

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТА

Кафедра «Транспорт
углеводородных ресурсов»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических заданий по дисциплине
«Технологические процессы объектов нефтяной промышленности»
для студентов направления 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника» всех
профилей всех форм обучения

Тюмень
ТюмГНГУ
2012

Утверждено редакционно-издательским советом
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
Тюменского государственного нефтегазового университета

Составитель: доцент Сорокина Т.В.,
 ассистент Курушина В.А.

©Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Тюменский государственный нефтегазовый университет», 2012 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Задание № 1.....	6
Задание № 2.....	10
Вопросы для самопроверки.....	12
ЛИТЕРАТУРА.....	13
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	14

ВВЕДЕНИЕ

Магистральные нефтегазопроводы представляют собой сложные инженерные сооружения, состоящие из двух взаимосвязанных, но качественно различных объектов – **линейной части(собственно трубопровод)** и **насосных станций (НС) – для нефтепровода или компрессорных станций(КС) – для газопровода**. Так как объекты магистрального трубопровода представляют собой единую гидродинамическую систему, изменение режима работы отдельного участка или станции влияет на режим работы всего нефтегазопровода. Для трубопровода (для предотвращения аварийных ситуаций и т.д.) необходимо знать какие причины могут вызвать изменения в работе нефте- или газопровода, и каковы последствия этих изменений. Целью настоящих контрольных и самостоятельных работ является обучение студента обрабатывать натурные измерения на действующем трубопроводе для выявления реальных режимов работы системы **трубопровод-станция**.

Процесс изучения дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств» направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК–6 способность в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, готовностью приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения;
- ОК-7 готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;
- ОК-11 способность и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией;
- ОК-12 Способность и готовность к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики;
- ПК-3 готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- ПК-6 способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;
- ПК-35 готовность обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины
- ПК-37 ;
готовность обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качество продукции;
- ПК-44 способность выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов;
- ПК-48 готовность к проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.

Задание № 1

«Решение задачи гидравлического расчета последовательной перекачки»

Пример расчёта

Рассчитать трубопровод для последовательной перекачки дизельного топлива (зимнего) 45% и автобензина А-76 – 55%. Суммарная производительность трубопровода G , длина трубопровода L (км), $\Delta z=200$ м, перевальных точек на трассе нет. Температура среднегодовая $T=0$ °С=273К.

Данные по дизельному топливу при расчетной температуре.

$$\rho=847 \text{ кг/м}^3; \nu=11\text{сСт};$$

по автобензину при расчетной температуре.

$$\rho=740 \text{ кг/м}^3; \nu=0,95\text{сСт}.$$

$$P_{\text{выхНПС}}=60 \text{ атм, на входе } P_{\text{вх}}=2 \text{ атм}.$$

Определить диаметр трубопровода, число НПС, подобрать насосно-силовое оборудование, определить действительные производительности при работе на каждом продукте и действительное количество дней перекачки (по графику $Q-H$ для последовательной перекачки). Определить объем резервуарного парка. $G=11,7$ млн.т/год, $L=700$ км.

Решение

Особенностью гидравлического расчета последовательной перекачки является то, что расчет ведется по средней производительности и по самому вязкому продукту. В конце расчета обязательно построение графика $Q-H$ нефтепродуктопровода и НПС и определение по графику действительной производительности по каждому виду продукта, а затем определение действительного количества дней перекачки по каждому виду нефтепродукта и сравнения общего количества дней перекачки с числом

$$Q_{\text{диз}} = \frac{G_{\text{общ}} \cdot 0,45}{\rho_{\text{диз}}}; Q_{\text{А-76}} = \frac{G \cdot 0,55}{\rho_{\text{А-76}}}$$

$$q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{диз}} + Q_{\text{А-76}}}{350 \cdot 24}$$

$$Re = \frac{4Q_{\text{ср}}}{\pi D \nu_{\text{диз}}}$$

Задаемся скоростью перекачки (1,5-2) м/с.

Определим диаметр и уточним по сортаменту, определим гидравлические потери;

1. Определим среднюю производительность продуктопровода

$$Q_{Д3} = \frac{11,7 \cdot 10^9 \cdot 0,45}{847} = 6,216 \cdot 10^6$$

$$Q_{A-76} = \frac{11,7 \cdot 10^9 \cdot 0,55}{740} = 8,696 \cdot 10^6$$

$$q_{cp} = \frac{(6,216 + 8,696) \cdot 10^6}{350} = 1775,238 \text{ м}^3 / \text{час} = 0,493$$

м³/с.

Таблица 1

Сортамент труб

$D_n \times \delta$	$D_n \times \delta$
219×7	426×9
273×8	529×10
325×8	630×10
377×8	720×10

2. Задаемся средней скоростью перекачки равной 1,7 м/с.

3. Определим D трубопровода

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,493}{3,14 \cdot 1,7}} = 0,608$$

мм.

Принимаем по сортаменту (табл. 1)

$$D_n \times \delta = 630 \times 10; D_{вн} = 610 \text{ мм}$$

Уточним скорость:

$$v = \frac{4 \cdot 0,493}{3,14 \cdot 0,61^2} = 1,688$$

м/с.

Определим потери напора на трение

$$Re = \frac{4q_{cp}}{\pi D v_{Д3}} = \frac{4 \cdot 0,493}{3,14 \cdot 0,61 \cdot 11 \cdot 10^{-6}} = 93595$$

турбулентный режим

$$Re_I = \frac{10 D_{вн}}{K_3}; Re_{II} = \frac{500 D_{вн}}{K_3}$$

$$Re_I = \frac{10 \cdot 0,61 \cdot 10^3}{0,1} = 61000; Re_{II} = \frac{500 \cdot 610}{0,1} = 3050000$$

$Re_I < Re < Re_{II}$ – зона смешанного закона сопротивления (см. лекции по Эксплуатации нефтепроводов); λ определяем по формуле Альтшуля.

Потери находим по формуле Лейбензона

$$\frac{m = 0,123}{L \tau = \beta \frac{v^m L}{D^{5-m}}}$$

;

$$\beta = 0,0802 \cdot 10^{0,1271 \frac{Kz}{D} - 0,627}$$

;

$$\beta = 0,0802 \cdot 10^{0,1271 \frac{0,1}{610} - 0,627} = 0,00626$$

;

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{Kz}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,1}{610} + \frac{68}{93595} \right)^{0,25} = 0,019$$

$$h_{\tau} = 0,019 \frac{700000}{0,61} \cdot \frac{1,688^2}{2 \cdot 9,81} = 3166,7$$

М.

Полные потери в трубе, с учетом Δz и $H_k=30$ м, а также местных

$$H = 1,01 h_{\tau} + \Delta z + H_k = 3166,7 + 200 + 30 = 3396,7$$

М.

5. Принимаем насос НМ 1800-240 при

$$q_{cp} = 1775,238 \text{ м}^3/\text{час} \rightarrow H_{ocн} = 230 \text{ м,}$$

выбираем подпорный насос НПВ 2500-80 $H_n = 93$ м.

$$k = \frac{H}{H_{ocн}} = \frac{3396,7 - 93}{230} = 14,4$$

,

принимаем $k=15$ насосов

$$H = 1,01 \beta \frac{Q^{2-m} v^m L}{D^{5-m}} + \Delta z + H_n$$

.

$$H_1 = 12106,86 \cdot \frac{0,417^{1,877}}{0,61} + 230 = 2570,86$$

$$86 \cdot 0,493^{1,877} + 230 = 3440 \text{ м}$$

$$H_2 = 12106,86 \cdot 0,556^{1,877} + 230 = 4246,84$$

М;

$$\begin{cases} q_{\text{ср}} = 1775,24 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,493 \text{ м}^3/\text{с} \\ q_1 = 1500 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,417 \text{ м}^3/\text{с} \\ q_2 = 2000 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,556 \text{ м}^3/\text{с} \end{cases}$$

$$H_1 = 8957,775 \cdot 0,417^{1,877} + 230 = 1964,58$$

$$5 \cdot 0,493^{1,877} + 230 = 2605,06 \text{ м}$$

$$H_2 = 8957,775 \cdot 0,556^{1,877} + 230 = 3201,98$$

м;

$$H_{\text{нас}} = H_{\text{осн}} \cdot \kappa + H_{\text{н}}$$

$$H_{\text{нас,ср}} = 230 \cdot 1,5 + 93 = 3543$$

$$H_1 = 255 \cdot 1,5 + 93 = 3917$$

$$H_2 = 220 \cdot 1,5 + 93 = 3393$$

м.

Строим Q - H характеристику (рис. 1) и найдем действительные производительности для продуктов, действительное количество дней

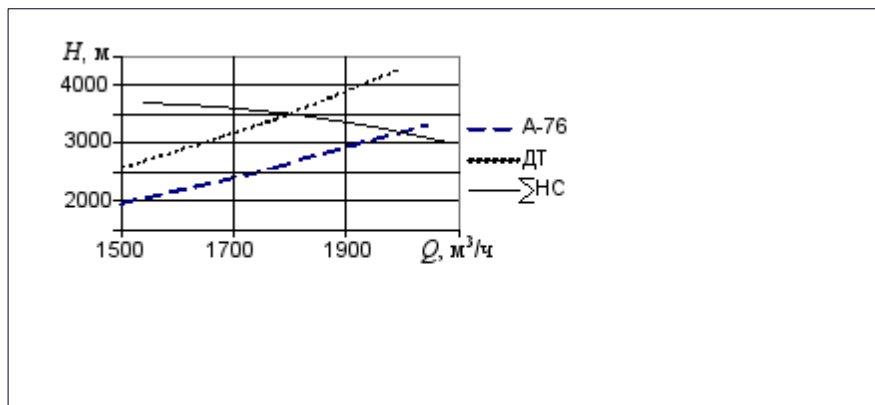


Рис. 1. Графики Q - H работы НПС и трубопровода на разных продуктах

$$q_{\text{Б}} = 1800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{A-76}} = 2000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\tau_{\text{Б}} = \frac{Q_{\text{Б}} \text{ м}^3/\text{год}}{q_{\text{Б}} \text{ м}^3/\text{час} \cdot 2}$$

$$N_A + N_B \leq 350$$

Задание № 2

«Определение физических свойств нефти»

Цель: Определение плотности, вязкости, теплоемкости и теплопроводности нефти при расчетной температуре.

