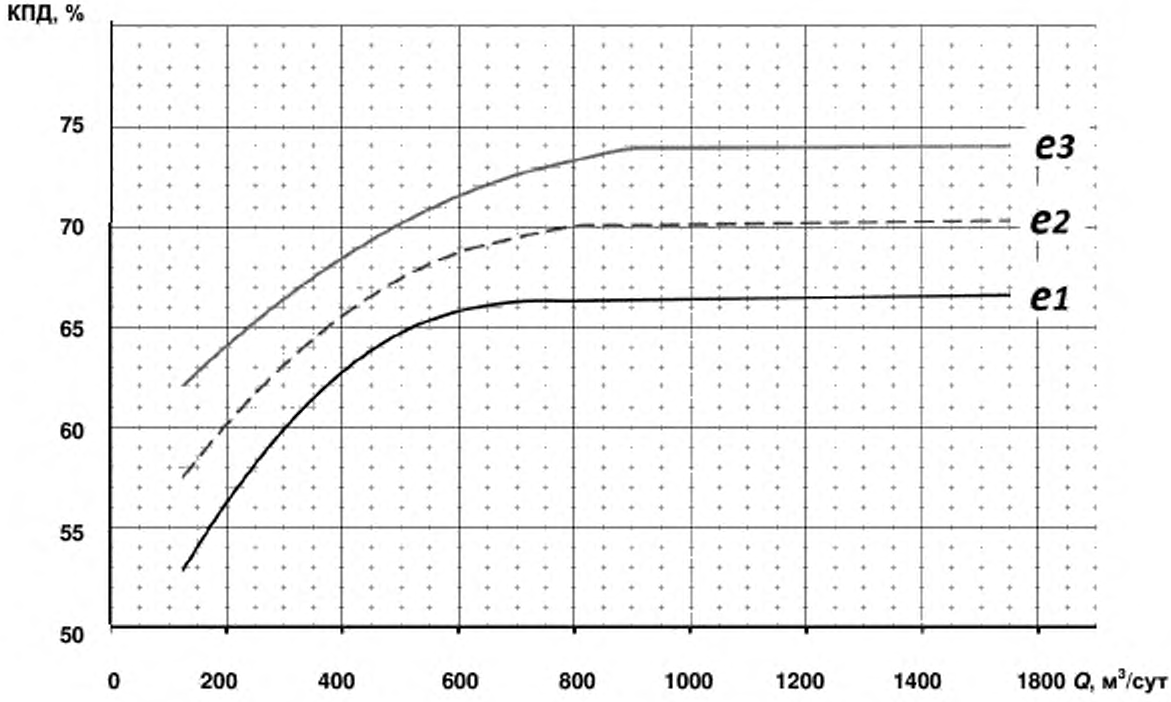
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $10 \le Q \le 310$ м^3/сут. $y = -1{,}35 \cdot 10^{-8} x^4 + 1{,}25 \cdot 10^{-5} x^3 - 0{,}00438 x^2 + 0{,}70279 x + 14{,}33537$,
при $Q > 310$ м^3/сут. $y = 0{,}000117 x + 59{,}90954$;
e2 при $10 \le Q \le 310$ м^3/сут. $y = -1{,}4 \cdot 10^{-8} x^4 + 1{,}29 \cdot 10^{-5} x^3 - 0{,}004425 x^2 + 0{,}700695 x + 18{,}36764$,
при $Q > 310$ м^3/сут. $y = 0{,}000146 x + 63{,}88693$;
e3 при $10 \le Q \le 310$ м^3/сут. $y = -1{,}4 \cdot 10^{-8} x^4 + 1{,}33 \cdot 10^{-5} x^3 - 0{,}004471 x^2 + 0{,}6986 x + 22{,}39991$,
при $Q > 310$ м^3/сут. $y = 0{,}000175 x + 67{,}86431$

