Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Д. А. Лапин, А. П. Абрамов

НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

методические указания к практическому занятию

Рекомендовано учебно-методической комиссией
направления подготовки бакалавров
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
в качестве электронного издания
для практического занятия

Кемерово 2017

Рецензенты:

Темникова Е.Ю. – доцент кафедры теплоэнергетики

Богомолов А. Р. – председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Лапин Дмитрий Александрович **Насосные установки** [Электронный ресурс]: методические указания к практическому занятию по дисциплине «Тепловые двигатели и нагнетатели» для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Д. А. Лапин, А. П. Абрамов. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2017. – Систем. требования: Pentium IV ; ОЗУ 8 Гб ; Windo
Загл. с экрана.

Методические указания к практическому занятию составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели» и предназначены для бакалавров направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

© КузГТУ
© Лапин Д. А.
© Абрамов А.П.

Тематика задач для самостоятельного решения и текущего контроля успеваемости студентов по разделу «Насосные установки» дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели»:

1 – область промышленного (экономичного) использования насоса НасУ-1;

2 – уравнение характеристики трубопровода НасУ-2;

3 – оценка кавитационного запаса насоса НасУ-3;

4 – оценка работы насоса для заданных условий эксплуатации НасУ-4;

5 – частотное регулирование режима работы (производительности) насоса НасУ-5;

6 – совместная работа нескольких насосов на общий трубопровод НасУ-6.

НасУ-1

Указать область промышленного (экономичного) использования предложенного насоса.

Таблица 1

№ вар.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
модель насоса	К 8/18	Д 200-36	К 20/18	Д 200-95	К 45/30	Д 250-130	К 90/35	Д 320-50
D_2, мм	128	350	129	280	168	325	174	405
Z, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1
№ вар.	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
модель насоса	К 90/85	Д 320-70	К 160/20	Д 500-36	К 160/30	Д 500-65	К 290/30	Д 800-57
D_2, мм	272	265	254	525	320	465	315	432
Z, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1
№ вар.	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
модель насоса	3В-200х2	У 150-70	10-НМКх2	У 250-70	10М-8х6	У 450-120	14М-8х4	У 450-180
D_2, мм	445	–	590	–	400	–	550	–
Z, шт.	2	1	2	1	6	1	4	1
№ вар.	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
модель насоса	ЦНС 850	10У4	ЦНС 500	У 900-90	ЦНС 300-300	У 900 -160МУ	ЦНС 105	У1000 -55-1000
D_2, мм	–	–	–	–	–	–	–	–
Z, шт.	4	1	5	1	5	1	7	1

D_2 – диаметр рабочего колеса по выходным кромкам лопаток;

Z – число рабочих колес.

Индивидуальные характеристики насосов приведены в приложениях 1-6.

НасУ-2

Изобразить схему трубопровода, выполнить расчет потерь напора и коэффициента гидродинамического сопротивления, записать уравнение характеристики трубопровода насосной установки подачи воды, произвести табуляцию уравнения и построить характеристику трубопровода. Устройство трубопровода характеризуется следующими величинами:

L_1 и L_2 – длина первого и второго участка трубопровода;

ПОС – соединение участков трубопровода – последовательное;

ПАР – соединение участков трубопровода – параллельное;

$D \times \delta$ – наружный диаметр и толщина стенки трубы;

β – угол наклона трубопровода к горизонту;

НаВ – направление транспортирования воды – снизу вверх;

ВНи – направление транспортирования воды – сверху вниз.

В расчетах принять трубопровод прямолинейным.

Долю потерь напора от наличия местных сопротивлений (задвижки, обратный клапан и др.) для каждого потока воды принять равной 0,10 от потерь по длине трубопровода.

При определении величины коэффициента гидродинамического сопротивления следует соблюдать размерность расхода воды [Q] = $м^3$/ч.

Таблица 2

№ вар.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
L_1, м	200	250	300	400	200	300	400	500
L_2, м	200	250	350	400	200	300	400	500
Соед-е	ПОС	ПОС	ПОС	ПОС	ПАР	ПАР	ПАР	ПАР
$D_1 \times \delta_1$	159×10	168×14	180×12	194×16	159×6	168×6	180×8	194×8
$D_2 \times \delta_2$	159×6	159×9	168×6	180×8	159×6	159×6	168×8	180×8
β, градус	90	90	45	30	30	25	20	15
Напр-е	НаВ	НаВ	НаВ	НаВ	ВНи	ВНи	ВНи	ВНи
№ вар.	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
L_1, м	200	250	300	450	250	350	450	550
L_2, м	250	300	350	500	250	350	450	550
Соед-е	ПОС	ПОС	ПОС	ПОС	ПАР	ПАР	ПАР	ПАР
$D_1 \times \delta_1$	194×16	180×12	168×14	159×10	203×6	219×6	245×8	273×8
$D_2 \times \delta_2$	180×8	168×6	159×9	159×6	194×6	203×6	219×8	245×8
β, градус	90	90	25	20	10	5	0	0
Напр-е	НаВ	НаВ	НаВ	НаВ	ВНи	ВНи	ВНи	ВНи

Продолжение табл. 2

№ вар.	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
L_1, м	450	500	550	600	650	700	750	800
L_2, м	450	500	550	600	650	700	750	800
Соед-е	ПОС	ПОС	ПОС	ПОС	ПАР	ПАР	ПАР	ПАР
$D_1 \times \delta_1$	299×16	325×16	351×16	377×16	299×8	325×10	351×10	377×10
$D_2 \times \delta_2$	194×10	203×10	219×10	245×10	194×8	203×8	219×8	245×8
β, градус	90	90	20	18	10	5	0	0
Напр-е	НаВ	НаВ	НаВ	НаВ	ВНи	ВНи	ВНи	ВНи

№ вар.	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
L_1, м	200	250	700	700	850	900	950	1050
L_2, м	200	250	750	800	850	900	950	1050
Соед-е	ПОС	ПОС	ПОС	ПОС	ПАР	ПАР	ПАР	ПАР
$D_1 \times \delta_1$	351×12	377×12	402×12	426×12	402×12	426×12	377×12	351×12
$D_2 \times \delta_2$	203×8	194×8	219×8	245×8	219×8	245×8	194×8	203×8
β, градус	90	90	18	16	10	5	0	0
Напр-е	НаВ	НаВ	НаВ	НаВ	ВНи	ВНи	ВНи	ВНи

НасУ-3

Определить кавитационный запас насоса и оценить режим его работы в заданных условиях:

$H_{ГВС}$ – геометрическая высота всасывания (превышение оси насоса поверхности воды в колодце);

$L_{ПР}$ – приведенная длина всасывающего трубопровода с учетом местных сопротивлений;

$d_{ВС}$ – наружный диаметр всасывающего трубопровода;

δ – толщина стенки всасывающего трубопровода;

Q – производительность насоса;

Δ – кавитационный запас насоса.

Таблица 3

№ вар.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
модель насоса	К 8/18	Д 200-36	К 20/18	Д 200-95	К 45/30	Д 250-130	К 90/35	Д 320-50
$H_{ГВС}$,м	2	4	6	8	–2	–4	–6	–8
$L_{ПР}$, м	10	14	14	10	10	12	12	14
$d_{ВС}$, мм	45	159	57	159	89	194	108	219
δ, мм	3	4	3	4	4	5	4	5
Q, $м^3$/ч	10	240	20	180	40	270	100	280

Кавитационный запас насоса при работе в заданных условиях следует определять по формуле

$$\Delta = h^{ДОП}_{ВС} - (H_{ГВС} + \Delta h)$$

При условии

$$\Delta > 0$$

режим работы насоса без кавитации – ХОРОШО.

При условии

$$\Delta < 0$$

режим работы насоса с кавитацией, что недопустимо при эксплуатации – ПЛОХО.

Во сколько раз изменятся допустимая высота всасывания и кавитационный запас насоса при работе его в заданных условиях:

n_1 – начальная частота вращения вала насоса;

n_2 – новая частота вращения вала насоса;

Q – производительность насосной установки при начальной и новой частоте вращения вала насоса (считать неизменной);

Δh – потери напора во всасывающем трубопроводе при заданной производительности установки;

$H_{ГВС}$ – геометрическая высота всасывания (превышение оси насоса поверхности воды в колодце);

Таблица 4

№ вар.	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
модель насоса	К 90/85	Д 320-70	К 160/20	Д 500-36	К 160/30	Д 500-65	К 290/30	Д 800-57
$H_{ГВС}$,м	1	3	5	7	–1	–3	–5	–7
Δh, м	2,5	2,0	1,5	1,0	2,5	3,5	4,5	5,5
Q, $м^3/ч$	110	300	150	550	200	400	275	750
n_1, 1/с	48,333	49,167	24,167	16,333	24,167	24,167	24,167	24,167
n_2, об/мин	2845	2810	1355	890	1295	1260	1525	1610

Во сколько раз изменится допустимая высота всасывания насоса, следует определять по формуле

$$\mathbf{K_h = \frac{h^{ДОП}_{ВС2}}{h^{ДОП}_{ВС1}}}$$

При условии

$$\mathbf{K_h > 1}$$

режим работы насоса стал более надежным в сравнении с начальным режимом.

При условии

$$\mathbf{K_h < 1}$$

режим работы насоса стал менее надежным в сравнении с начальным режимом.

Во сколько раз изменится допустимая высота всасывания насоса для заданной производительности при изменении частоты вращения коренного вала?

Таблица 5

№ вар.	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
модель насоса	3В-200х2	Д500-36	10-НМК×2	Д500-65	10М-8×6	Д800-28	14М-8×4	Д800-57
n_1, об/мин	1450	980	1450	1450	1470	980	1485	1450
$\Delta n/n_1$	–0,05	+0,05	–0,07	+0,07	–0,10	+0,10	+0,02	+0,02
Q, $м^3/ч$	500	500	700	500	300	800	500	800

При какой производительности насос в заданных условиях будет иметь кавитационный запас 0,5 м?

Таблица 6

№ вар.	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
модель насоса	ЦНС 850	12УВ-6×2	ЦНС 500	У 900-90	ЦНС 300-300	У 450-120	ЦНС 105	Д800-57
$H_{ГВС}$,м	–2,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$L_{ПР}$, м	20	30	25	30	20	30	20	25
$d_{ВС}$, мм	500	325	273	325	219	159	133	325
δ, мм	6	10	5	10	5	10	4	5
Q, $м^3/ч$	1000	700	500	800	300	500	100	750

НасУ-4

Оценить работу насоса для заданных условий эксплуатации:

Таблица 7

№ вар.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
модель насоса	К 45/30	Д 250-130	К 90/35	Д 320-50	К 8/18	Д 200-36	К 20/18	Д 200-95
D_2, м	168	325	174	405	128	350	129	280
$H_Г$, м	25	120	20	40	14	20	16	75
$H_{ГВС}$, м	–2	–4	–6	–8	2	4	6	8
$h_{ВС}$, м	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
R	0,001	0,0002	0,003	0,0004	0,001	0,0002	0,003	0,0004

№ вар.	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
модель насоса	К 160/30	Д 500-65	К 290/30	Д 800-57	К 90/85	Д 320-70	К 160/20	Д 500-36
D_2, м	320	465	315	432	272	265	254	525
$H_Г$, м	20	20	20	20	60	40	14	20
$H_{ГВС}$, м	–1	–3	–5	–7	1	3	5	7
$h_{ВС}$, м	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
R	0,001	0,0002	0,003	0,0001	0,001	0,0002	0,003	0,0004

№ вар.	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
модель насоса	10М-8х6	У 450-120	14М-8х4	У 450-180	3В-200х2	У 150-70	10-НМКх2	У 250-70
D_2, м	400	–	550	–	445	–	590	–
$H_Г$, м	260	90	310	160	75	50	150	45
$H_{ГВС}$, м	2	4	6	8	–2	–4	–6	–8
$h_{ВС}$, м	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
R	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0002	0,00003	0,0004

№ вар.	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
модель насоса	ЦНС 300-300	У 900 -160МУ	ЦНС 105-490	У1000 -55-1000	ЦНС 850-480	10У5	ЦНС 500-480	У 900-90
D_2, м	–	–	–	–	–	–	–	–
$H_Г$, м	250	100	350	40	400	160	400	60
$H_{ГВС}$, м	1	3	5	7	–1	–3	–5	–7
$h_{ВС}$, м	0,5	1,0	1,5	2,0	0,5	1,0	1,5	2,0
R	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,00002	0,0003	0,00004

$H_Г$ – геометрическая (геодезическая) высота подъема воды;

$H_{ГВС}$ – геометрическая высота всасывания;
$h_{ВС}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе;
R – коэффициент гидродинамического сопротивления трубопровода насосной установки;
D_2 – диаметр рабочего колеса по выходным кромкам лопаток.

Необходимо:

1 – построить характеристики насоса и трубопровода на отдельном листе бумаги формата А4;
2 – определить параметры рабочего режима насоса (Q, H, η, N, $H_В^{ДОП}$);
3 – определить запас по напору – $(H_{max} – H)/H$ и оценить устойчивость работы насоса в этом режиме;
4 – оценить экономичность работы в этом режиме;
5 – оценить надежность работы в этом режиме по кавитационному запасу.

НасУ-5

Определить необходимую частоту вращения вала насоса для обеспечения требуемой производительности в заданных условиях эксплуатации:

Таблица 8

№ вар.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
модель насоса	К 45/30	Д 250-130	К 90/35	Д 320-50	К 8/18	Д 200-36	К 20/18	Д 200-95
D_2, м	168	325	174	405	128	350	129	280
$H_Г$, м	25	120	20	40	14	20	16	75
R	0,001	0,0002	0,003	0,0004	0,001	0,0002	0,003	0,0004
Q, $м^3$/ч	30	180	60	240	8	150	15	150
№ вар.	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
модель насоса	К 160/30	Д 500-65	К 290/30	Д 800-57	К 90/85	Д 320-70	К 160/20	Д 500-36
D_2, м	320	465	315	432	272	265	254	525
$H_Г$, м	20	20	20	20	60	40	14	20
R	0,001	0,0002	0,003	0,0001	0,001	0,0002	0,003	0,0004
Q, $м^3$/ч	100	400	200	500	80	240	120	400
№ вар.	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
модель насоса	10М-8х6	У 450-120	14М-8х4	У 450-180	3В-200х2	У 150-70	10-НМКх2	У 250-70
D_2, м	400	–	550	–	445	–	590	–
$H_Г$, м	260	90	310	160	75	50	150	45
R	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0002	0,00003	0,0004
Q, $м^3$/ч	180	300	300	300	300	150	800	160
№ вар.	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
модель насоса	ЦНС 300-300	У 900 -160МУ	ЦНС 105-490	У1000 -55-1000	ЦНС 850-480	10У5	ЦНС 500-480	У 900-90
D_2, м	–	–	–	–	–	–	–	–
$H_Г$, м	250	100	350	40	400	160	400	60
R	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,00002	0,0003	0,00004
Q, $м^3$/ч	200	500	100	600	600	500	300	500

D_2 – диаметр рабочего колеса по выходным кромкам лопаток;

$H_Г$ – геометрическая (геодезическая) высота подъема воды;

R – коэффициент гидродинамического сопротивления трубопровода насосной установки;

Q – производительность насоса.

НасУ-6

Оценить совместную работу 2-х насосов, установленных в непосредственной близости друг от друга, на общий трубопровод для заданных условий эксплуатации:

ПАР – параллельное соединение насосов;

ПОС – последовательное соединение насосов;

$H_Г$ – геометрическая (геодезическая) высота подъема воды;

R – коэффициент гидродинамического сопротивления трубопровода насосной установки;

Таблица 9

№ вар.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
модели насосов	К 45/30; К 90/35	Д 250-130; Д 320-50	К 90/35; К 8/18	Д 320-50; Д 200-36	К 8/18; К 20/18	Д 200-36; Д 200-95	К 20/18; К 45/30	Д 200-95; К 90/35
соединение	ПАР	ПОС	ПОС	ПАР	ПОС	ПОС	ПАР	ПОС
$H_Г$, м	25	150	45	35	14	120	16	75
R	0,001	0,0002	0,003	0,0004	0,001	0,0002	0,003	0,0004
№ вар.	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
модели насосов	К 160/30; К 290/30	Д 500-65; Д 800-57	К 290/30; К 90/85	Д 800-57; Д 320-70	К 90/85; К 160/20	Д 320-70; Д 500-65	К 160/20; К 160/30	Д 500-36; К 290/30
соединение	ПАР	ПАР	ПОС	ПАР	ПОС	ПАР	ПОС	ПАР
$H_Г$, м	20	20	20	20	60	40	14	20
R	0,001	0,0002	0,003	0,0001	0,001	0,0002	0,003	0,0004
№ вар.	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
модели насосов	10М-8х6; 14М-8х4	У 450-120 У 450-180	14М-8х4; 14М-8х4	У 450-180 У 150-70	3В-200х2; 3В-200х2	У 150-70; У 450-120	10-НМКх2 3В-200х2	У 250-70; У 150-70
соединение	ПОС	ПАР	ПАР	ПОС	ПАР	ПОС	ПОС	ПАР
$H_Г$, м	550	90	310	200	75	150	230	45
R	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,00001	0,0002	0,00003	0,00001

Продолжение табл. 9

№ вар.	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	**31**	**32**
модели насосов	ЦНС 300-300; К 290/30	У 900 -160МУ У 900-90	ЦНС 105-490; К 90/35	У1000 -55-1000 10У5	ЦНС 850-480; У1000 -55-1000	10У4; У 900-90	ЦНС 500-480; ЦНС 105-490	У 900-90; 10У5
соедине-ние	ПОС	ПОС	ПОС	ПОС	ПОС	ПАР	ПАР	ПОС
$H_Г$, м	275	150	380	200	400	80	400	210
R	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,00002	0,00003	0,00004

Необходимо:

1 – построить индивидуальные напорно-расходные характеристики обоих насосов, их совместную характеристику и характеристику трубопровода на отдельном листе бумаги формата А4;

2 – определить параметры рабочего режима всей установки (Q, H) и каждого насоса отдельно (Q, H, η, N);

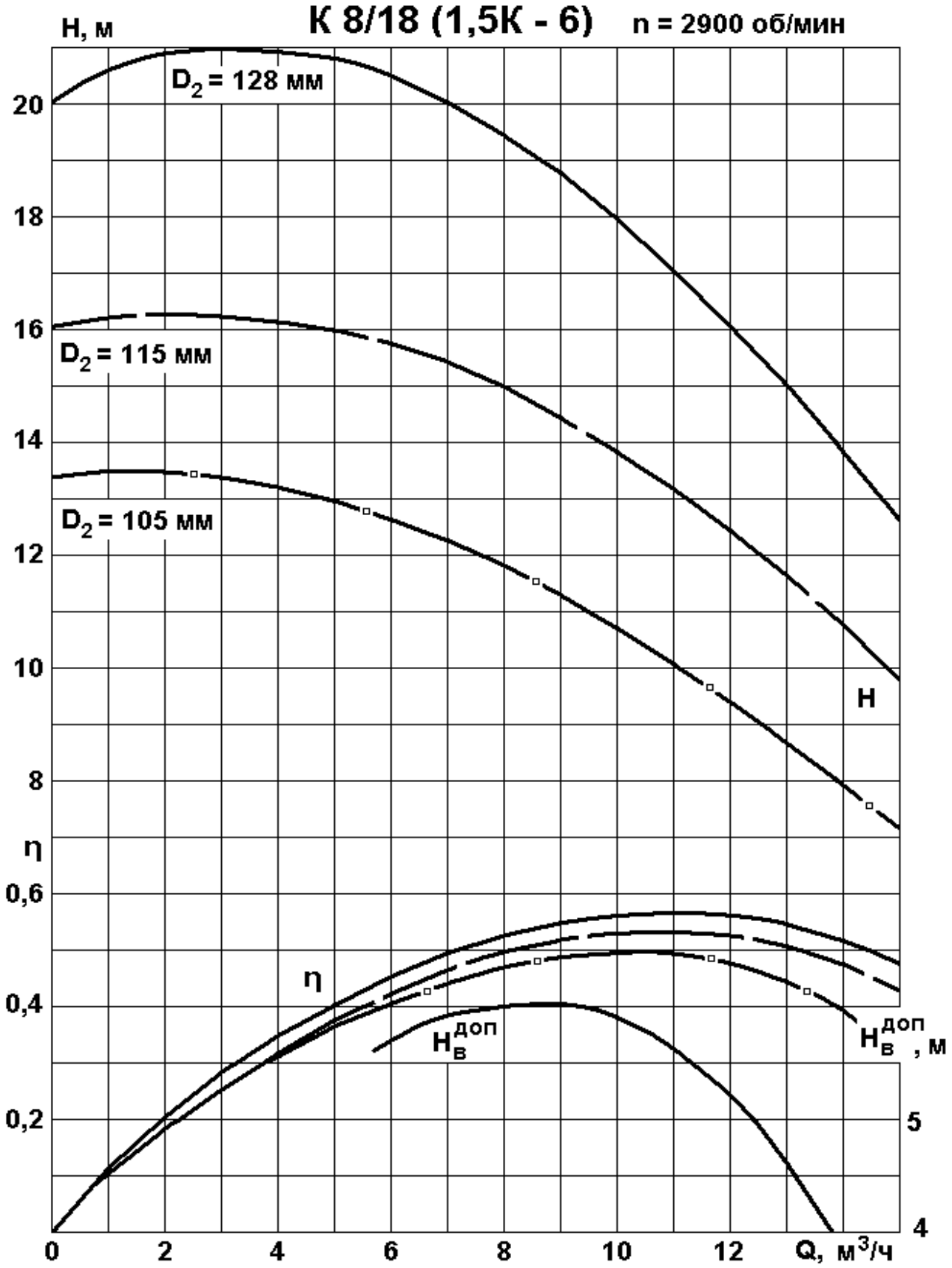
3 – определить запас по напору – $(H_{max} – H)/H$ и оценить устойчивость работы всей установки и каждого насоса отдельно в этом режиме;

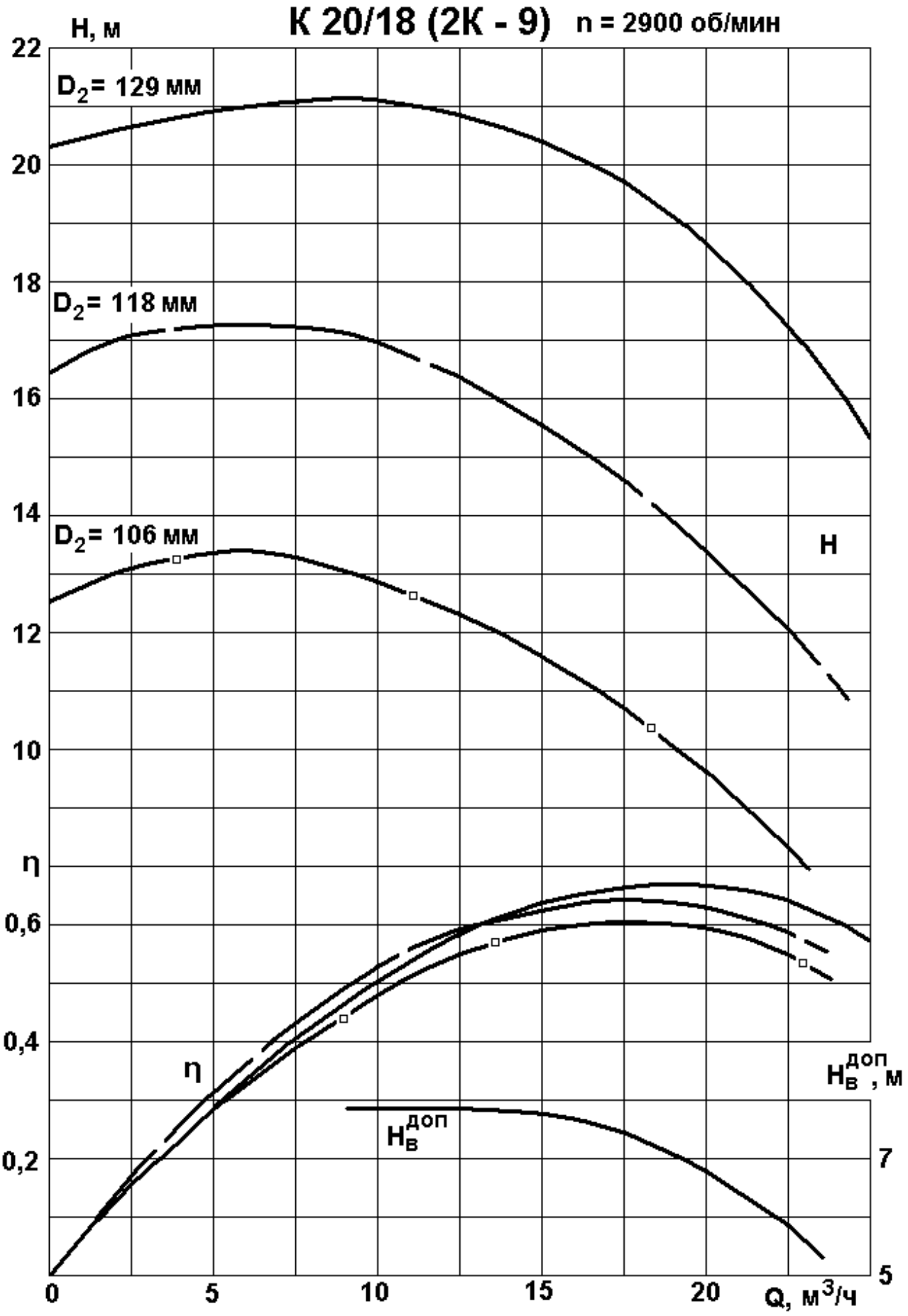
4 – оценить экономичность работы в этом режиме;

5 – оценить надежность работы в этом режиме по кавитационному запасу.

