A vertical photograph of water splashing, with a central column of water falling into a pool, creating ripples and a crown-like shape at the point of impact. The background is a light blue gradient.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ
ЭЛЕКТРОНАСОСОВ
С «МОКРЫМ РОТОРОМ»
ДЛЯ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ
РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ
В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ
И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ**

DAB МОД. ВРН 60/250.40М
ИТАЛИЯ

WIRBEL МОД. НУР 40-6,0U250
ГЕРМАНИЯ

GRUNDFOS МОД. UPS 40-60/2F
ДАНИЯ



Рис. 1

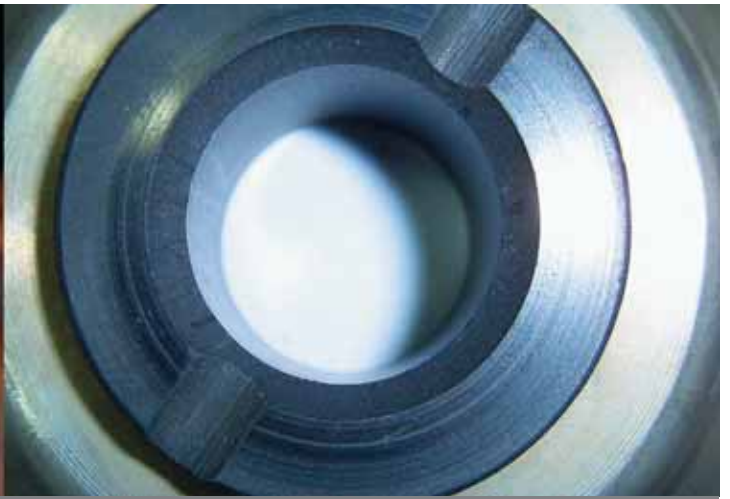


Рис. 2

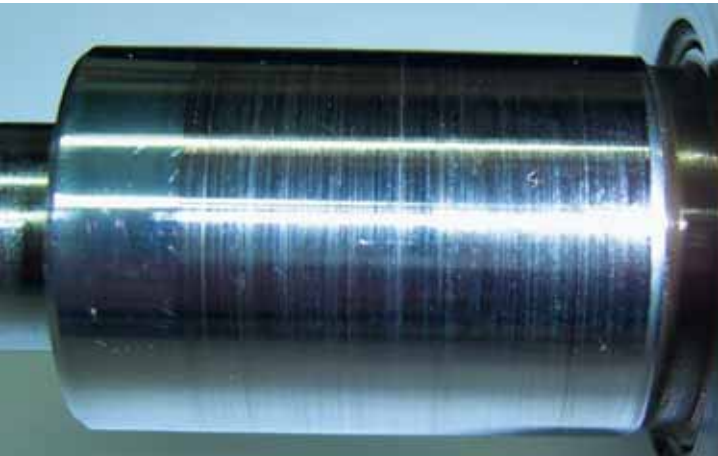


Рис. 3

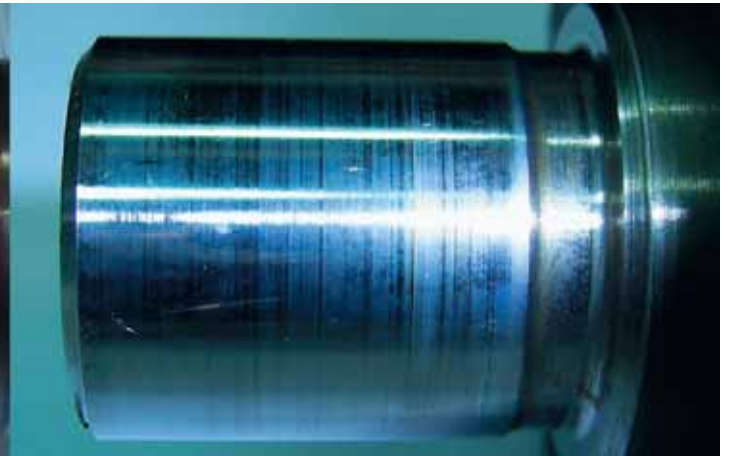


Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

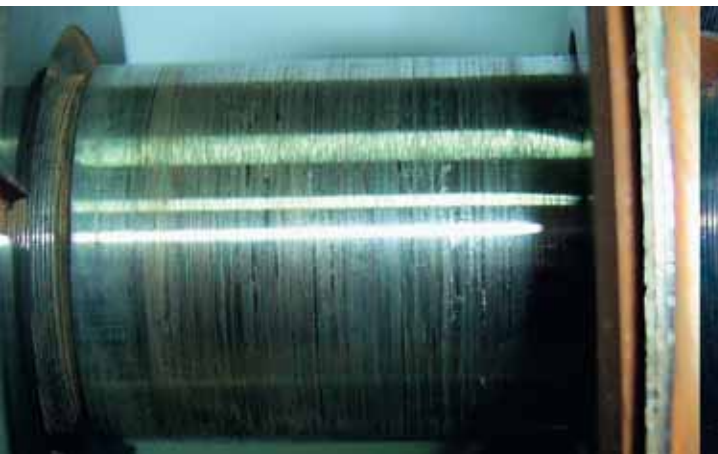


Рис. 7

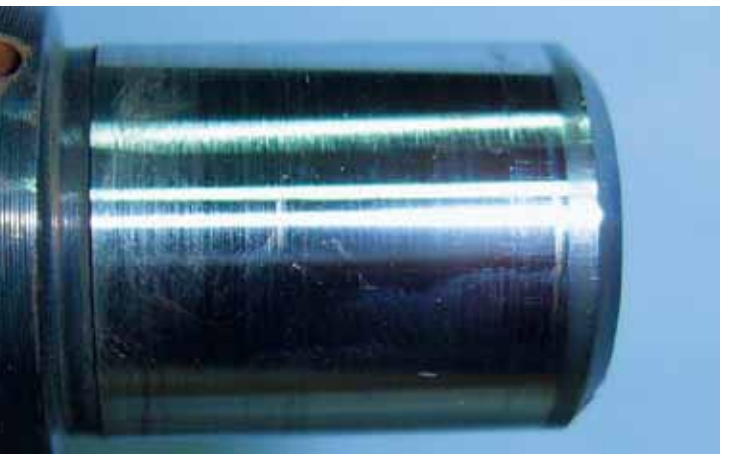


Рис. 8



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11

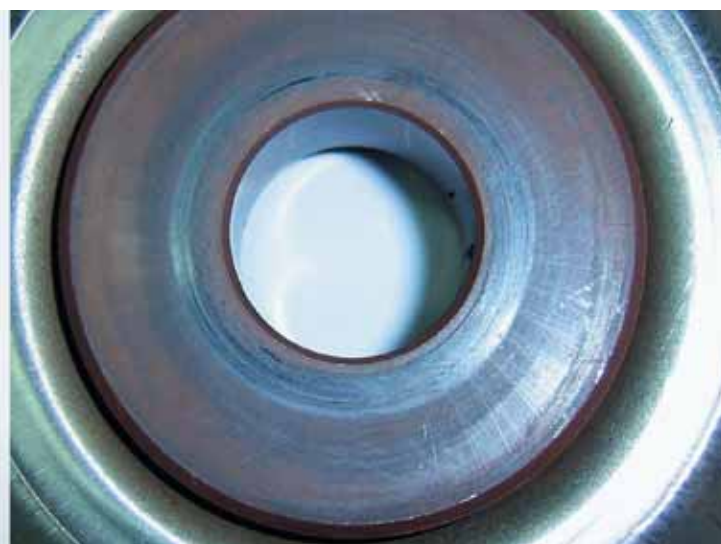


Рис. 12



Рис. 13



Рис. 14

Отчет по научно-исследовательской работе
(УДК 621.182 № Гос.Регистрации Инв.№ 61ФТФ-06)
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ С «МОКРЫМ РОТОРОМ»
ДЛЯ ПЕРЕКАЧИВАНИЯ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
составлен в Нижегородском Государственном Техническом Университете в 2006 г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

Доктор технических наук, профессор
Ст. преподаватель каф. «Атомные, тепловые станции»
Лаборант
Лаборант

А.В.Безносков
Т.А.Бокова
А.А.Молодцов
А.В.Назаров

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Испытания электронасосов проводились в период с 3 ноября 2005 г. по 15 января 2006 г.

Рабочей средой при испытаниях являлась вода по ГОСТ 2874-82. Температура перекачиваемой среды при испытаниях изменялась от 20 до 85°C.

Питание электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F осуществлялось от нерегулируемой заводской электросети напряжением 380 В, частотой 50 Гц и регулируемой по напряжению электросети за счёт индукционного регулятора напряжения.

Питание электронасосов DAB мод. BPH 60/250.40M и WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 осуществлялось от нерегулируемой заводской электросети напряжением 220 В, частотой 50 Гц и регулируемой по напряжению электросети за счёт автотрансформатора.

Отклонения напряжения и частоты питающей электросети при проведении испытаний соответствовали ГОСТ 13109-87.

3. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Испытаниям подвергались три серийных электронасоса:

- DAB мод. BPH 60/250.40M (Италия);
- WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 (Германия);
- GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F (Дания)

Электронасосы предназначены для перекачивания рабочих жидкостей в системах отопления и кондиционирования.

3.2. Тип электронасосов – герметичные, одноступенчатые, центробежные со встроенным асинхронным электродвигателем.

Электронасосы практически идентичны по конструкции (рис. 1-1) и представляют собой моноблочную конструкцию, которая состоит из гидравлической части и электродвигателя. Электродвигатель специального исполнения с «мокрым» ротором. Ротор вращается в среде перекачиваемой жидкости, статор отделён от рабочей среды статорной перегородкой (рубашкой), изготовленной из нержавеющей стали. Ротор снаружи защищён кожухом из нержавеющей стали.