Рисунок 6 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 103 мм



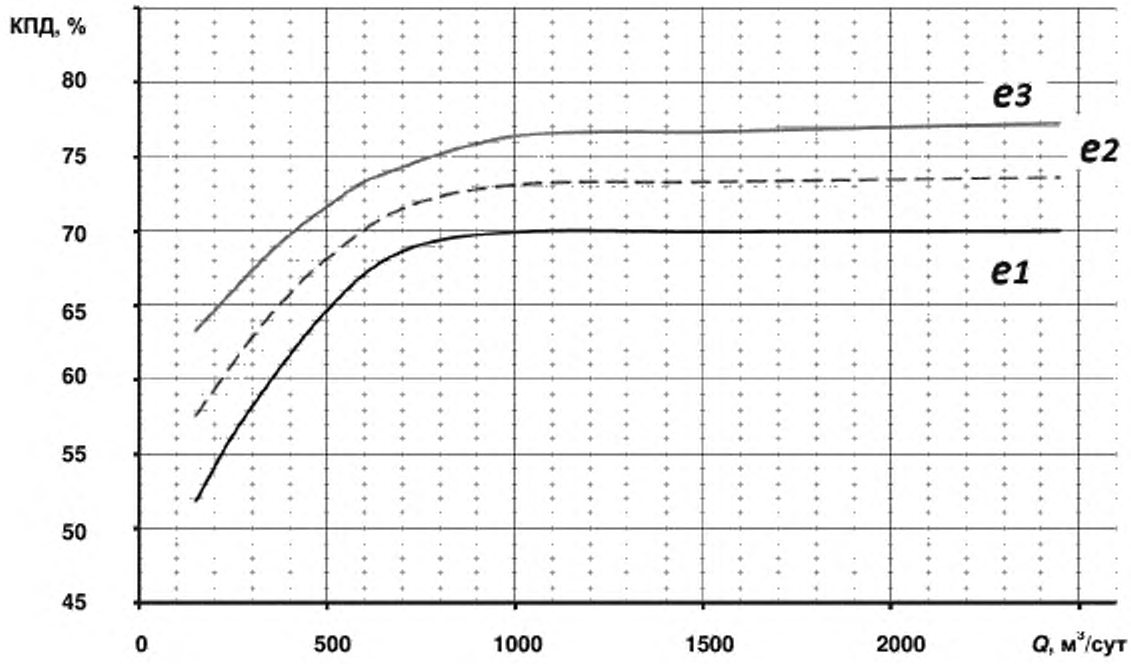
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $750 \le Q \le 950$ м^3/сут. $y = -6{,}6{*}10^{-5}x^2 + 0{,}127514x + 2{,}1$,
при $Q > 950$ м^3/сут. $y = 63{,}9$;
e2 при $750 \le Q \le 1000$ м^3/сут. $y = -4{,}7{*}10^{-5}x^2 + 0{,}097586x + 21{,}15$,
при $Q > 1000$ м^3/сут. $y = 0{,}001105x + 70{,}56579$;
e3 при $750 \le Q \le 1000$ м^3/сут. $y = -5{,}6{*}10^{-5}x^2 + 0{,}11255x + 11{,}625$,
при $Q > 1000$ м^3/сут. $y = 0{,}000553x + 67{,}23289$