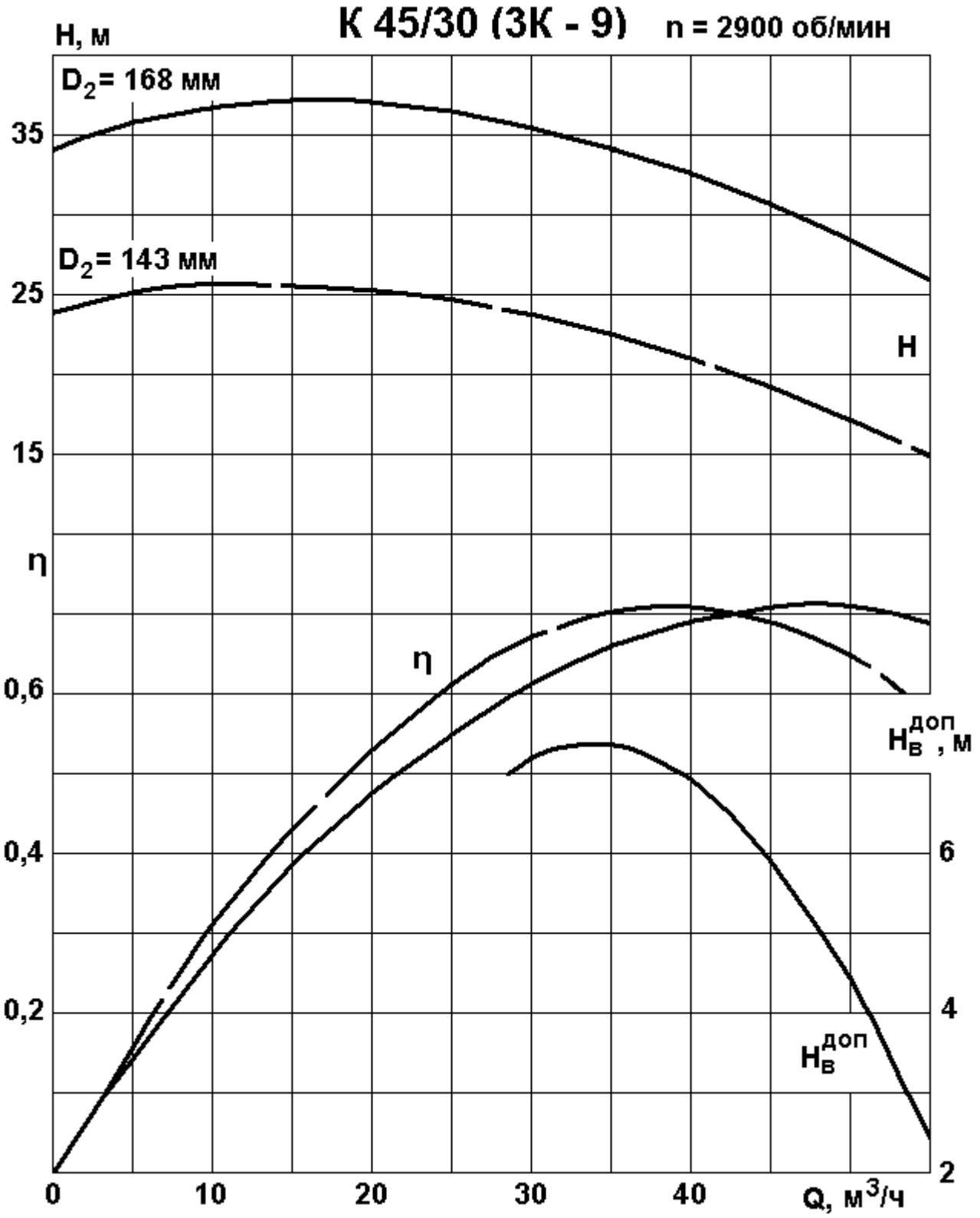
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Характеристики консольных насосов

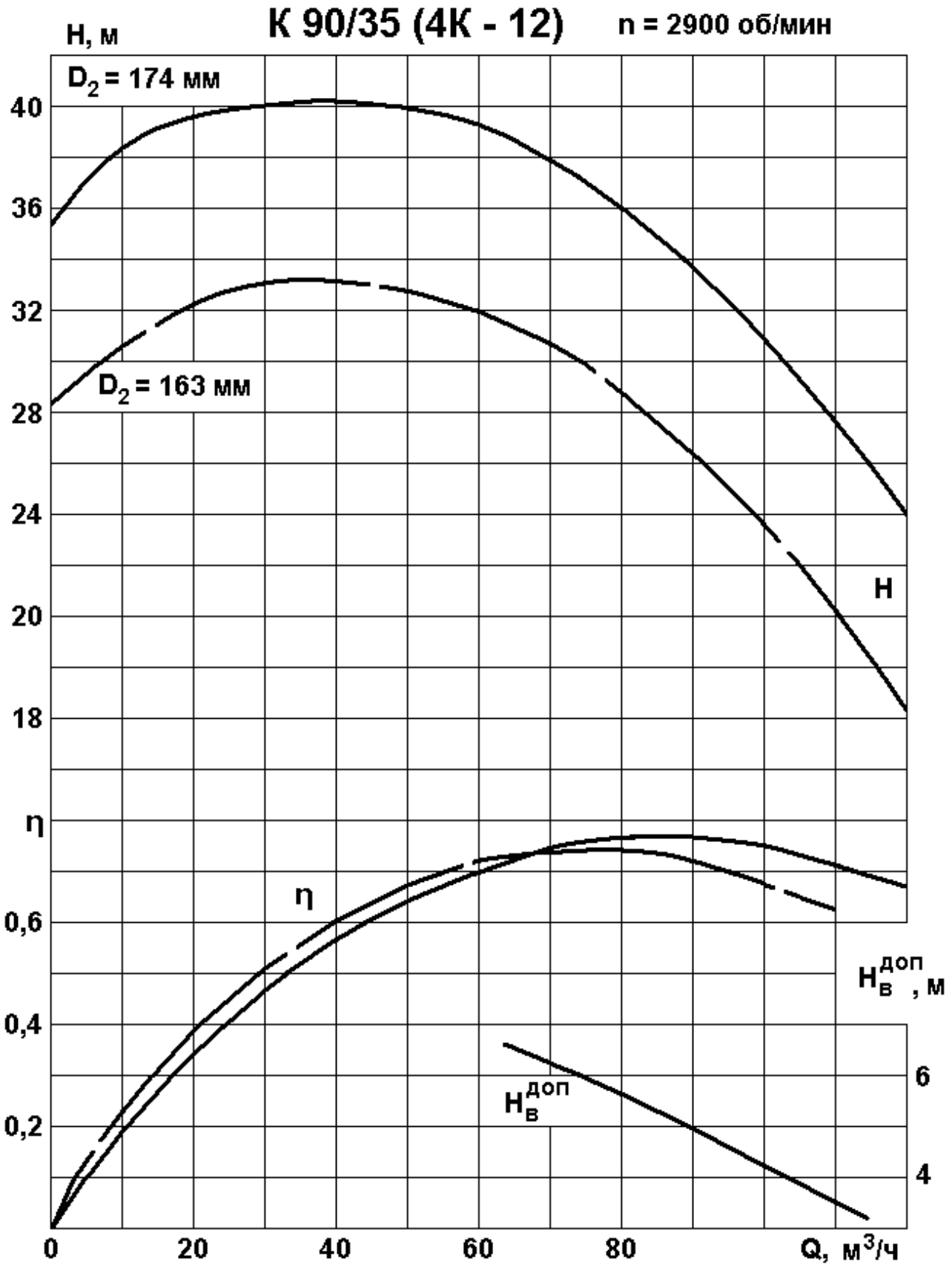



К 20/18 (2К - 9) n = 2900 об/мин
H, м
22
20
18
16
14
12
10
η
0,6
0,4
0,2
D2= 129 мм
D2= 118 мм
D2= 106 мм
H
η
Hвдоп
Hвдоп, м
7
5
0
5
10
15
20
Q, м3/ч

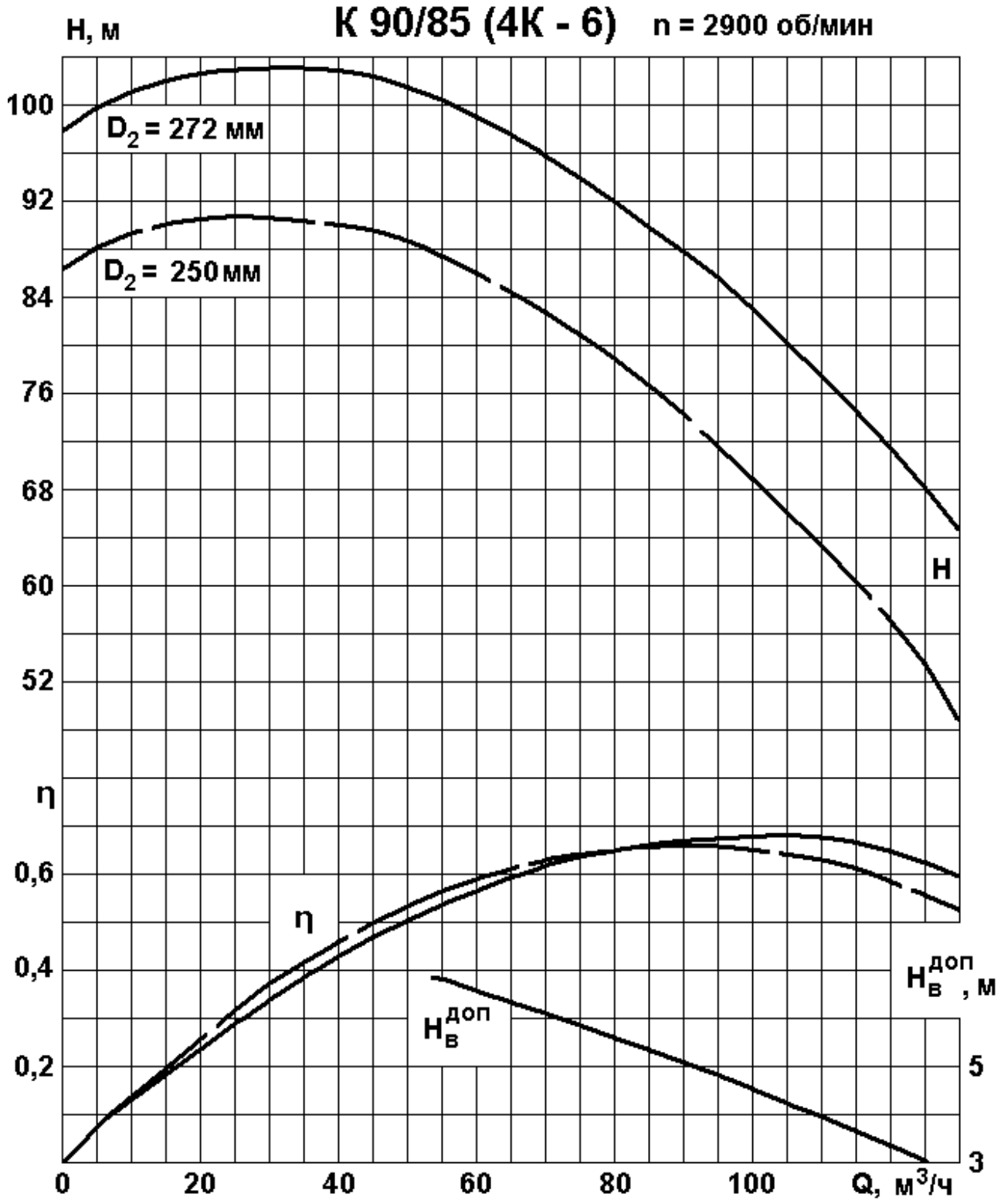
Продолжение прилож. 1

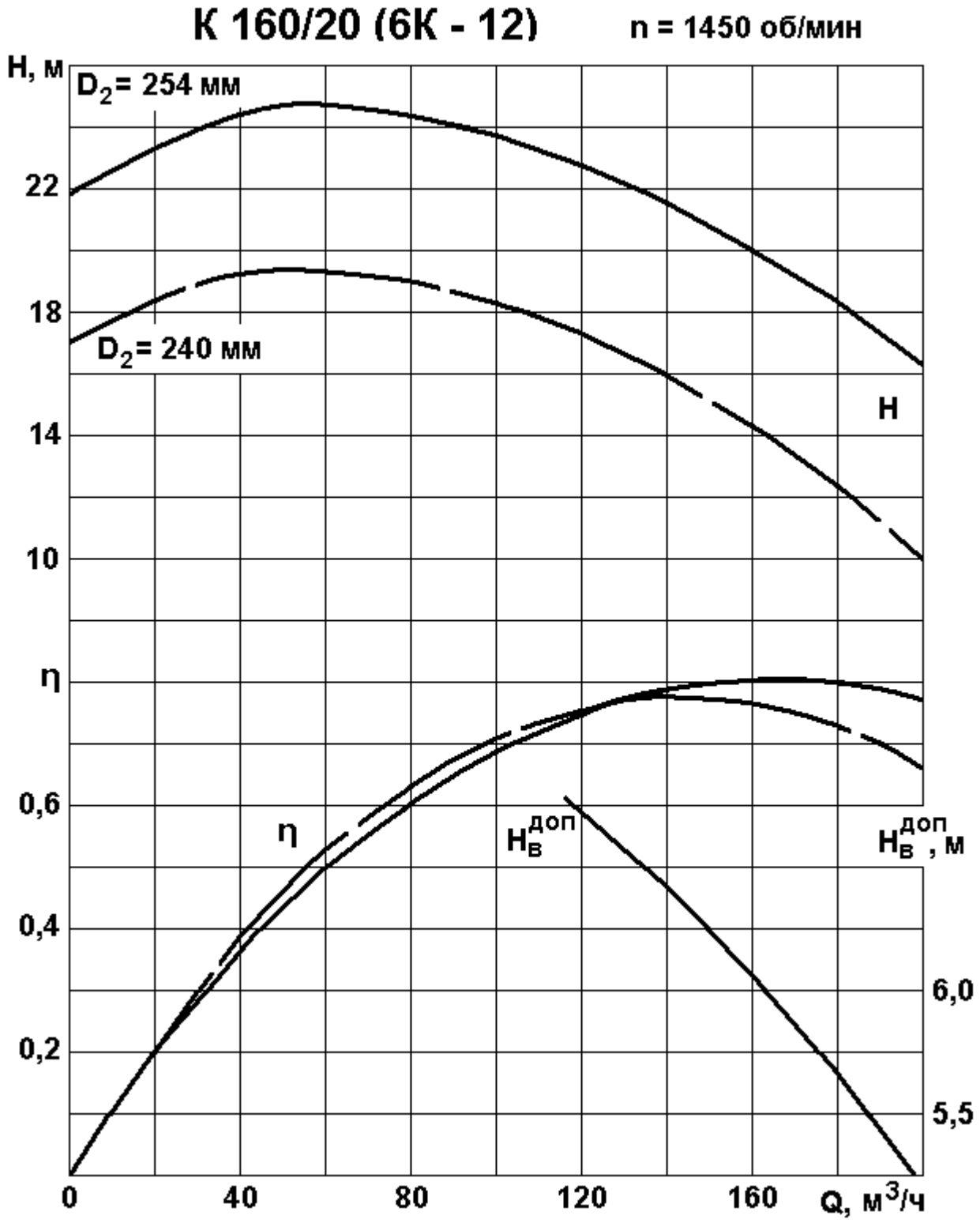


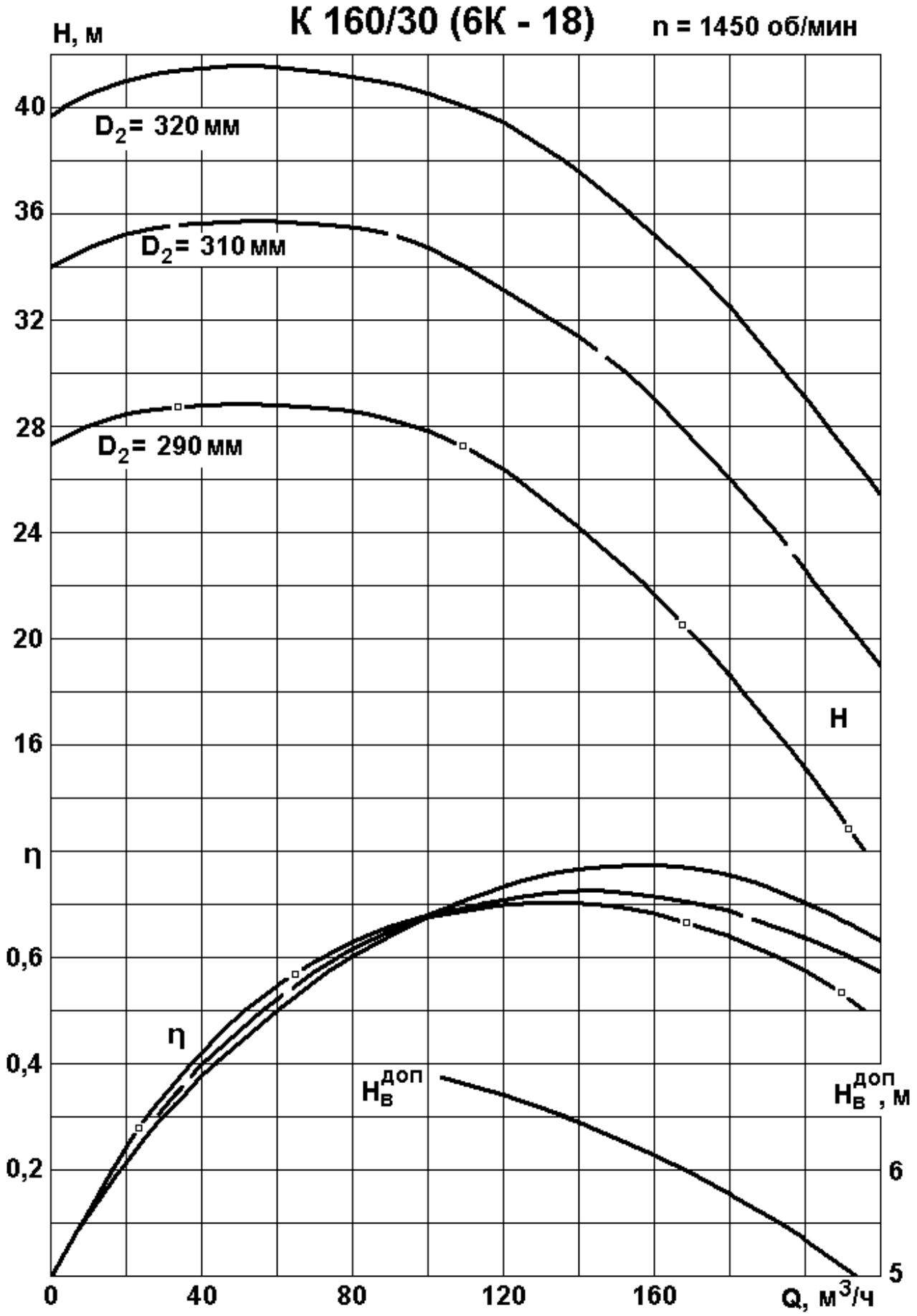
Продолжение прилож. 1

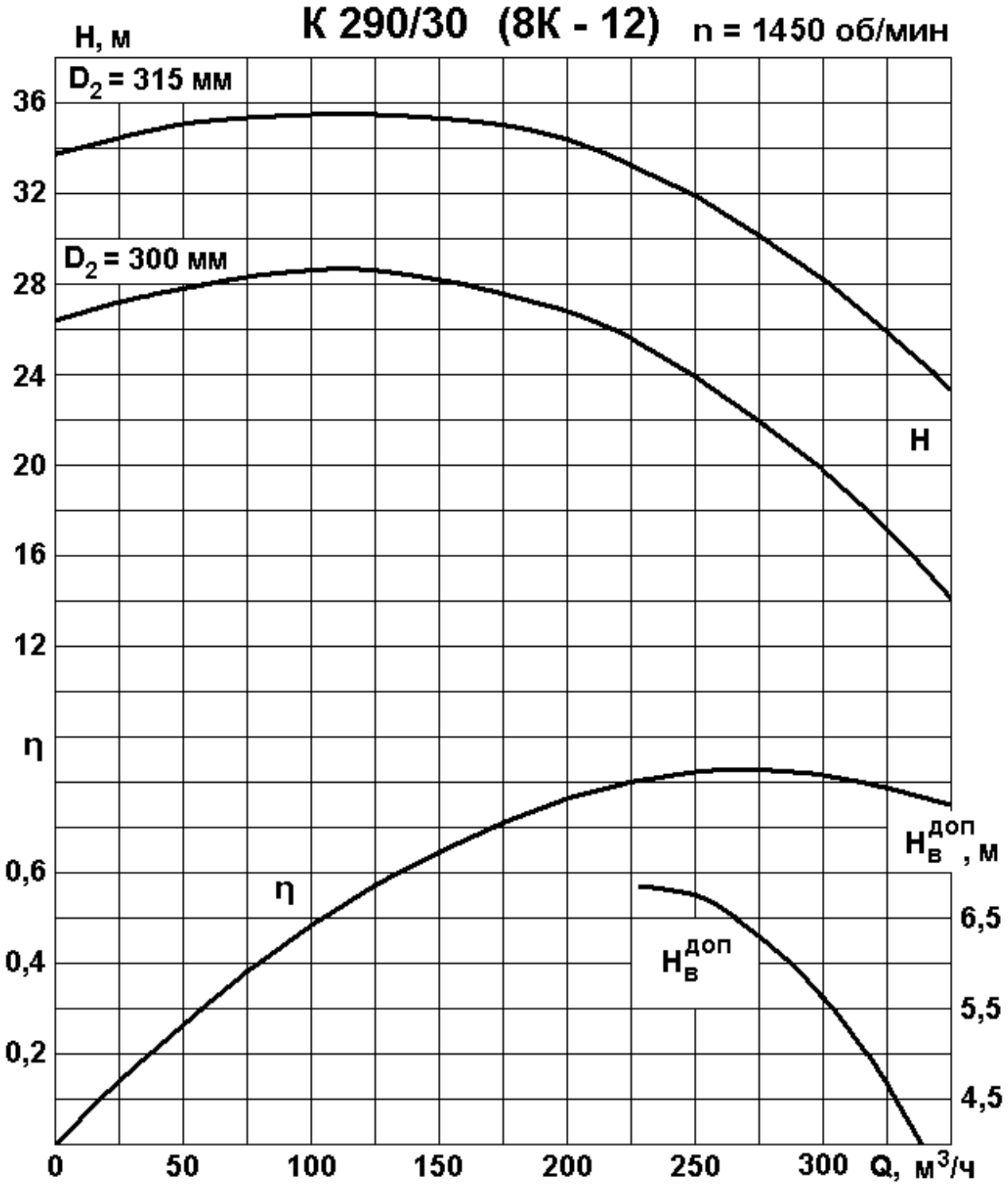


Продолжение прилож. 1



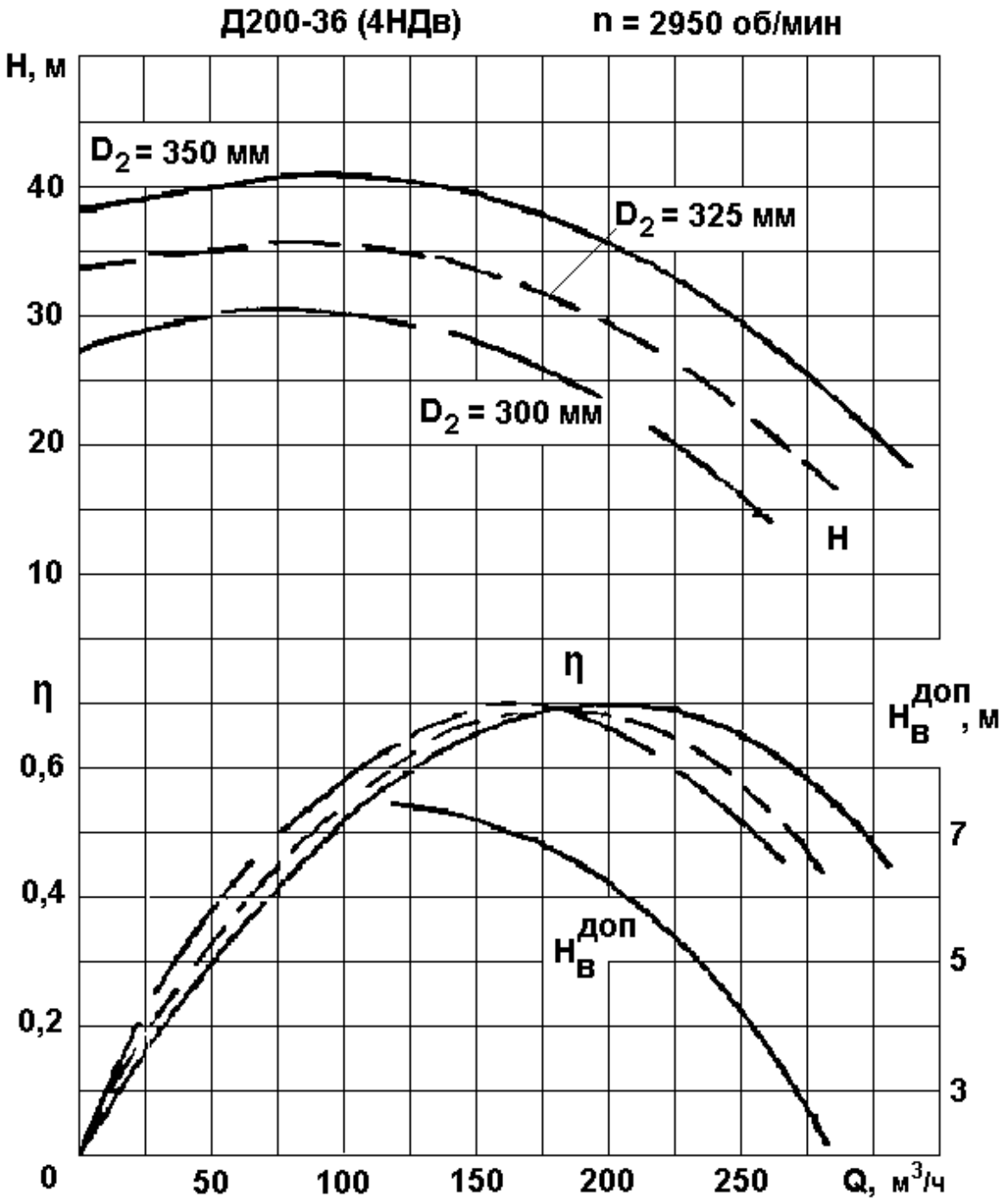

К 160/20 (6К - 12)
n = 1450 об/мин
H, м
D2= 254 мм
D2= 240 мм
22
18
14
10
H
η
0,6
0,4
0,2
η
Hвдоп
Hвдоп, м
6,0
5,5
0
40
80
120
160
Q, м3/ч

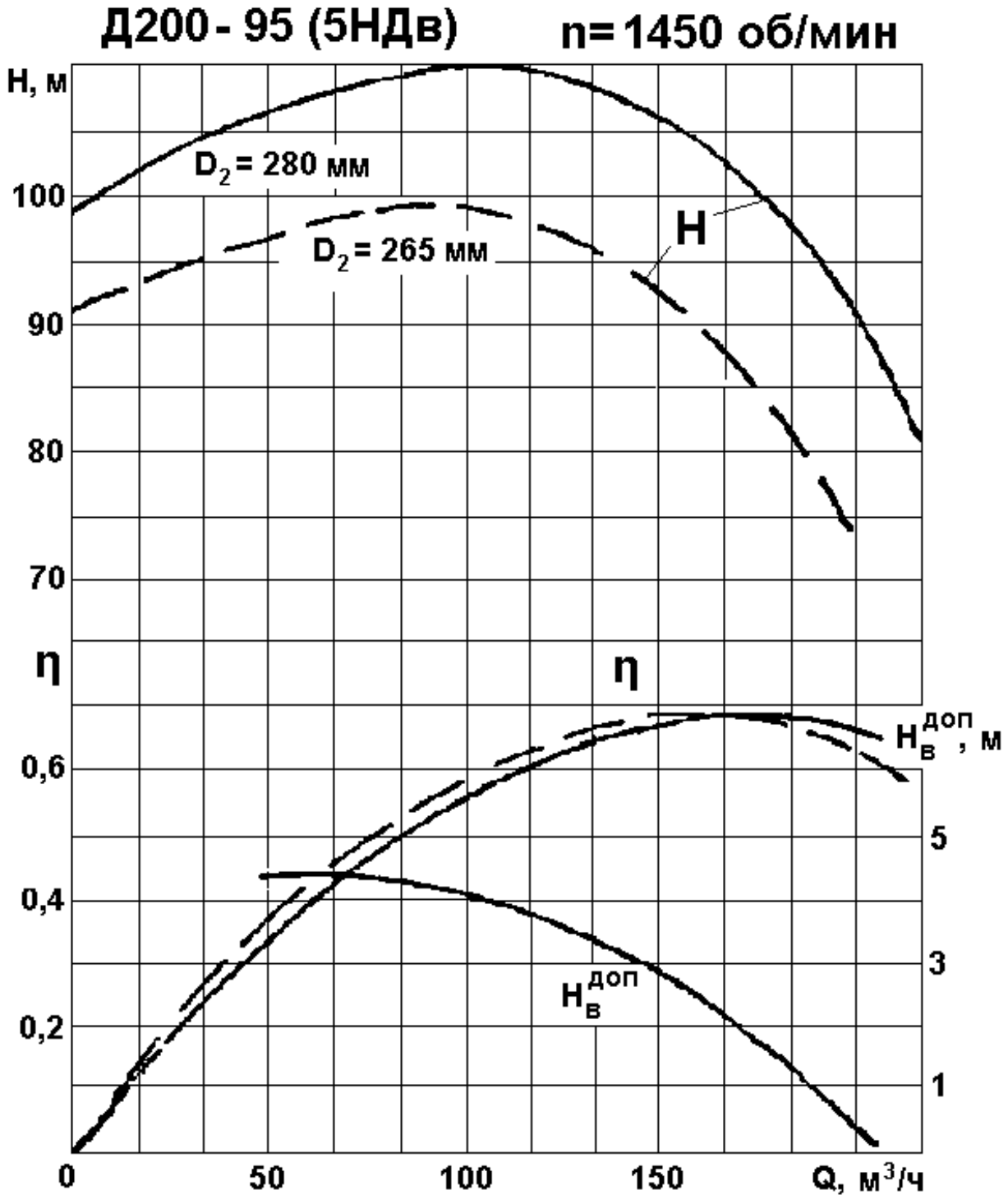

К 160/30 (6К - 18)
n = 1450 об/мин
H, м
40
36
32
28
24
20
16
η
0,6
0,4
0,2
D2= 320 мм
D2= 310 мм
D2= 290 мм
H
η
Hв доп
Hв доп, м
6
5
0
40
80
120
160
Q, м3/ч


К 290/30 (8К - 12) n = 1450 об/мин
H, м
D2 = 315 мм
D2 = 300 мм
36
32
28
24
20
16
12
H
η
0,6
0,4
0,2
η
Hвдоп, м
6,5
5,5
4,5
Hвдоп
0
50
100
150
200
250
300
Q, м3/ч

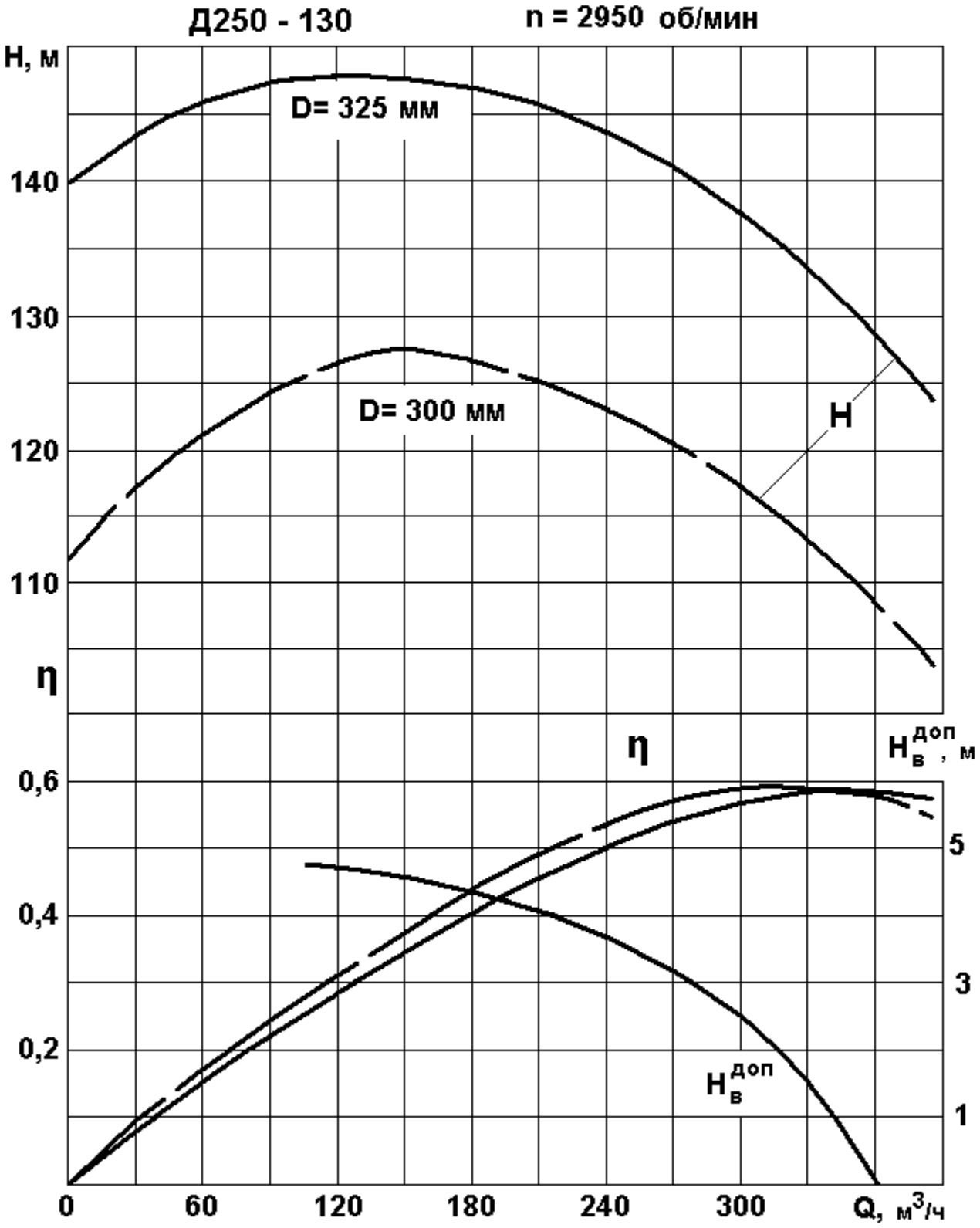
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