Технические характеристики

К-во	Составные детали	Материал
1	Корпус насоса	Чугун 200 UNI ISO 185
4	Рабочее колесо	Технополимер В
7А	Вал двигателя	Нержавеющая сталь AISI 420 С термообработанная
7В	Ротор	–
8	Статор	–
10	Корпус двигателя	Штампованный алюминий
11	Пробка воздушного клапана	Латунь P Cu Zn 40 Pb2 UNI 5705
100	Клеммная коробка	–
127	Уплотнительное кольцо	Этиленпропиленовый каучук (EPDM)
128	Кожух статора	ACCIAIO INOXIDABILE AISI 321 Vol. – AISI 304
129	Втулка ротора	Нержавеющая сталь AISI 321 термообработанная – AISI 304
130	Запорное кольцо	Чугун 200 UNI ISO 185
131	Опорный подшипник упорного кольца	Нержавеющая сталь AISI 304 L
132	Подшипники	Графит ЕС 941

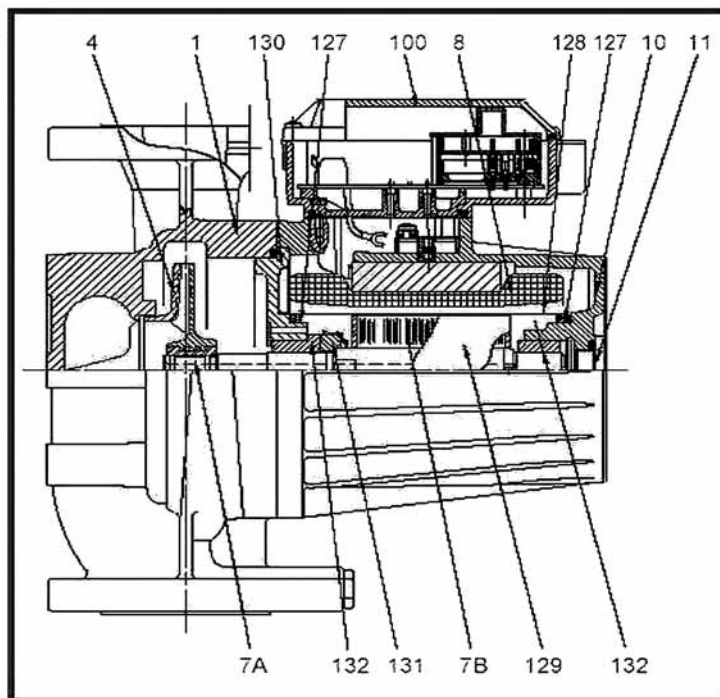


Рис.1-1

Все средства измерений, обеспечивающие выполнение испытаний в соответствии с техническим заданием, поверены и имеют действующие клейма. Погрешность измерения контролируемых параметров не превышает значений величин по ГОСТ 6134-87.

2. ЦЕЛЬ ИСПЫТАНИЙ

2.1. Проверка и подтверждение соответствия параметров, показателей качества и характеристик электронасосов требованиям инструкций по эксплуатации.

2.2. Определение напорных и энергетических характеристик электронасосов.

2.3. Проверка надёжности электронасосов при длительной работе.

Рубашка статора электродвигателя DAB мод. BPH 60/250.40M, которая защищает обмотку статора электродвигателя от перекачиваемой среды, выполнена в виде развальцованного по торцам цилиндра. Электродвигатель и гидравлическую часть разделяет запорное кольцо (фланец) из нержавеющей стали.

Статорная рубашка электродвигателей электронасосов WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 и GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F выполнена заодно с фланцем, разделяющим электродвигатель и гидравлическую часть.

Вал ротора вращается в графитовых подшипниках скольжения, которые смазываются и охлаждаются перекачиваемой жидкостью.

Передний подшипник (со стороны рабочего колеса) радиально-упорный, а задний – радиальный. Вал ротора выполнен из нержавеющей стали.

Упором радиально-упорного подшипника в электронасосах DAB мод. BPH 60/250.40M и GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F являются упорные кольца, выполненные из керамики, а в электронасосе WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 упорное кольцо выполнено из нержавеющей стали. Упорные кольца закреплены на валу ротора электродвигателя.

Упорный подшипник – подшипник скольжения одностороннего действия.

Для продувки воздуха при заполнении электронасоса водой в торце электродвигателя установлена пробка из латуни. Корпус электродвигателя изготовлен из алюминиевого сплава.

Все предъявленные к испытаниям электронасосы имеют 3-ступенчатое регулирование частоты вращения ротора. В статоре электродвигателя смонтированы три независимых контура обмотки. Подавая питание попеременно на разные обмотки, получаем разные скорости вращения ротора. Концы обмоток выведены в клеммную коробку, где находится переключатель скоростей электронасоса.

Для защиты электродвигателей от перегрузки, повышенного напряжения, токов короткого замыкания внутри обмотки статора электродвигателя смонтирована обмотка термовыключателя.

Электродвигатели электронасосов WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 и DAB мод. BPH 60/250.40M – однофазные.

Электродвигатель электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F – трёхфазного исполнения.

Рабочие колеса электронасосов WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 и GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F выполнены из нержавеющей стали (сварная конструкция из штампованных деталей). Крепление рабочего колеса на валу ротора осуществляется при помощи цапфы с контргайкой у электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F и гайкой-обтекателем у электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250.

Рабочее колесо электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M изготовлено из технополимера и крепится на валу за счёт «горячей» посадки. Способ горячей посадки при демонтаже и последующем монтаже рабочего колеса не гарантирует надёжного соединения рабочего колеса и вала.

Корпуса гидравлических частей электронасосов изготовлены из серого чугуна.

Электронасосы монтируются на трубопроводы стенда при помощи фланцев и имеет одинаковую монтажную высоту равную 250 мм.

Краткая техническая характеристика по материалам применяемым при изготовлении электронасосов приведена в табл. 3.1.

Показатели назначения электронасоса в соответствии с руководством по эксплуатации представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.1

Составные детали электронасосов	Материал		
	DAB мод. BPH 60/250.40M	WIRBEL мод. HUP 40-6,0U250	GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F
Корпус насоса	Серый чугун	Серый чугун	Серый чугун
Корпус электродвигателя	Сплав алюминия	Сплав алюминия	Сплав алюминия
Рабочее колесо	Технополимер	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Кожух ротора	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Кожух (рубашка) статора	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Вал электродвигателя	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Втулка вала радиального подшипника	Графит	Графит	Графит
Шейка вала радиального подшипника	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
Пята упорного подшипника	Графит	Графит	Графит
Подпятник упорного подшипника	Керамика	Нержавеющая сталь	Керамика

Таблица 3.2

Показатель	Значение для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M			Значение для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0U250			Значение для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F		
	1 ст.	2 ст.	3 ст.	1 ст.	2 ст.	3 ст.	1 ст.	2 ст.	3 ст.
Условный номинальный расход, м ³ /ч	6,0			6,0			6,0		
Напор на максимальной частоте вращения ротора, м	5,7			5,0			5,5		
Температура перекачиваемой среды, °C	от -10 до +120			от -10 до +110			от -10 до +120		
Максимальная температура окружающей среды, °C	30			35			40		
Максимальное рабочее давление, кгс/см ²	10			10			10		
Минимальное давление на всасывании при T=90 °C, кгс/см ²	0,4			0,6			0,45		
Напряжение эл. питания, В	230			230			380		
Количество ступеней регулирующих частоту вращения ротора	3			3			3		
	1 ст.	2 ст.	3 ст.	1 ст.	2 ст.	3 ст.	1 ст.	2 ст.	3 ст.
Частота вращения ротора, об/мин	2410	2750	2830	1820	2360	2690	-	-	-
Потребляемая мощность, Вт	292	309	316	260	270	290	155	175	250
Номинальное значение силы тока, А	1,51	1,53	1,43	1,15	1,18	1,19	0,25	0,29	0,46
Уровень шума, дБА, не более	70			70			70		
Класс изоляции электродв.	H			F			F		
Масса электронасоса	19,2			18,0			17,9		

4. ОБЪЁМ ИСПЫТАНИЙ.

Основные пункты испытаний:

- обкатка;
- параметрические испытания на «холодной» и «горячей» воде;
- виброшумовые испытания;
- испытания в переходных режимах;
- ревизия электронасосов;
- испытания на надёжность;
- контрольные параметрические и виброшумовые испытания;
- ревизия электронасосов.

Предъявленные к испытаниям электронасосы имеют три ступени регулировки частоты вращения ротора. Наиболее нагруженным считается режим работы электронасосов при наибольшей частоте вращения ротора.

Учитывая это обстоятельство, весь указанный объём испытаний был проведён при наибольшей частоте вращения ротора, т.е. на третьей скорости.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ.

5.1. Обкатка, параметрические испытания на «холодной» и «горячей» воде, виброшумовые испытания, испытания в переходных режимах, проводились на стенде № 1.

Принципиальная гидравлическая схема стенда №1 приведена на рис. А 1 (Приложение А).

5.2. После монтажа электронасосов на испытательное оборудование (стенд) была проведена подготовка электронасоса к использованию:

5.2.1. Измерено сопротивление изоляции обмотки статора электродвигателя относительно корпуса мегомметром напряжением 500 В.

Сопротивление изоляции обмотки в «холодном» состоянии для всех трёх испытуемых электронасосов составило более 100 МОм.

5.3. Обкаточные испытания

Проведена обкатка электронасосов в течении 2,0 часов при температуре перекачиваемой среды $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ на подачах соответственно:

- для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M при $Q = 5,5\text{ м}^3/\text{ч}$;
- для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250 при $Q = 5,0\text{ м}^3/\text{ч}$;
- для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F при $Q = 5,0\text{ м}^3/\text{ч}$.

5.4 Параметрические испытания

Исходя из возможностей оборудования стенда, определение напорных и энергетических характеристик электронасосов проводилось в интервале подач от 1 до 7 $\text{м}^3/\text{ч}$

Определение напорных и энергетических характеристик электронасосов проводилось на «холодной» воде при температуре перекачиваемой среды $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и «горячей» воде при температуре перекачиваемой среды $T = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Напорная и энергетические характеристики электронасосов, полученные при испытании на «холодной» и «горячей» воде, представлены в табл. Б.1–Б.6 и на рис. Б.1–Б.6 (Приложение Б).

Основные показатели работы электронасосов на условной номинальной подаче, полученные при испытаниях на «холодной» воде в сравнении с заданными нормами приведёнными в инструкциях по эксплуатации представлены в таблице 5.1.

5.5. Виброшумовые испытания

5.5.1. Виброшумовые измерения проводились при работе электронасосов на максимальной частоте вращения ротора (3 скорость), «горячей» воде $T = 84\text{ }^{\circ}\text{C}$ и максимально возможной из условия стенда подаче соответственно:

- $Q = 6,5\text{ м}^3/\text{ч}$ для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M;
- $Q = 6,2\text{ м}^3/\text{ч}$ для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250;
- $Q = 6,3\text{ м}^3/\text{ч}$ для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F.