Рисунок 7 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 114 мм



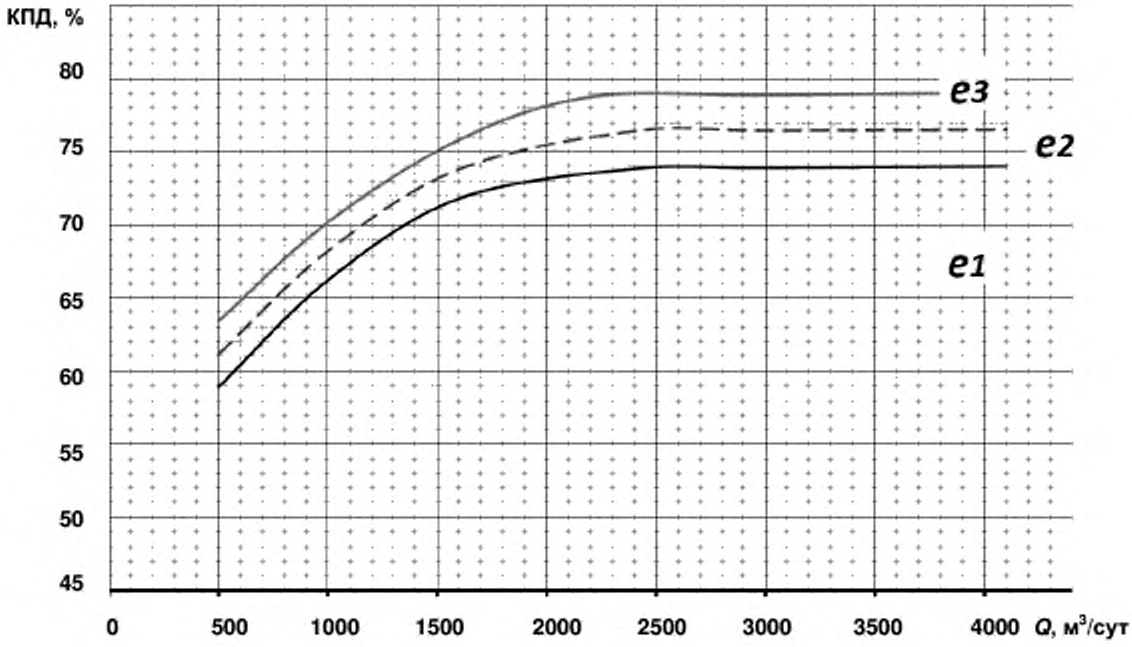
Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при 125 ≤ Q ≤ 700 м^3/сут. $y = -4{,}4*10^{-5}x^2 + 0{,}058894x + 46{,}17326$,
при Q > 700 м^3/сут. $y = 0{,}000414x + 65{,}95011$;
e2 при 125 ≤ Q ≤ 800 м^3/сут. $y = -2{,}8*10^{-5}x^2 + 0{,}044041x + 52{,}43149$,
при Q > 800 м^3/сут. $y = 0{,}000399x + 69{,}68868$;
e3 при 125 ≤ Q ≤ 900 м^3/сут. $y = -1{,}6*10^{-5}x^2 + 0{,}031728x + 58{,}3441$,
при Q > 900 м^3/сут. $y = 0{,}000204x + 73{,}69864$

Рисунок 8 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 123 мм



Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при $150 \le Q \le 1000$ м^3/сут. $y = -3{,}1 \cdot 10^{-5} x^2 + 0{,}056908x + 43{,}9767$,
при $Q > 1000$ м^3/сут. $y = 6{,}27 \cdot 10^{-5} x + 53{,}4038$;
e2 при $150 \le Q \le 1000$ м^3/сут. $y = -2{,}5 \cdot 10^{-5} x^2 + 0{,}046211x + 51{,}19616$,
при $Q > 1000$ м^3/сут. $y = 0{,}000345x + 72{,}76365$;
e3 при $150 \le Q \le 1000$ м^3/сут. $y = -1{,}8 \cdot 10^{-5} x^2 + 0{,}035603x + 58{,}3657$,
при $Q > 1000$ м^3/сут. $y = 0{,}000599x + 75{,}76152$

Рисунок 9 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 136 мм



Графики на рисунке описываются следующими полиномами:
e1 при 500 ≤ Q ≤ 2400 м^3/сут. $y = -4{,}8*10^{-6}x^2 + 0{,}021907x + 49{,}1653$,
при Q > 2400 м^3/сут. $y = 0{,}000103x + 73{,}60673$;
e2 при 500 ≤ Q ≤ 3000 м^3/сут. $y = -3{,}7*10^{-6}x^2 + 0{,}018934x + 52{,}7882$,
при Q > 3000 м^3/сут. $y = 76{,}5$;
e3 при 500 ≤ Q ≤ 2200 м^3/сут. $y = -3{,}8*10^{-6}x^2 + 0{,}019167x + 54{,}78294$,
при Q > 2200 м^3/сут. $y = 0{,}000148x + 78{,}4401$

Рисунок 10 — Уровни номинальных КПД насосов с диаметром корпуса 172 мм

5 Классы энергоэффективности погружных электродвигателей

5.1 Общие сведения

Определение класса энергетической эффективности погружных электродвигателей осуществляется производителем через определение КПД нового электродвигателя на основании квалификационных (периодических) испытаний согласно ГОСТ 7217, ГОСТ 25941 и включается в ТУ на изделие.

Маркировка класса энергоэффективности наносится на таблички и приводится в паспорте изделия.

5.2 Электродвигатели в зависимости от диаметрального габарита, КПД и коэффициента мощности делятся на два класса энергоэффективности:

- e1 — электродвигатели с нормальным КПД, величина которого соответствует уровню, достигнутому в производстве погружных электродвигателей;
- e2 — электродвигатели с высоким КПД (энергоэффективные), у которых суммарные потери мощности не менее чем на 40 % ($K_э$ = 0,4) меньше суммарных потерь мощности электродвигателей с нормальным КПД той же мощности и частоты вращения.