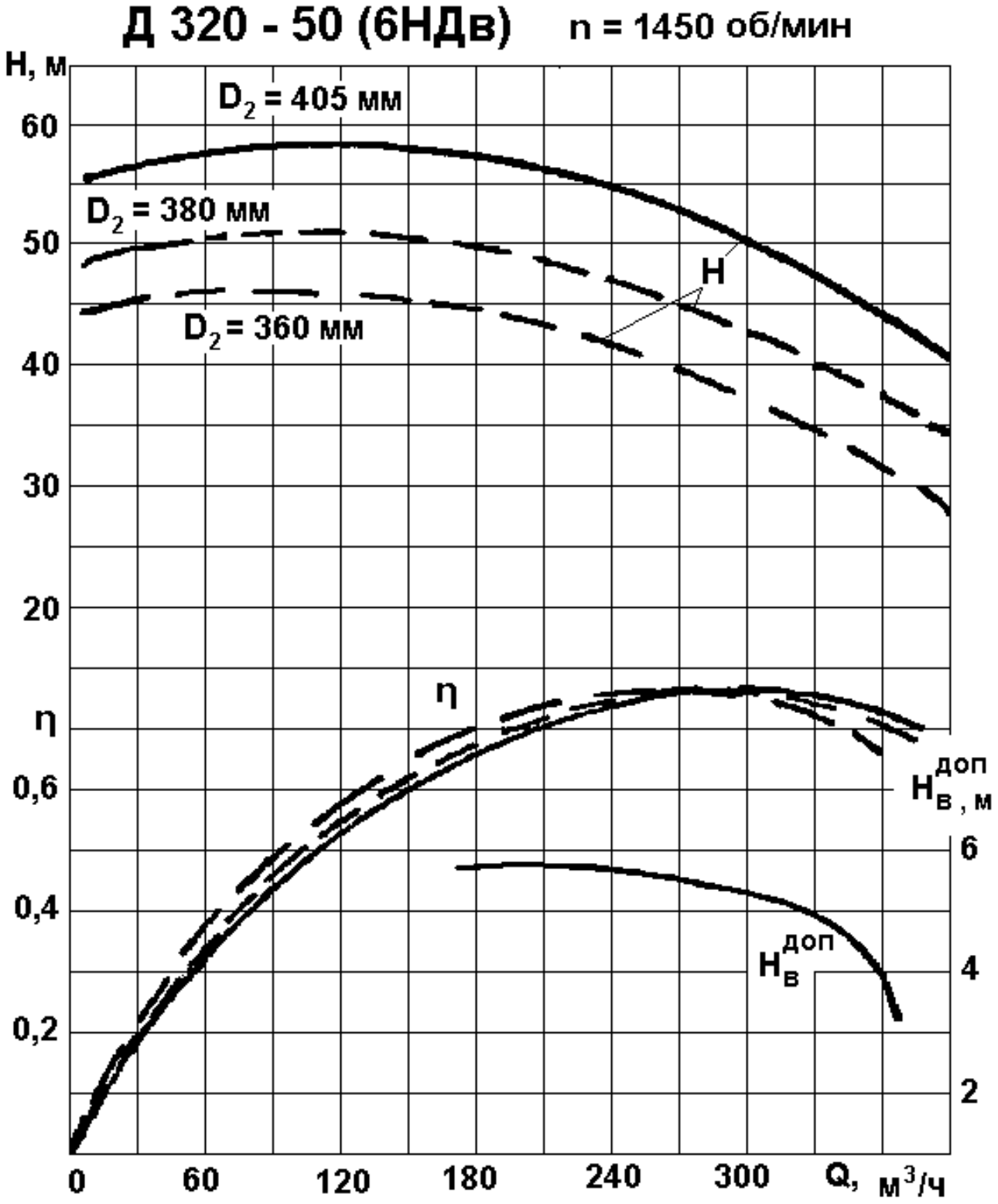
Характеристики насосов с двусторонним подводом

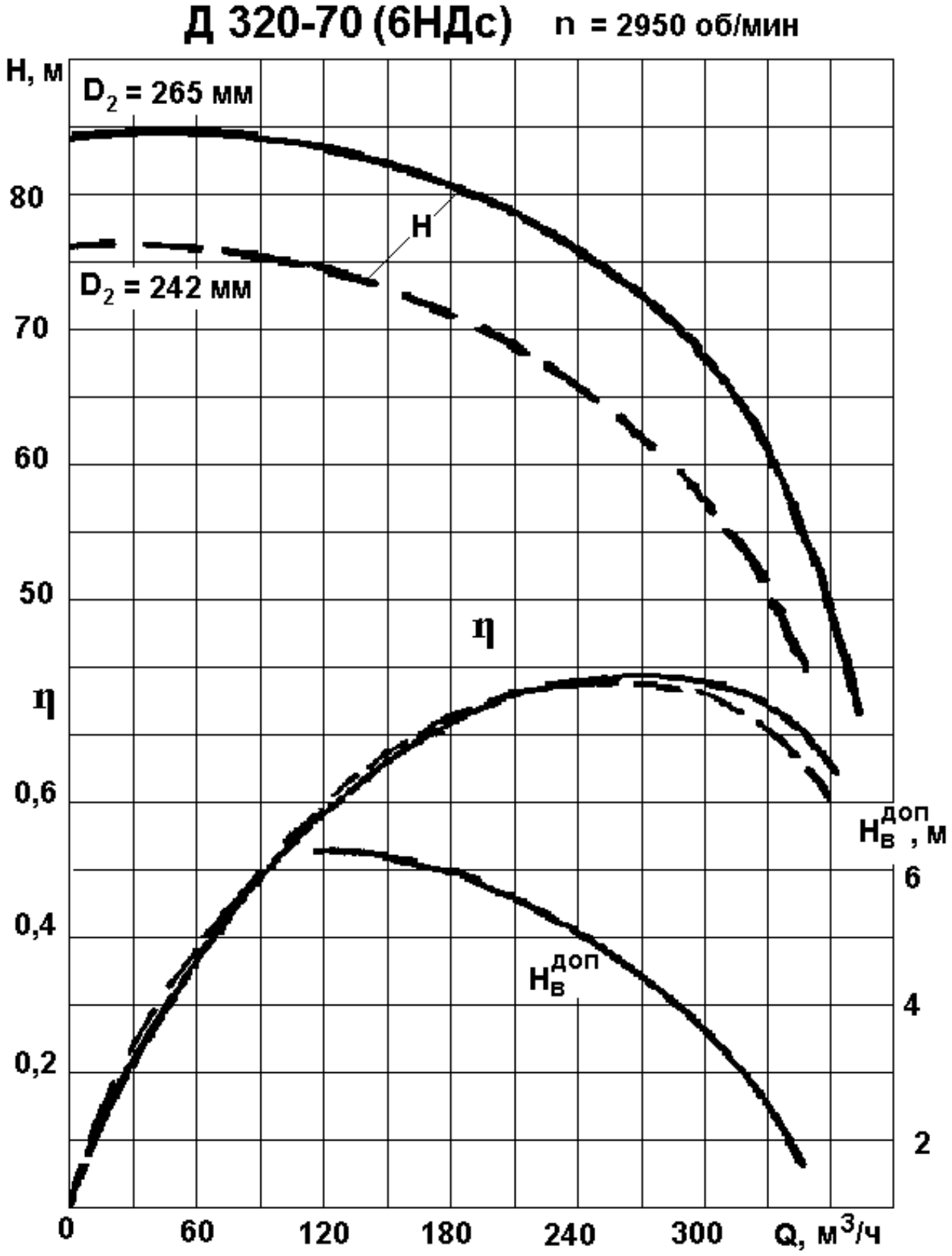


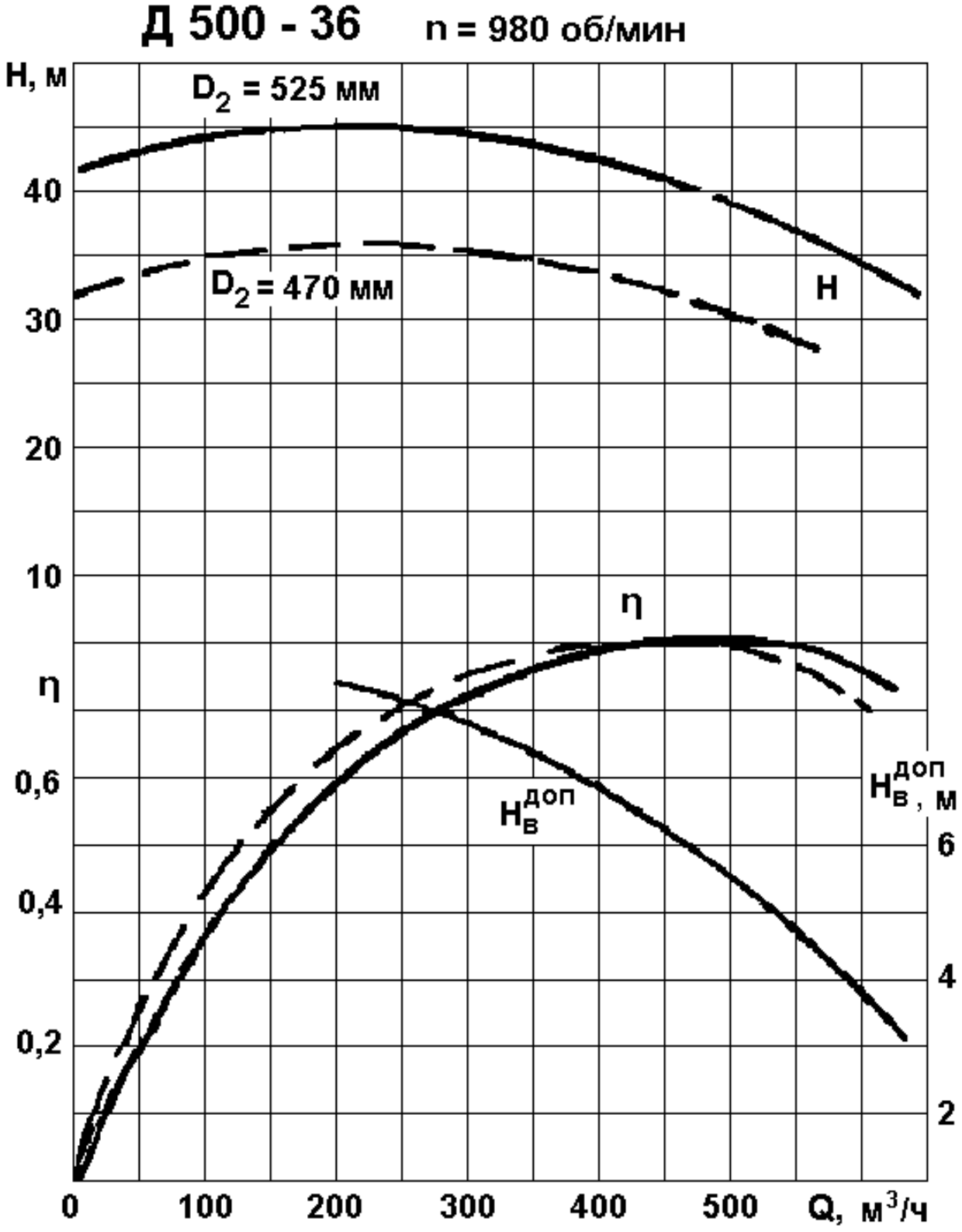

Д200 - 95 (5НДв)
n= 1450 об/мин
H, м
D2 = 280 мм
D2 = 265 мм
H
100
90
80
70
η
η
0,6
0,4
0,2
Hвдоп, м
5
3
1
Hвдоп
0
50
100
150
Q, м3/ч

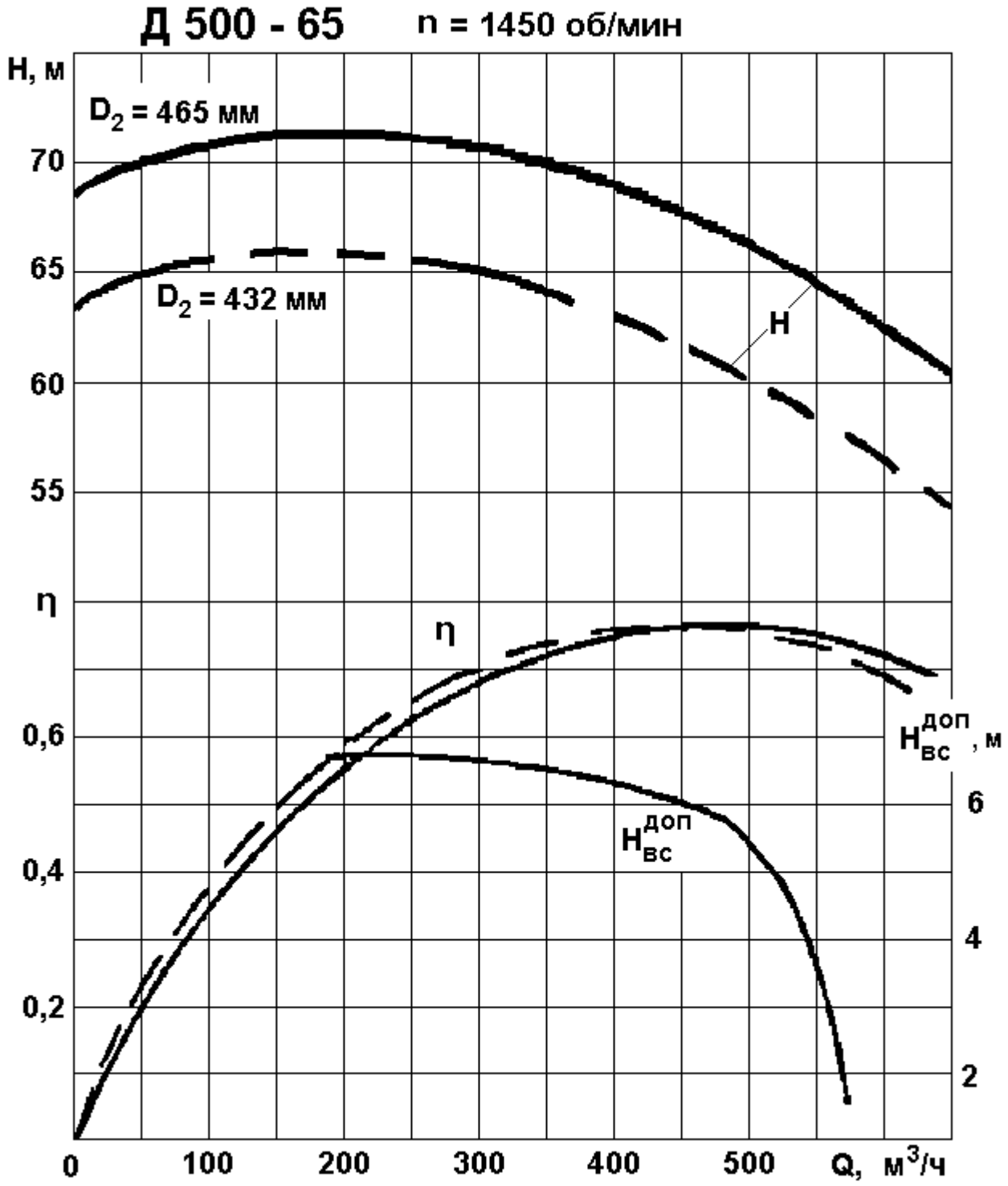
Продолжение прилож. 2

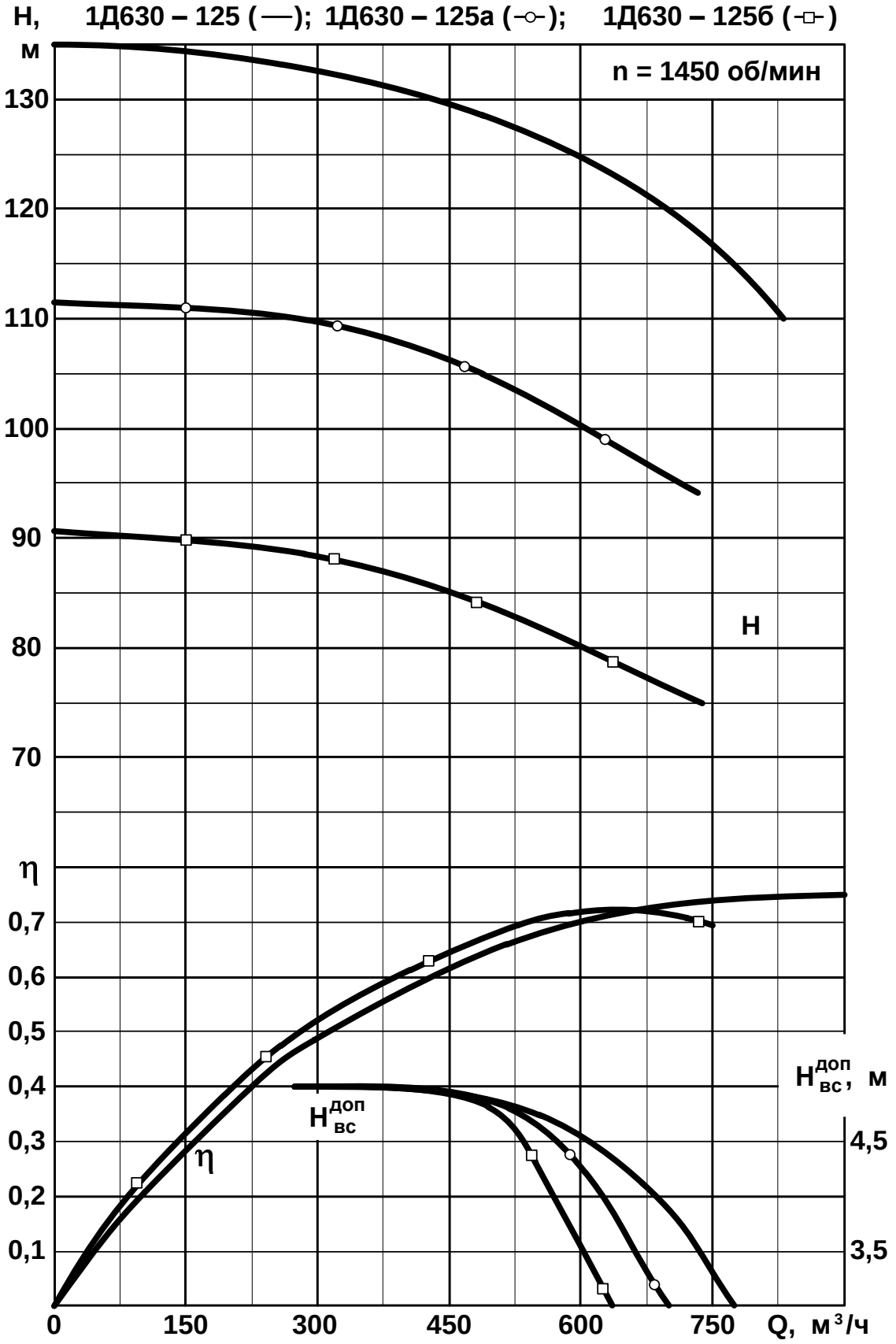


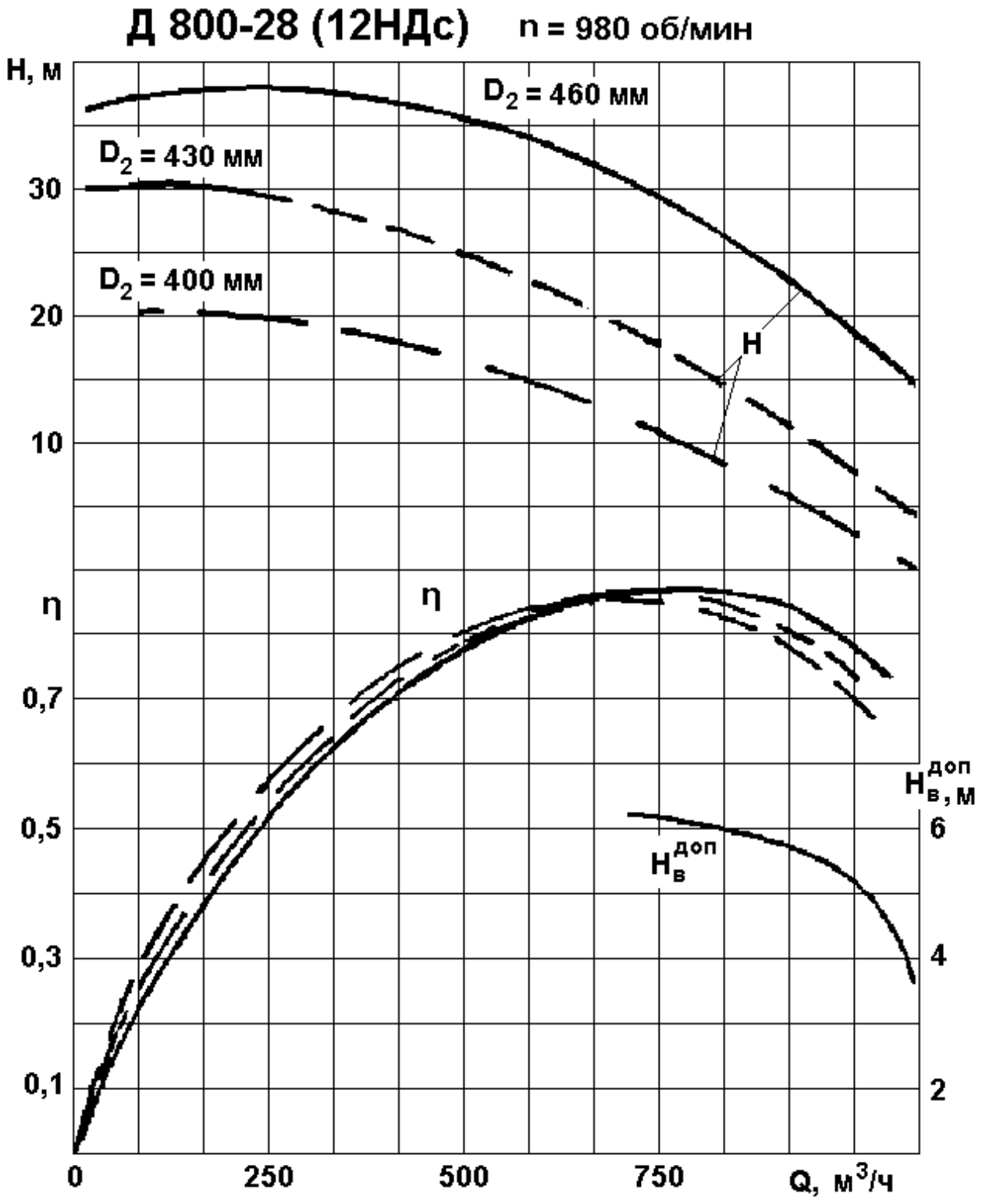

Д 320 - 50 (6НДв)
n = 1450 об/мин
H, м
60
50
40
30
20
D2 = 405 мм
D2 = 380 мм
D2 = 360 мм
H
η
0,6
0,4
0,2
η
Hв доп, м
6
4
2
Hв доп
0
60
120
180
240
300
Q, м3/ч

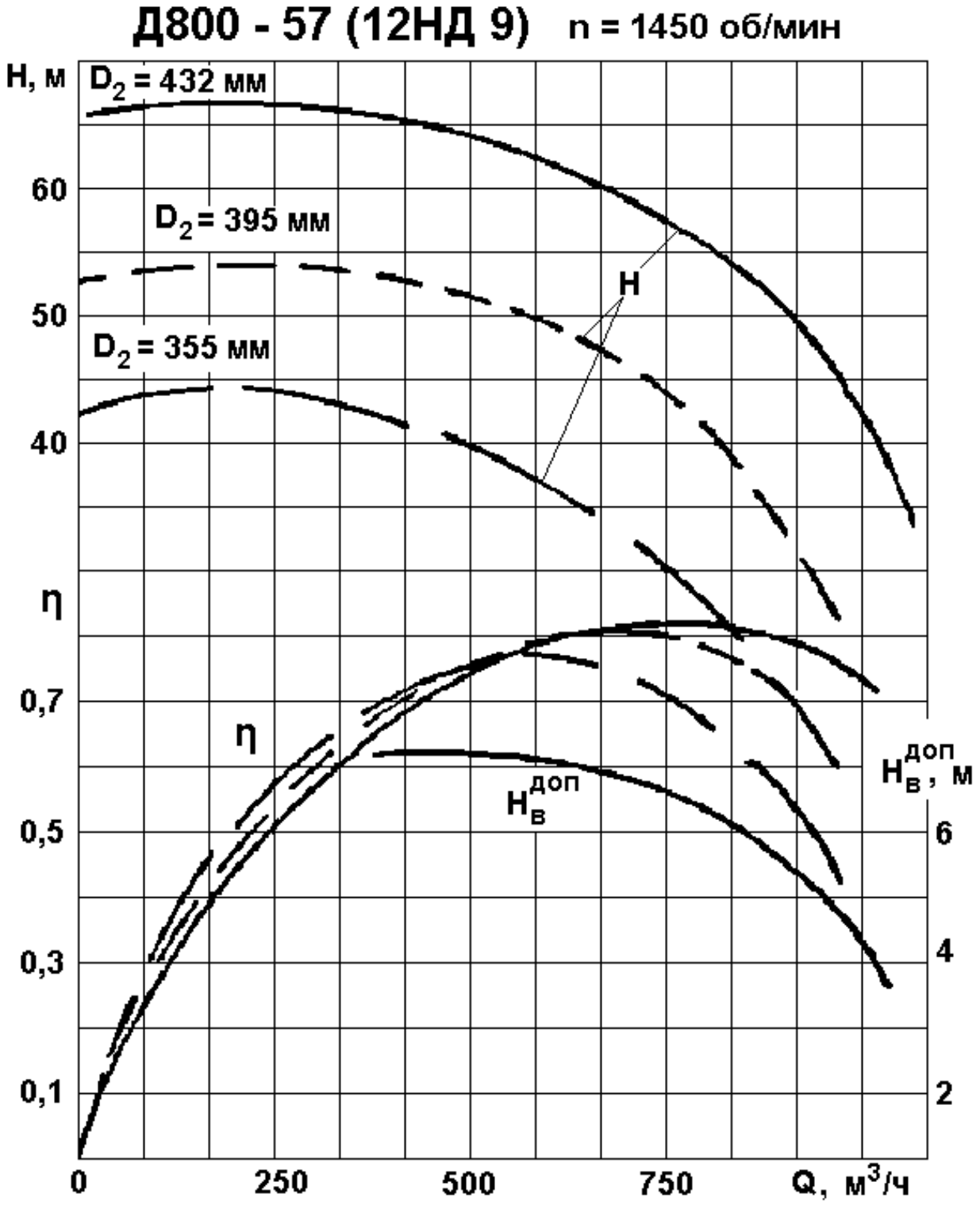

Д 320-70 (6НДс) n = 2950 об/мин
H, м
D2 = 265 мм
D2 = 242 мм
H
η
η
Hвдоп, м
Hвдоп
80
70
60
50
0,6
0,4
0,2
6
4
2
0
60
120
180
240
300
Q, м3/ч


Д 500 - 36
n = 980 об/мин
H, м
D2 = 525 мм
D2 = 470 мм
H
η
η
Hвдоп
Hвдоп, м
40
30
20
10
0,6
0,4
0,2
6
4
2
0
100
200
300
400
500
Q, м3/ч


Д 500 - 65
n = 1450 об/мин
H, м
D2 = 465 мм
D2 = 432 мм
H
η
η
Hвс доп, м
Hвс доп
70
65
60
55
0,6
0,4
0,2
6
4
2
0
100
200
300
400
500
Q, м3/ч