5.5.2. Измерение вибрационной характеристики электронасосов проводилось в районе переднего радиально-упорного и заднего радиального подшипника.

Измерения проводились поверенной аппаратурой фирмы «Брюль и Кьер». Датчики измерения вибрации

Таблица 5.1

Параметр	Значения для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M		Значения для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250		Значения для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F	
	Норма на изделие в соответствии с инструкцией по эксплуатации	Результаты испытаний	Норма на изделие в соответствии с инструкцией по эксплуатации	Результаты испытаний	Норма на изделие в соответствии с инструкцией по эксплуатации	Результаты испытаний
Условный номинальный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Напор, м	5,7	5,2	5,0	4,4	5,5	4,75
Мощность, Вт	-	316	315	280	230	200
КПД, %	-	27	33	26	38	38,5

Таблица 5.2

Модель электронасоса	Среднеквадратические значения виброскорости V_i (мм/с) на частоте вращения ротора							
	1Y	2Y	3X	4X	5Z	6Z	7Z	8Z
Точки измерения								
DAB мод. BPH 60/250.40M	0,180	0,235	0,484	0,654	0,206	0,191	0,257	0,228
WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250	0,021	0,022	0,045	0,052	0,033	0,023	0,032	0,018
GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F	0,046	0,035	0,053	0,061	0,018	0,025	0,029	0,031

(акселерометры) крепились на корпус электродвигателя при помощи мастики. Схема расположения точек вибрации приведена в приложении А на рис. 3.

В результате проведённых измерений определены среднеквадратические значения виброскорости V_i (мм/с) на частоте вращения ротора в трёх взаимно-перпендикулярных направлениях. Результаты измерений представлены в табл. 5.2.

5.5.3. Максимальное (по точкам измерения) среднеквадратическое значение виброскорости на частоте вращения ротора, измеренное в районе заднего радиального подшипника электронасоса, составило соответственно:

- 0,654 мм/с для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M;
- 0,052 мм/с для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250;
- 0,061 мм/с для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F.

5.5.4. Шумовая характеристика электронасоса

Измерения уровня шума испытываемых электронасосов производилось при помощи шумомера (тип 2215) с микрофоном 4165.

Уровень звука L (дБА) определялся в соответствии с ГОСТ Р 51402-99.

Измеренный уровень звука у всех трёх испытываемых электронасосов не превысил 60 дБА, что соответствует требованиям инструкций по эксплуатации (70 дБА).

5.6. Испытания в переходных режимах

5.6.1. Испытания электронасосов: DAB мод. BPH 60/250.40M; WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250; GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F проведены на наибольшей частоте вращения ротора (3-я скорость) и максимально возможной из условия станда подаче.

В процессе испытаний выполнены измерения:

- сопротивления изоляции обмоток электродвигателя относительно корпуса в холодном состоянии;
- сопротивления изоляции обмоток электродвигателя относительно корпуса в нагретом состоянии;
- температуры обмотки в нагретом состоянии.

Сопротивление изоляции обмоток электродвигателя относительно корпуса в холодном состоянии (при температуре окружающей среды $t_{окр} = 13-15$ °С и температуре перекачиваемой среды $T_{ср} = 21-23$ °С) и в нагретом состоянии (при температуре окружающей среды $t_{окр} = 15-18$ °С и температуре перекачиваемой среды $T_{ср} = 85-87$ °С) для всех трёх испытываемых электродвигателей, измеренное мегомметром напряжением 500 В составило более 100 МОм.

Измерение средней температуры обмотки электродвигателей (методом сопротивления) в нагретом состоянии выполнено при напряжении питания:

- $U_{НОМ} = 230$ В и отклонении напряжении питания от $U_{НОМ} -20\% = 170$ В для электронасосов: DAB мод. BPH 60/250.40M и WIRBEL мод. HUP 40–6,0;
- $U_{НОМ} = 380$ В и отклонении напряжении питания от $U_{НОМ} -10\% = 340$ В для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F.

Результаты измерения средней температуры обмотки электродвигателей приведены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Модель электронасоса	Класс изоляции элетродв.	$t_{окр}$, °С	$T_{ср}$, °С	Q , м³/ч	U, В	$T_{обм}$, °С
DAB мод. BPH 60/250.40M	H	18	85	6,5	230	95
		17	86	5,9	170	102
WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250	F	15	87	6,2	230	94
		15	86	4,9	170	101
GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F	F	15	86	6,3	380	89
		15	87	6,1	340	91

Температура обмотки статора электронасоса в номинальном режиме и при снижении напряжения питания до 170 В не превышает значений, допустимых для класса нагревостойкости изоляции “H” для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M и “F” для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250 по ГОСТ 8865-93.

Температура обмотки статора электронасоса в номинальном режиме и при снижении напряжения питания до 340 В не превышает значений, допустимых для класса нагревостойкости изоляции “F” для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F по ГОСТ 8865-93.

5.6.2. Получены напорная и энергетические характеристики электронасосов на «горячей» воде при температуре перекачиваемой среды $T = 85-87$ °С и отклонениях напряжения питания электродвигателя от номинального:

- $U_{НОМ} -20\% = 170$ В и $U_{НОМ} +10\% = 250$ В для электронасосов: DAB мод. BPH 60/250.40M и WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250;
- $U_{НОМ} -10\% = 340$ В и $U_{НОМ} +10\% = 420$ В для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40- 60/2F.

Напорные и энергетические характеристики электронасосов, полученные при испытаниях на «горячей» воде и отклонениях напряжения от номинального по ГОСТ 6709-72, представлены в табл. Б.7–Б.12 и на рис. Б.7–Б.9 (Приложение Б).

5.6.3. После выполнения испытаний описанных выше, электронасосы подверглись ревизии с обмером подшипниковых узлов, последующей сборке и установке на стенд № 2 для проведения испытания на надёжность в течение 500 часов.

Результаты ревизии приведены в п. 5.9 настоящего протокола.

5.7. Испытания на надёжность

Испытания на надёжность в течение 500 часов проводились одновременно на трёх электронасосах: DAB мод. BPH 60/250.40M ; WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250 и GRUNDFOS мод. UPS 40- 60/2F. Гидравлическая схема станда № 2 приведена на рис. А.2 (Приложения А).

После монтажа электронасосов на стенде и заполнения станда водой у каждого электродвигателя было измерено сопротивление изоляции обмотки статора электродвигателя относительно корпуса мегомметром напряжением 500 В.

Сопротивление изоляции обмотки в «холодном» состоянии для всех трёх испытываемых электронасосов составило более 100 МОм.

Испытания на надёжность электронасосов при длительной работе в течение 500 часов проводились при работе электронасосов на наибольшей подаче, исходя из возможностей испытываемых насосов и станда, при температуре перекачиваемой среды $T = 85-89$ °С и давлении на всасывании не ниже $P_{вс} = 2$ кгс/см².

В процессе испытаний контролировались параметры работы электронасосов, которые изменялись в диапазонах, указанных ниже, и представлены в табл. 5.4.

После завершения испытаний на надёжность электронасосы были поочерёдно смонтированы на стенд № 1 для проведения контрольных параметрических и виброшумовых испытаний.

5.8. Контрольные параметрические и виброшумовые испытания

Таблица 5.4

Модель электронасоса	$T_{ср},$ °С	$Q,$ м ³ /ч	$U,$ В	$I,$ А	$N,$ Вт	$P_{вых},$ кгс/см ²
DAB мод. BPH 60/250.40M	85 – 89	6,8 – 7,0	230 – 244	1,34 – 1,42	300 – 320	2,5 – 3,5
WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250		4,9 – 5,1	230 – 244	1,13 – 1,23	250 – 270	2,5 – 3,5
GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F		6,1 – 6,3	380 – 420	0,38 – 0,42	195 – 220	2,5 – 3,5

5.8.1. Контрольные параметрические испытания электронасосов проводились на стенде № 1 после проведения испытаний на надёжность в течение 500 часов.

Определение напорных и энергетических характеристик электронасосов проводилось на «холодной» воде при температуре перекачиваемой среды $T = 25 – 30$ °С и «горячей» воде при температуре перекачиваемой среды $T = 85 – 86$ °С.

Напорная и энергетические характеристики электронасосов, полученные при испытании на «холодной» и «горячей» воде, представлены в табл. Б.13–Б.18 и на рис. Б.10–Б.15 (Приложение Б).

5.8.2. Виброшумовые измерения проводились при работе электронасосов на «горячей» воде $T_{ср} = 85 – 86$ °С и максимально возможной из условия стенда подаче соответственно:

- $Q = 6,5$ м³/ч для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M;

- $Q = 6,2$ м³/ч для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250;
- $Q = 6,3$ м³/ч для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F.

Измерение вибрационной характеристики электронасосов проводилось в районе переднего радиально-упорного и заднего радиального подшипника.

Схема расположения точек измерения вибрации приведена на рис. 5-1.