Содержание работы:

Определить плотность нефти по двум формулам и сопоставить результаты, дав отклонение (Δ), %, а также ее динамическую и кинематическую вязкости при $t=0^\circ\text{C}$, удельную теплоемкость - C_p и коэффициент теплопроводности - λ .

Дано:

- плотность нефти при 20°C $\rho_{20} = 750 + 5 \cdot N$, кг/м^3 ;

- кинематическая вязкость при $t=20^\circ\text{C}$ и $t=50^\circ\text{C}$, соответственно - $\nu_{20} = 3 \cdot N$;
 $\nu_{50} = N$, сСт ,

где N – номер варианта, который выдается преподавателем.

Порядок расчета

1. Определение плотности.

Плотность нефти при заданной температуре t можно определить по двум формулам:

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta \cdot (t - 20)}$$

где значение коэффициента объемного расширения β , в зависимости от ρ_{20} даны в табл.1.

Таблица 1

Коэффициент объемного расширения нефти

$\rho_{20}, \text{кг/м}^3$	$\beta, 1/^\circ\text{C}$	$\rho_{20}, \text{кг/м}^3$	$\beta, 1/^\circ\text{C}$	$\rho_{20}, \text{кг/м}^3$	$\beta, 1/^\circ\text{C}$
700-720	0,001255	800-820	0,000937	900-920	0,000688
720-740	0,001188	820-840	0,000882	920-940	0,000645
740-760	0,001118	840-860	0,000831	940-960	0,000604
760-780	0,001054	860-880	0,000782	960-980	0,000564
780-800	0,000995	880-900	0,000734	980-1000	0,000526

$$\rho_t = \rho_{20} + \xi \cdot (20 - t)$$

;

$$\xi = 1,825 - 0,001315 \cdot \rho_{20}$$

где ξ – температурная поправка, кг/(м³·град).

$$\Delta = \left| \frac{\rho_p - \rho_\xi}{\rho_\xi} \right| \cdot 100\%$$

2. Определение динамической и кинематической вязкостей.

Динамическая μ (Па·с) и кинематическая ν (м²/с) вязкости при температуре

$$\nu_t = \frac{\mu_t}{\rho_t}$$

Для определения кинематической вязкости используем формулу

$$\nu_{t_1} = \nu_{t_2} \cdot e^{-u(t_1 - t_2)}$$

$$u = \frac{1}{t_1 - t_2} \cdot \ln \frac{\nu_{t_2}}{\nu_{t_1}}$$

По заданным значениям динамической вязкости ν_{20} и ν_{50} найдем u , а затем найдем ν_0 и μ_0 . Следует учесть, что кинематическую вязкость измеряют в м²/с и при подстановке значения динамической вязкости значение ν необходимо перевести из сСт (сантистоксов) в м²/с. (1сСт = 1 мм²/с.)

3. Определение удельной теплоемкости C_p и коэффициента

$$\lambda = \frac{156,6}{\rho_{293}} \cdot (1 - 0,47 \cdot 10^{-3} \cdot T), \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

где T – температура, при которой определяется величина, К;
 ρ_{293} – плотность продукта при температуре 293 К.

4. Ответить на вопросы:

Вопросы для самопроверки

- 1) Физический смысл плотности, вязкости, удельной теплоемкости и удельной теплопроводности.
- 2) Назовите минимальный объем информации для определения плотности и вязкости нефти при известной температуре.
- 3) Качественная зависимость вязкости и плотности нефти от температуры.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Эксплуатация объектов хранения и распределения жидких углеводородов: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Ю. Д. Земенков [и др.]; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - СПб.: Недра, 2007. - 535 с.: ил.
2. Типовые расчеты процессов в системах транспорта и хранения нефти и газа: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / ТюмГНГУ ; ред. Ю. Д. Земенков. - СПб. : Недра, 2007. - 599 с. : ил.
3. История и перспективы развития нефтегазовой промышленности и топливно-энергетического комплекса: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Ю. Д. Земенков [и др.] ; общ. ред. Ю. Д. Земенкова ; ТюмГНГУ. - СПб. : Недра, 2007. - 224 с. : ил.
4. Мониторинг гидродинамических и технических характеристик трубопроводных систем: учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / ред. Ю. Д. Земенков. - Тюмень : Вектор Бук, 2008. - 445 с. : ил.

Дополнительная:

5. Сбор и подготовка нефти и газа: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" направления "Нефтегазовое дело" / Ю. Д. Земенков [и др.]. - М. : Академия, 2009. - 159 с.

Эксплуатация насосно-силового оборудования на объектах трубопроводного транспорта: учебное пособие для студентов, бакалавров и магистров, обучающихся по специальности "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" направления подготовки дипломированных специалистов "Нефтегазовое дело" / Ю. Д. Земенков [и др.] ; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2010. - 456 с. : ил., табл.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные

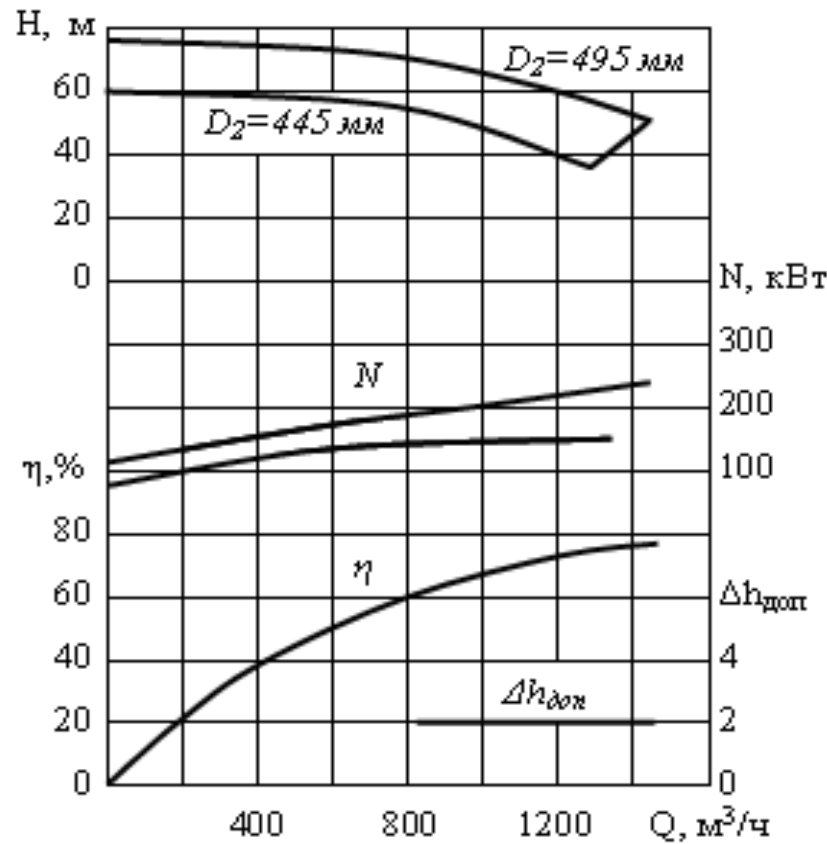
№ варианта *	ρ тяжелого продукта, кг/м ³ , ρ_B	ρ легкого продукта, кг/м ³ , ρ_A	ν тяжелого продукта, сСт, ν_B	ν легкого продукта, сСт, ν_A	G, млн.т год	R _{вых} НС, атм	R _{вх} НС, атм	L, км	Δz , м	Содержание тяжёлого продукта, %	Содержание лёгкого продукта, %
1а	840	740	5,9	1,2	10,6	59	1,9	940	102	30	70
2б	830	730	10,1	2,2	12,6	68	2,2	650	224	34	66
3а	820	720	9,7	1,8	14,0	47	2,4	780	308	39	61
4б	845	745	8,0	1,6	9,7	64	1,7	1060	120	43	57
5а	855	755	12,0	2,4	8,6	53	2,0	990	80	47	53
6б	835	735	14,0	2,7	10,8	65	1,6	554	99	51	49
7а	810	710	11,0	2,5	11,5	44	2,1	708	77	55	45
8б	815	715	7,0	1,5	12,2	57	2,5	840	152	59	41
9а	820	720	5,3	1,3	11,3	49	1,4	679	250	64	36
10б	825	725	6,9	1,7	10,9	61	1,8	800	187	71	29

* Обозначение «а» (например, 1а) означает, что идёт замещение лёгкого нефтепродукта на тяжёлый, обозначение «б» (например, 6б) – замещение тяжёлого нефтепродукта на лёгкий.