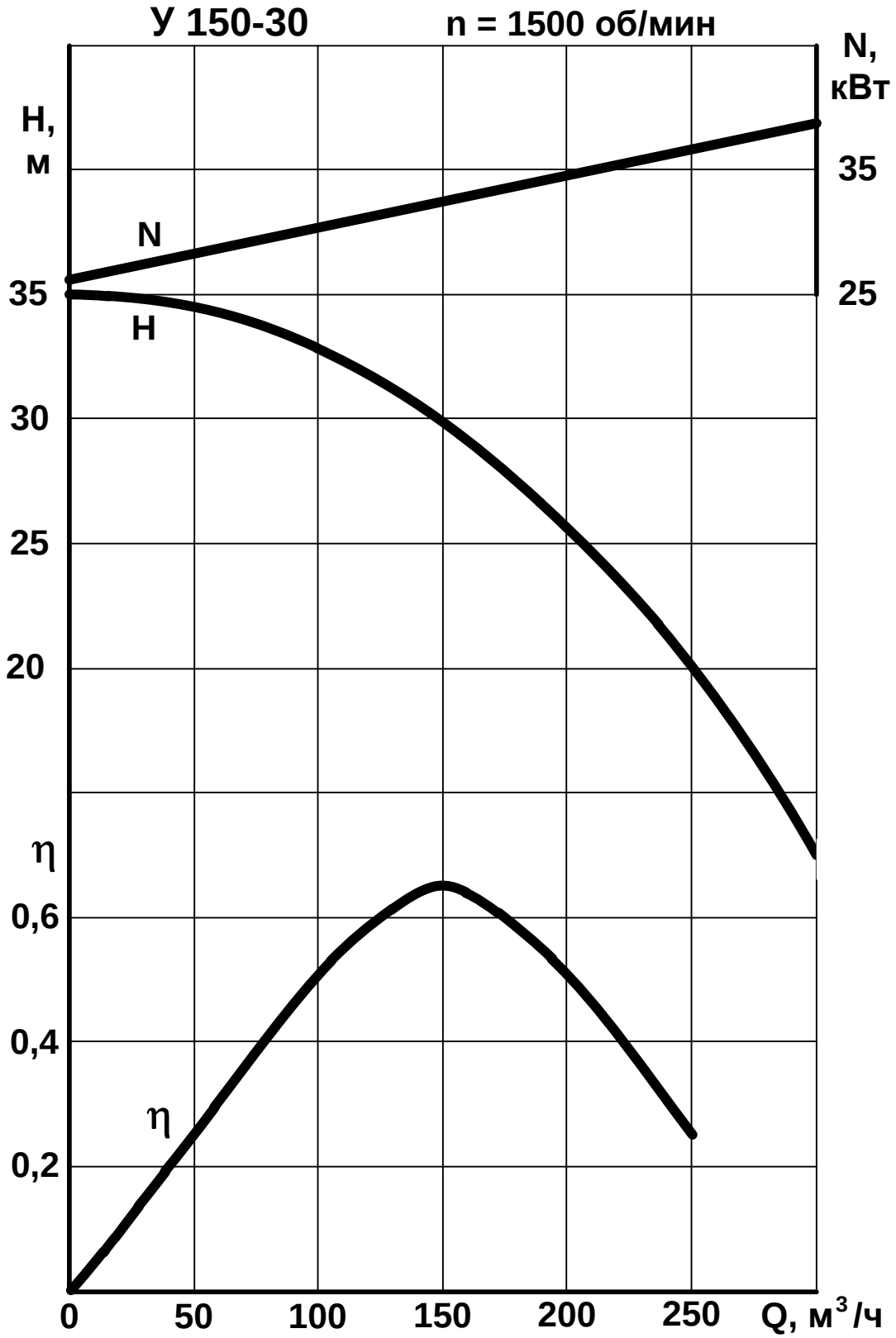

H, м
1Д630 – 125 (—); 1Д630 – 125а (-○-); 1Д630 – 125б (-□-)
n = 1450 об/мин
130
120
110
100
90
80
70
H
η
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
η
$H_{вс}^{доп}$
$H_{вс}^{доп}$, м
4,5
3,5
0
150
300
450
600
750
Q, м³/ч

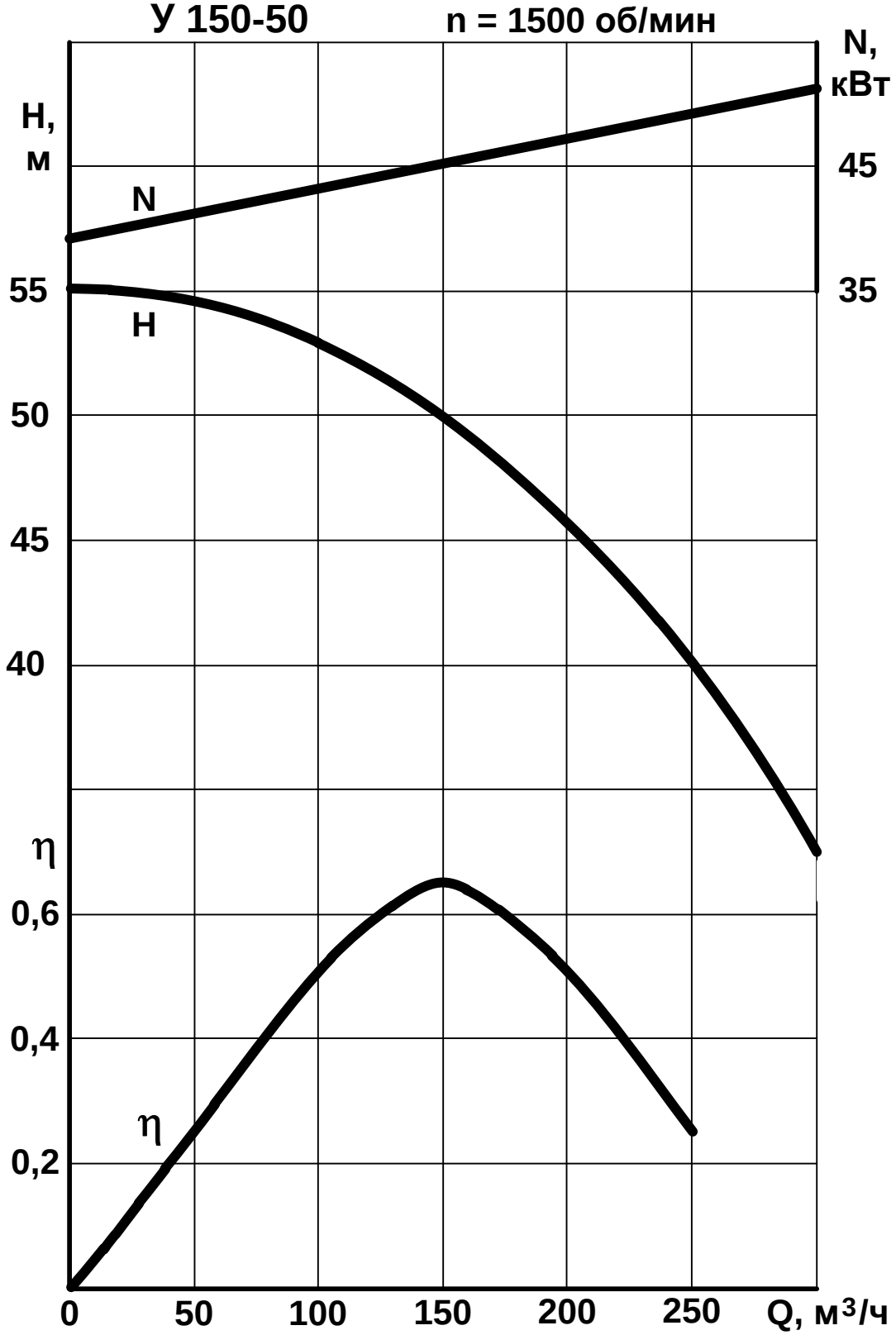

Д 800-28 (12НДс)
n = 980 об/мин
H, м
D2 = 460 мм
D2 = 430 мм
D2 = 400 мм
30
20
10
H
η
η
0,7
0,5
0,3
0,1
Hв доп, м
6
4
2
Hв доп
0
250
500
750
Q, м3/ч

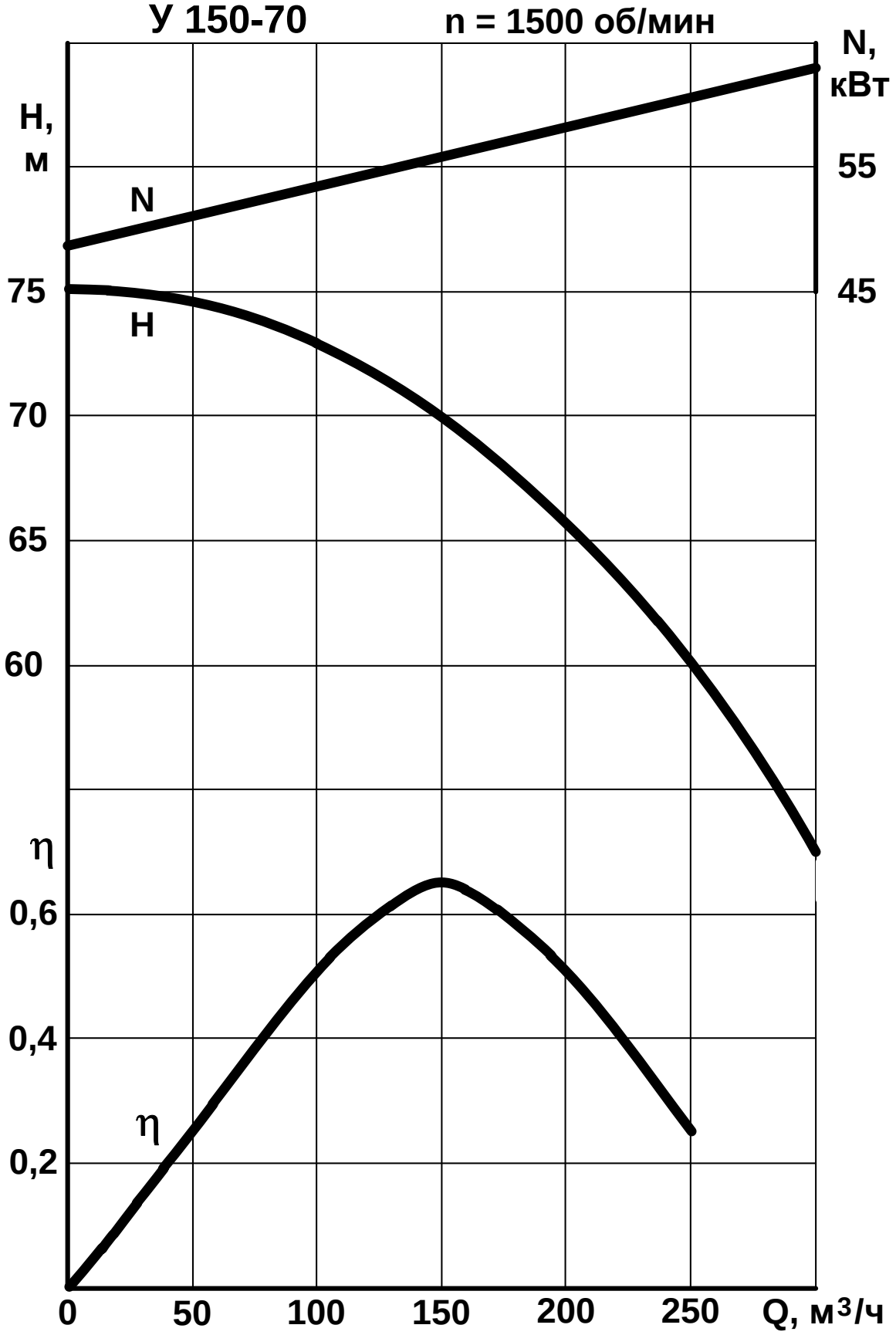

Д800 - 57 (12НД 9) n = 1450 об/мин
H, м
D2 = 432 мм
D2 = 395 мм
D2 = 355 мм
H
η
η
Hвдоп
Hвдоп, м
60
50
40
0,7
0,5
0,3
0,1
6
4
2
0
250
500
750
Q, м3/ч

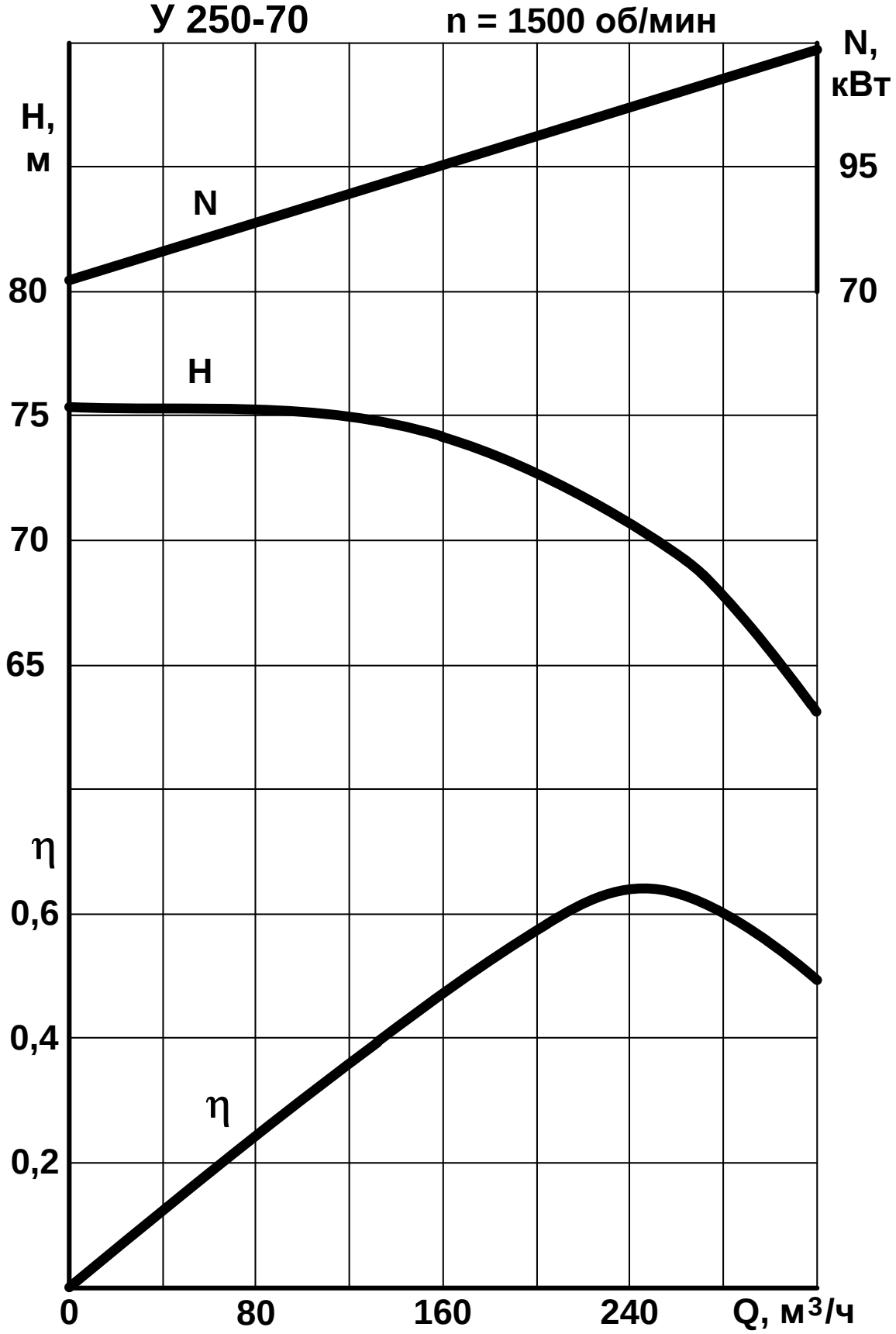
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

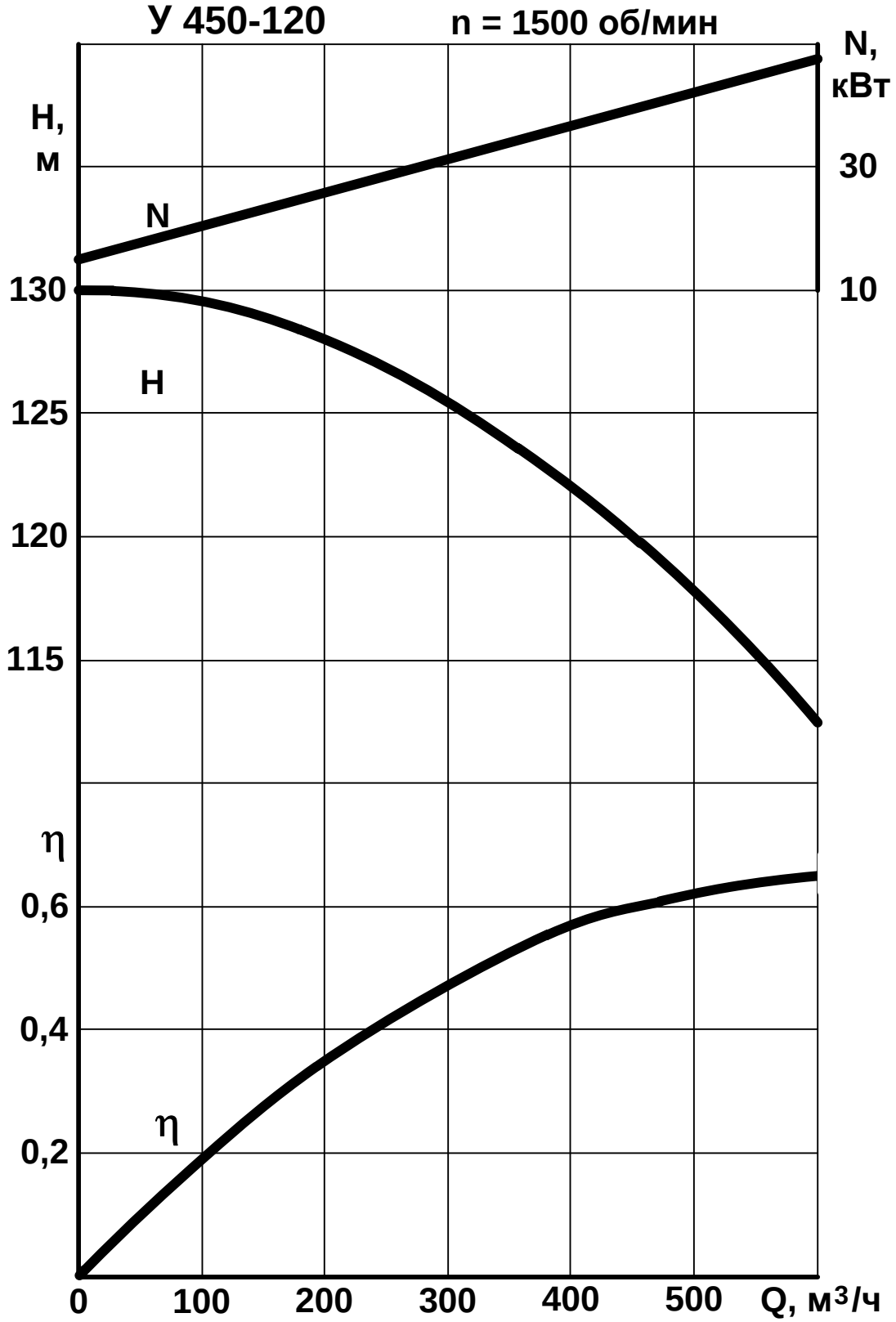
Характеристики углесосов

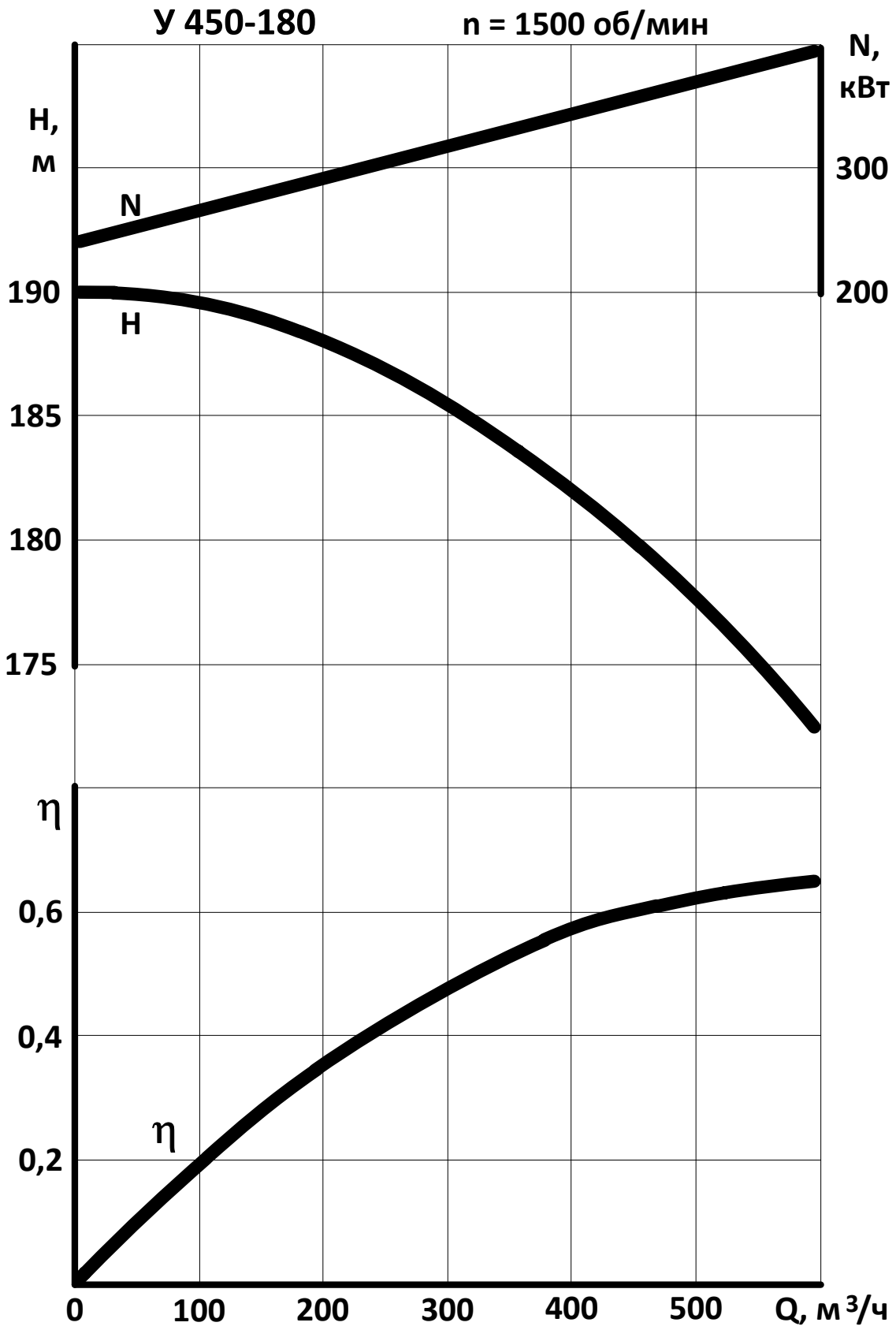



У 150-50
n = 1500 об/мин
N, кВт
H, м
45
35
N
H
55
50
45
40
η
0,6
0,4
0,2
η
0
50
100
150
200
250
Q, м³/ч

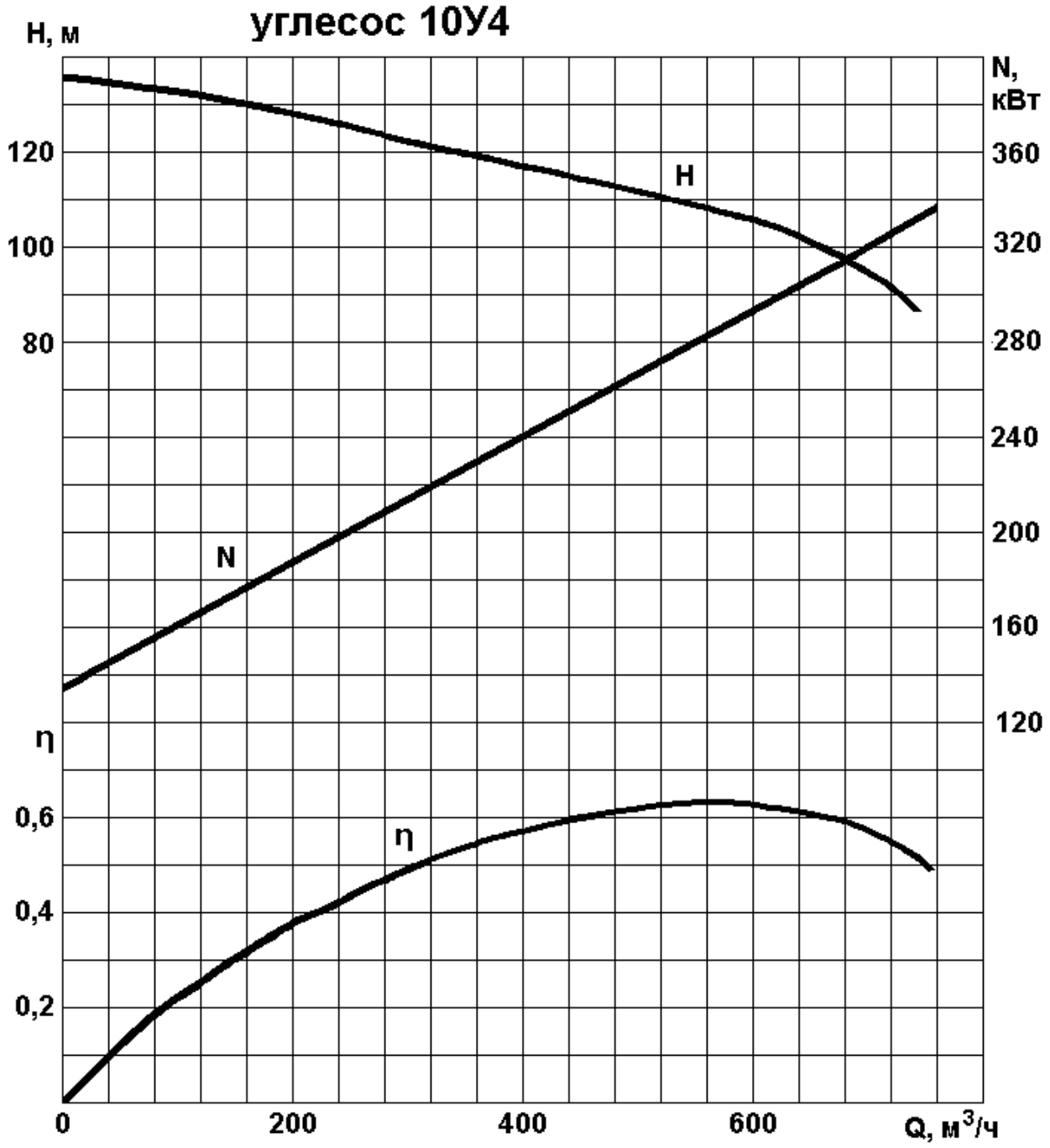

У 150-70
n = 1500 об/мин
H, м
N, кВт
55
45
N
H
75
70
65
60
η
0,6
0,4
0,2
η
0
50
100
150
200
250
Q, м³/ч

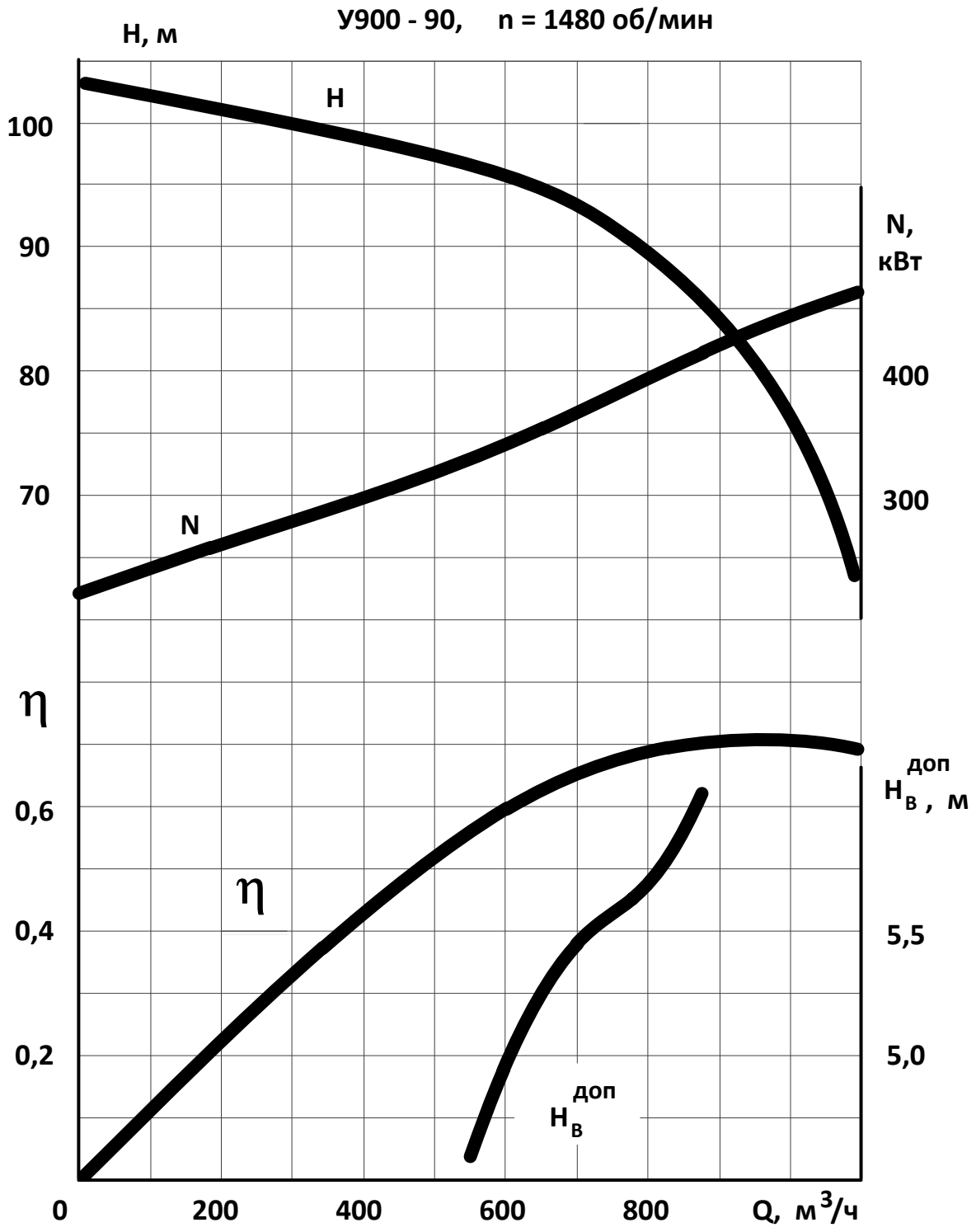

У 250-70
n = 1500 об/мин
N, кВт
H, м
95
70
80
75
70
65
N
H
η
0,6
0,4
0,2
η
0
80
160
240
Q, м³/ч

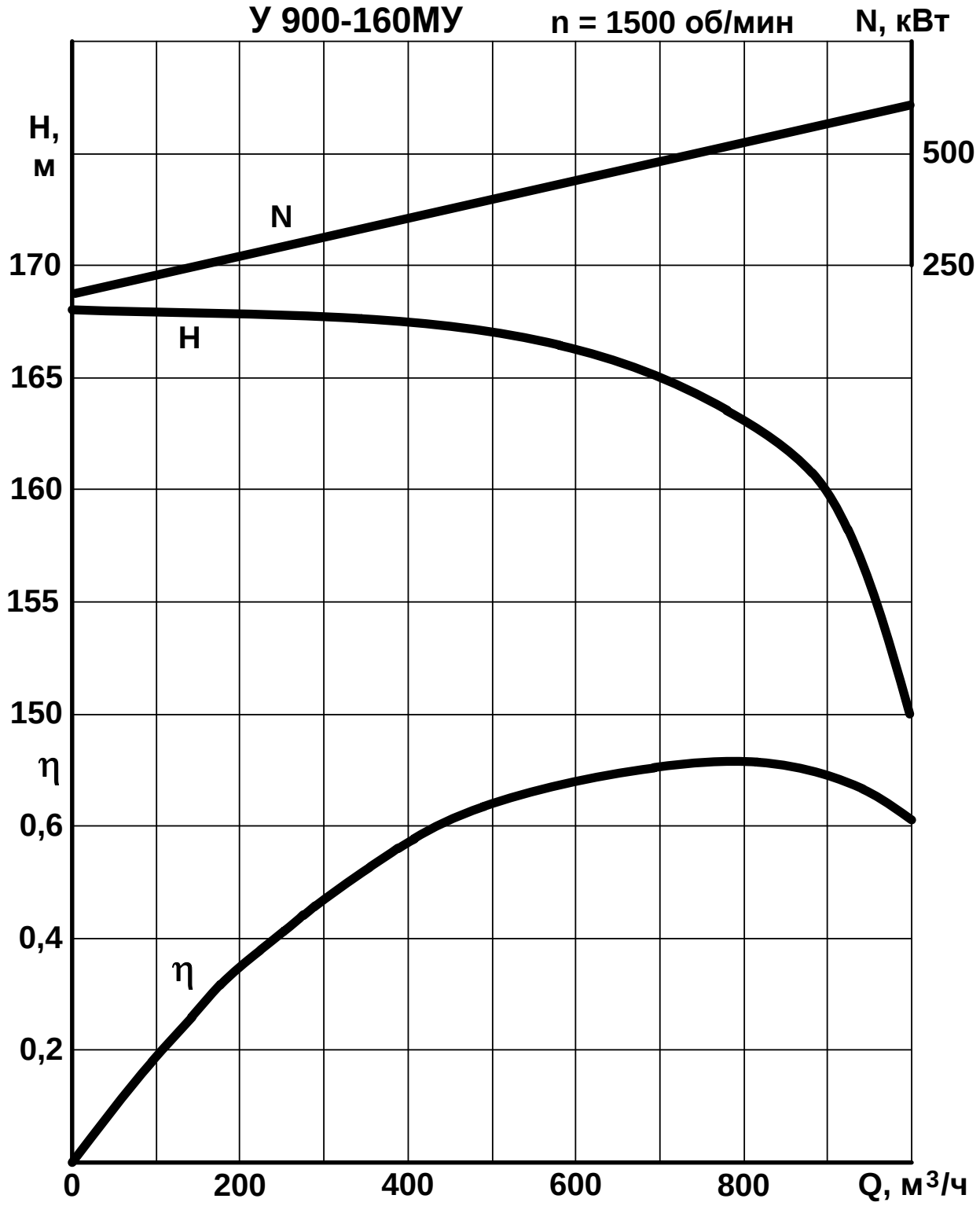

У 450-120
n = 1500 об/мин
N, кВт
H, м
30
10
N
130
H
125
120
115
η
0,6
0,4
η
0,2
0
100
200
300
400
500
Q, м³/ч

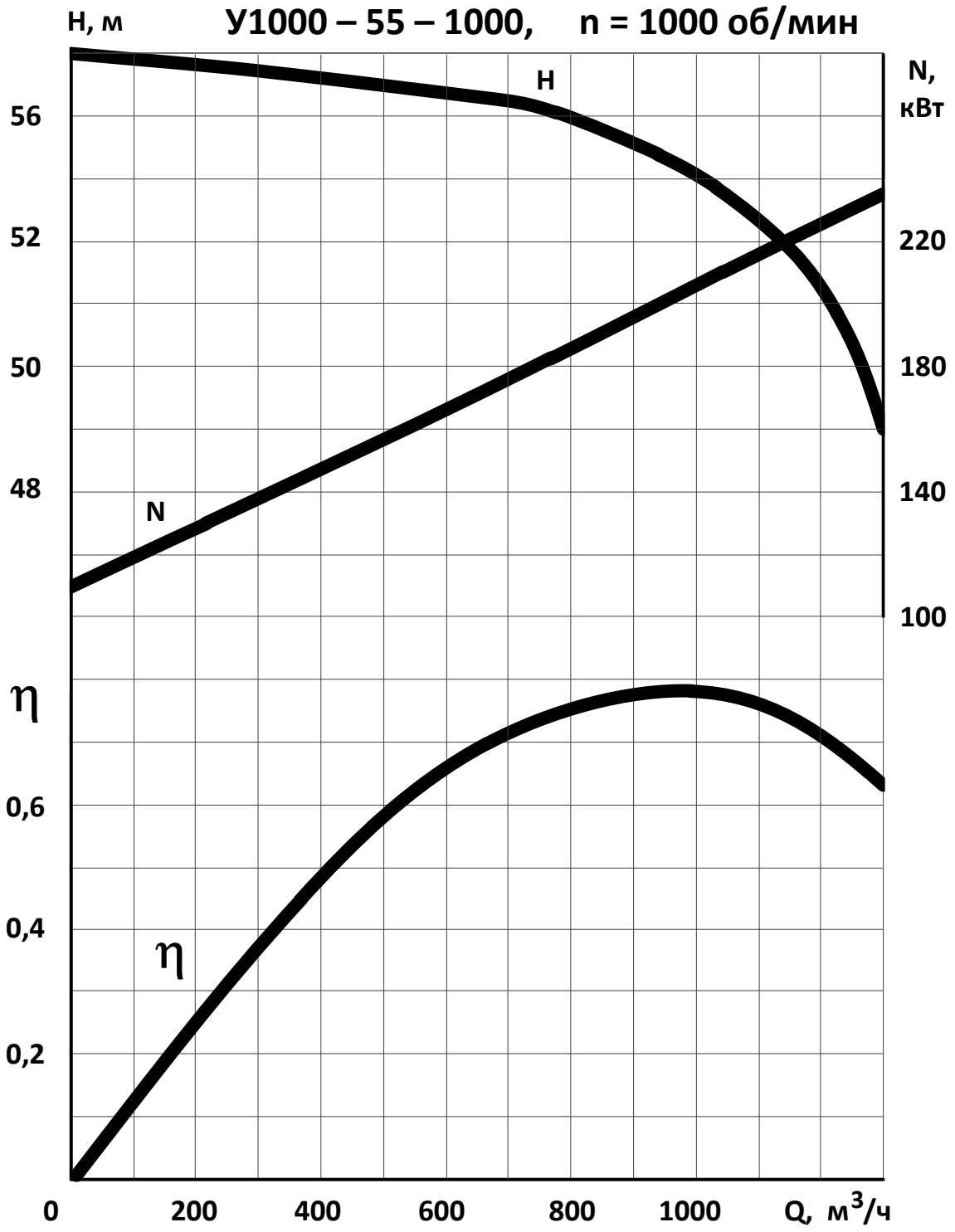

У 450-180
n = 1500 об/мин
N, кВт
H, м
300
200
N
190
H
185
180
175
η
0,6
0,4
η
0,2
0
100
200
300
400
500
Q, м³/ч

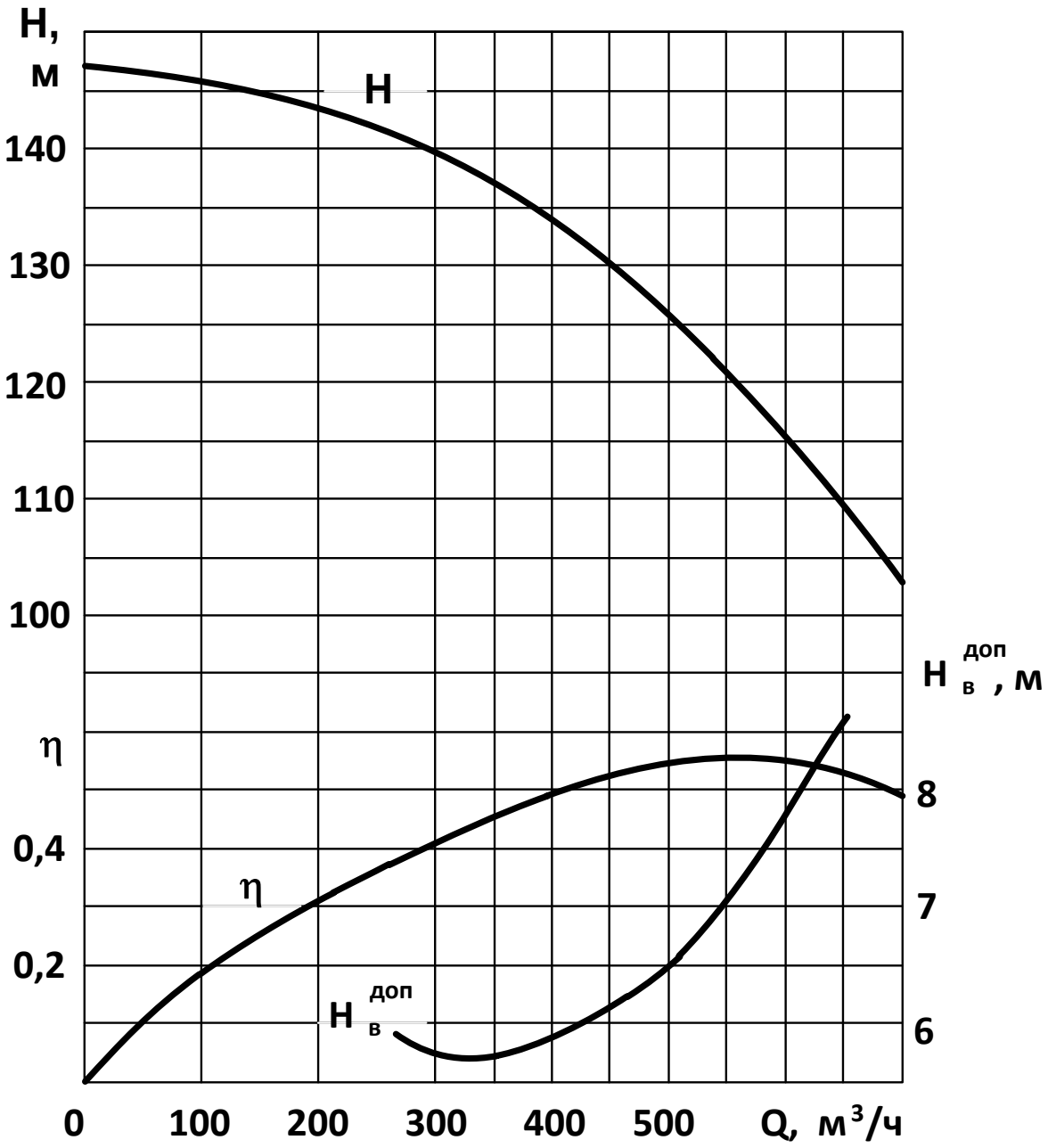
Продолжение прилож. 3



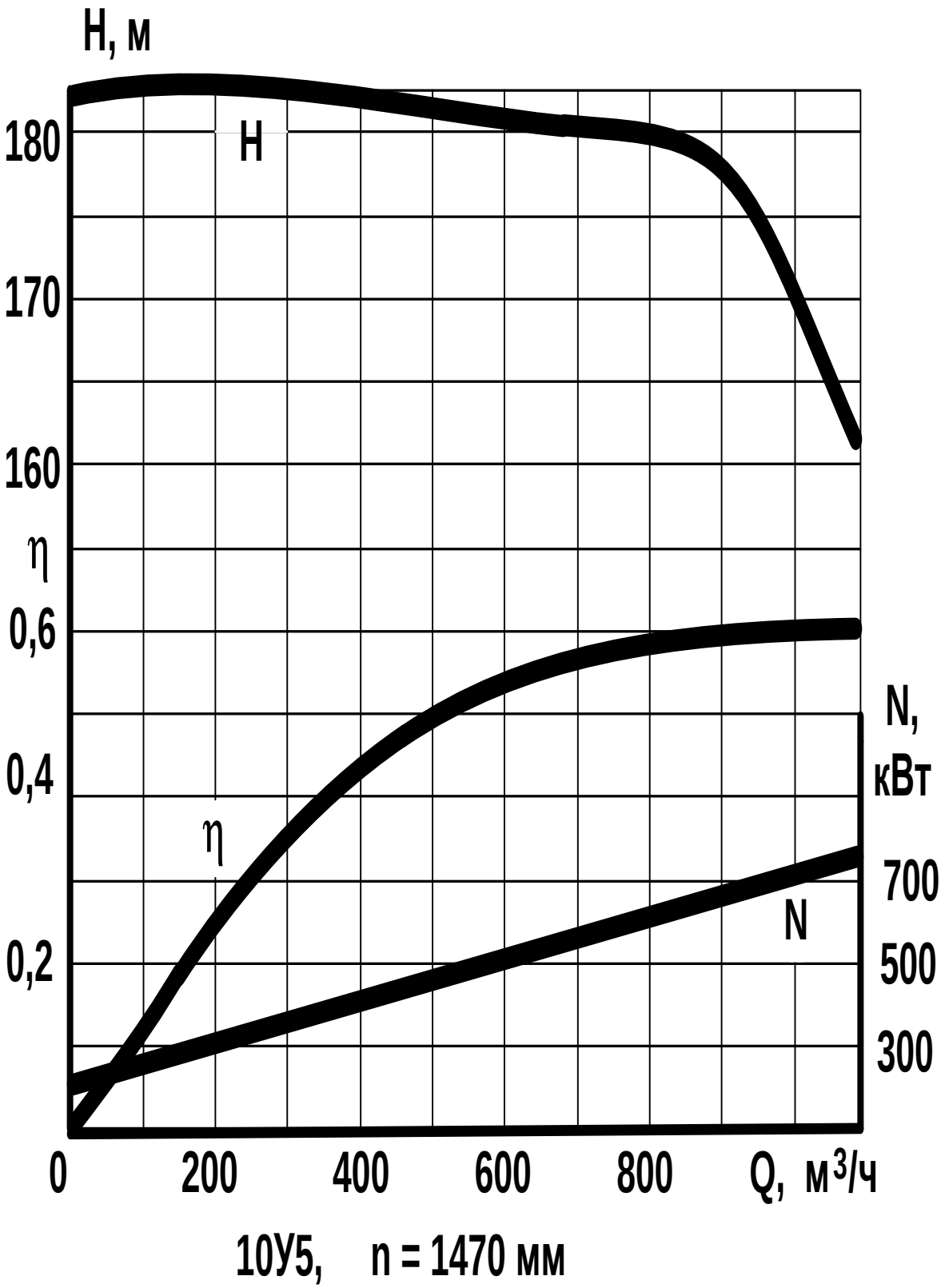

У900 - 90, n = 1480 об/мин
H, м
H
100
90
80
70
N
N, кВт
400
300
η
0,6
0,4
0,2
η
$H_в^{доп}$, м
5,5
5,0
$H_в^{доп}$
0
200
400
600
800
Q, м³/ч

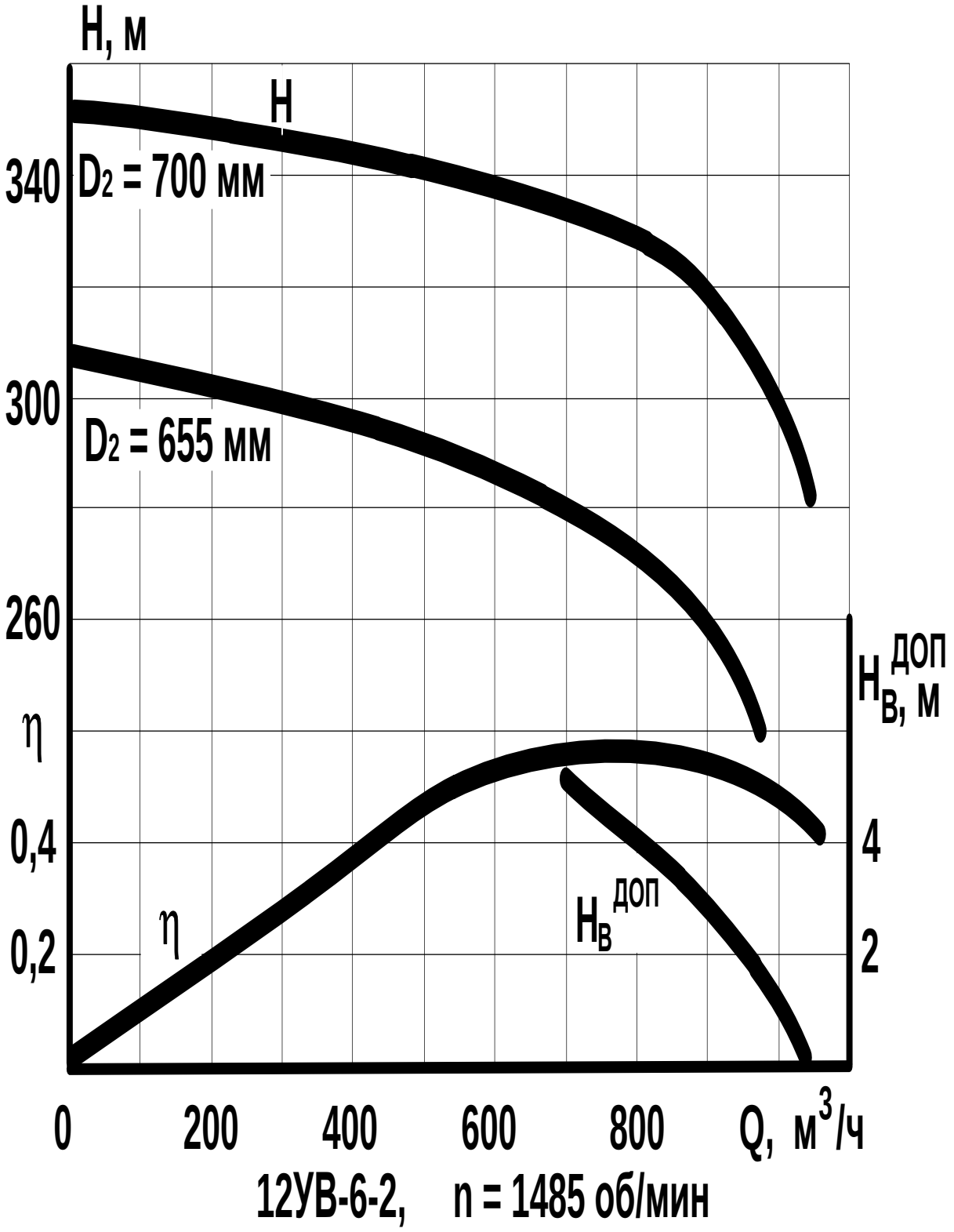

У 900-160МУ
n = 1500 об/мин
N, кВт
H, м
500
250
N
170
H
165
160
155
150
η
0,6
0,4
η
0,2
0
200
400
600
800
Q, м³/ч

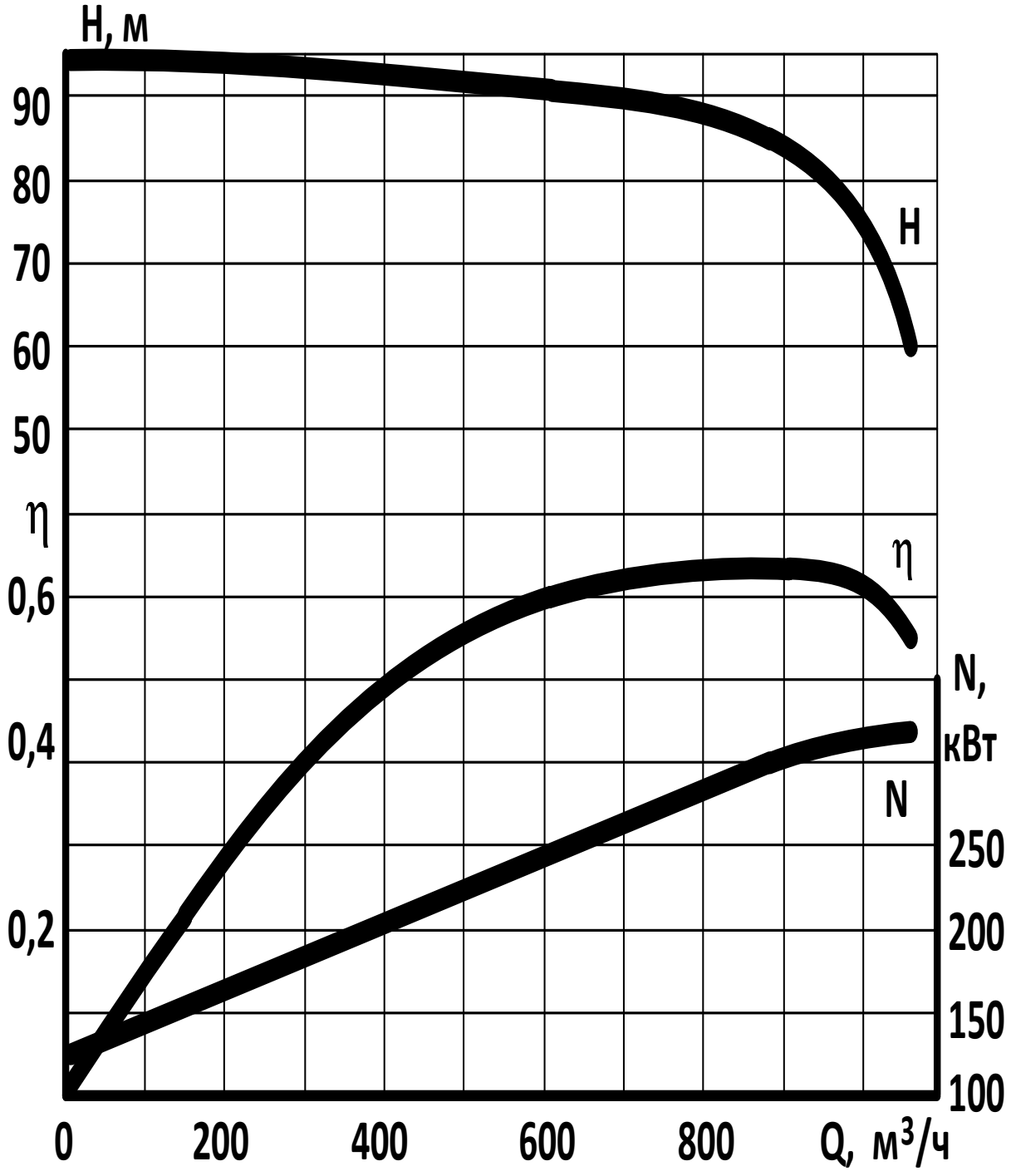

У1000 – 55 – 1000, n = 1000 об/мин
H, м
N, кВт
H
N
η
η
56
52
50
48
0,6
0,4
0,2
220
180
140
100
0
200
400
600
800
1000
Q, м³/ч



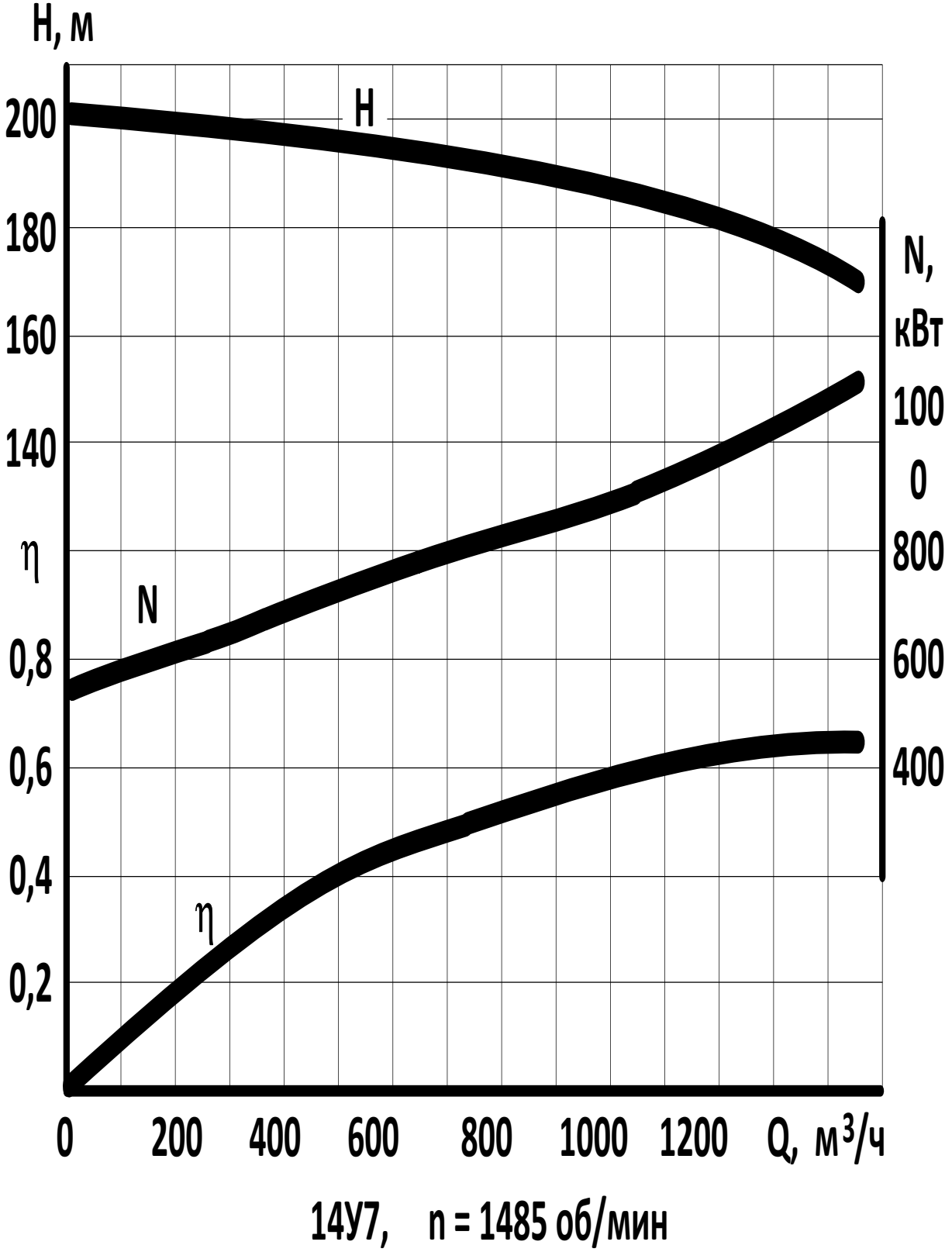
У450 - 120, n = 1480 об/мин


H, м
180
170
160
η
0,6
0,4
0,2
H
η
N
N,
кВт
700
500
300
0
200
400
600
800
Q, м³/ч
10У5, n = 1470 мм