Точки замера вибрации электронасосов

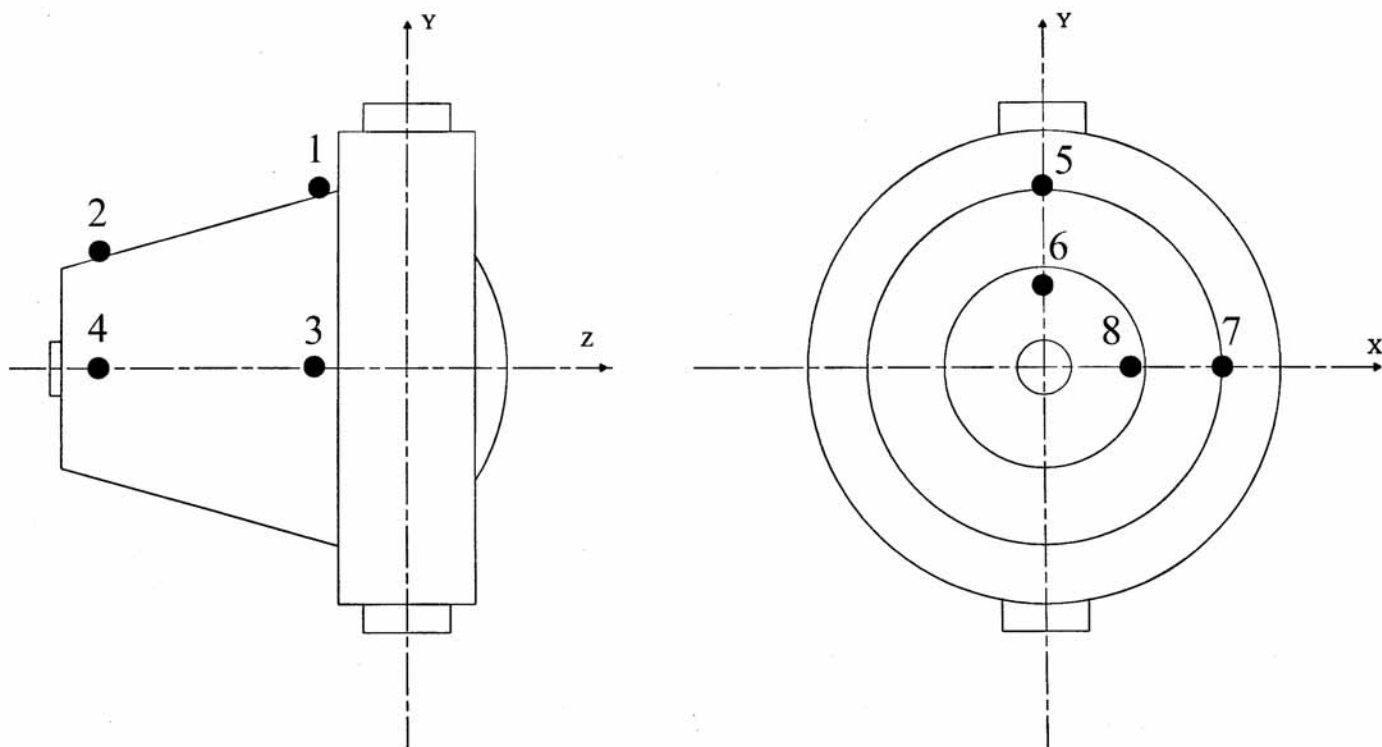


Рис. 5-1

Таблица 5.5

Модель электронасоса	Среднеквадратические значения виброскорости V_i (мм/с) на частоте вращения ротора							
	1Y	2Y	3X	4X	5Z	6Z	7Z	8Z
Точки измерения								
DAB мод. BPH 60/250.40M	0,093	0,161	0,153	0,181	0,058	0,073	0,028	0,033
WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250	0,078	0,098	0,030	0,052	0,014	0,015	0,038	0,033
GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F	0,097	0,120	0,075	0,088	0,057	0,062	0,075	0,069

В результате проведённых измерений определены среднеквадратические значения виброскорости V_i (мм/с) на частоте вращения ротора в трёх взаимно-перпендикулярных направлениях. Результаты измерений представлены в табл. 5.5.

Максимальное (по точкам измерения) среднеквадратическое значение виброскорости на частоте вращения ротора измеренное в районе заднего радиального подшипника электронасоса составило соответственно:

- 0,181 мм/с для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M;
- 0,098 мм/с для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40–6,0 U250;
- 0,120 мм/с для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F.

Уровень звука L (дБА) определялся в соответствии с ГОСТ Р 51402-99.

Измеренный уровень звука у всех трёх испытываемых электронасосов не превысил 60 дБА.

5.9. Ревизия электронасосов

5.9.1. Для проверки работоспособности циркуляционных электронасосов DAB мод. BPH 60/250.40M, WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 и GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F, наряду с определением их основных характеристик (электрических, гидравлических и др.), проведено изучение закономерностей изнашивания узлов трибосопряжений (радиально-упорного и радиального подшипников) указанных насосов в процессе испытаний, поскольку надежность электронасосов в значительной степени зависит от выбранных материалов пар трения.

В процессе испытаний было проведено 2 ревизии узлов трибосопряжений указанных электронасосов: первая проводилась после проведения обкатки и параметрических испытаний (общей наработкой примерно 5 ч), вторая после проведения испытаний на надежность в течение 500 ч. При проведении каждой ревизии производилась частичная разборка деталей электронасосов для обеспечения доступа к узлам трибосопряжений.

При проведении каждой ревизии производился визуальный осмотр трущихся рабочих поверхностей радиально-упорного подшипника (пяты, подпятника, шейки вала, неподвижного неметаллического вкладыша), радиального подшипника (шейки вала, неподвижного неметаллического вкладыша), а также выполнялись измерения линейных размеров шеек вала и контактирующих с ними вкладышей.

Для измерения диаметров шеек валов использовался микрометр рычажного типа с точностью измерения ± 1 мкм, а для внутренних диаметров неметаллических вкладышей применялись нутромеры с микронной головкой с точностью измерения ± 10 мкм. При необходимости с рабочих поверхностей шеек вала, подпятника и пяты снимались профилограммы. Измерения производились после удаления продуктов износа с рабочих поверхностей подшипников, после чего их фотографировали.

5.9.2. Результаты ревизии электронасосов.

5.9.2.1. Результаты ревизии подшипниковых узлов электронасоса модели WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250.

Таблица 5.6. Результаты ревизии узлов трибосопряжений электронасосов.

Модель насоса		Радиально-упорный подшипник				Радиальный подшипник	
		Пята	Подпятник	Шейка вала	Неметаллический вкладыш	Шейка вала	Неметаллический вкладыш
				Износ, мкм			
WIRBEL мод. HUP 40-6,0U250	1-ревизия	Риски глубиной до 10 мкм, отдельные участки «намазывания»	Риски глубиной до 10 мкм, отдельные участки «намазывания»	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
	2-ревизия	Риски глубиной до 10 мкм, отдельные участки «намазывания»	Риски глубиной до 10 мкм, отдельные участки «намазывания»	Отсутствует	2,5	Отсутствует	7,5
DAB мод. BPH60/250.40M	1-ревизия	Отсутствует «намазывание» частиц «графита»	Отсутствует	Отсутствует	Не определялся	Отсутствует	Отсутствует
	2-ревизия	Отсутствует	Отсутствует	1		4	Отсутствует
GRUNDFOS мод. UPS40-60/2F	1-ревизия	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
	2-ревизия	Отсутствует	Отсутствует	1	5	1	25

После первой ревизии на рабочей поверхности стальной пяты и на подпятнике из материала типа «графит» черного цвета обнаружен износ в виде кольцевых рисок глубиной до 10 мкм, а также незначительное «намазывание» частиц черного цвета на металлическую пяту. Результаты ревизии представлены в табл. 5.6.

Износа материала стальных шеек вала радиально-упорного и радиального подшипников, а также контактирующих с ними вкладышей из материала типа «графит» не обнаружено. Отчетливо видны были только следы контактирования трущихся элементов указанных подшипников.

Повторная ревизия электронасоса была произведена по истечении последующих 500 ч. наработки. Обнаруженные ранее кольцевые риски на пяте стали более заметны (рис. 1), на подпятнике они несколько сгладились (рис. 2). Участки перенесенного материала с подпятника на пяту сохранились.

Износа материала стальных шеек вала радиально-упорного (рис. 3) и радиального (рис. 4) подшипников по истечении указанной наработки не обнаружено. У контактирующих с ними неподвижных вкладышей обнаружен незначительный износ, который для вкладыша радиально-упорного подшипника составила 2,5 мкм на сторону и 7,5 мкм для радиального подшипника.

Пары трения, установленные в подшипниковых узлах электронасоса модели WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250, по истечении 500 ч эксплуатации на рабочем режиме показали достаточную износостойкость, обеспечивающую нормальную работу.

5.9.2.2 Результаты ревизии подшипниковых узлов электронасоса DAB мод. ВРН60/250.40М.

После первой ревизии на рабочих поверхностях пяты (материал типа «керамика» коричневого цвета) и подпятника (материал типа «графит») износа контактирующих материалов не выявлено за исключением незначительного «намазывания» материала подпятника на поверхность пяты. Результаты ревизии приведены в табл. 5.6.

Износа материала стальных шеек вала радиально-упорного и радиального подшипников, а также контактирующих с ними вкладышей при визуальном осмотре и измерениях не обнаружено. Измерение вкладыша радиально-упорного подшипника (материал типа «графит») не производилось, так как для обеспечения доступа к вкладышу необходимо демонтировать рабочее колесо с вала, что было сложно выполнить технологически (возможность разрушения узла крепления рабочего колеса на валу).

Повторная ревизия узлов трибосопряжений электронасоса была проведена по истечении последующих 500 ч работы на номинальном режиме.

Визуальный осмотр и измерения показали, что износ материала контактирующих поверхностей подпятника (рис. 5) и пяты (рис. 6) не обнаружено, за исключением незначительного увеличения продуктов «намазывания» материала подпятника на пяту.

Износ материала стальной шейки вала радиально-упорного подшипника (рис. 7) находился в пределах погрешности измерений (не превышал 1 мкм на сторону), радиального подшипника (рис. 8) не превышал 4 мкм.

Измерение износа вкладыша радиально-упорного подшипника, как было указано выше, не проводилось. На рабочей поверхности вкладыша (материал типа «керамика» коричневого цвета), контактирующей с шейкой вала радиального подшипника износа материала не обнаружено. Следы контактирования, обнаруженные при первой ревизии, сохранились.

Пары трения, установленные в подшипниковых узлах электронасоса DAB мод. ВРН60/250.40М, сохранили достаточно высокую износостойкость, обеспечивая достаточно высокую надежность работы.

5.9.2.3. Результаты ревизии подшипниковых узлов электронасоса GRUNDFOS мод. UPS40-60/2F.

После первой ревизии на рабочих поверхностях пяты (материал типа «графит») и подпятника (материал типа «керамика» коричневого цвета) износ материала не обнаружен, за исключением незначительного «намазывания» материала пяты на подпятник. Результаты ревизии приведены в табл. 5.6.

На рабочих поверхностях стальных шеек вала радиально-упорного и радиального подшипников, а также контактирующих с ними вкладышей: радиального (материал типа «графит»), радиально-упорного (материал типа «керамика» коричневого цвета) при визуальном осмотре и измерениях износа не обнаружено.

Повторная ревизия узлов трибосопряжений электронасоса, так же, как у первых двух моделей насосов, рассмотренных выше, была проведена после 500 ч. наработки на номинальном режиме.

Визуальный осмотр и измерения показали, что увеличение наработки на 500 ч не повлияло на снижение износостойкости контактирующих материалов пяты и подпятника. Хотя на рабочих поверхностях пяты и подпятника было обнаружено значительное количество перенесенных продуктов износа (рис. 9, 10); после их удаления, износа материалов пяты и подпятника не обнаружено (рис. 11, 12). По-видимому, они были перенесены с радиального подшипника электронасоса.

Износ стальной шейки вала радиально-упорного подшипника (рис. 13) находился в пределах погрешности измерений 1 мкм на сторону, а величина износа материала неподвижного вкладыша составила 5 мкм. В пределах погрешности измерений находился износ материала стальной шейки вала радиального подшипника 1 мкм на сторону (рис. 14), а износ материала контактирующего с ней вкладыша составил 25 мкм, который был самым большим среди испытанных в одних и тех же условиях трех моделей насосов. Продукт износа материала вкладыша из «графита» и мог быть перенесен на пяту и подпятник рассматриваемого электронасоса.

В связи с повышенным износом вкладыша радиального подшипника электронасоса его следует считать менее надежным при дальнейшей эксплуатации по сравнению с первыми двумя моделями WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 и DAB мод. ВРН60/250.40М циркуляционных электронасосов, хотя он и обеспечивает необходимую работоспособность на номинальном режиме.

5.10. Заключение

5.10.1. Испытания электронасосов проведены в полном объеме.

5.10.2. Все электронасосы выдержали испытания и готовы к дальнейшему применению по назначению.

5.10.3. Полученные при проведении испытаний результаты в основном соответствуют заявленным в инструкциях по эксплуатации электронасосов.

Необходимо отметить, что гидравлические характеристики, полученные при испытаниях, отличаются от заявленных в инструкциях по эксплуатации на электронасосы.

При условном номинальном расходе $Q = 6 \text{ м}^3/\text{ч}$ полученные при испытаниях значения напоров для каждого электронасоса ниже заявленных в инструкции по эксплуатации:

- на 0,5 м для электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M;
- на 0,6 м для электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250;
- на 0,75 м для электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F.

5.10.4. По результатам второй ревизии был отмечен повышенный износ вкладыша радиального подшипника электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F по сравнению с двумя другими моделями испытываемых электронасосов. Очевидно, при изготовлении вкладышей подшипников используется менее качественный графит, поэтому следует считать подшипниковые узлы электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F менее надёжными.

5.10.5. Рассматриваемые электронасосы по конструкции идентичны, но имеют некоторые отличия.

Конструкция рубашки статора электродвигателей электронасосов WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 и GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F выполнена заодно с фланцем, разделяющим электродвигатель и гидравлическую часть.

Рубашка статора электродвигателя электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M выполнена в виде цилиндра и соединена с фланцем, разделяющим электродвигатель и гидравлическую часть электронасоса, резиновой прокладкой. Данная конструкция считается менее надёжной, хотя и технологична в изготовлении.

Рабочие колёса электронасосов WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 и GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F выполнены из нержавеющей стали и закреплены на роторе электродвигателя при помощи гайки с левой резьбой.

Рабочее колесо электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M изготовлено из технополимера и закреплено на валу электродвигателя при помощи горячей посадки. Это затрудняет демонтаж рабочего колеса с вала электродвигателя при ремонте электронасоса.

5.10.6. В соответствии с ГОСТ 2.601-95 в эксплуатационную документацию (ЭД), поставляемую с изделием, должна в обязательном порядке входить следующая информация:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение стандарта или технических условий;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;
- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортировки и утилизации;
- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении и возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных ресурса, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению. Перечень таких изделий составляют в установленном порядке;
- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);
- сведения о сертификации (при наличии);
- сведения о приемке;
- юридический адрес изготовителя (поставщика) и (или) продавца;
- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит при необходимости изготовитель (поставщик) либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и (или) поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

На конструктивно простейшие изделия, объем сведений по которым незначителен, эксплуатационные документы допускается не составлять, а необходимые сведения размещать (маркировать) на самом изделии или на фирменной табличке, прикрепляемой к нему.

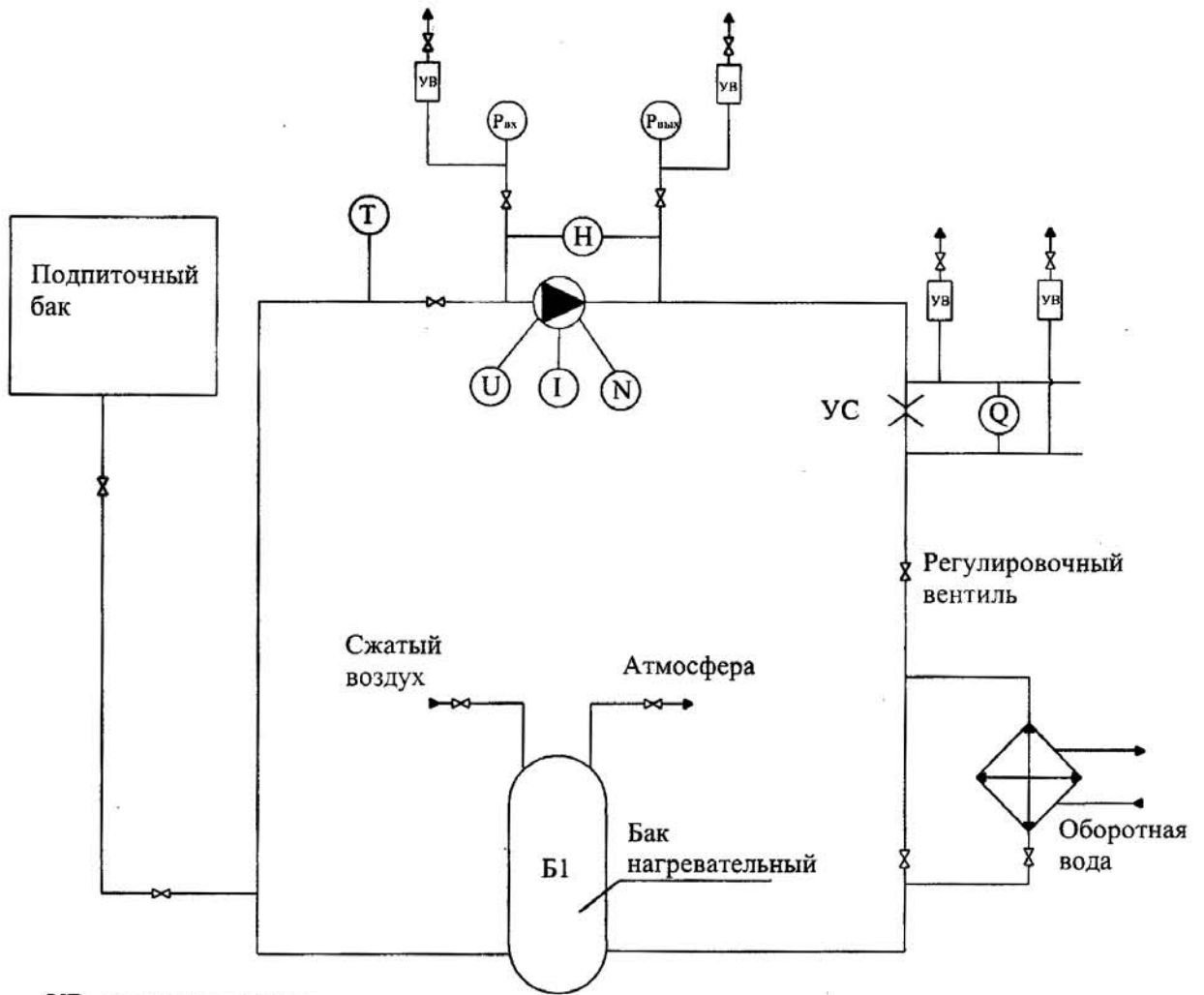
В зависимости от назначения изделия, условий эксплуатации и объема помещаемых сведений в обязательном порядке составляют либо формуляр (ФО), либо паспорт (ПС), либо этикетку (ЭТ), либо включают один из этих документов в объединенную ЭД, которая оформляется в виде руководства по эксплуатации (РЭ).



Насос WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 в разобранном виде

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Принципиальная схема стенда № 1



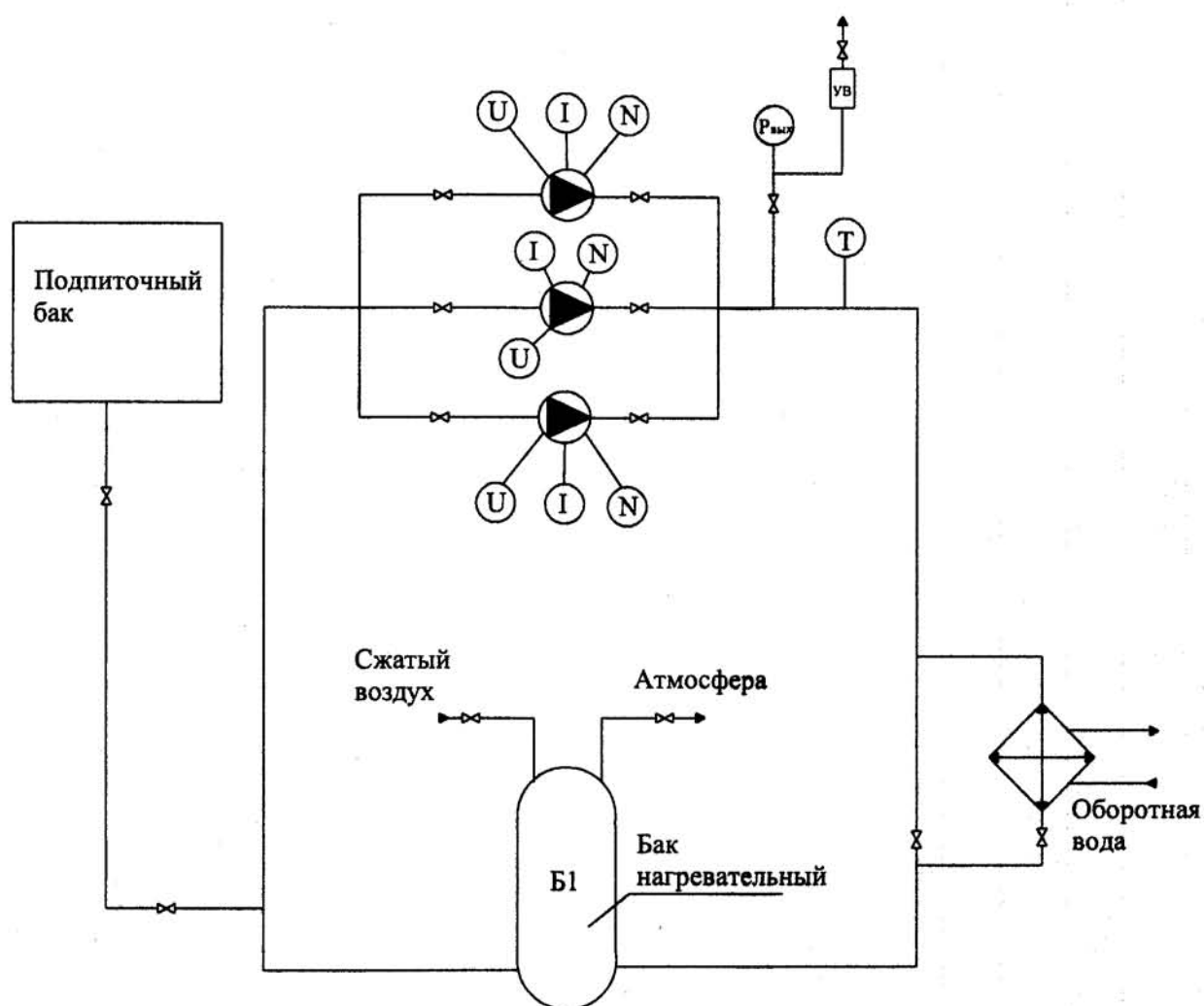
УВ - удаление воздуха

УС - устройство сужающее

Обозначение по схеме	Наименование параметра	Средство измерения
Q	Расход	Сужающее устройство, сапфир 100 кПа
Н	Напор	Сапфир 63 кПа
Рвх , Рвых	Давление на входе и на выходе	МТИ 1218
Т	Температура на входе в насос	Термопара ТХК -40 ... 100 °С
U	Напряжение	Измерительный комплект К-506
I	Сила тока	Измерительный комплект К-506
N	Мощность	Измерительный комплект К-506

Рис. А.1

Принципиальная схема стенда № 2



УВ - удаление воздуха

Обозначение по схеме	Наименование параметра	Средство измерения
Р _{вых}	Давление на выходе	МТИ 1218
Т	Температура на выходе из насоса	Термопара ТХК -40 ... 100 °С
U	Напряжение	Измерительный комплект К-506
I	Сила тока	Измерительный комплект К-506
N	Мощность	Измерительный комплект К-506

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Параметрические испытания электронасоса DAB мод. ВРН 60/250.40М

Таблица Б.1. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на холодной воде при $T_{cp} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Q, м ³ /час	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	68	6,9	275	1,238	9,1
2,2	66	6,7	290	1,3	13,9
3,0	63	6,4	297,5	1,338	17,9
4,0	59	6,1	307,5	1,375	21,5
4,7	56	5,8	310	1,395	23,6
5,1	53	5,5	312,5	1,4	24,3
5,9	50	5,2	315	1,413	26,1
6,5	46	4,8	317,5	1,425	26,5

Таблица Б.2. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса полученные на стенде (на горячей воде при $T_{cp} = 86\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$).

Q, м ³ /час	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	67	6,9	260	1,17	9,8
1,9	65	6,7	270	1,22	14,1
2,6	63	6,5	280	1,25	18,4
3,2	60	6,2	287,5	1,28	20,3
4,0	57	5,9	295	1,32	22,0
4,6	54	5,6	300	1,33	22,0
5,2	51	5,3	302,5	1,35	21,4
5,9	47	4,9	305	1,36	23,6
6,4	44	4,6	307,5	1,37	27,1

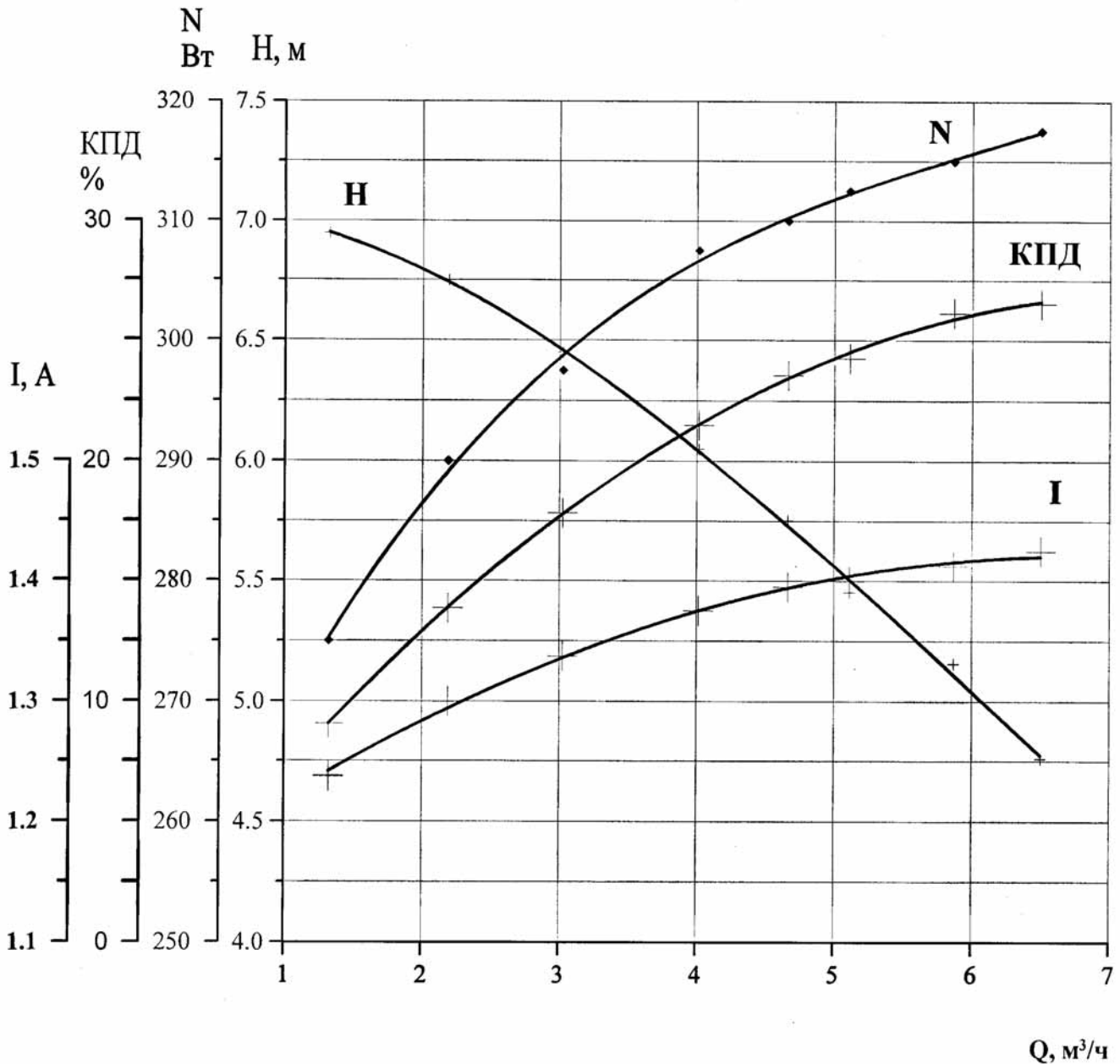


Рис. Б.1. Напорная и энергетические характеристики электронасоса DAB мод. ВРН 60/250.40М на холодной воде ($T_{cp} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

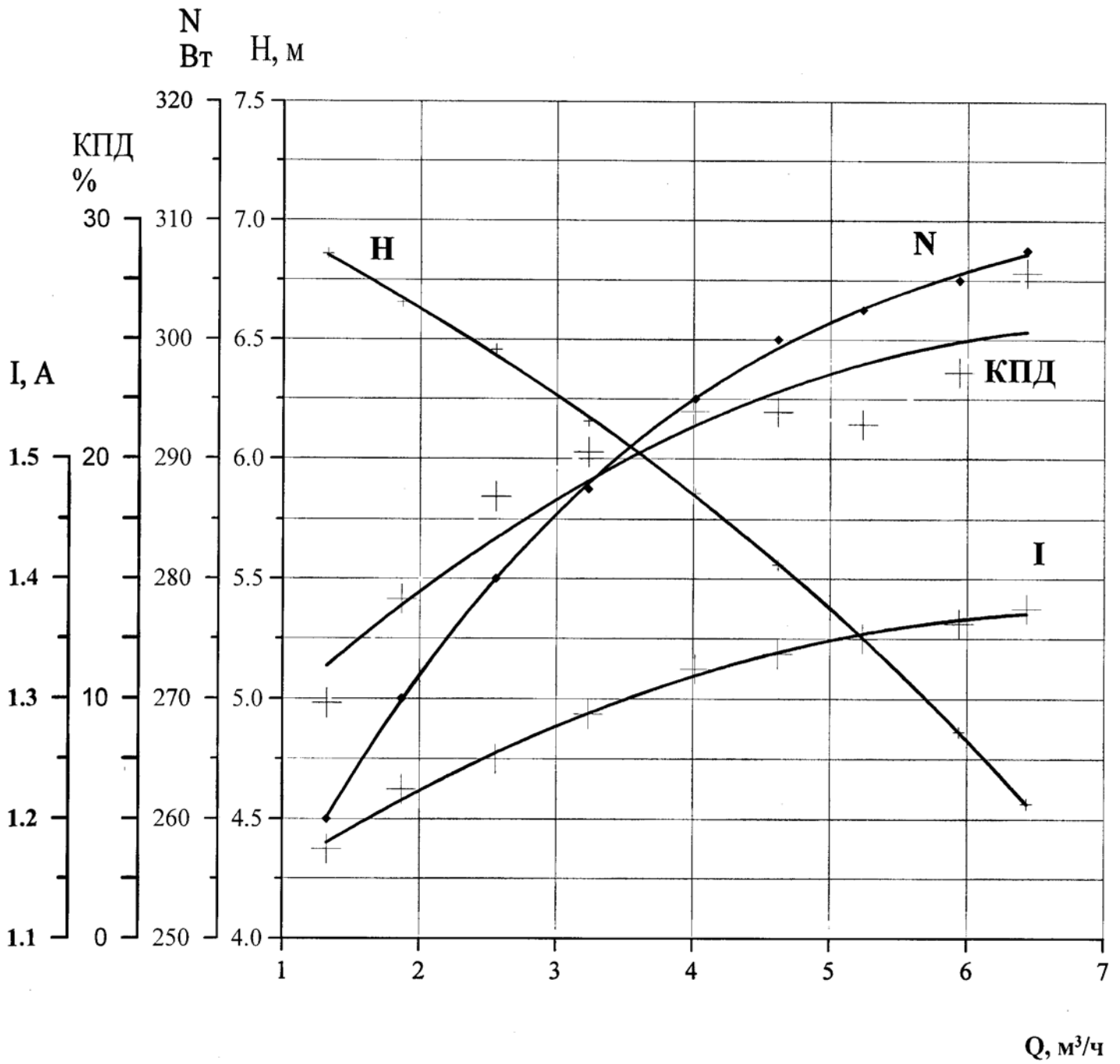


Рис. Б.2. Напорная и энергетические характеристики электронасоса DAB мод. BPH 60/250.40M на горячей воде ($T_{\text{ср}} = 86 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U_{\text{ном}} = 230 \text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250

Таблица Б.3 – Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на холодной воде при $T_{cp} = 20\text{ }^\circ\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Q, м³/час	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	55	5,6	227,5	1,05	8,9
2,1	53	5,4	237,5	1,1	13,0
2,6	52	5,3	247,5	1,125	15,4
3,2	50	5,1	252,5	1,15	17,8
4,0	48	4,9	262,5	1,188	20,5
4,7	46	4,7	269	1,213	22,3
5,1	45	4,6	272,5	1,225	23,7
5,5	44	4,5	277,5	1,238	24,6
6,2	42	4,3	280	1,25	26,2

Таблица Б.4 – Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{cp} = 85\text{ }^\circ\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Q, м³/час	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	53	5,4	212,5	1,0	9,2
2,1	52	5,3	217,5	1,025	13,9
2,6	51	5,2	222,5	1,0375	16,3
3,3	49	5,0	230	1,075	19,6
4,0	48	4,9	235	1,1	22,9
4,7	46	4,7	240	1,125	25,0
5,1	45	4,6	242,5	1,14	26,6
5,5	43	4,4	250	1,15	26,7
6,2	41	4,3	260	1,16	27,3

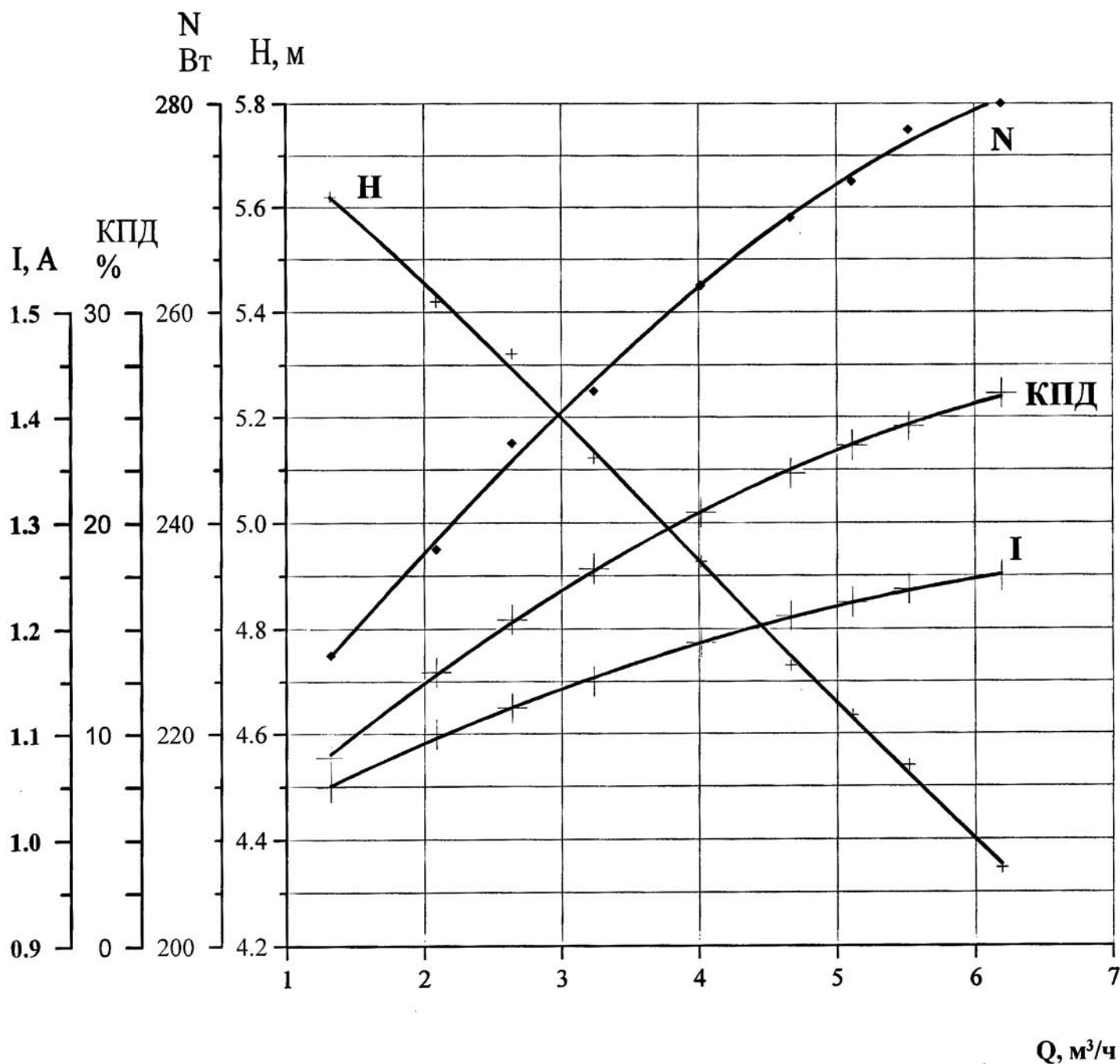


Рис. Б.3. Напорная и энергетические характеристики электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 на холодной воде ($T_{cp} = 21\text{ }^\circ\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

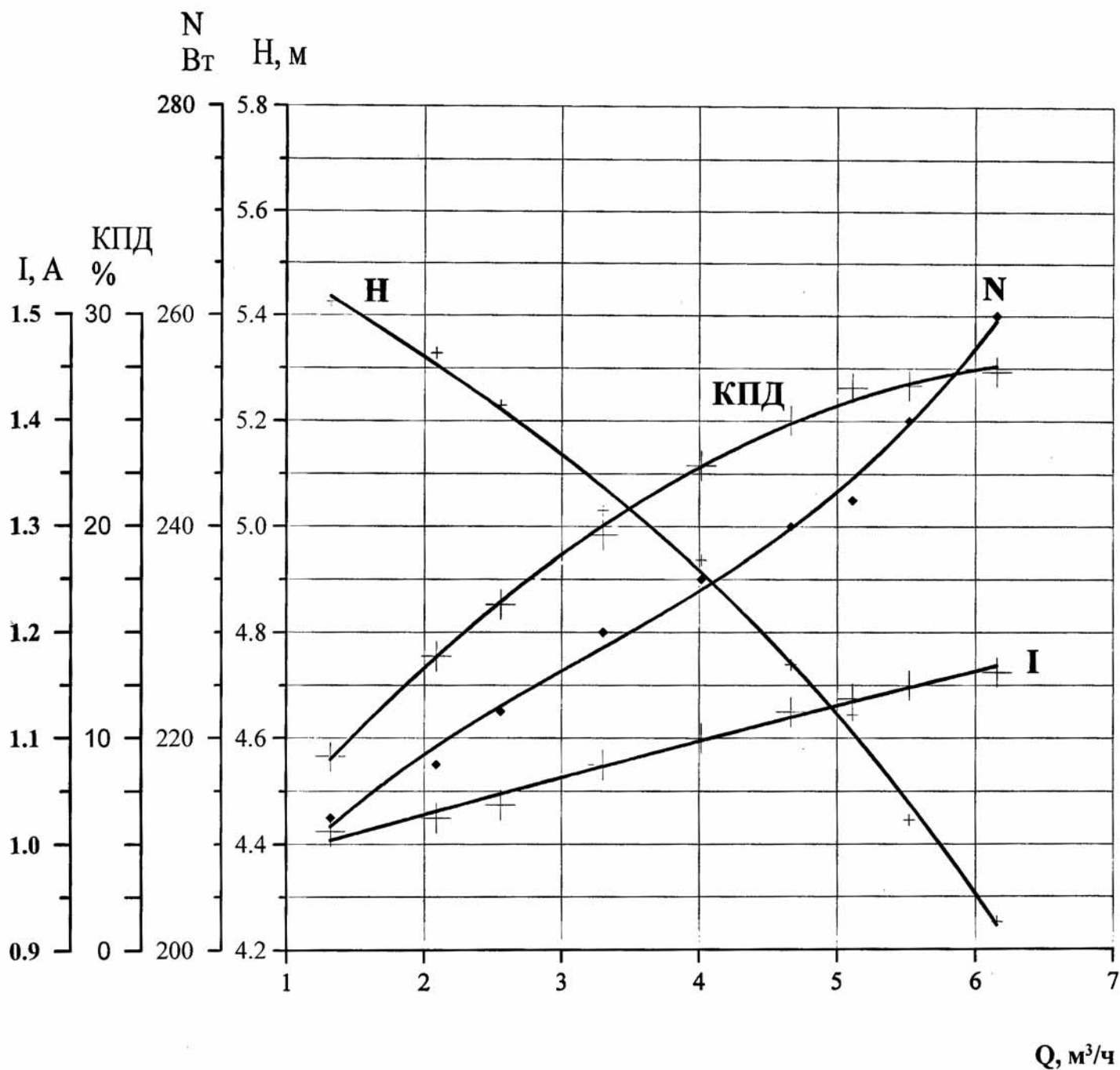


Рис. Б.4. Напорная и энергетические характеристики электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 на горячей воде ($T_{cp}=85\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном}=230\text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F