5.3 Электродвигатели с нормальным КПД должны иметь номинальные значения КПД и коэффициент мощности не ниже приведенных в таблице 1.

Таблица 1 — Нормальные значения КПД и коэффициента мощности для электродвигателей класса е1

Диаметр корпуса электродвигателя, мм	КПД, %	Коэффициент мощности, о. е.
81	77	0,8
96	79	0,8
103	79,5	0,82
117	84	0,82
123	84	0,83
130	84	0,85
143	86	0,86
180 и более	88	0,89

Минимальные значения КПД энергоэффективного электродвигателя при K_e = 0,4 определяют по формуле (1):

$$\eta_{эм} = \frac{\eta}{100 - K_e(100 - \eta)}100, \quad (1)$$

где $\eta_{эм}$ — минимальное значение КПД энергоэффективного электродвигателя, %;

η — коэффициент полезного действия электродвигателя с нормальным КПД, %.

В таблице 2 приведены минимальные значения КПД для энергоэффективных электродвигателей в зависимости от диаметрального габарита.

Таблица 2 — Минимальные значения КПД и коэффициента мощности для электродвигателей класса е2.

Диаметр корпуса электродвигателя, мм	КПД, %	Коэффициент мощности, о. е.
81	84,8	0,8
96	86,2	0,8
103	86,6	0,82
117	89,7	0,82
123	89,7	0,83
130	89,7	0,85
143	91,1	0,86
180 и более	92,4	0,89

5.4 Наработка на отказ электродвигателей должна быть установлена в ТУ на изделия с учетом условий эксплуатации, но не менее одного года.

6 Испытания лопастных насосов

При проведении испытаний должны измеряться следующие показатели:

- давление, развиваемое насосом $p_н$, кгс/см^2;
- частота вращения «n», об/мин (стандартная частота вращения 2910 оборотов в минуту для асинхронных двигателей), для насосов, применяемых с вентильными двигателями, частота вращения должна соответствовать номинальной частоте эксплуатации установки;
- потребляемая насосом мощность $N_н$, кВт;
- подача насоса $Q_н$, м^3/сут.

Измерение должно производиться в вертикальном положении насоса на воде согласно ГОСТ 6134. При проведении испытаний замер параметров ведется не менее чем при десяти значениях подачи насоса.

Последовательность выбора режимов при испытаниях должна быть от закрытого до открытого положения запорной арматуры стенда (от минимальной до максимальной подачи).

Давление $p_н$, развиваемое насосом, находят по формуле (2):

$$p_н = p_2 - p_1 , \quad (2)$$

где p_2 — давление на выходе из насоса;

p_1 — давление на входе в насос.

Значения КПД насоса $\eta_н$ вычисляют по формуле:

$$\eta_н = \frac{p_н Q_н}{N_н}. \quad (3)$$

При подстановке значений в формулу (3) необходимо перевести $p_н$ из кгс/см^2 в Па, $Q_н$ — из м^3/сут в м^3/с, $N_н$ — из кВт в Вт.

По полученным данным строятся напорно-расходная и энергетические характеристики насоса.

7 Испытания погружных электродвигателей

7.1 При проведении испытаний электродвигатель должен находиться только в вертикальном положении.

7.2 В секционных электродвигателях испытаниям подвергается только верхняя секция. Результаты испытаний распространяются на среднюю и нижнюю секции и электродвигатель в сборе.

7.3 При испытании определяется КПД электродвигателя по ГОСТ 7217, ГОСТ 25941 с учетом требований технических условий, описанных на конкретные типы электродвигателей. По результатам испытаний строится характеристика КПД в зависимости от нагрузки.

УДК 621.67-216.74:006.354 ОКС 23.070 Г72 ОКП 36 3000

Ключевые слова: насос погружной лопастной, электродвигатель для добычи нефти, энергетическая эффективность, класс энергетической эффективности

Редактор *С.А. Кузьмин*
Корректор *Л.В. Коретникова*
Компьютерная верстка *Е.И. Мосур*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,33. Тираж 35 экз. Зак. 4105.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru