



**Выбор способа эксплуатации  
скважин с точки зрения  
энергоэффективности**

**Москва, 2010г.**

## Порядок подбора электроприводных насосов

Подбор глубины колонны, м

1360
1370
1380
1390
1400
1410
1420
1430
1440
1450
1460
1470
1480
1490
1500
1510
1520

Масштаб

Проекция

Сетки

Шаг X, м: 100

Шаг Y, м: 100

Шаг H, м: 100

Режим работы насоса 1ЭЦНД5-125-1300 при длине подвески 1340 м

Насос | Конусная вставка | Двигатель | Кабель | Экономика | Скважина

Типоразмер: 1ЭЦНД5.1-200

Изготовитель: БОРЕЦ

Число ступеней, шт.: 47

Создаваемый напор, м: 184

подбирать насос и конусную вставку стандартными модулями

Основной насос: 1ЭЦНД5-125-1300

Св. газ на входе в осн. насос, %: 19.87

Q на вх. в осн. насос, куб. м/сут: 129.64

РЕКОМЕНДУЕМ снизить напор основного насоса на величину напора, развиваемого конусной вставкой. Для этого необходимо снять ступеней, шт.: 47

Сохранить отчет | Принять вариант | Отмена

Задать цвет графика | Толщина линии: 2

Показать графики | Закрывать

Далее >> | Отмена

Длина колонны, м: 788

Выбор глубины, м: 24

0.75
0.697
0.645
1.017
1.389
0.727
0.065
0.567
1.07
0.66
0.25
1.472
2.693
2.492
2.291
1.918
1.546

св. газ: 18.19 %

состояние насоса

Возврат

При подборе электроприводных насосов, добавлено уточнение режима работы оборудования по индикаторной диаграмме скважины, визуализация скважины и подбор конусной схемы насоса. Для ознакомления с последовательными шагами подбора, кликайте мышью по изображению, или нажимайте на клавишу 'Пробел'.

# Определение мощности

- Потребное давление насоса:
- $P = \rho g L_{дин} + P_{буф} + \Delta P_{нкт} - P_{г2}$
- где  $L_{дин}$  - глубина расположения динамического уровня;
- $P_{буф}$  - буферное давление;
- $\Delta P_{нкт}$  - потери давления на гидравлические сопротивления в колонне НКТ;
- $P_{г2}$  - давление работы газа на участке "нагнетание насоса - устье скважины".

# Определение мощности

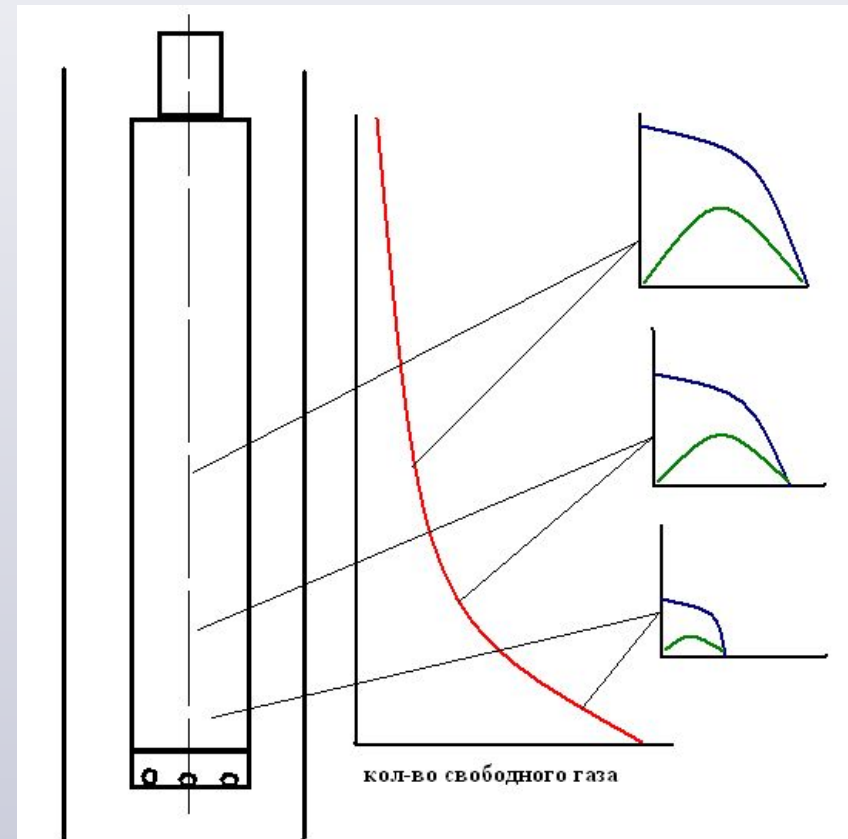
- Коэффициент изменения подачи насоса при работе на нефтеводогазовой смеси относительно водяной характеристики:
- $KQv = 1 - 4,95 \nu^{0.85} QoB^{-0.57}$
- где  $\nu$  - эффективная вязкость смеси;
- $QoB$  - оптимальная подача насоса на воде.
- Коэффициент изменения КПД насоса из-за влияния вязкости:
- $K\eta\nu = 1 - 1.95 \nu^{0.4} / QoB^{0.27}$  ( $QoB$  -подача в м3/с)
- Коэффициент сепарации газа на входе в насос:
- $Kc = 1 / [1 + (6.02 Qnp / fскв )]$ ,
- где  $fскв$  - площадь кольца, образованного внутренней стенкой обсадной колонны и корпусом насоса.
- Относительная подача жидкости на входе в насос:
- $q = Qж.пр / QoB$
- где  $QoB$  – подача в оптимальном режиме по “водяной” характеристики насоса .

# Определение напора

- Относительная подача на входе в насос в соответствующей точке водяной характеристики насоса:
  - $q_{np} = Q_{ж.пр} / Q_{oB} K_{Qv}$
- Газосодержание на приеме насоса с учетом газосепарации:
  - $\beta_{np} = \beta_{вх} (1 - K_c) / [\beta_{вх} (1 - K_c) + Q_{ж.пр}]$
  - где – объемная доля жидкости на приеме насоса.
- Коэффициент изменения напора насоса из-за влияния вязкости:
  - $K_{Hv} = 1 - (1.07v^{0.6} q_{np} / Q_{oB}^{0.57})$
- Коэффициент изменения напора насоса с учетом влияния газа:
  - $K = [ (1 - \beta) / (0.85 - 0.31 q_{np}) A ]$
  - где  $A = 1 / [ 15.4 - 19.2 q_{np} + (6.8 q_{np})^2 ]$
- Напор насоса при оптимальном режиме:
  - $H = P / \rho g K K_{Hv}$

# Расчет характеристики

- Изменение кол-ва свободного газа по длине насоса приводит к изменению плотности и вязкости перекачиваемой жидкости и характеристики ступеней



# Процесс подбора

Сайт: Автотехнолог М:Самотловское К:Клемо1 С:3 /Дата:07.12.09(18:44:15)

### Подбор эл. приводных насосов: Выбор режима эксплуатации скважины

Общие данные | Непрерывная эксплуатация | Периодическая эксплуатация

Рзаб, МПа (Ндин, м)

Используется поправка Вогель+вода

Q, м3/сут.

Давление насыщения, МПа:	9.9
Пластовое давление, МПа:	20.3
Кпрод., куб.м/МПа*сут.:	2
Динамический уровень, м:	1433
Забойное давление, МПа:	7.63
Дебит жидкости, куб.м/сут.:	25
Рзабойное/Рнасыщения:	0.771

Выбор насоса для анализа и дальнейших расчетов (можно не выбирать насос здесь, а сделать это далее)

**Подобрать подходящие насосы** ЭЦН

Скорость вращения вала, об/мин: 2917

Штуцер Показать 1 Очистить

Далее >> Отмена

# Процесс подбора

Подбор эл. приводных насосов: выбор насоса и двигателя

Наименование	Число ступеней	Мощность, кВт	Двигатель	Продолжить
1ВННП5И-25-2050	453	15.45	ПЭД22-103В5 (22 кВт)	Да
1ВННПИ5-25Г3-1950	438	15.45	ПРЭД-18-117 (18 кВт)	Нет
1ВННПИ5-25Г3-2100	471	15.45	ПРЭД-18-117 (18 кВт)	Нет
1ВННПИ5-30-1850	387	12.66	ПЭДУК14-117М2 (14 кВт)	Нет
1ВННПИ5-30Г3-1800	380	12.66	ПЭДУК14-117М2 (14 кВт)	Нет
1ЗЦНДП5-25-2000	382	13.67	7ПЭДТ16-103М1В5 (16 кВт)	Нет
1ЗЦНПИ4-20-2500	663	18.42	7ПЭД22-103М1В5 (22 кВт)	Нет
1ЗЦНПИ4-20Г3-2600	678	18.66	7ПЭД22-103М1В5 (22 кВт)	Нет
2ВННПИ5А-35-1750	232	14.09	7ПЭДТ16-103М1В5 (16 кВт)	Да
ИЭЦН5-50 АR(P)-1800	348	17.52	ЭДБ20-103В5 (20 кВт)	Да
ИЭЦН5-50 АRВ-1750	348	18.44	7ПЭД22-103М1В5 (22 кВт)	Нет
ВНН4-20-03-00-2250	516	18.99	7ПЭД22-103М1В5 (22 кВт)	Нет
ВНН4-20-03-00-2400	555	18.99	7ПЭД22-103М1В5 (22 кВт)	Нет
ВНН4-20-03-01-2350	543	18.99	7ПЭД22-103М1В5 (22 кВт)	Нет
ВНН4-30-03-00-1750	429	13.28	ПРЭД-15-117 (15 кВт)	Нет
ВНН4-30-03-00-1900	462	13.28	ПРЭД-15-117 (15 кВт)	Нет
ВНН4-30-03-01-1850	451	13.28	ПРЭД-15-117 (15 кВт)	Нет
ВНН5-25-03-00-2000	438	14.86	ПРЭД-18-117 (18 кВт)	Нет
ВНН5-25-03-01-2050	453	14.86	ПРЭД-18-117 (18 кВт)	Нет
ВНН5-25-04-003-1980	438	14.85	ПРЭД-18-117 (18 кВт)	Нет
ВНН5-30-03-00-1800	380	12.93	ЭД 16-117 ТРa (16 кВт)	Да
ВНН5-30-03-01-1750	368	12.93	ПРЭД-15-117 (15 кВт)	Нет

<<Назад    Далее >>    Отмена



# Процесс подбора

## Подбор эл. приводных насосов: выбор кабеля

Наименование	T на выходе °C	Кабельный удлинитель	Продолжить
1ВННП5И-25-2050	58.98	КПБП-90 (13 мм, 90 °C)	Да
2ВННПИ5А-35-1750	57.83	КПБП-90 (13 мм, 90 °C)	Да
ИЗЦН5-50 АR(P)-1800	60.79	КПБП-90 (13 мм, 90 °C)	Да
ВНН5-30-03-00-1800	56.67	КПБП-90 (13 мм, 90 °C)	Да

Основной кабель

Использовать основной кабель до, °C

<<Назад

Далее >>

Отмена

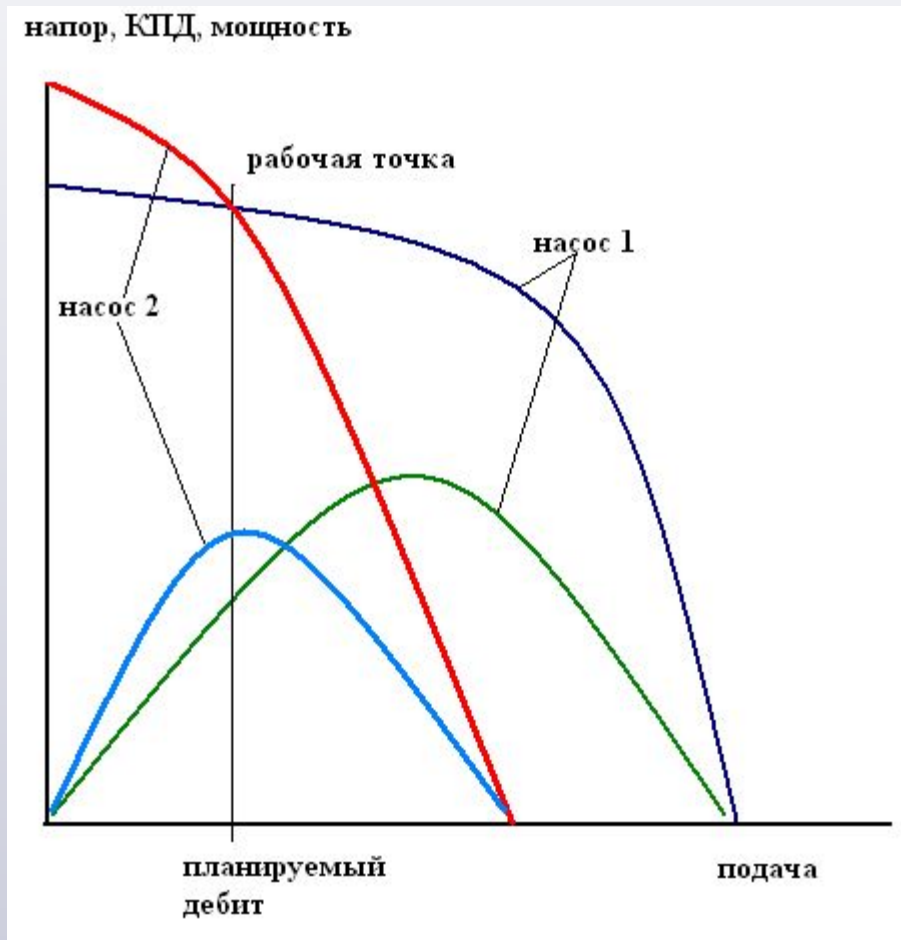
# Сравнение результатов подбора

Подбор эл. приводных насосов: результаты подбора и подбор по глубине

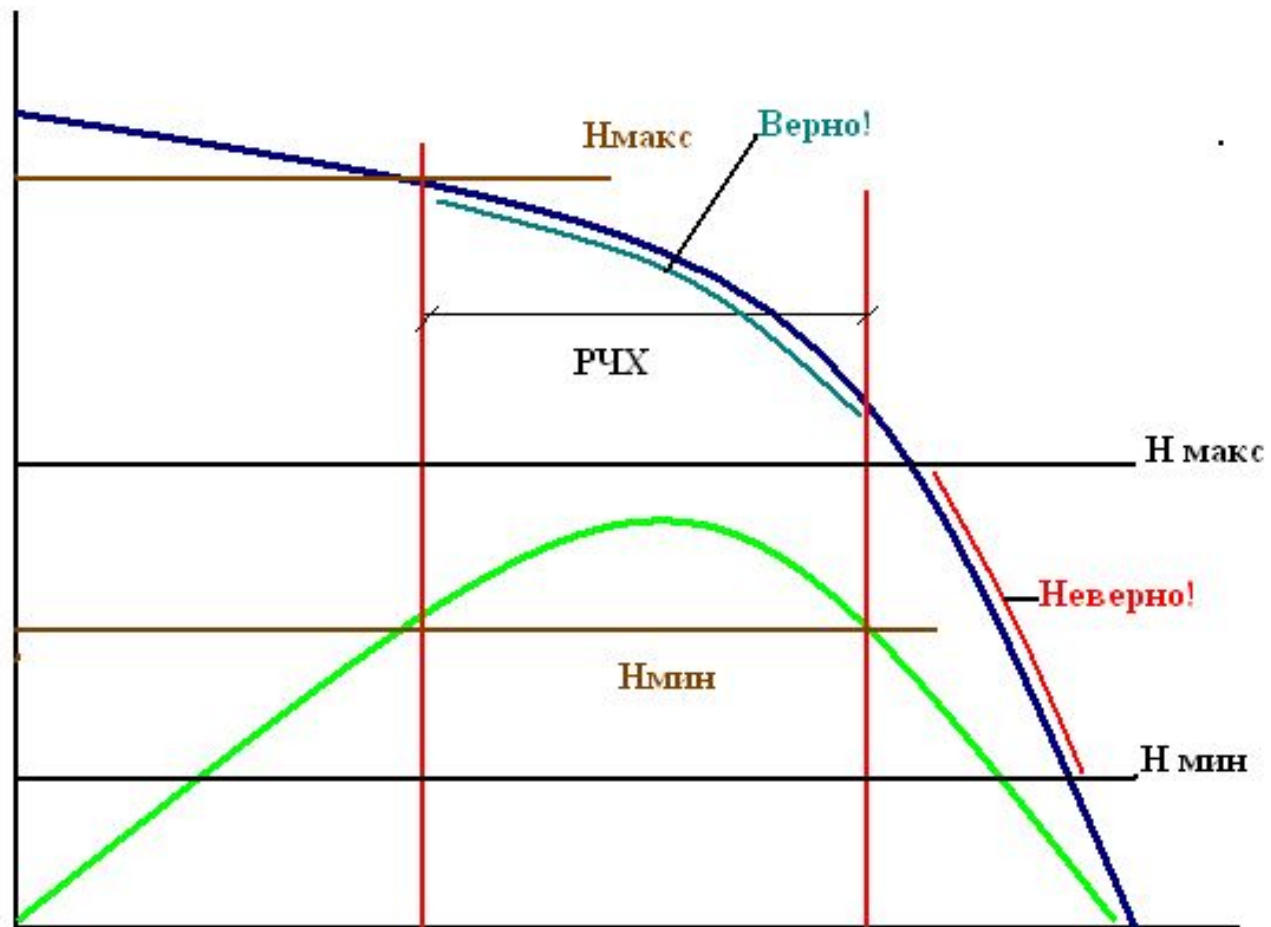
Вариант (всего 4)		Вариант №3	Вариант №4
Насос	Название	ИЗЦН5-50 AR(P)-1800	ВНН5-30-03-00-1800
	Тип	Центробежный	Центробежный
	Температура на выходе, °С	60.79	56.67
	КПД, %	27.79	37.65
	Мощность, кВт	17.52	12.93
	Qприема/Qопт.	0.55	0.92
	КПДприема/КПДмакс.	0.65	0.92
	Изготовитель	Лемаз	Новомет
Двигатель	Название	ЭДБ20-103В5	ЭД 16-117 ТРa
	Мощность, кВт	20	16
	Скорость жидкости [мин. допустимая], м/с	0.07 [0.15]	0.138 [0.3]
Кабель	Изготовитель	БОРЕЦ	Привод
	Основной	КЛБК (16 мм, 90 °С ) 2095м	КЛБК (16 мм, 90 °С )
Экономика	Удлинитель	КЛБП-90 (13 мм, 90 °С ) 36м	КЛБП-90 (13 мм, 90
	Мощность с учетом потерь, кВт	29.05	20.46
	Затраты мощности на т нефти, кВт/ч	66.4	46.76
	Стоимость подъема т нефти, руб.	-	-
	Гидрозащита	ГТ1М5ЛД	