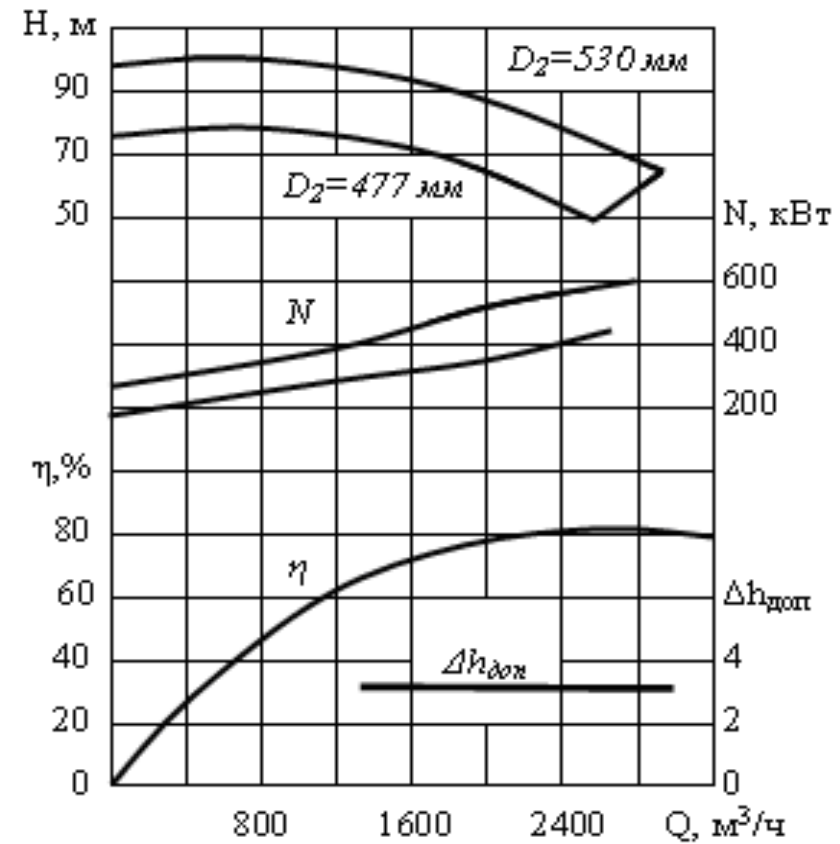
Приложение 2

Характеристики подпорных насосов (вода 20 °С, n = 1480 об/мин)

НПВ 1250 – 60

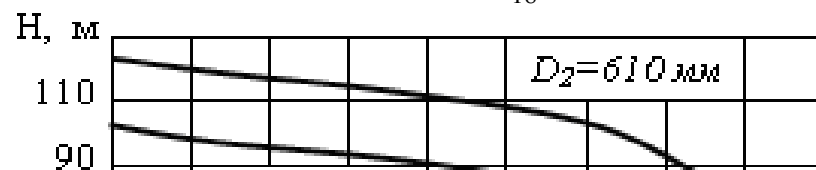


НПВ 2500 – 80

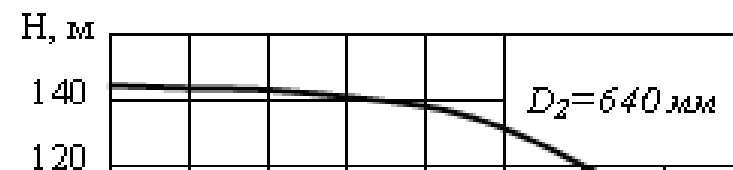


Продолжение приложения 20

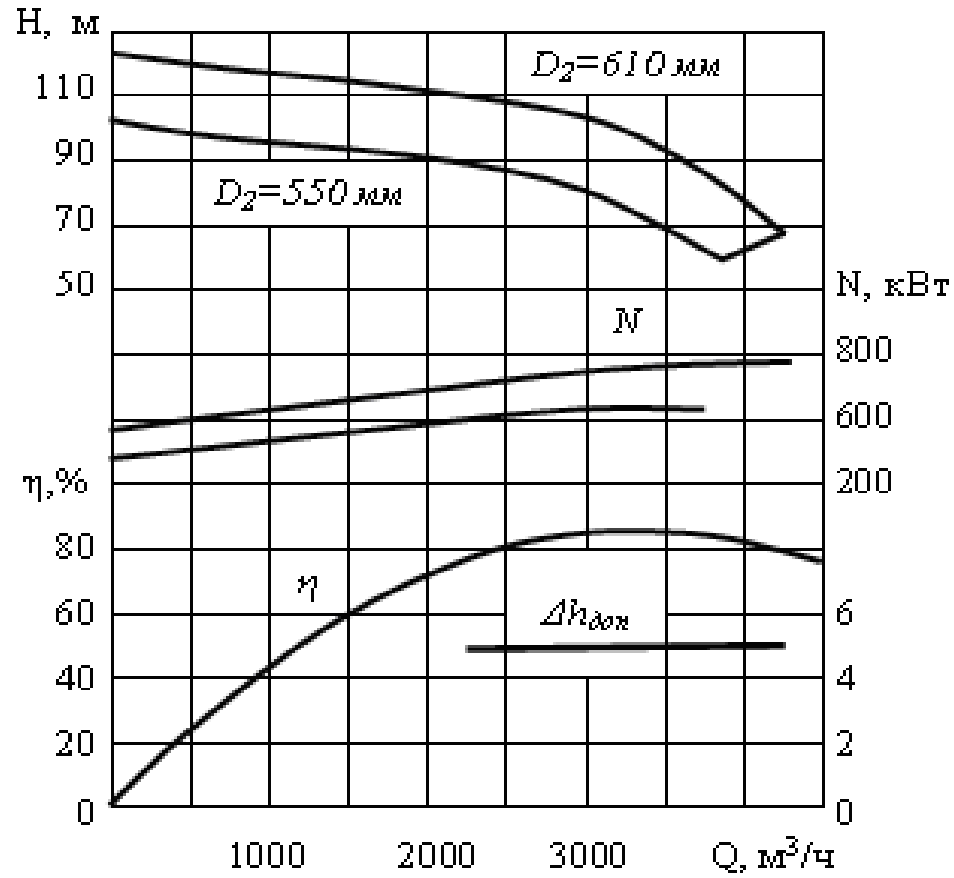
НПВ 3600₁₈ – 90



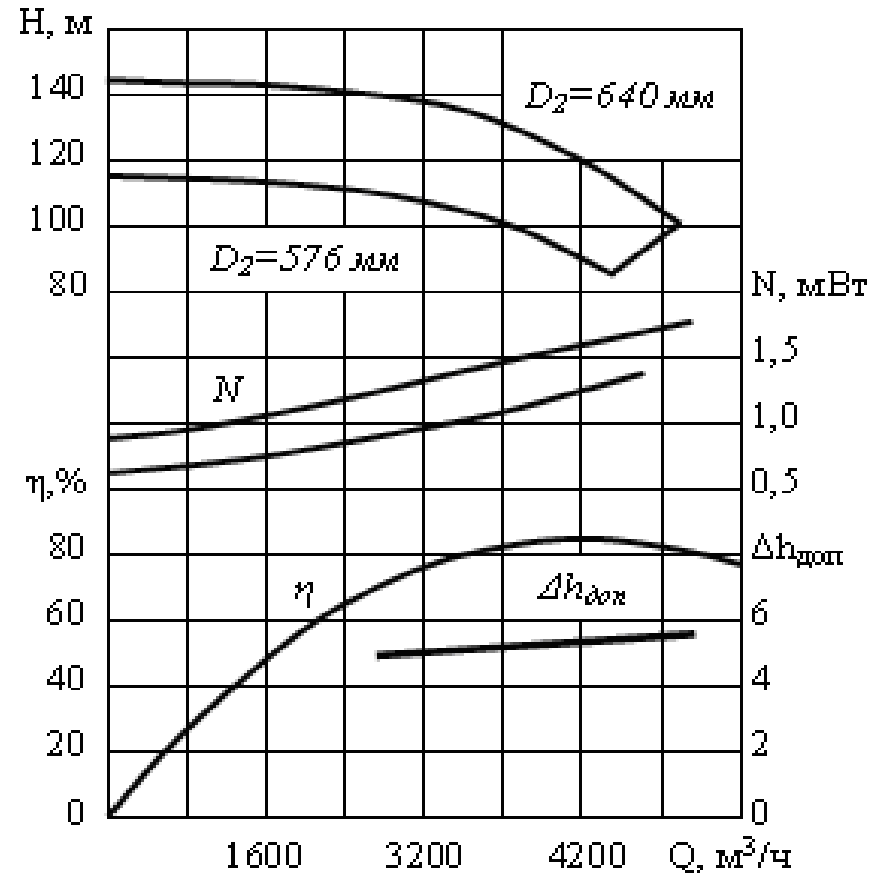
НПВ 5000 – 120

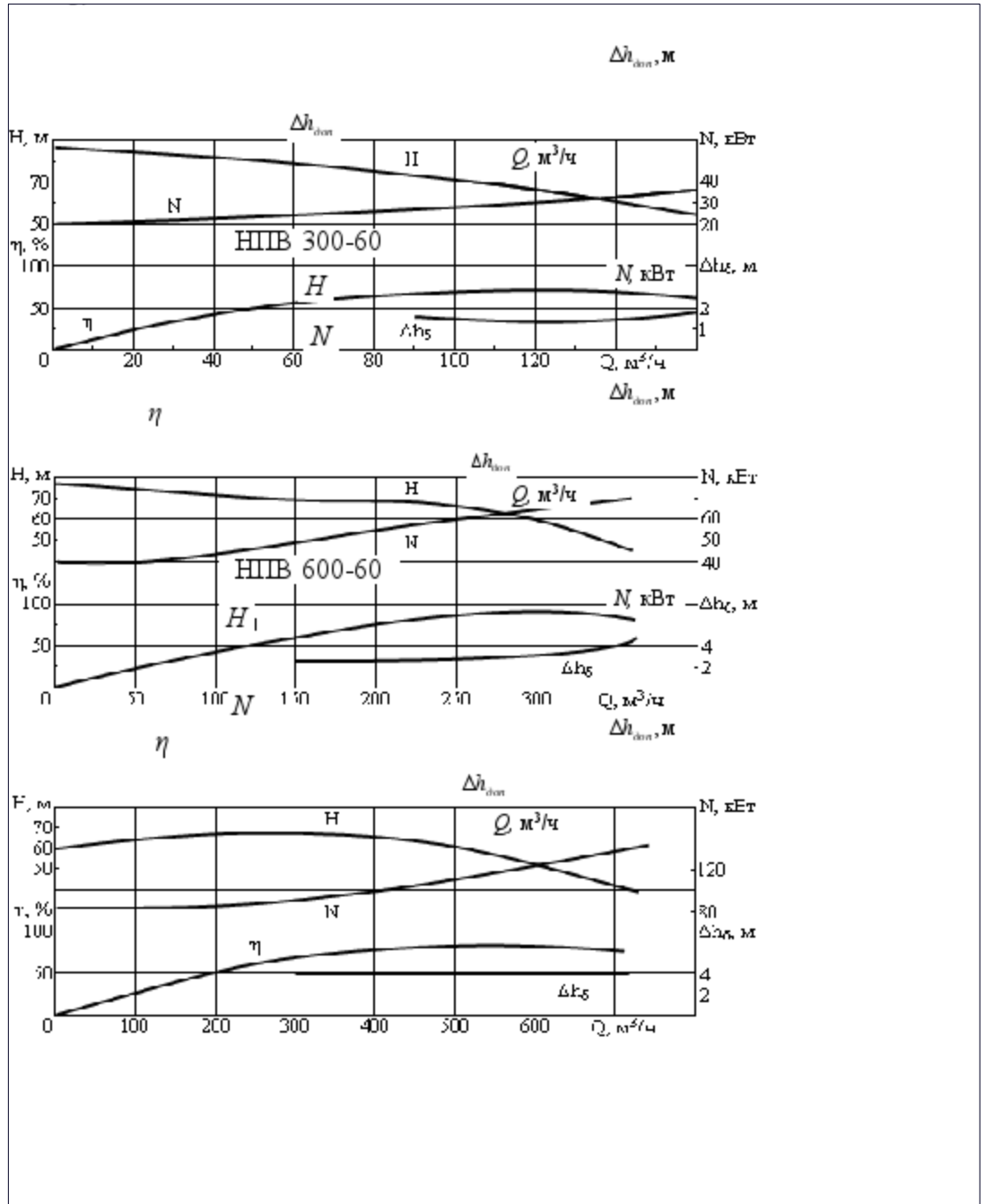


НПВ 3600 – 90

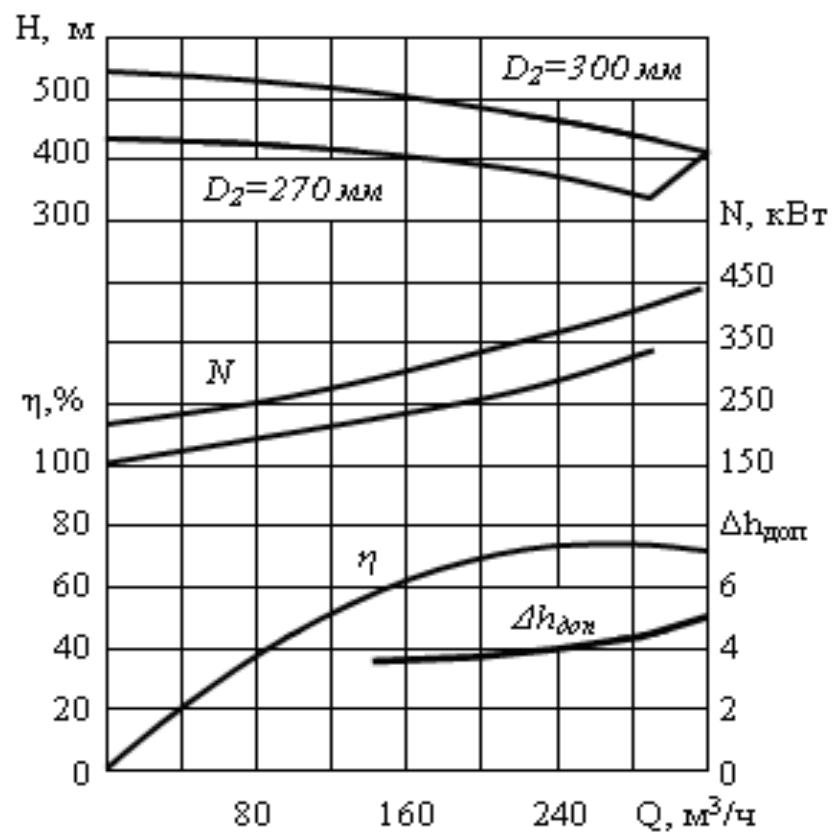


НПВ 5000 – 120

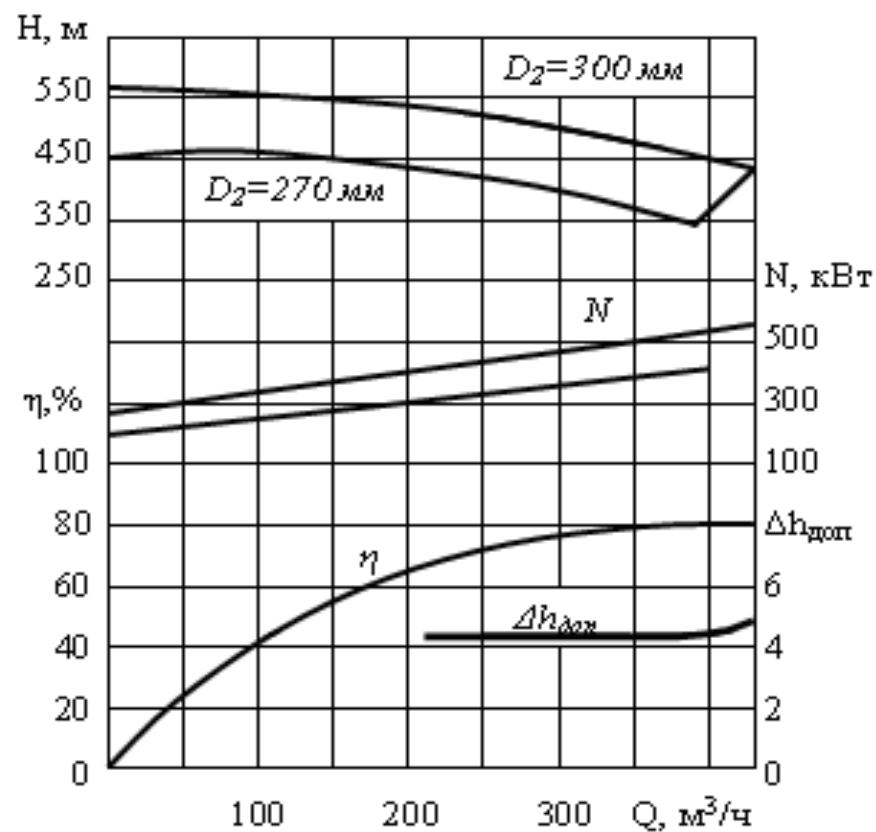




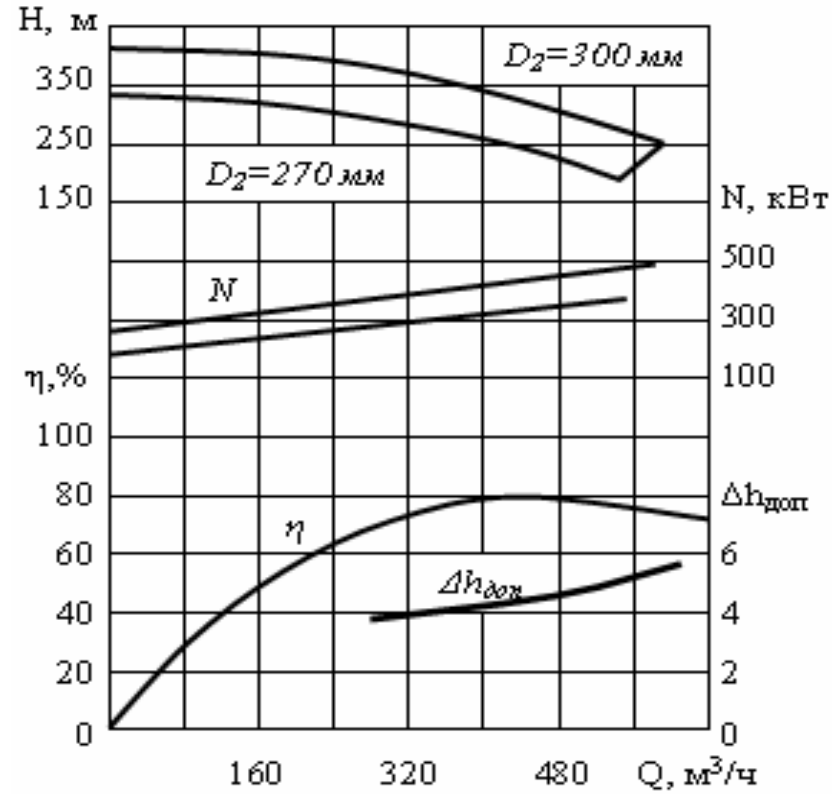
НМ 250 – 475



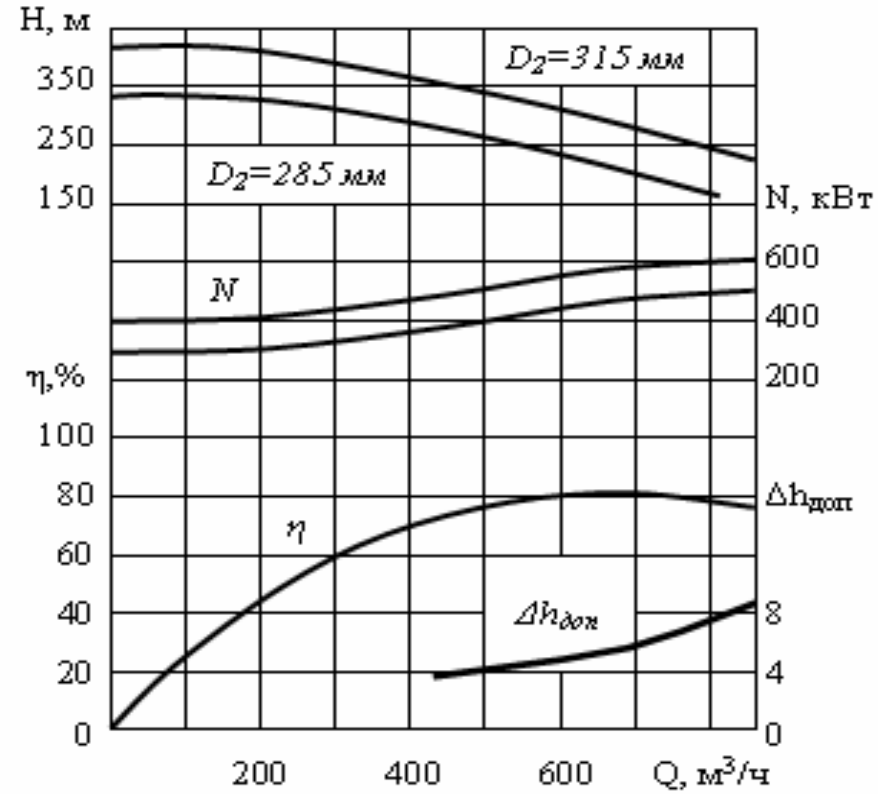
НМ 360 – 460



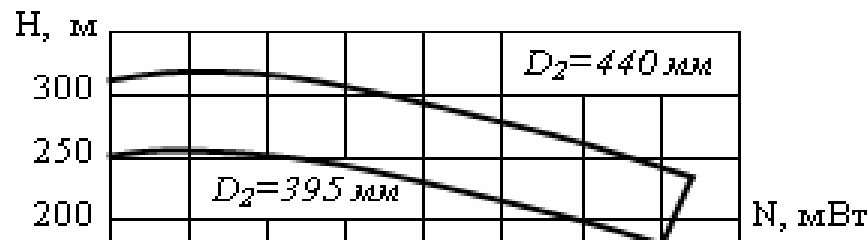
НМ 500 – 300



НМ 710 – 280

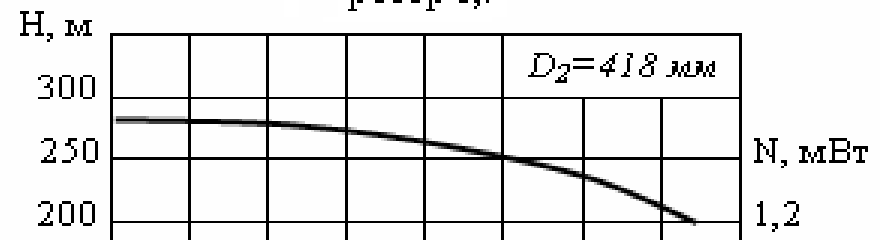


НМ 1250 – 260

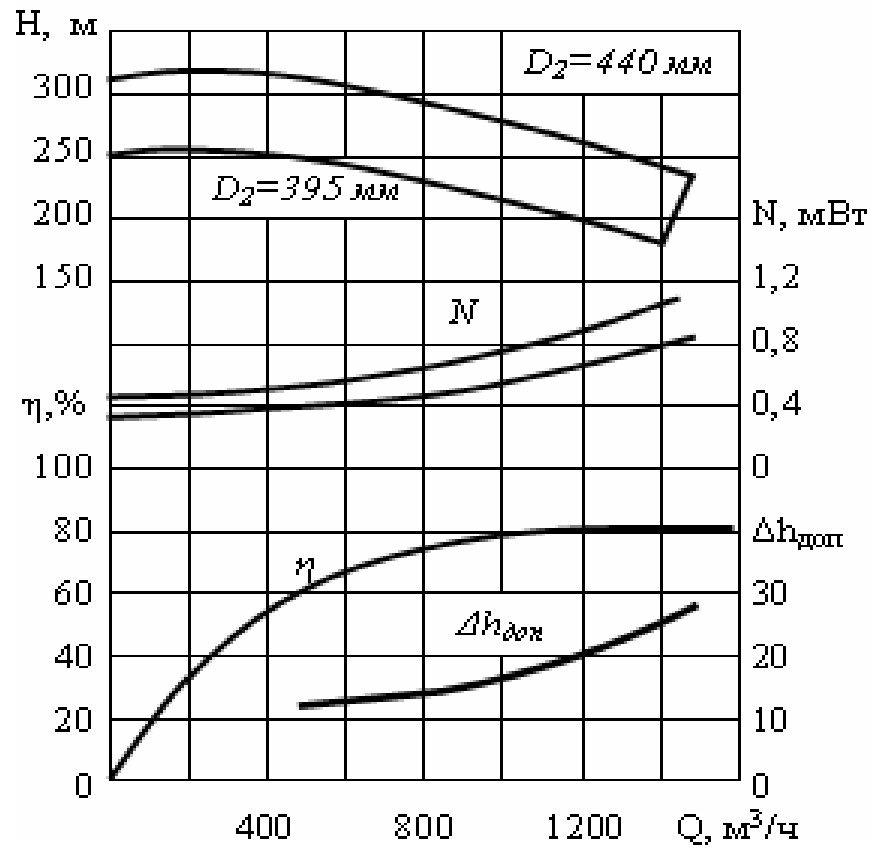


НМ 1250 – 260

ротор 0,7

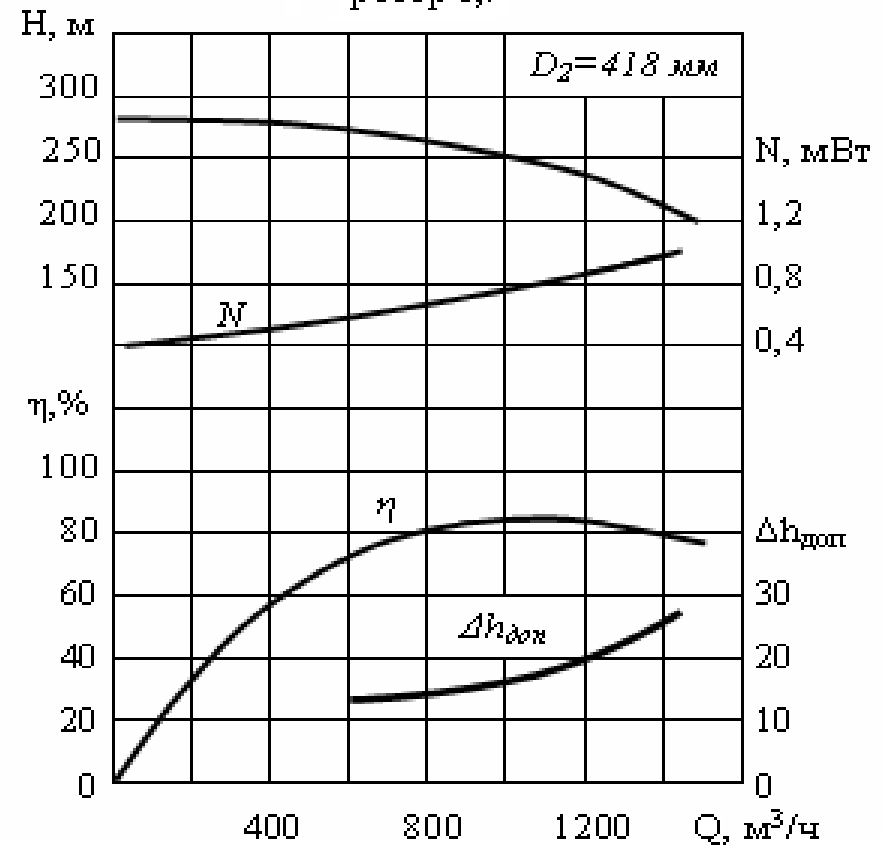


НМ 1250 – 260

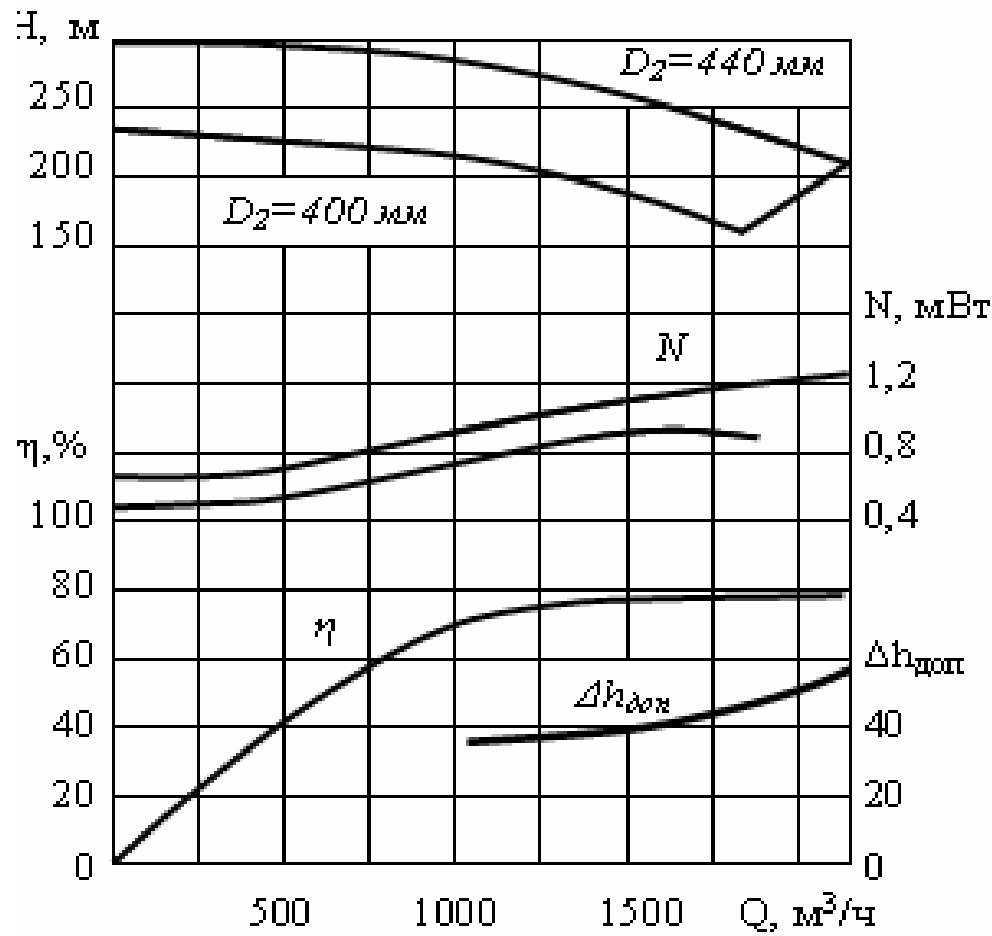


НМ 1250 – 260

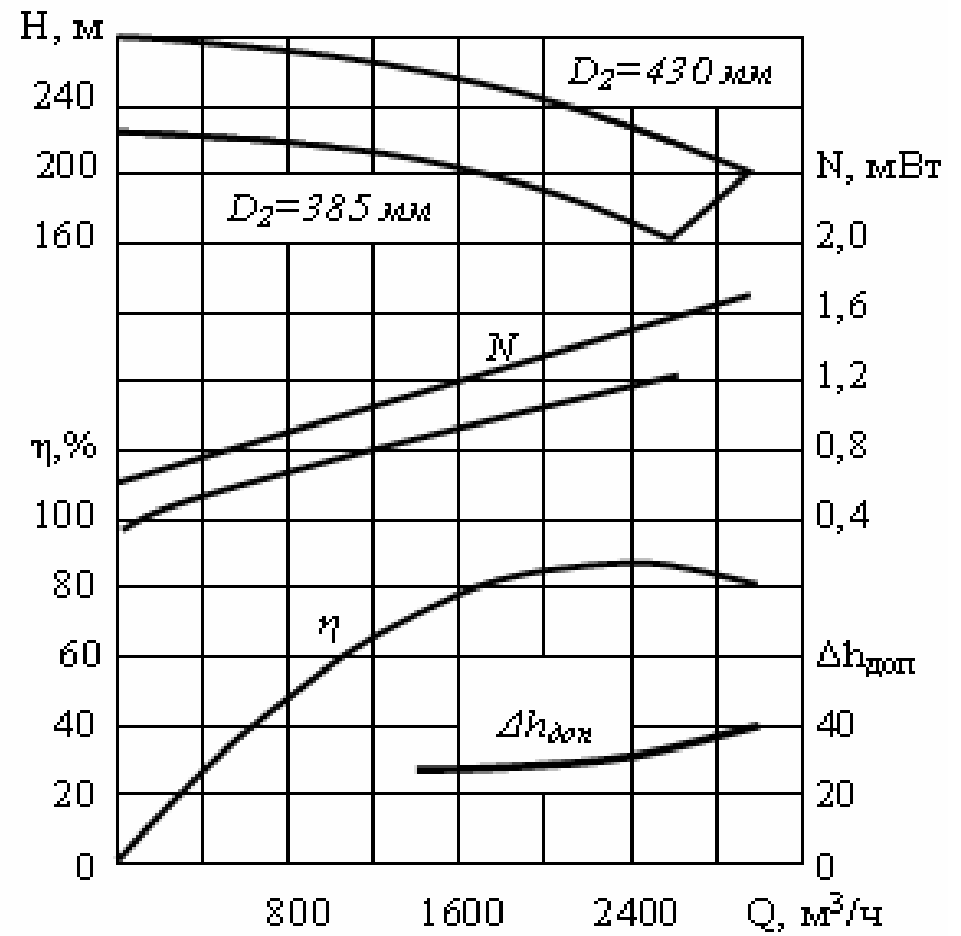
ротор 0,7



НМ 1800 – 240

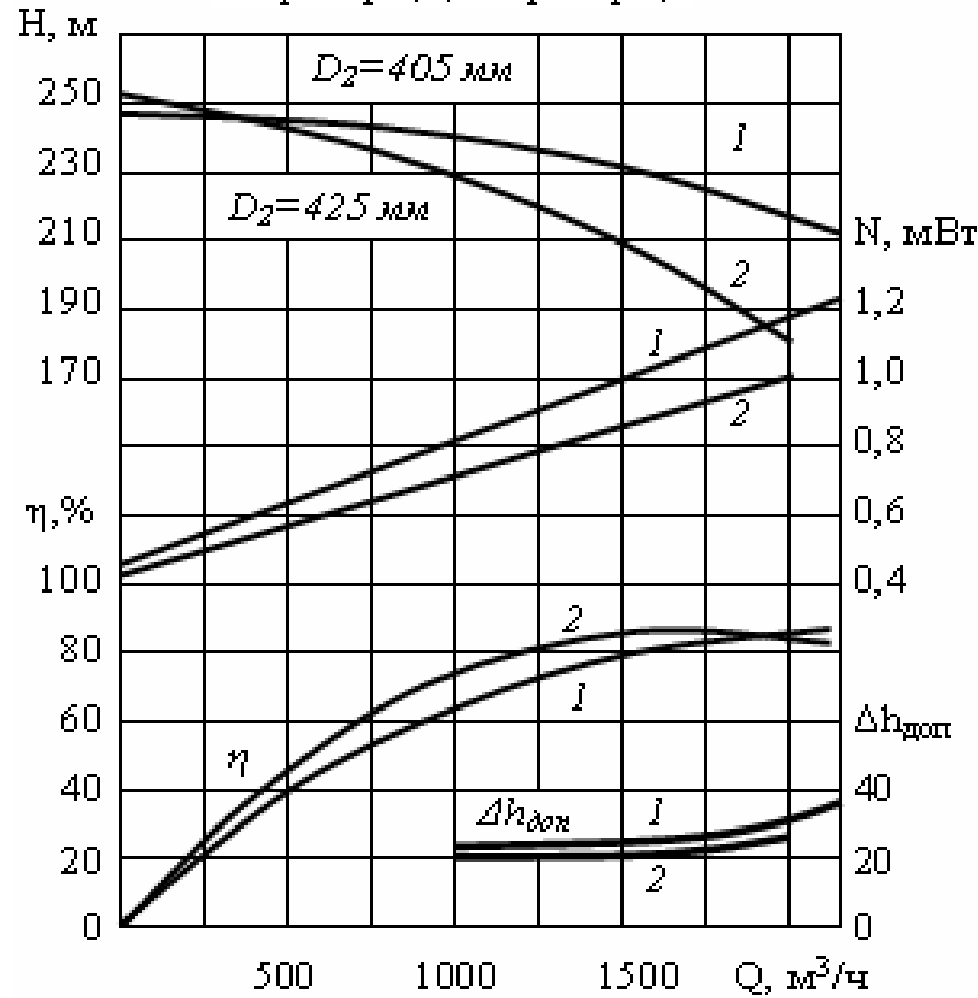


НМ 2500 – 230

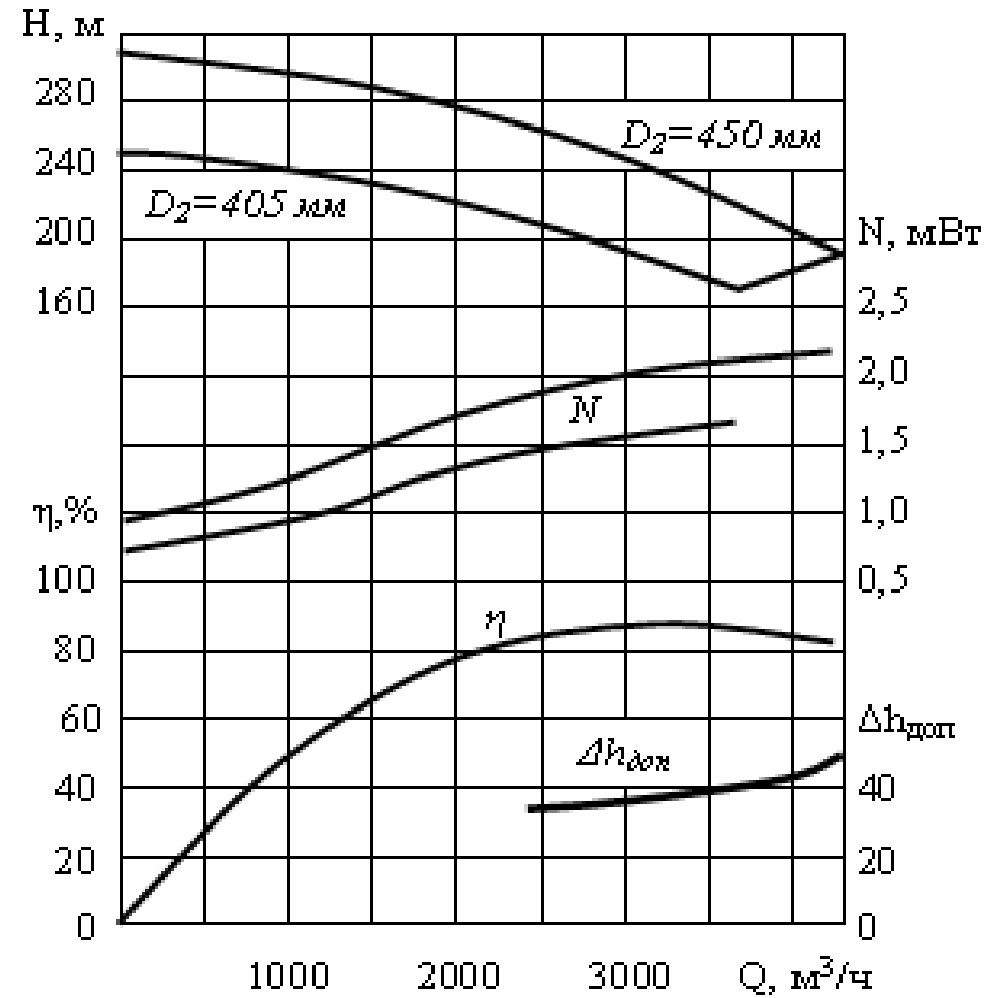


НМ 2500 – 230

1 – ротор 0,7; 2 – ротор 0,5

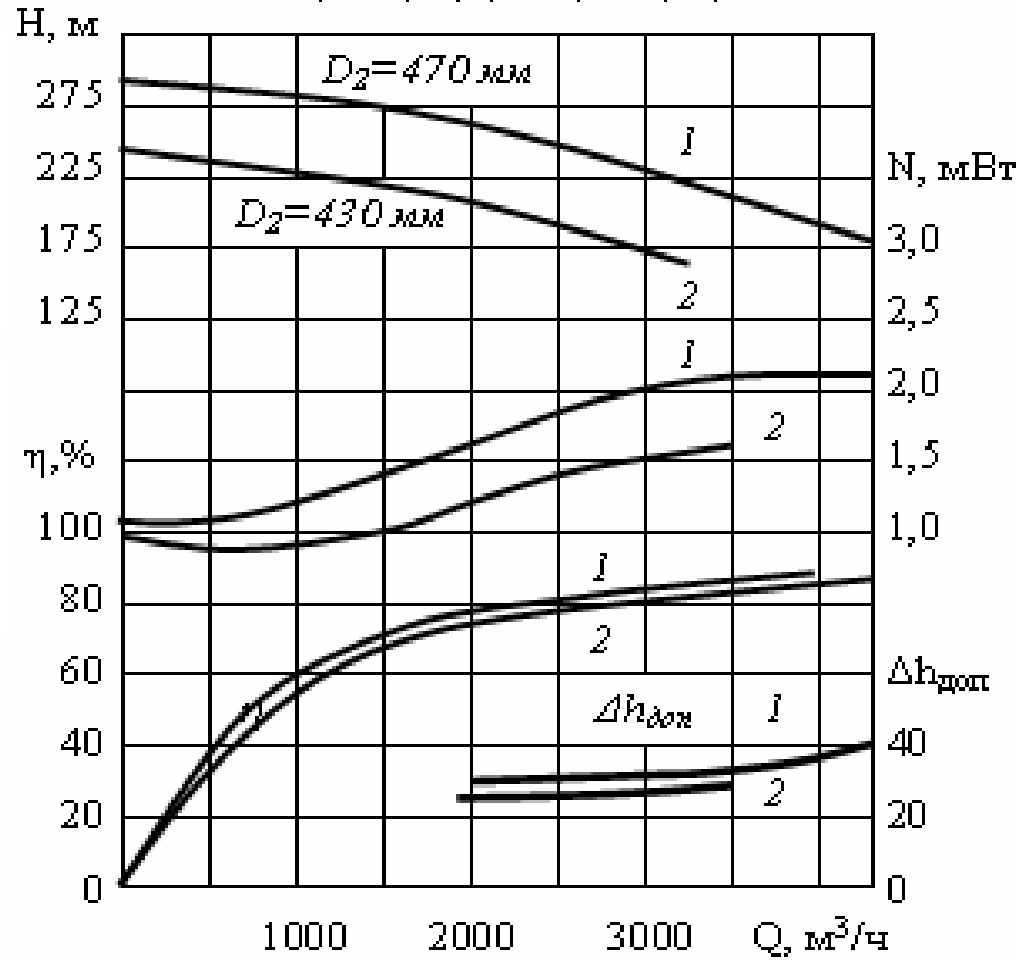


НМ 3600 – 230

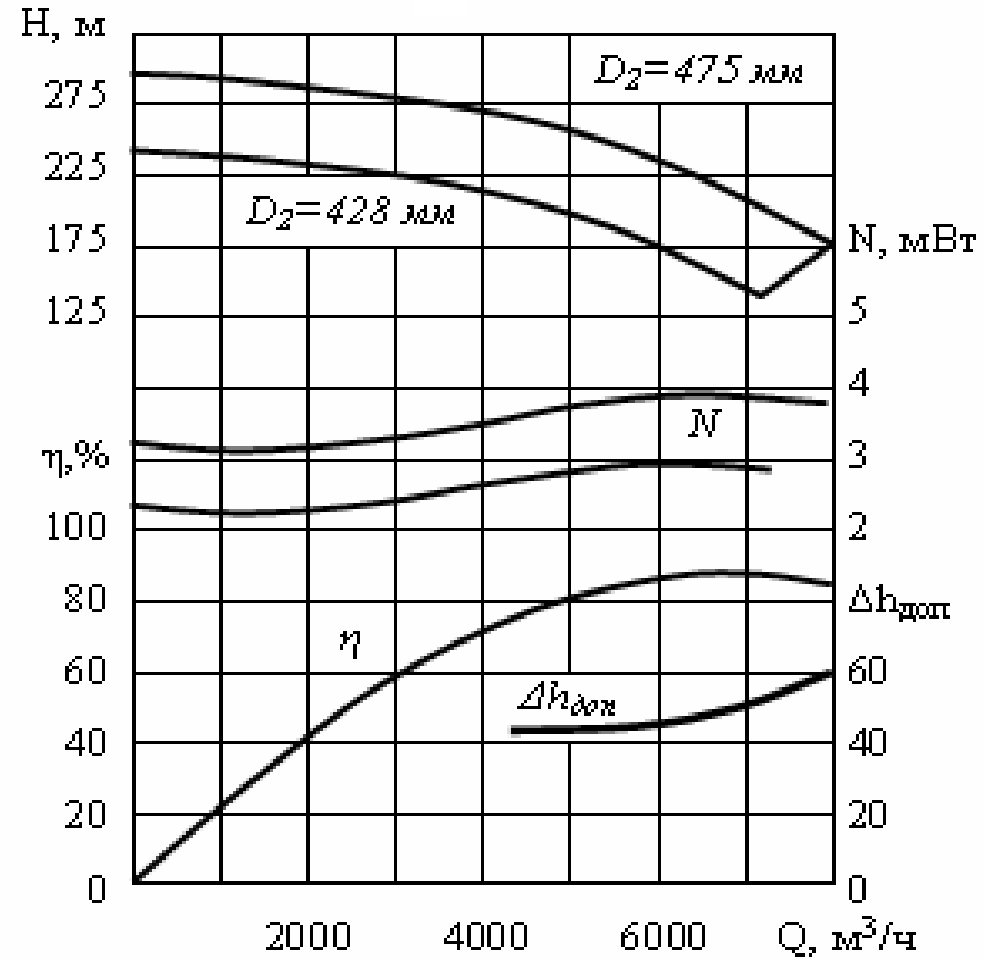


НМ 5000 – 210

1 – ротор 0,7; 2 – ротор 0,5

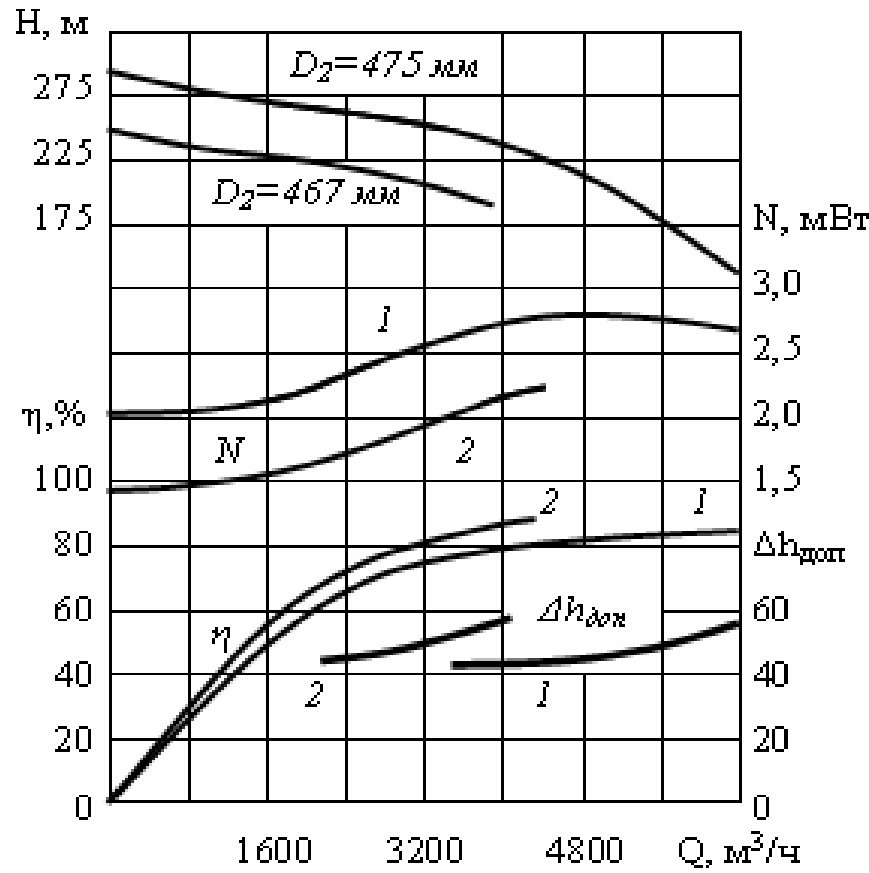


НМ 7000 – 210

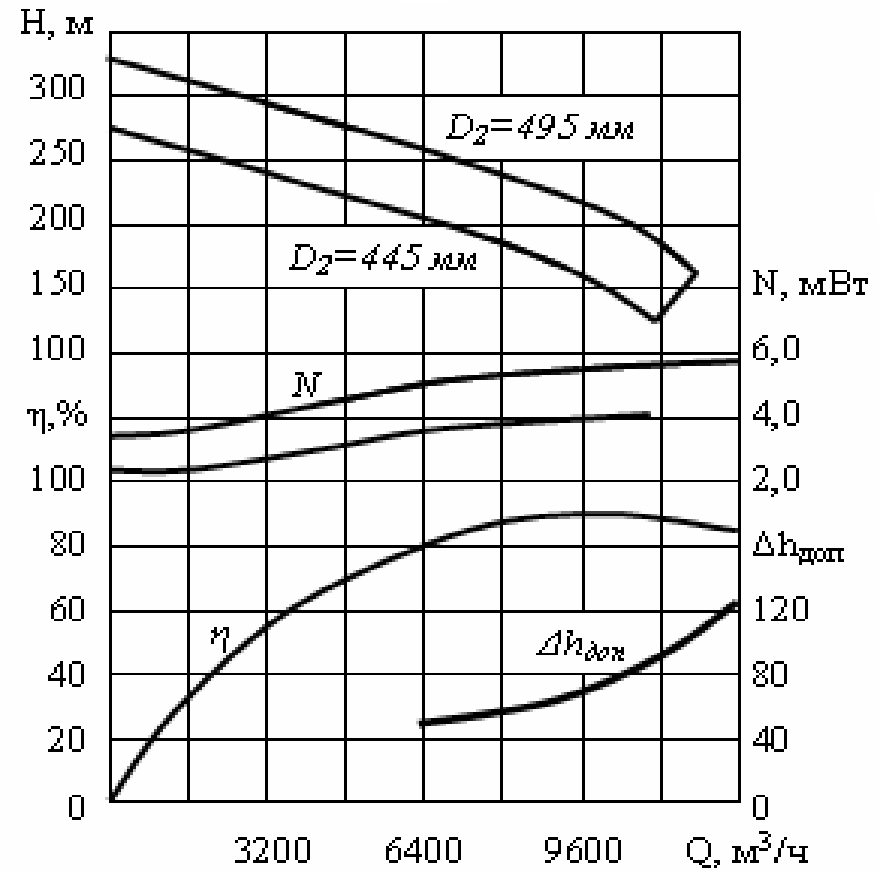


НМ 7000 – 210

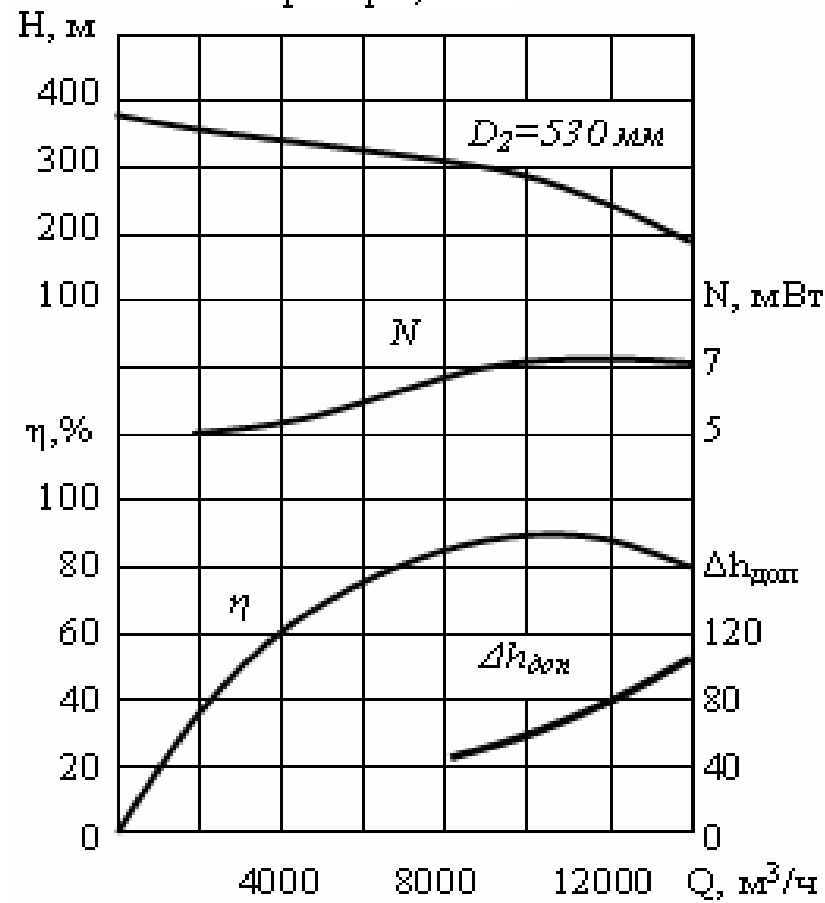
1 – ротор 0,7; 2 – ротор 0,5



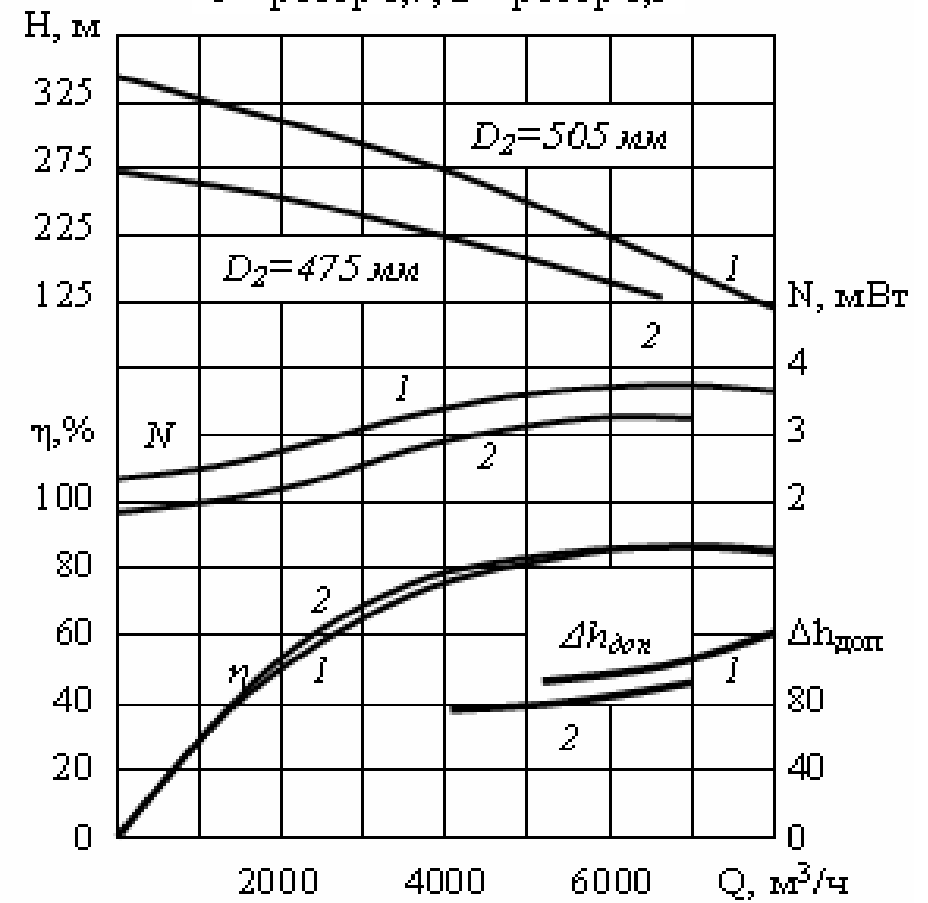
НМ 10000 – 210



НМ 10000 – 210
ротор 1,25



НМ 10000 – 210
1 – ротор 0,7; 2 – ротор 0,5



Методические указания по выполнению практических заданий
по дисциплине «Технологические процессы объектов нефтяной
промышленности» для студентов направления
140400.62 «Электроэнергетика и электротехника»
всех профилей всех форм обучения

Составитель: доцент Сорокина Т.В.,
 ассистент Курушина В.А.

Подписано в печать _____ 2012. Формат 60×90 1/16. Усл.печ.л. _____
Тираж 45 экз. Заказ № _____.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Тюменский государственный нефтегазовый университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Отдел оперативной полиграфии издательства.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.