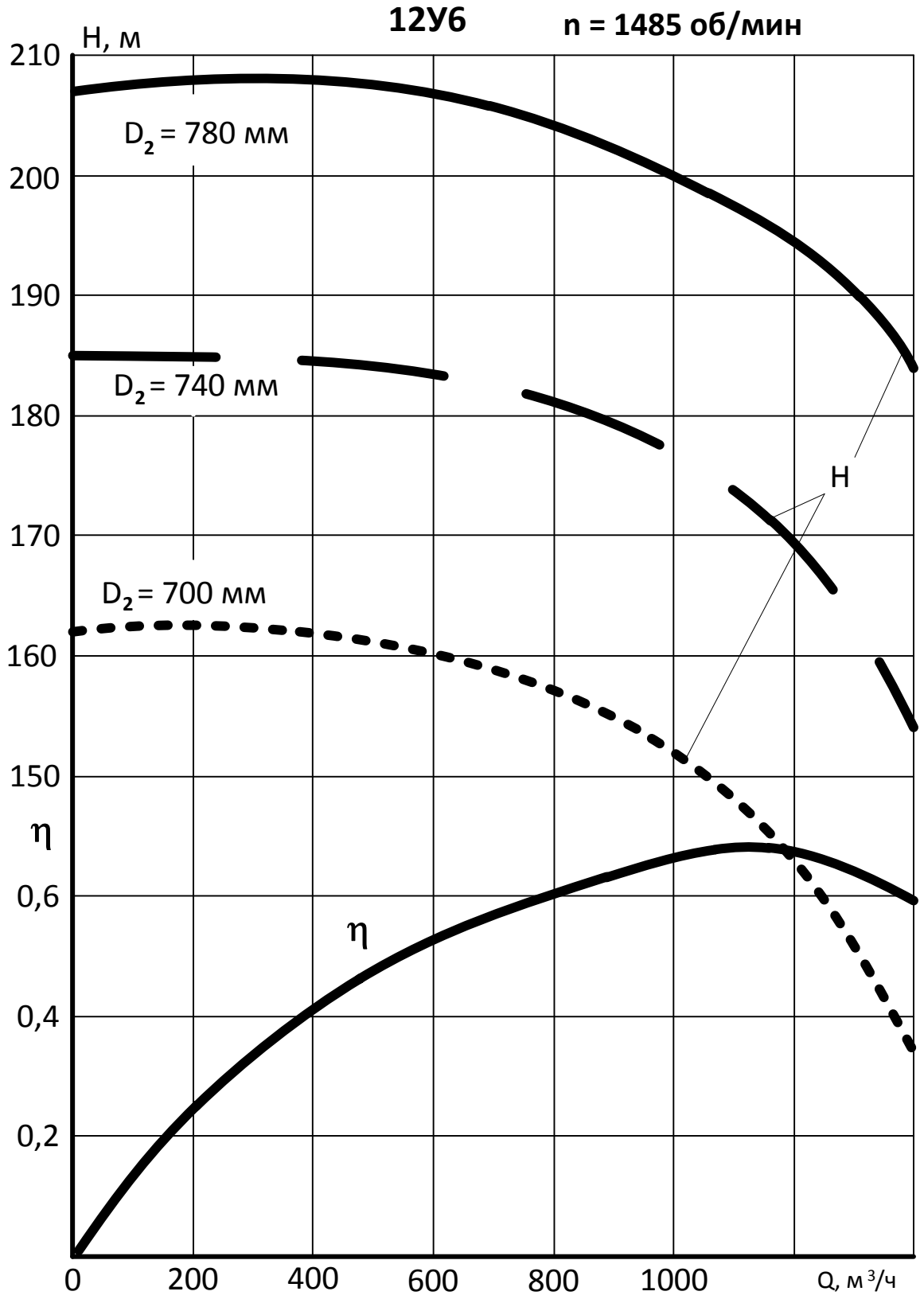

H, м
H
340
D2 = 700 мм
300
D2 = 655 мм
260
η
0,4
0,2
η
Hв ДОП
Hв, м
ДОП
4
2
0
200
400
600
800
Q, м3/ч
12УВ-6-2, n = 1485 об/мин



12У10, D = 510 мм

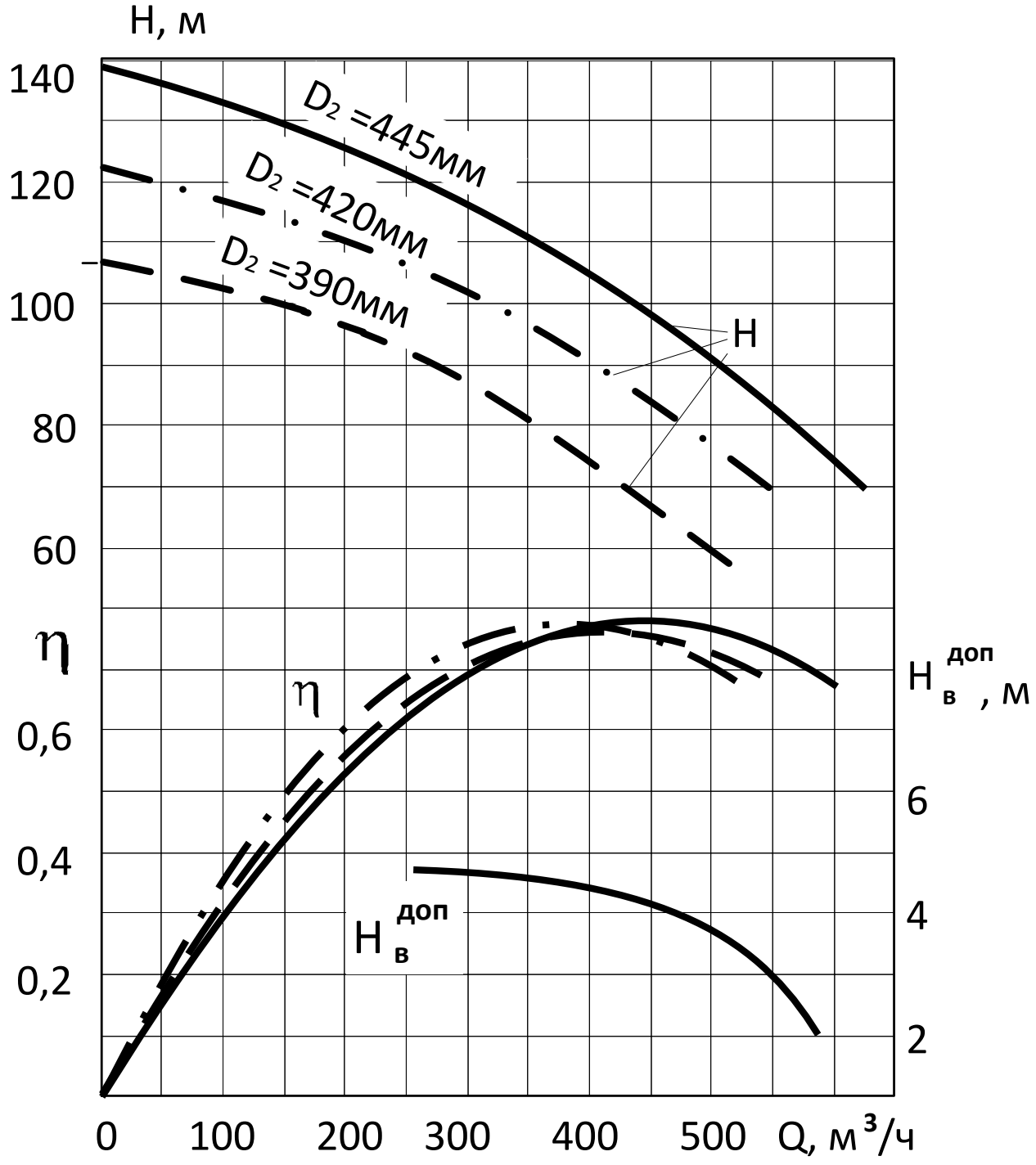


14У7, n = 1485 об/мин

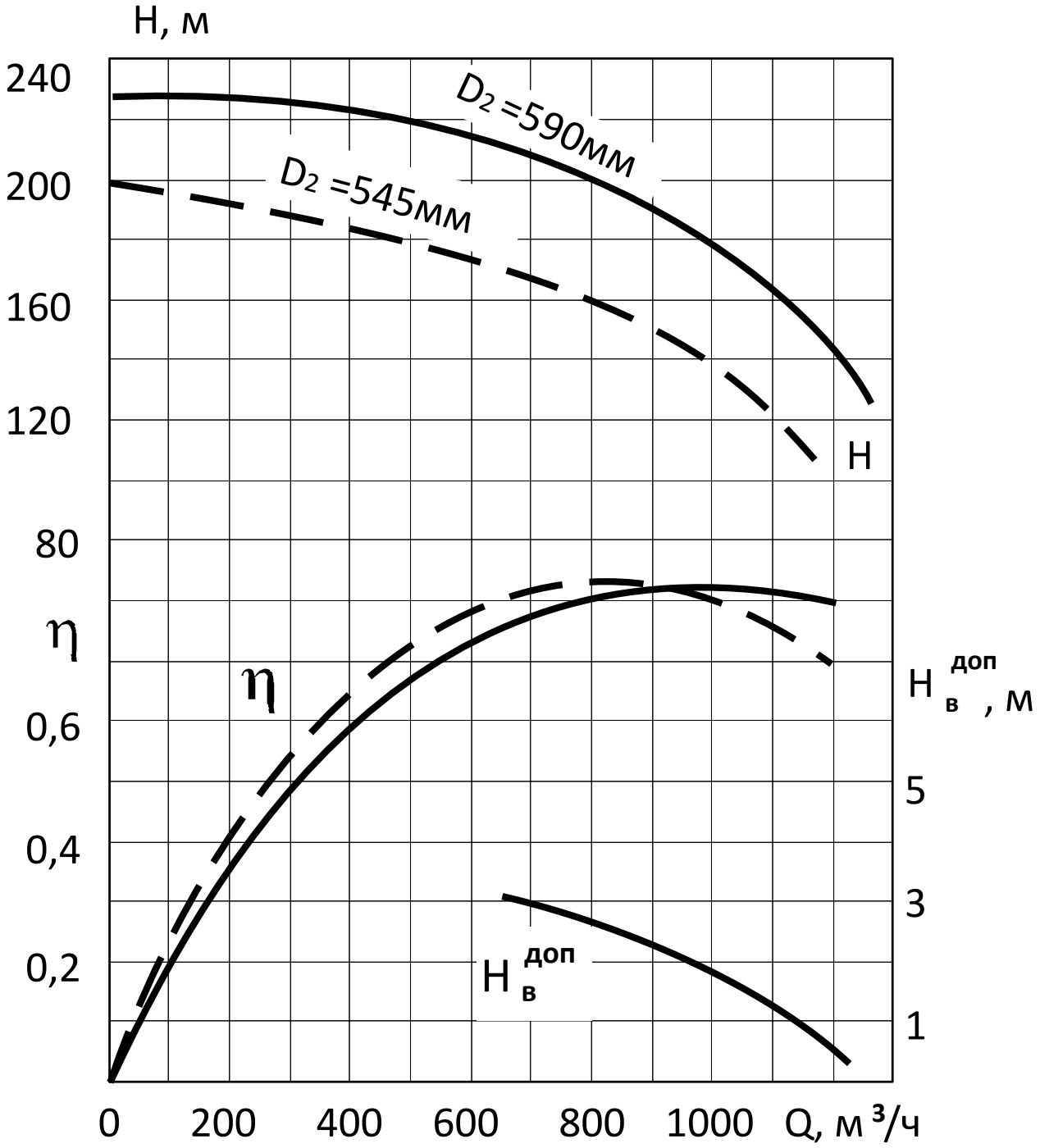

12У6
n = 1485 об/мин
H, м
210
200
190
180
170
160
150
η
0,6
0,4
0,2
D2 = 780 мм
D2 = 740 мм
D2 = 700 мм
H
η
0
200
400
600
800
1000
Q, м3/ч

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

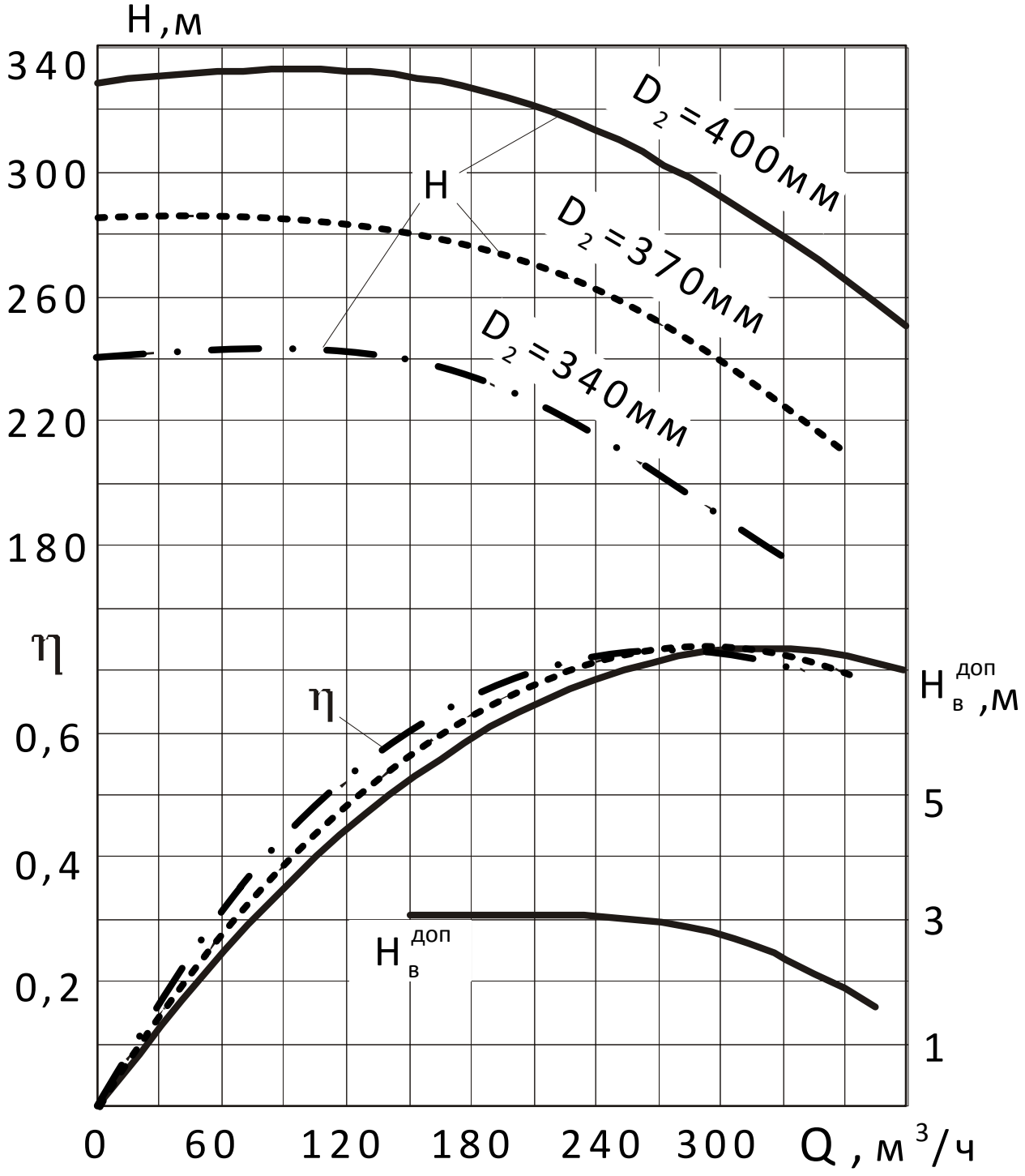
Характеристики спиральных насосов



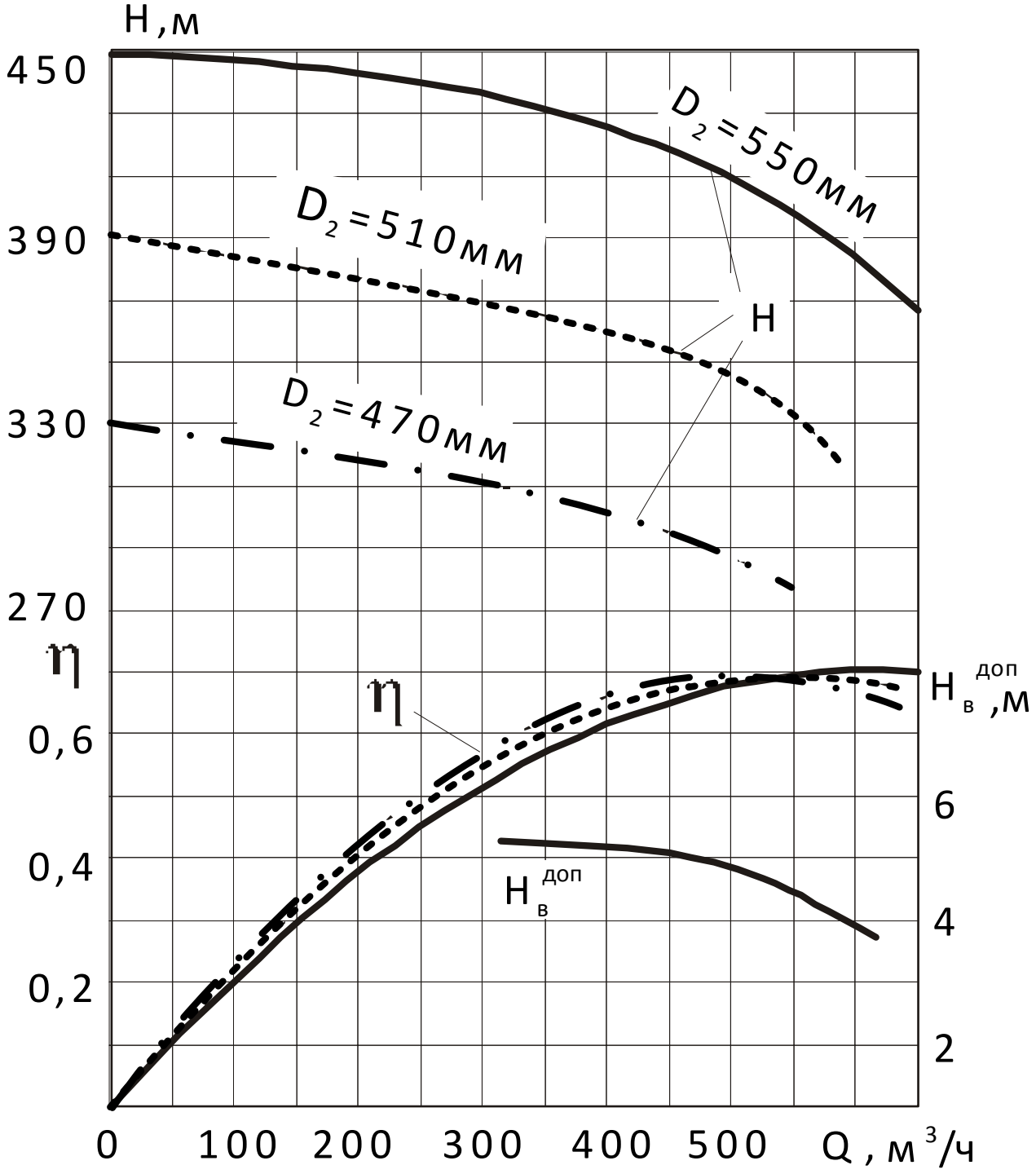
3В - 200 х 2, n = 1450 об/мин.



10НМК х 2, n = 1450 об/мин



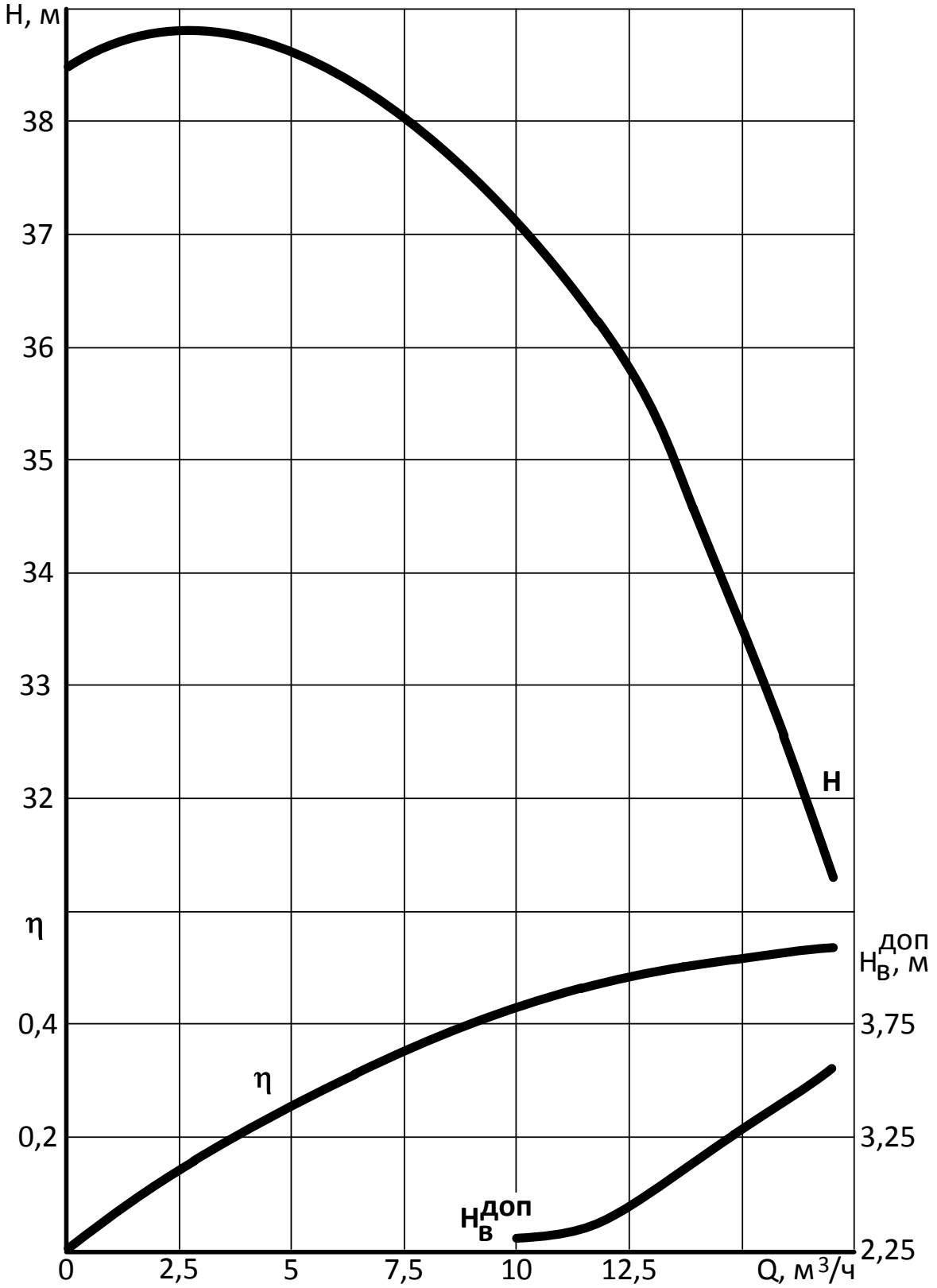
1ОМ - 8 х 6, n= 1470 об/мин

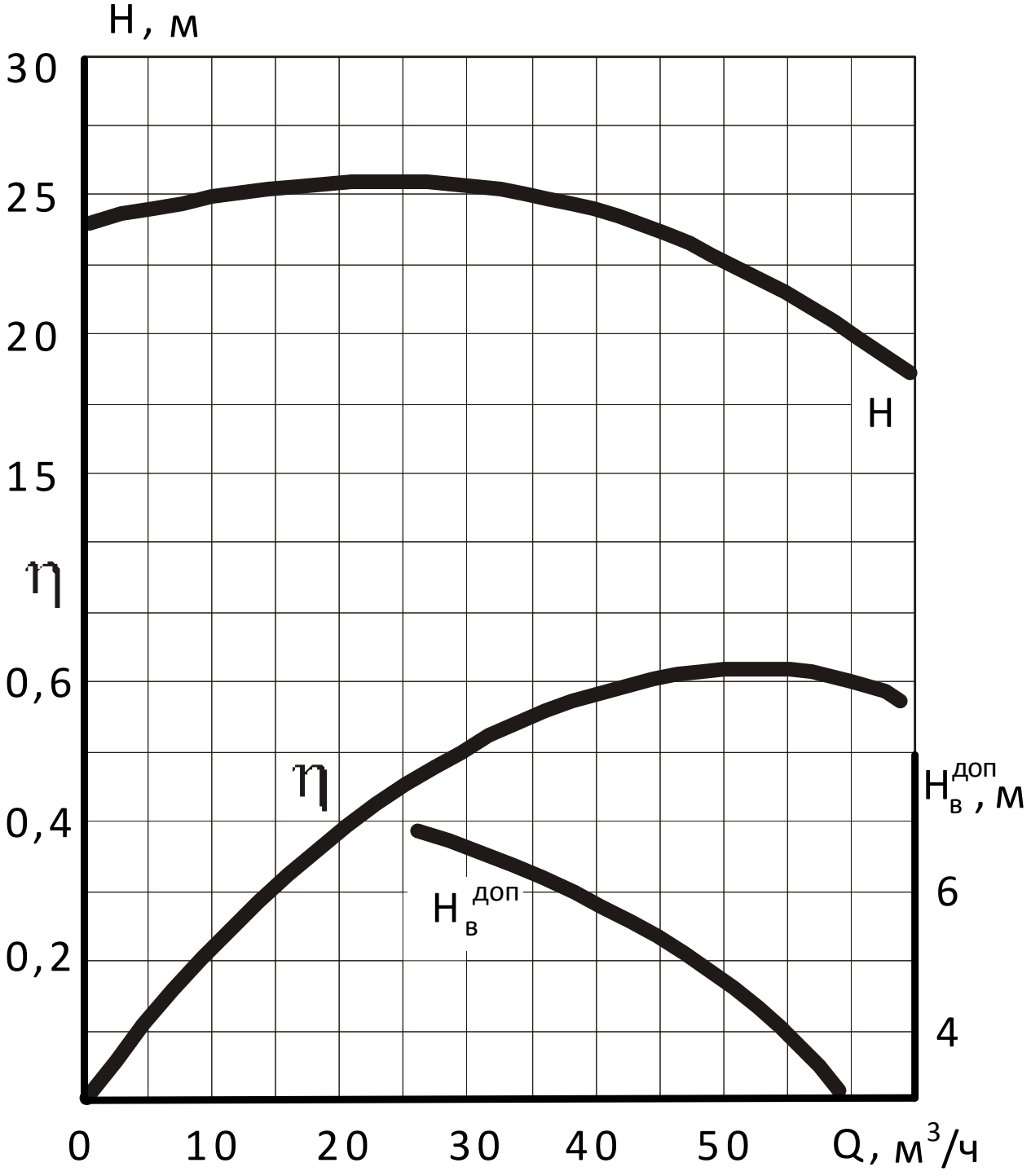


14М - 8 х 4, n= 1485 об/мин

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Характеристики секционных насосов общего назначения

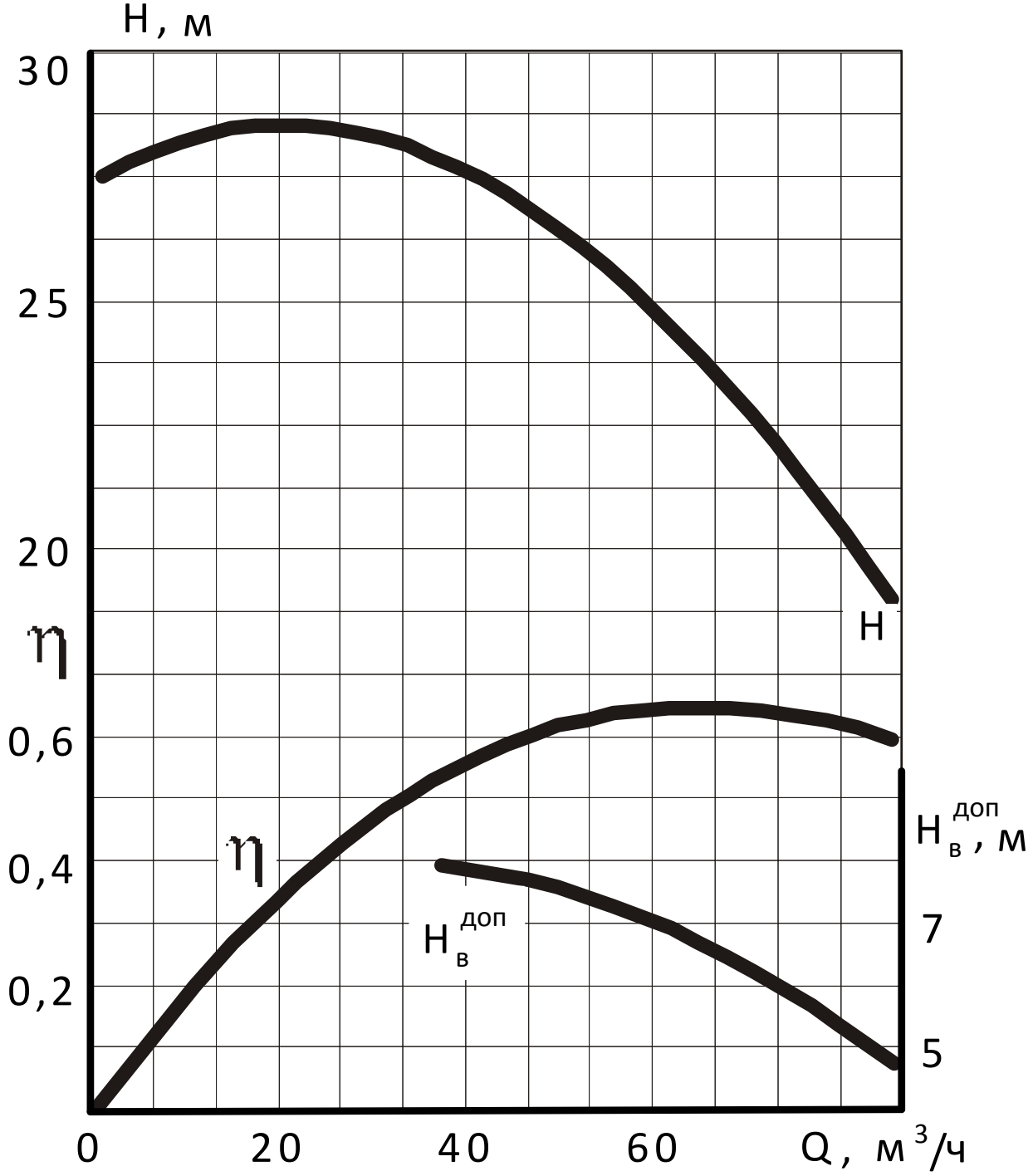
ЦНС 13-70...350 **n = 2950 об/мин**





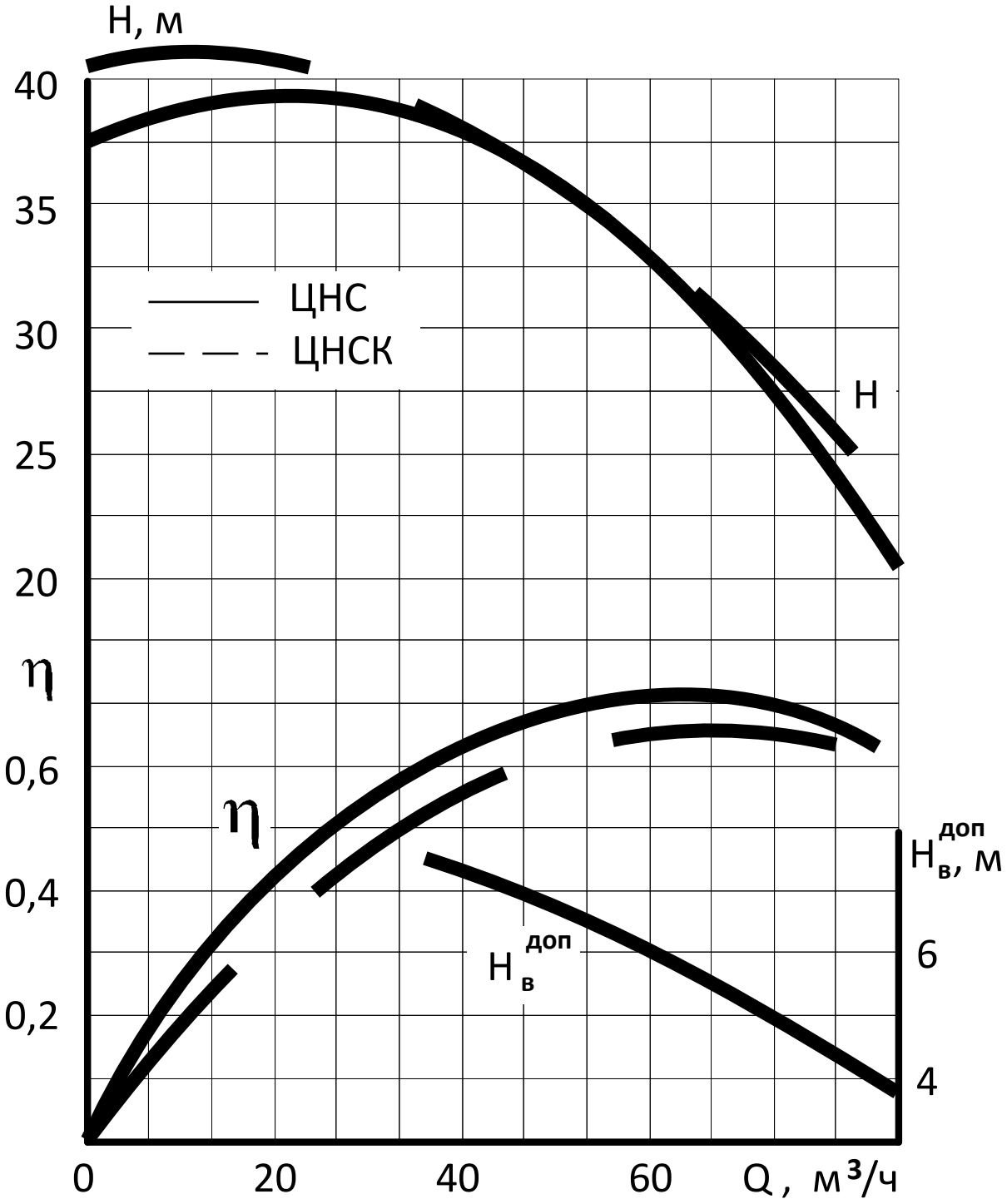
ЦНС 38 - 50 … 250,

z = 2 - 10, n = 1475 об/мин

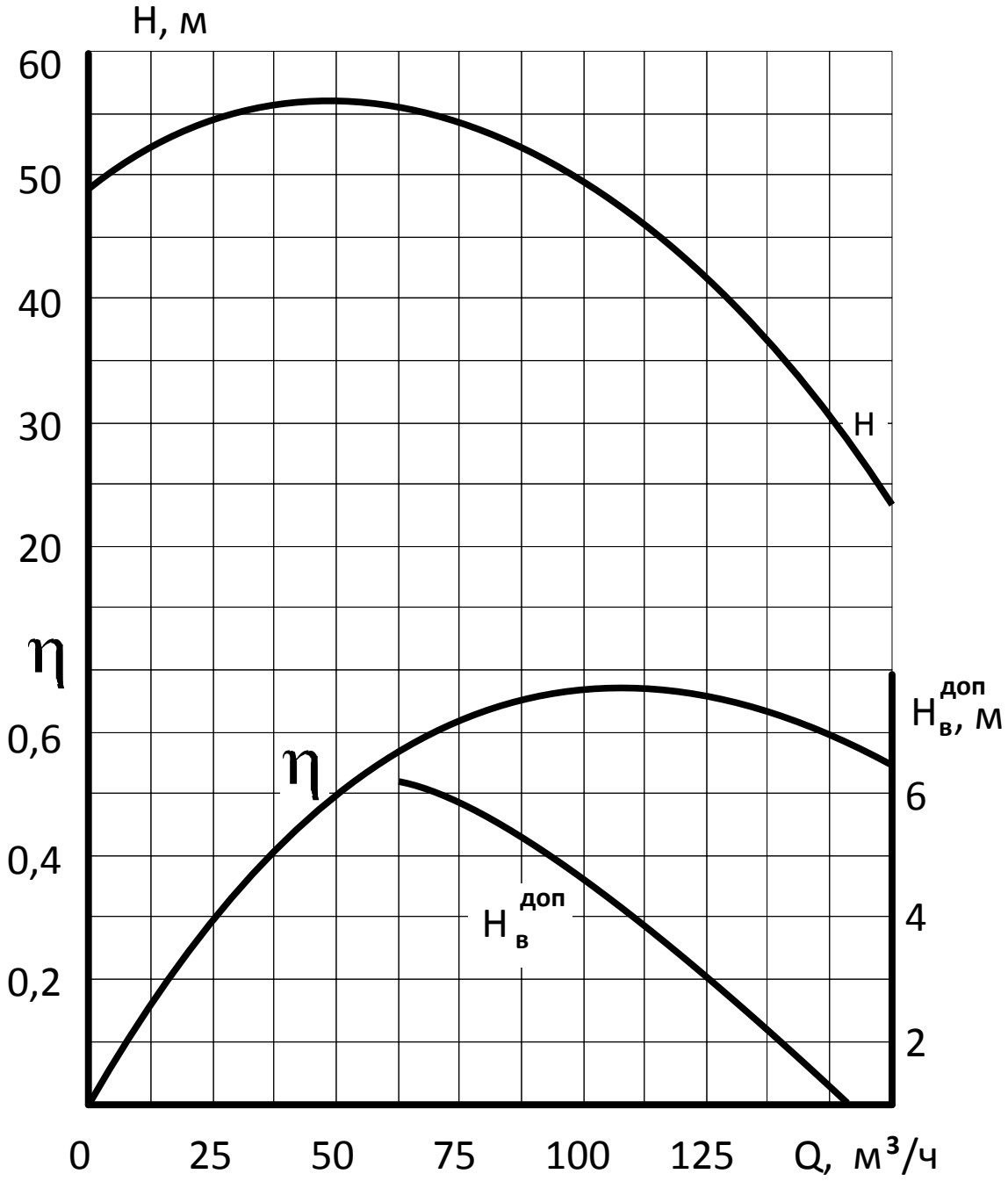


ЦНС 60 - 50 … 250,

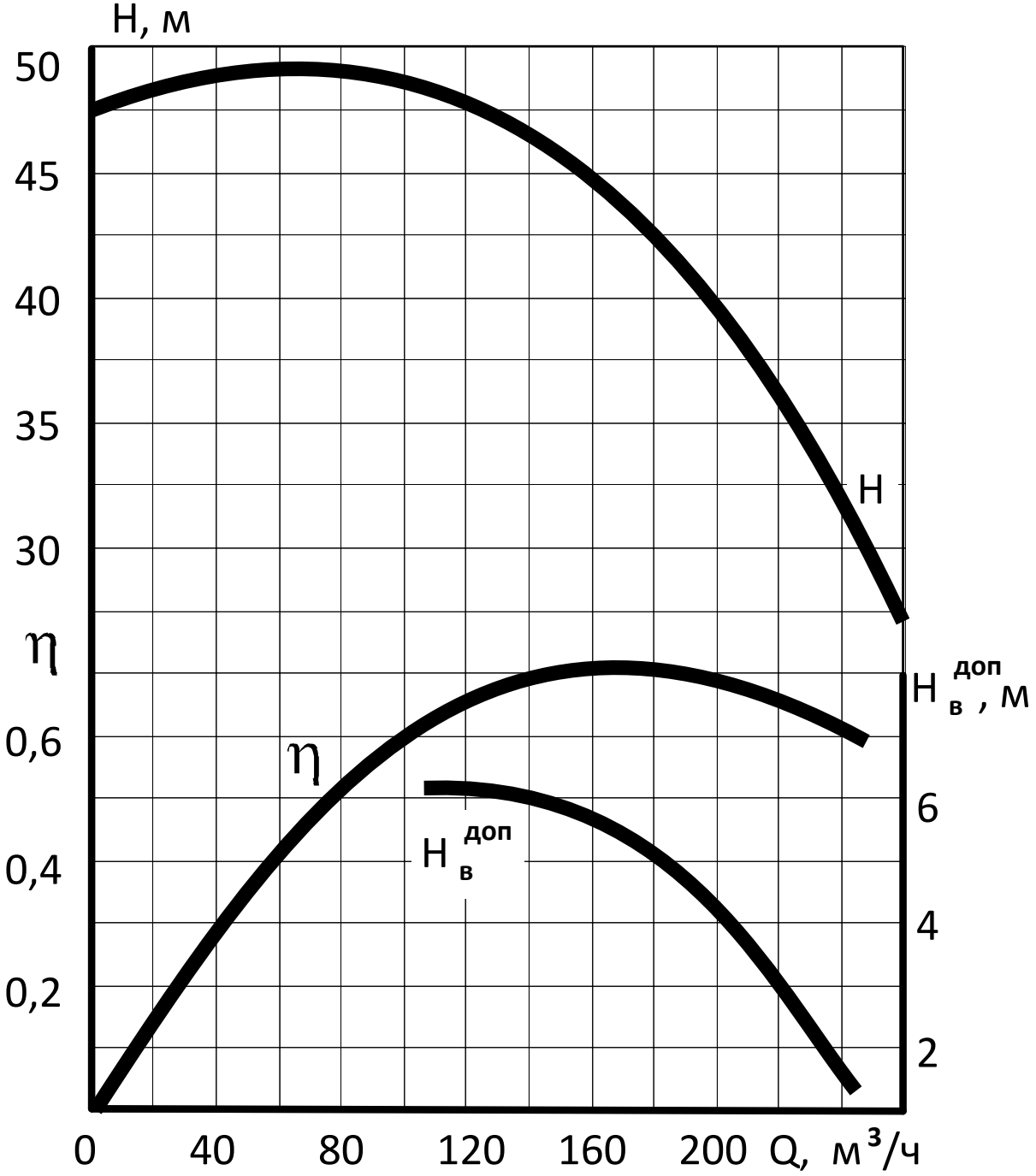
z = 2 - 10, n = 1475 об/мин



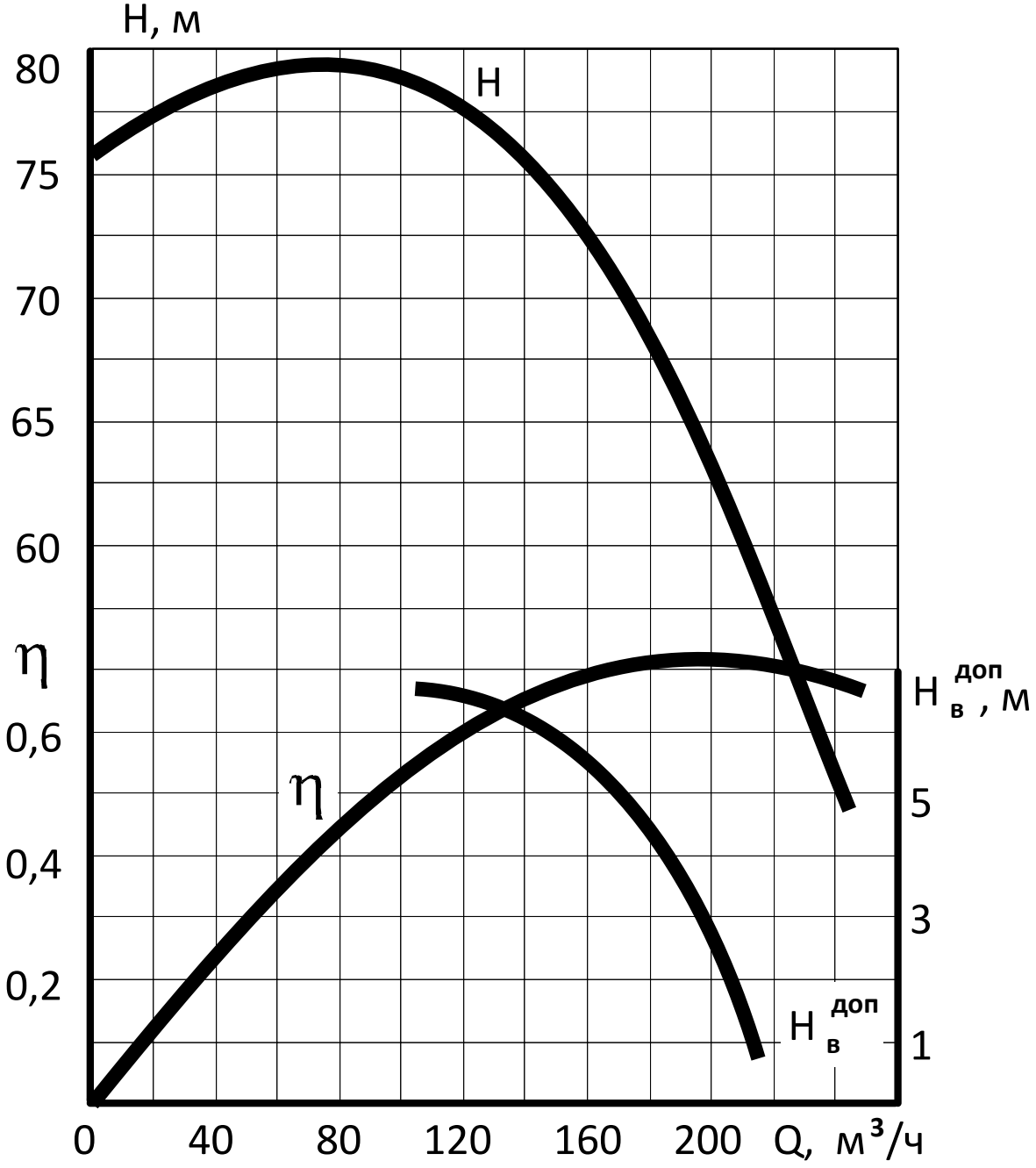
ЦНС (ЦНСК) 60 - 66 … 330,
z = 2 - 10, n = 2950 об/мин



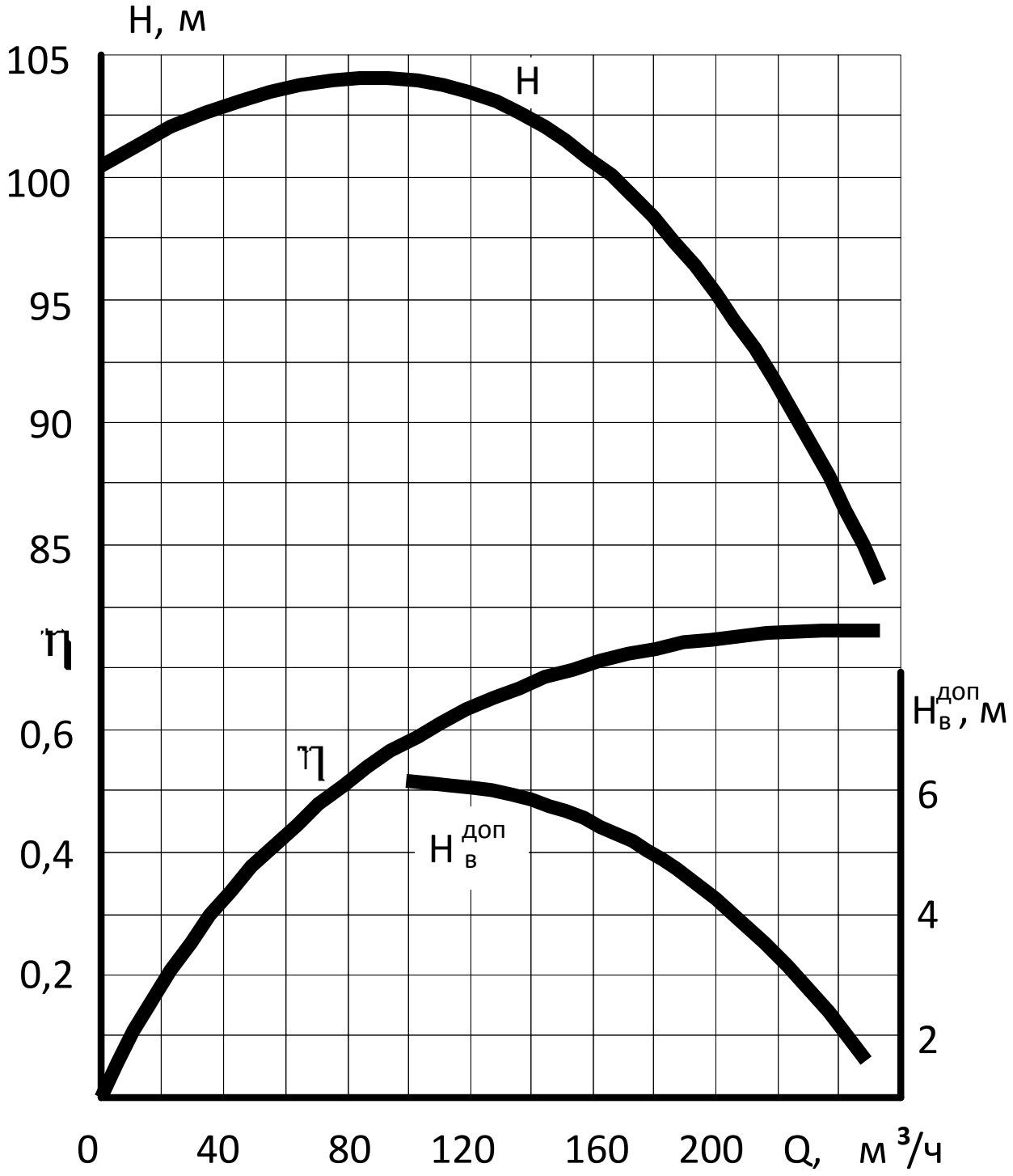
ЦНС 105 - 98 … 490,
z = 2 - 10, n = 2950 об/мин