# Почему разные затраты мощности

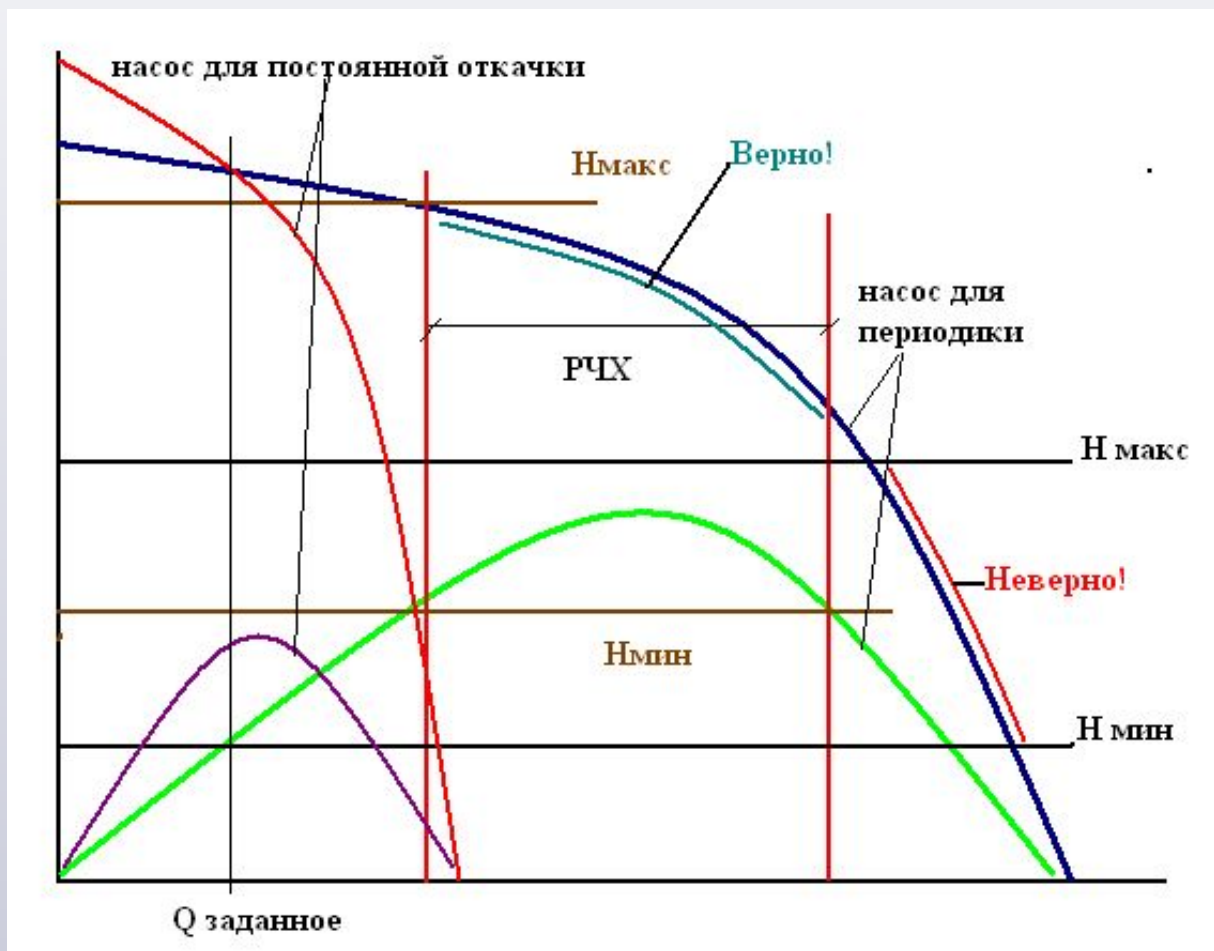
Насос 1 работает в левой части характеристики и, хотя имеет более высокий КПД, работает неэффективно!



# Выбор параметров периодической эксплуатации



# Варианты эксплуатации скважины



# Сравнение затрат на добычу

## Задано:

Дебит – 25 куб.м/сутки, динамический уровень – 2000 м, плотность – 900, КПД насоса – 25%, КПД ПЭД – 80%, рабочий ток -25 А, КПД СУ – 90%, КПД трансформатора – 95%, длина подвески – 2200 м. Работа в постоянном режиме.

## Решение

1. Полезная мощность –  $N_n = Q \rho g H = (25 : (24 * 3600)) * 900 * 9,81 * 2000 = 5,7$  кВт
2. Мощность насоса -  $N_{нас} = N_n : \eta_{нас} = 5,7 : 0,25 = 22,7$  кВт
3. Мощность двигателя  $N_{дв} = N_{нас} : \eta_{дв} = 22,7 : 0,8 = 28,5$  кВт
4. Потери мощности в кабеле  $N_{каб} = L R I^2 = 2200 * 0,025 * 625 = 3,5$  кВт
5. Мощность на СУ –  $N_{су} = N_{каб} + N_{дв} = 28,5 + 2,5 = 32,0$  кВт
6. Потери мощности на СУ  $N_{пот} = 32 * 0,9 = 2,88$  кВт
7. Мощность на Тр  $N_{тр} = N_{су} + N_{пот} = 32,0 + 2,88 = 34,88$  кВт
8. Мощность полная  $N_{полн} = N_{тр} : \eta_{тр} = 34,88 : 0,95 = 36,71$  кВт
9. Затраты энергии –  $A = N_{полн} * 24 = 36,71 * 24 = 881,2$  кВт\*час
10. Затраты энергии на подъем 1 куб.м жидкости  $a = 881,2 : 25 = 35,25$  кВт\*час/куб.м

# Сравнение затрат на добычу

## Задано:

Дебит – 25 куб.м/сутки, динамический уровень – 2000 м, плотность – 900, КПД насоса – 55%, КПД ПЭД – 80%, рабочий ток -25 А, КПД СУ – 90%, КПД трансформатора – 95%, длина подвески – 2200 м. Работа в АПВ(6 часов работы в сутки) с установкой большого дебита

## Решение

- 1.Полезная мощность –  $N_n = Q \rho g H = (100 : (24 * 3600)) * 900 * 9,81 * 2000 = 22,77$  кВт
- 2.Мощность насоса -  $N_{нас} = N_n : \eta_{нас} = 22,77 : 0,55 = 41,37$  кВт
- 3.Мощность двигателя  $N_{дв} = N_{нас} : \eta_{дв} = 41,37 : 0,8 = 51,71$  кВт
- 4.Потери мощности в кабеле  $N_{каб} = L R I^2 = 2200 * 0,025 * 625 = 3,5$  кВт
- 5.Мощность на СУ –  $N_{су} = N_{каб} + N_{дв} = 51,71 + 2,5 = 54,21$  кВт
- 6.Потери мощности на СУ  $N_{пот} = 54,21 * 0,9 = 4,88$  кВт
- 7.Мощность на Тр  $N_{тр} = N_{су} + N_{пот} = 54,81 + 4,88 = 59,69$  кВт
- 8.Мощность полная  $N_{полн} = N_{тр} : \eta_{тр} = 59,69 : 0,95 = 62,83$  кВт
- 9.Затраты энергии –  $A = N_{полн} * 24 = 62,83 * 6 = 376,99$  кВт\*час
- 10.Затраты энергии на подъем 1 куб.м жидкости  $a = 376,99 : 25 = 15,08$  кВт\*час/куб.м

# Сравнение затрат на добычу

При переходе на периодическую  
эксплуатацию:

Экономия на единицу продукции – 15,17  
кВт\*час/куб.м

Общая экономия –  $881,2 - 376,99 = 504,21$   
кВт\*час в сутки



# Использование штанговой установки

**Задано:** Дебит – 25 куб.м/сутки, динамический уровень – 2000 м, плотность – 900, КПД винтового насоса – 65%, КПД штанговой колонны – 75%, КПД привода – 90%, КПД ЭД – 85%. Работа постоянная

## Решение

1. Полезная мощность –  $N_n = Q \rho g H = (25 : (24 * 3600)) * 900 * 9,81 * 2000 = 5,7$  кВт
2. Мощность насоса -  $N_{нас} = N_n : \eta_{нас} = 5,7 : 0,65 = 8,77$  кВт
3. Мощность в штанговой колонне  $N_{шт} = N_{нас} : \eta_{шт} = 8,77 : 0,75 = 11,7$  кВт
4. Мощность на приводе –  $N_{пр} = N_{шт} : \eta_{пр} = 11,7 : 0,9 = 12,99$  кВт
6. Мощность двигателя  $N_{дв} = N_{пр} : \eta_{дв} = 12,99 : 0,85 = 15,28$  кВт
7. Потери мощности на СУ  $N_{су} = 15,28 * 0,9 = 1,375$  кВт
8. Мощность полная  $N_{полн} = N_{дв} + N_{су} = 15,28 + 1,375 = 16,655$  кВт
9. Затраты энергии –  $A = N_{полн} * 24 = 16,655 * 24 = 399,72$  кВт\*час
10. Затраты энергии на подъем 1 куб.м жидкости  $a = 399,72 : 25 = 15,99$  кВт\*час/куб.м

При переходе на штанговую эксплуатацию:

Экономия на единицу продукции – 15,0 кВт\*час/куб.м

Общая экономия –  $881,2 - 376,99 = 482$  кВт\*час в сутки