ЦНС 180 - 85 … 425,
z = 2 - 10, n = 1475 об/мин

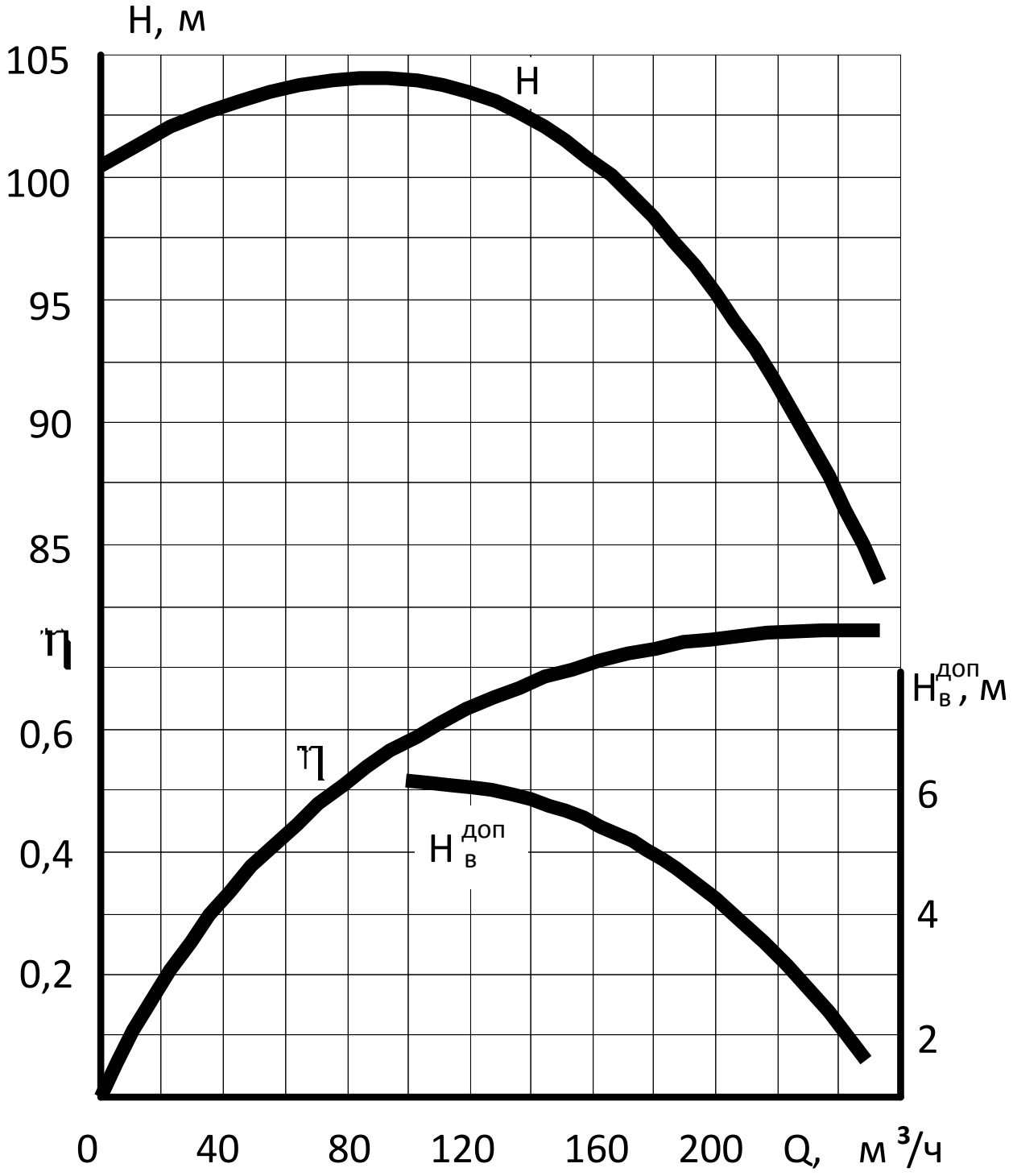


ЦНС 180 - 476 … 680,
z = 7 - 10, n = 2950 об/мин



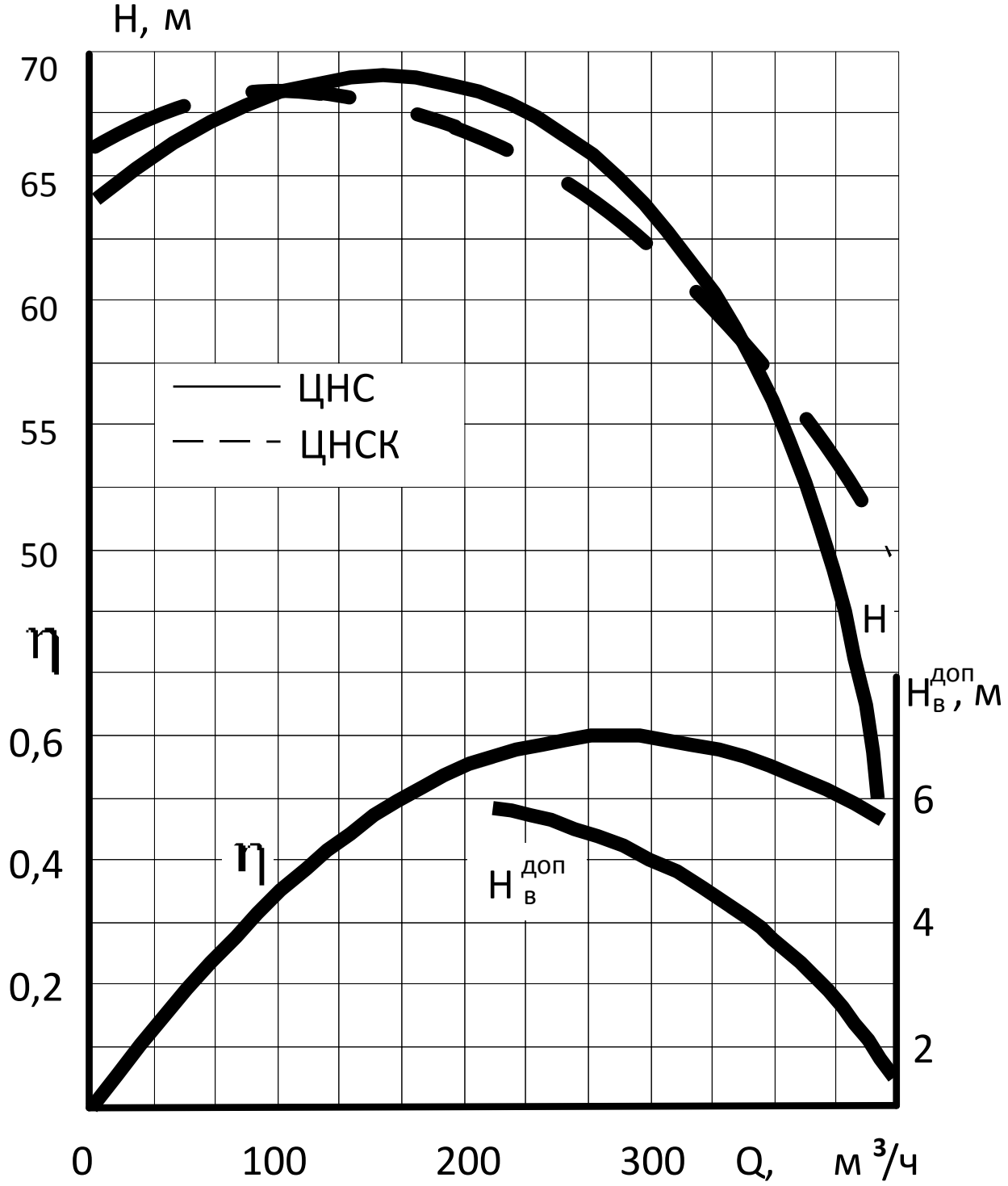
ЦНС 180 - 500 … 900,

z = 5 - 9, n = 2950 об/мин



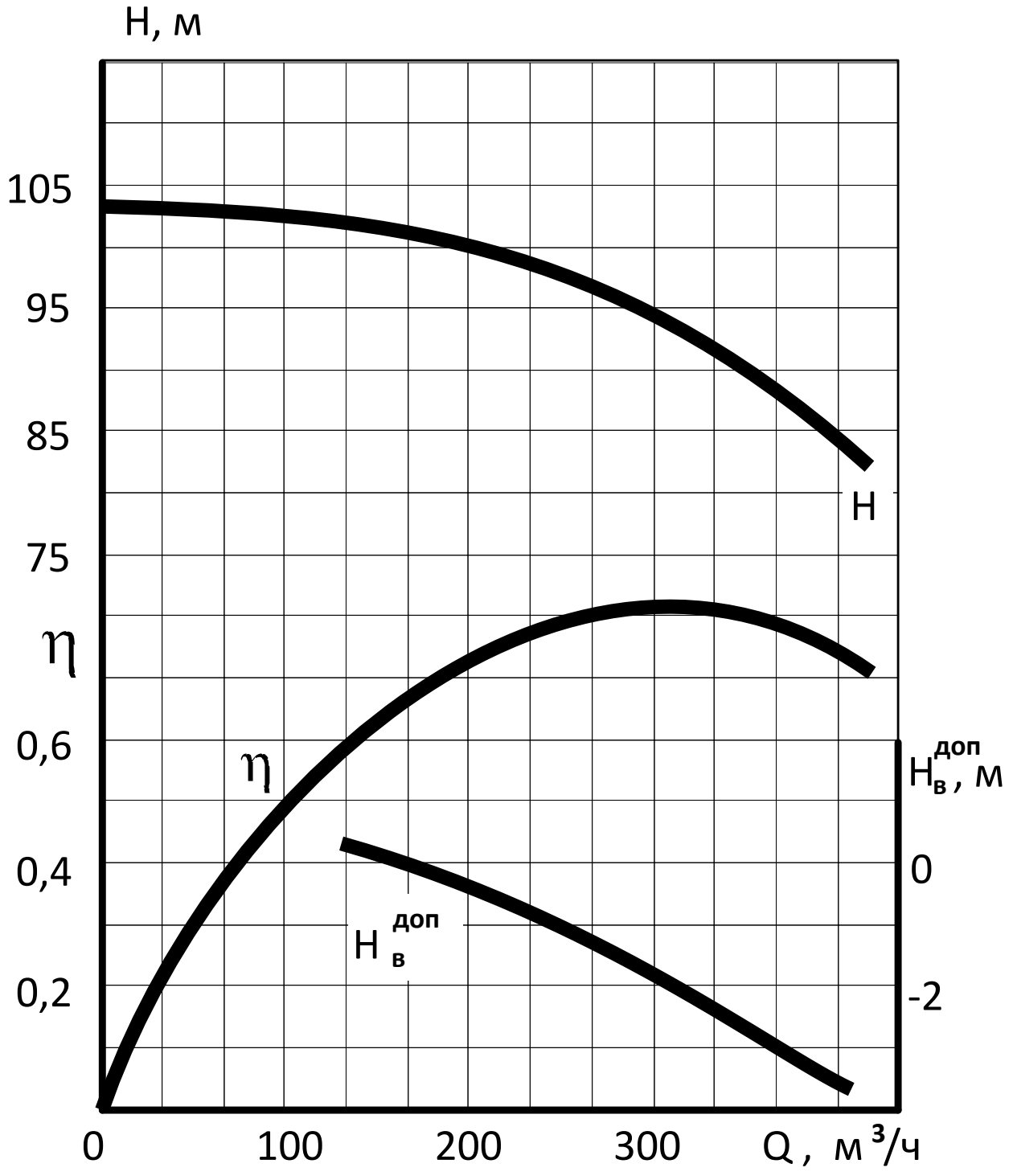
ЦНС 180 - 500 … 900,

z = 5 - 9, n = 2950 об/мин



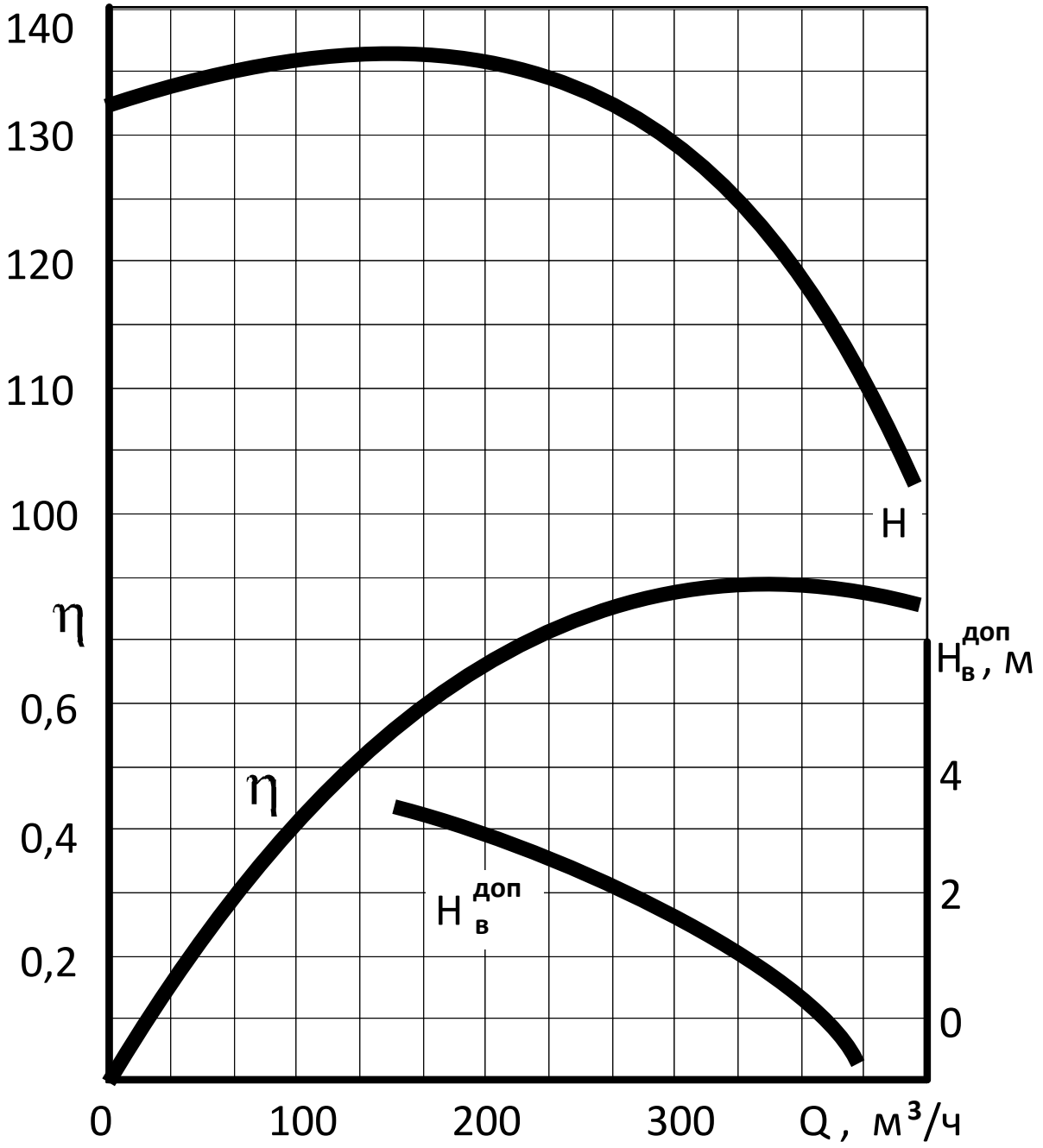
ЦНС (ЦНСК) 300 - 120 … 600,

z = 2 - 10, n = 1475 об/мин



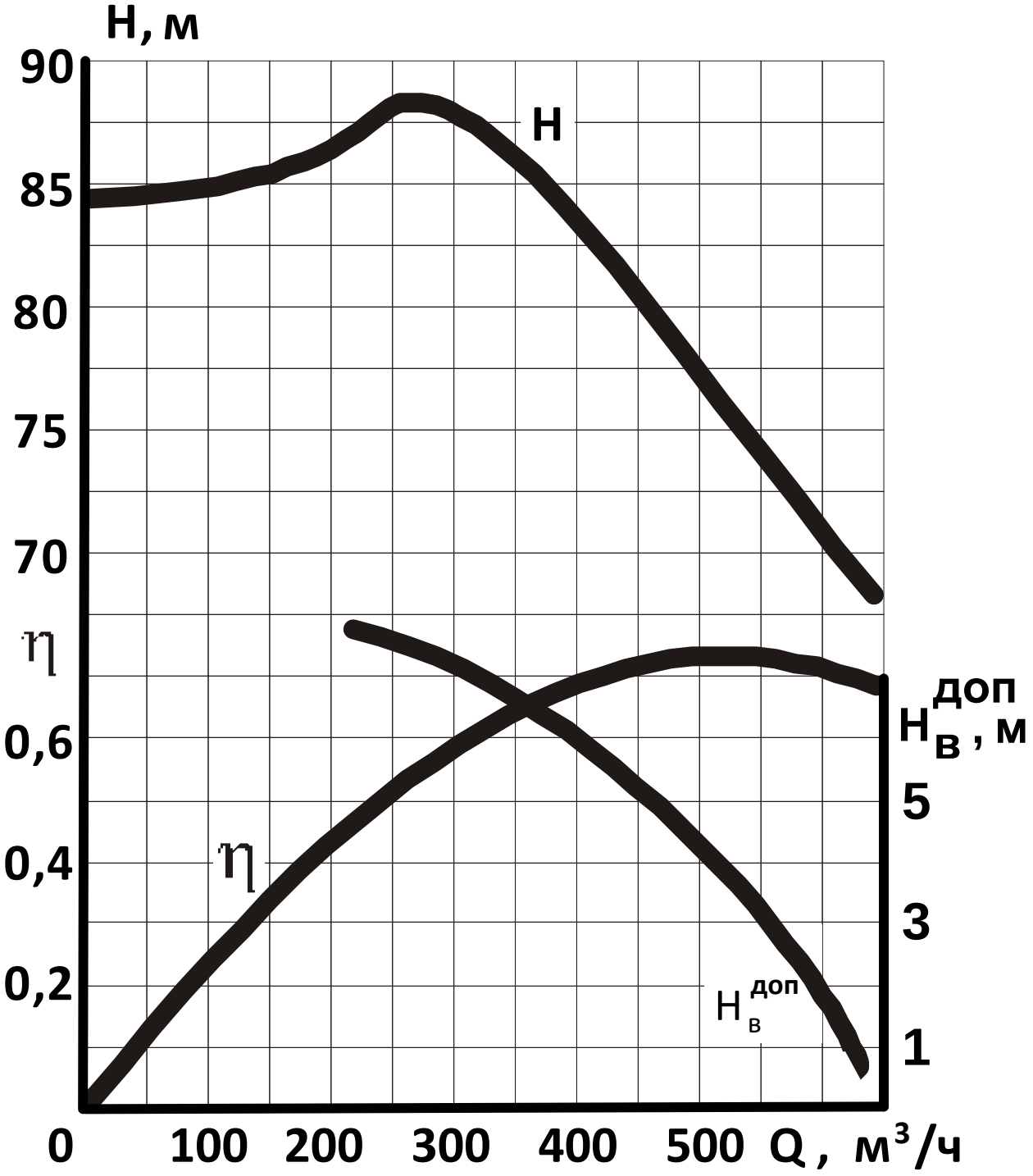
ЦНС 300 - 700 … 1000,

z = 7 - 10, n = 2950 об/мин

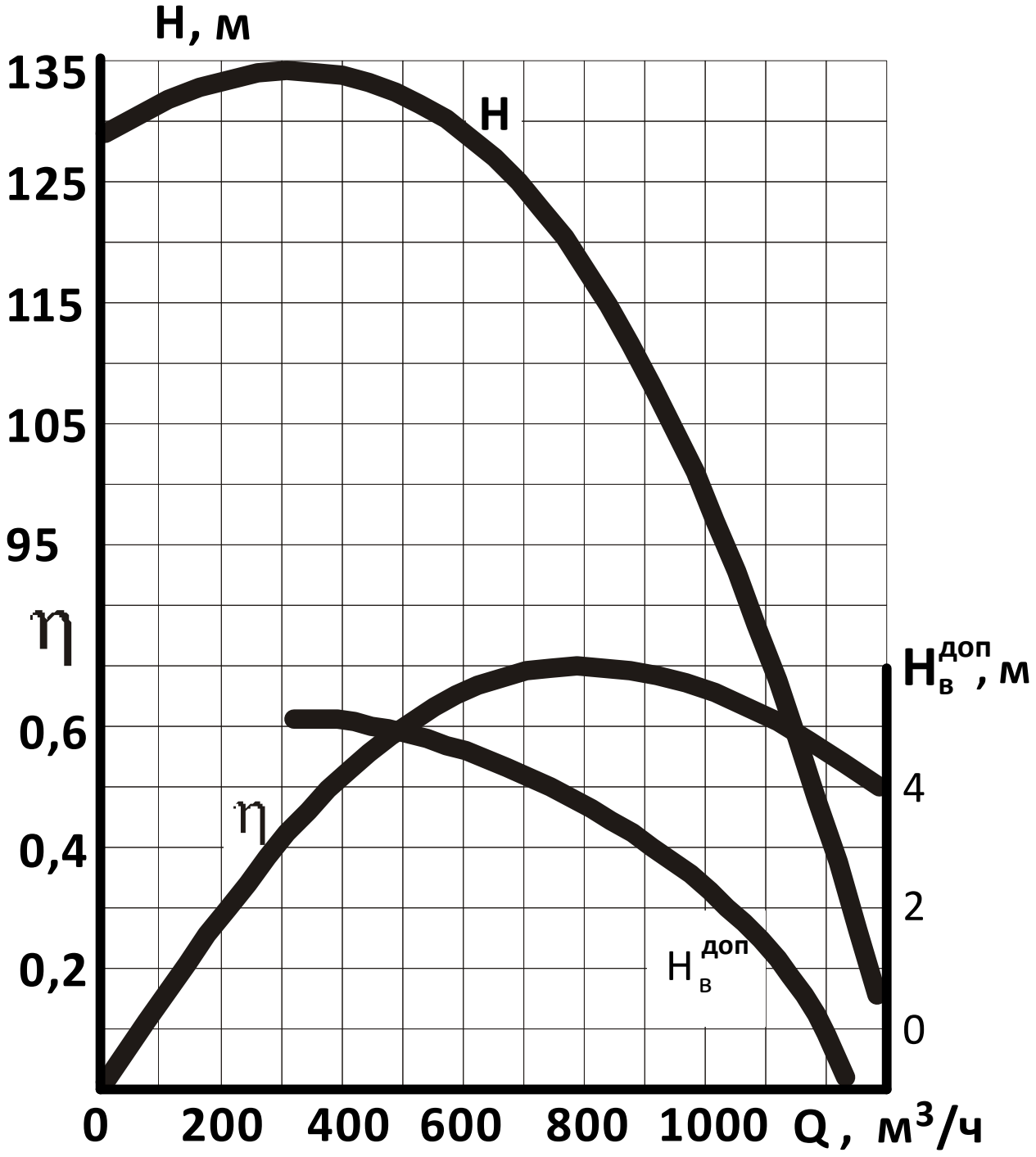


ЦНС 300 - 780 … 1300,

z = 6 - 10, n = 2950 об/мин



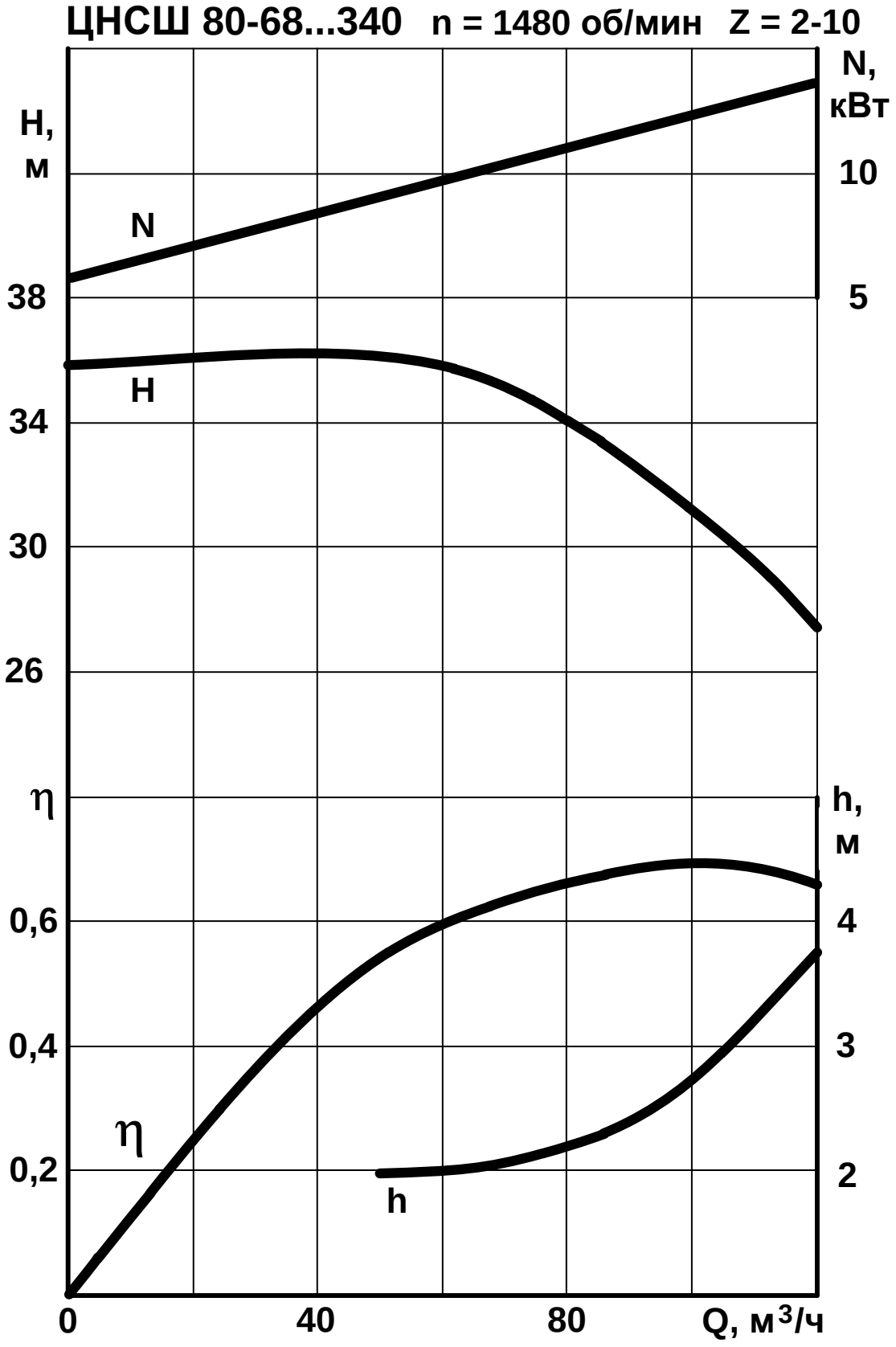
ЦНС 500 - 160 … 800,
z = 2 - 10, n = 1450 об/мин

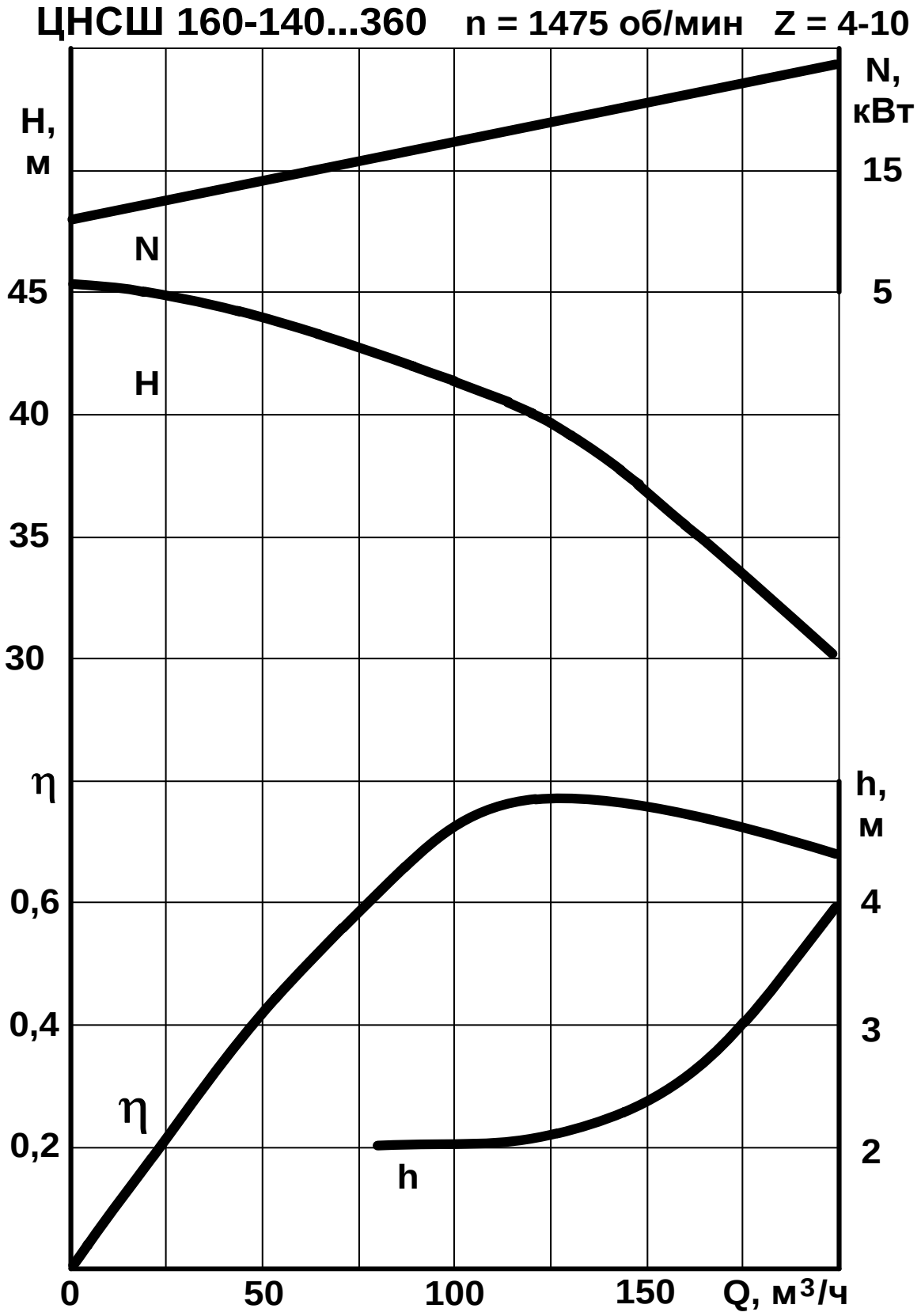


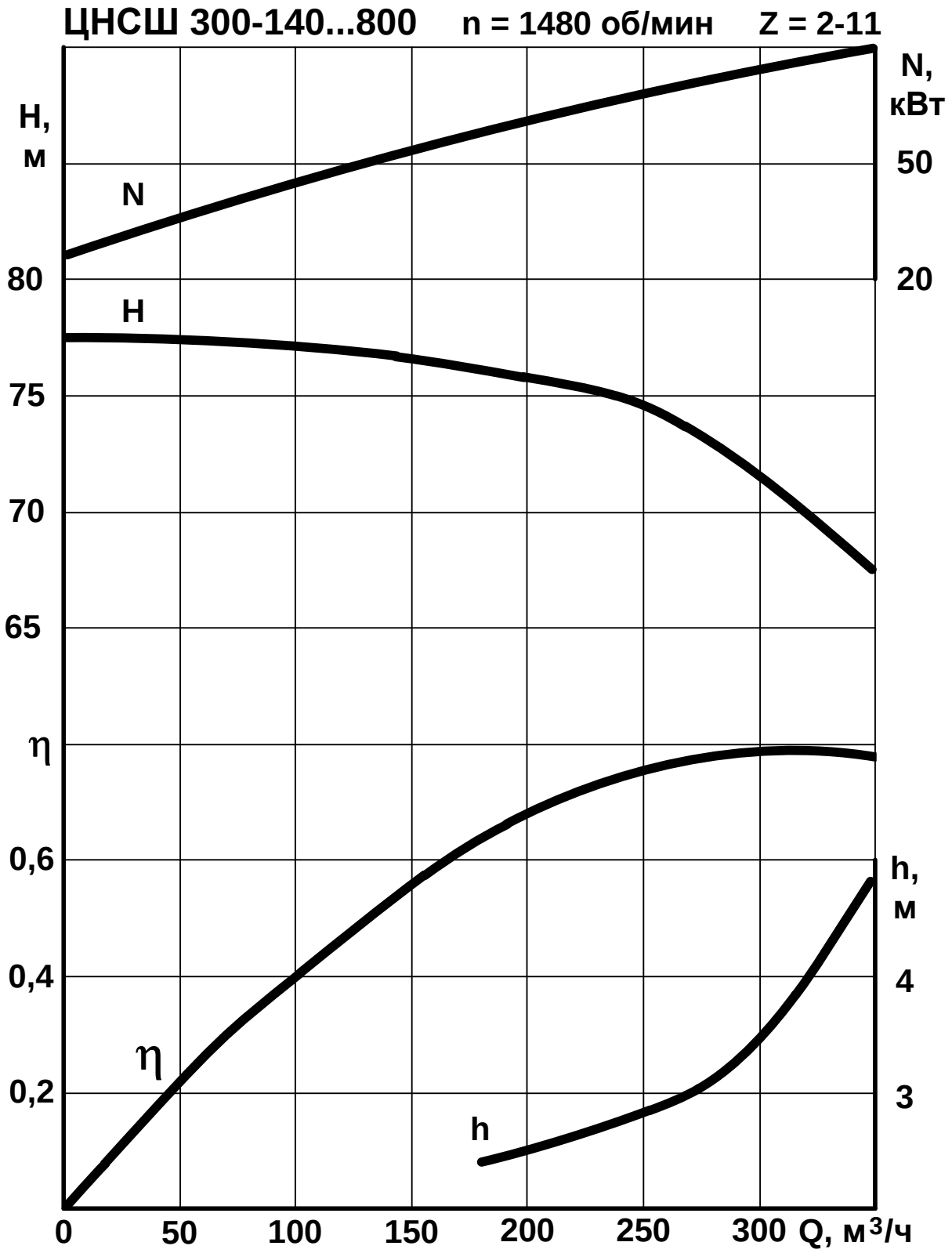
ЦНС 850 - 240 … 1440,
z = 2 - 12, n = 1475 об/мин

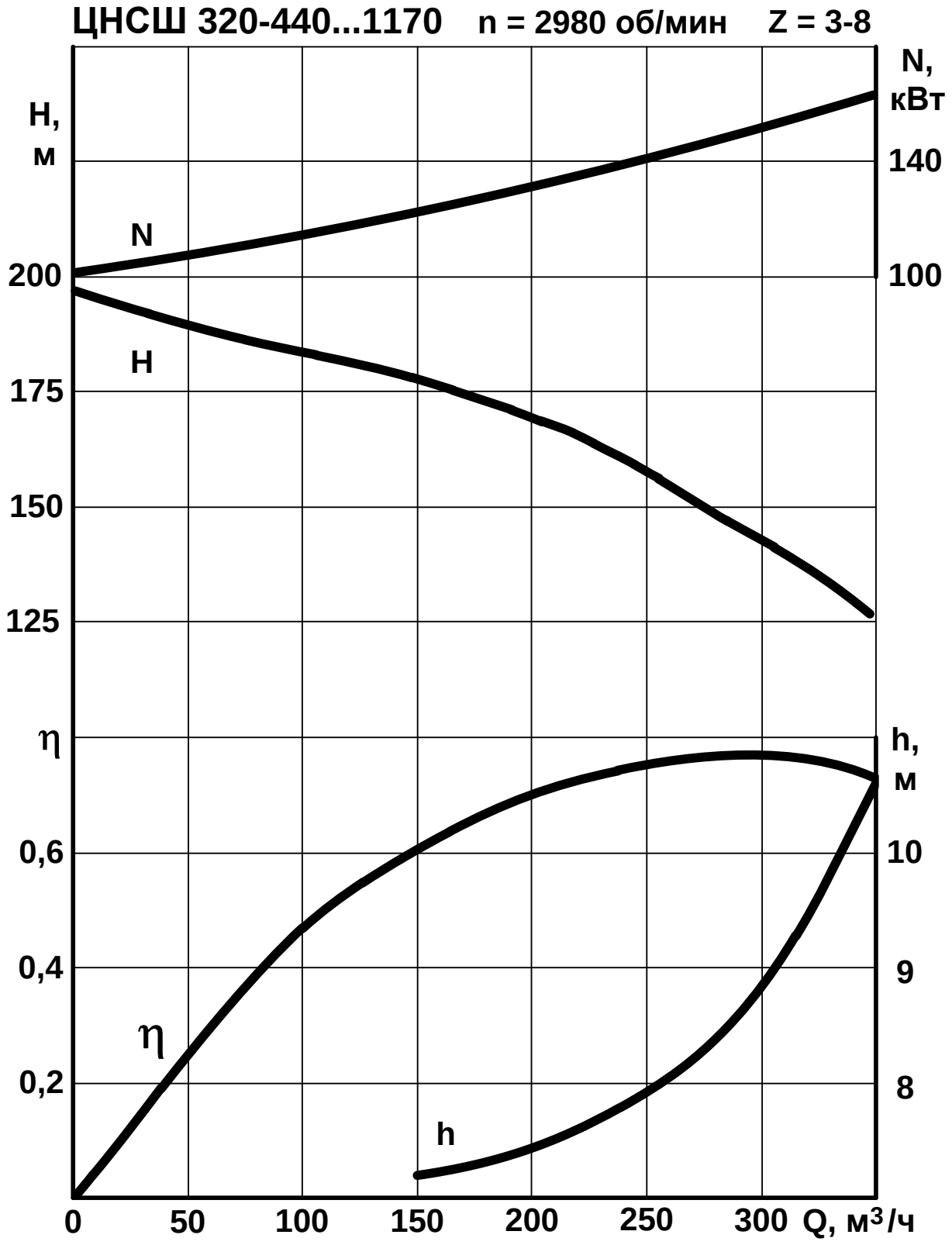
ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Характеристики секционных насосов
для применения в шахтных установках




ЦНСШ 160-140...360 n = 1475 об/мин Z = 4-10
H, м
N, кВт
15
5
N
H
45
40
35
30
η
h, м
0,6
0,4
0,2
4
3
2
η
h
0
50
100
150
Q, м³/ч


ЦНСШ 300-140...800 n = 1480 об/мин Z = 2-11
H, м
N, кВт
N
H
80
75
70
65
50
20
η
0,6
0,4
0,2
h, м
4
3
η
h
0
50
100
150
200
250
300
Q, м³/ч


ЦНСШ 320-440...1170 n = 2980 об/мин Z = 3-8
H, м
N, кВт
140
100
N
200
H
175
150
125
η
h, м
0,6
10
0,4
9
η
0,2
8
h
0
50
100
150
200
250
300
Q, м³/ч