Таблица Б.5. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на холодной воде при $T_{cp} = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 380\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	54	5,5	160	0,35	12,4
2,1	53	5,4	165	0,35	18,7
2,6	52	5,3	170	0,355	21,8
3,3	50	5,1	175	0,36	26,3
4,0	49,5	5,1	180	0,365	30,8
4,7	49	5,0	185	0,375	34,6
5,2	48	4,9	190	0,38	36,5
5,5	47	4,8	195	0,385	37,3
5,9	46	4,8	200	0,39	38,4
6,4	44,5	4,6	205	0,4	39,1

Таблица Б.6. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{cp} = 86\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 380\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	49,5	5,1	155	0,33	11,7
2,2	49	5,0	160	0,335	18,7
2,6	48	4,9	165	0,34	20,7
3,3	47	4,8	170	0,345	25,4
4,0	46	4,7	175	0,35	29,1
4,7	46	4,7	180	0,36	33,4
5,1	45	4,6	190	0,37	33,9
5,6	44	4,5	195	0,375	35,2
5,9	43	4,4	200	0,38	35,9
6,3	43	4,4	205	0,39	37,2

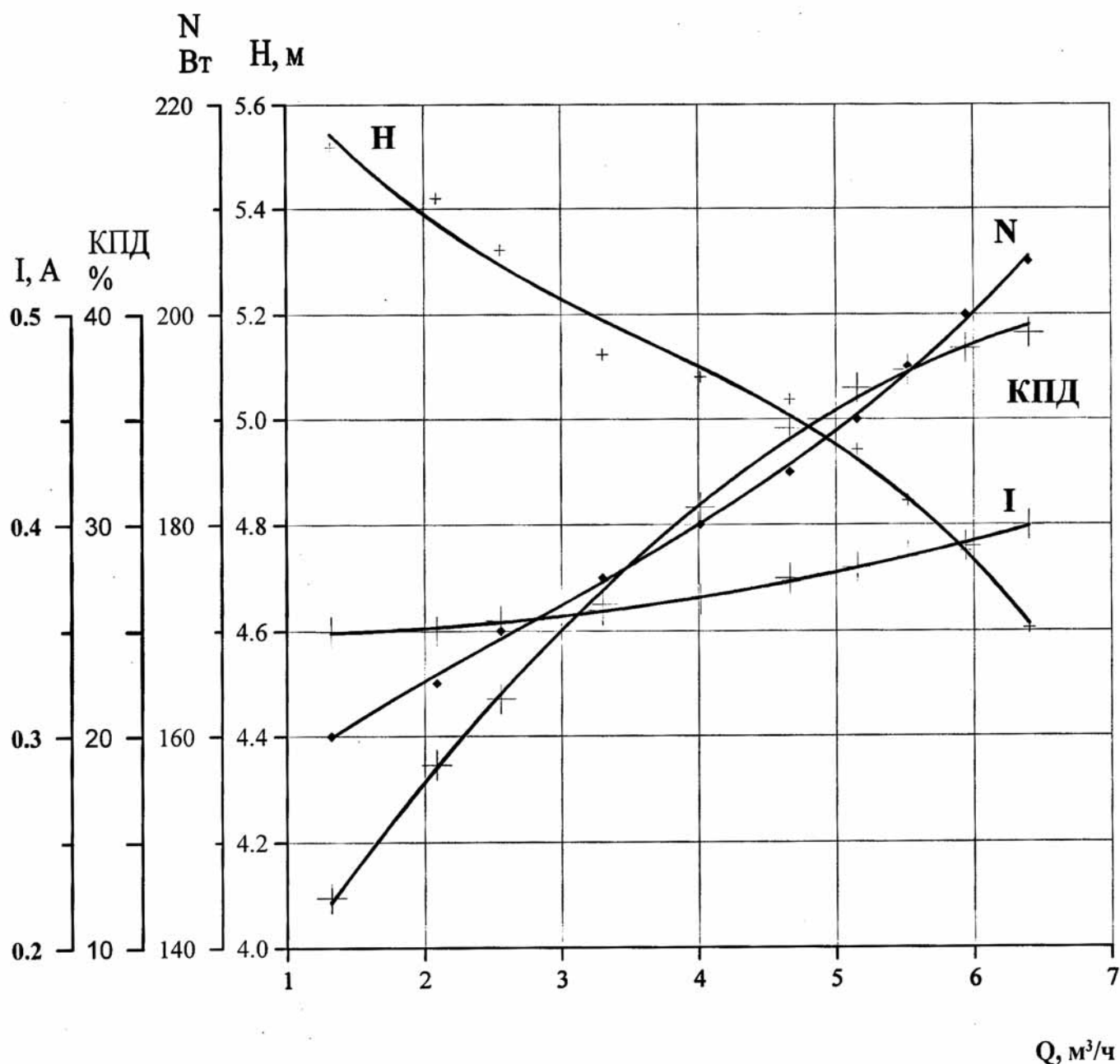


Рис. Б.5. Напорная и энергетические характеристики электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F на холодной воде ($T_{cp} = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 380\text{ В}$)

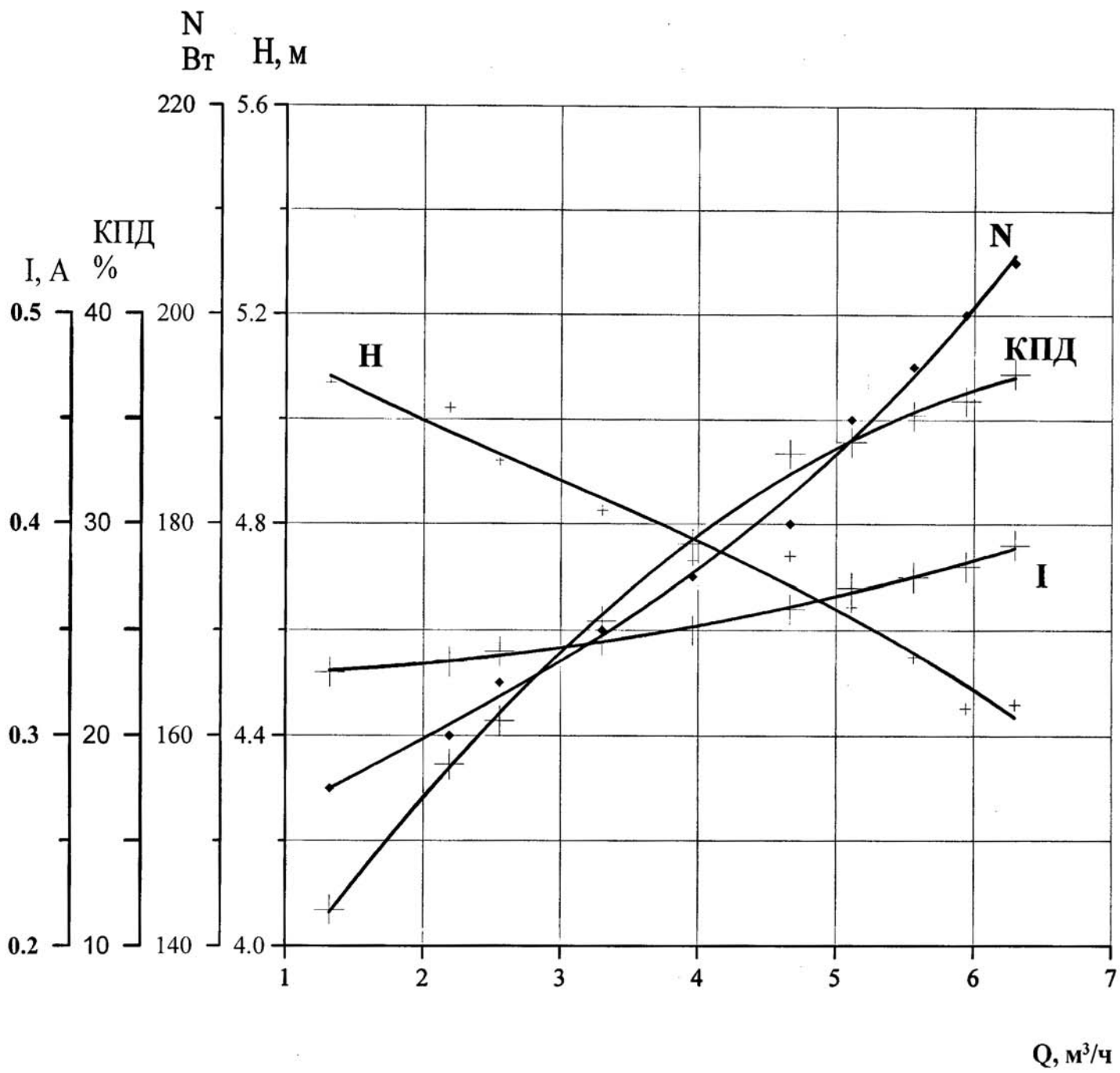


Рис. Б.6. Напорная и энергетические характеристики электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F на горячей воде ($T_{ср} = 86\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 380\text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса DAB мод. ВРН 60/250.40М при отклонении напряжения питания электродвигателя от номинального ($U_{\text{ном}}=230 \text{ В}$)

Таблица Б.7. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{\text{ср}}=86 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U=U_{\text{ном}}+10\%=250 \text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	67	6,9	295	1,25	8,5
2,1	66	6,8	302,5	1,28	12,8
2,6	64	6,6	310	1,31	15,1
3,3	61	6,3	320	1,33	17,8
4,0	58	6,0	322,5	1,35	20,8
4,7	55	5,7	325	1,36	22,0
5,2	52	5,4	330	1,37	23,5
5,9	49	5,1	335	1,4	24,4
6,5	46	4,8	330	1,37	25,0

Таблица Б.8 – Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{\text{ср}}=86 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U=U_{\text{ном}}-20\%=170 \text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	60	6,1	200	1,21	11,2
2,1	57	5,8	212,5	1,28	15,5
2,6	54	5,5	217,5	1,325	18,6
3,2	52	5,3	225	1,375	21,2
4,0	48	4,9	232,5	1,4	23,6
4,7	45	4,6	235	1,425	25,6
5,1	43	4,4	239	1,445	25,9
5,5	40	4,1	240	1,45	26,0
5,9	38	3,9	240	1,46	27,3

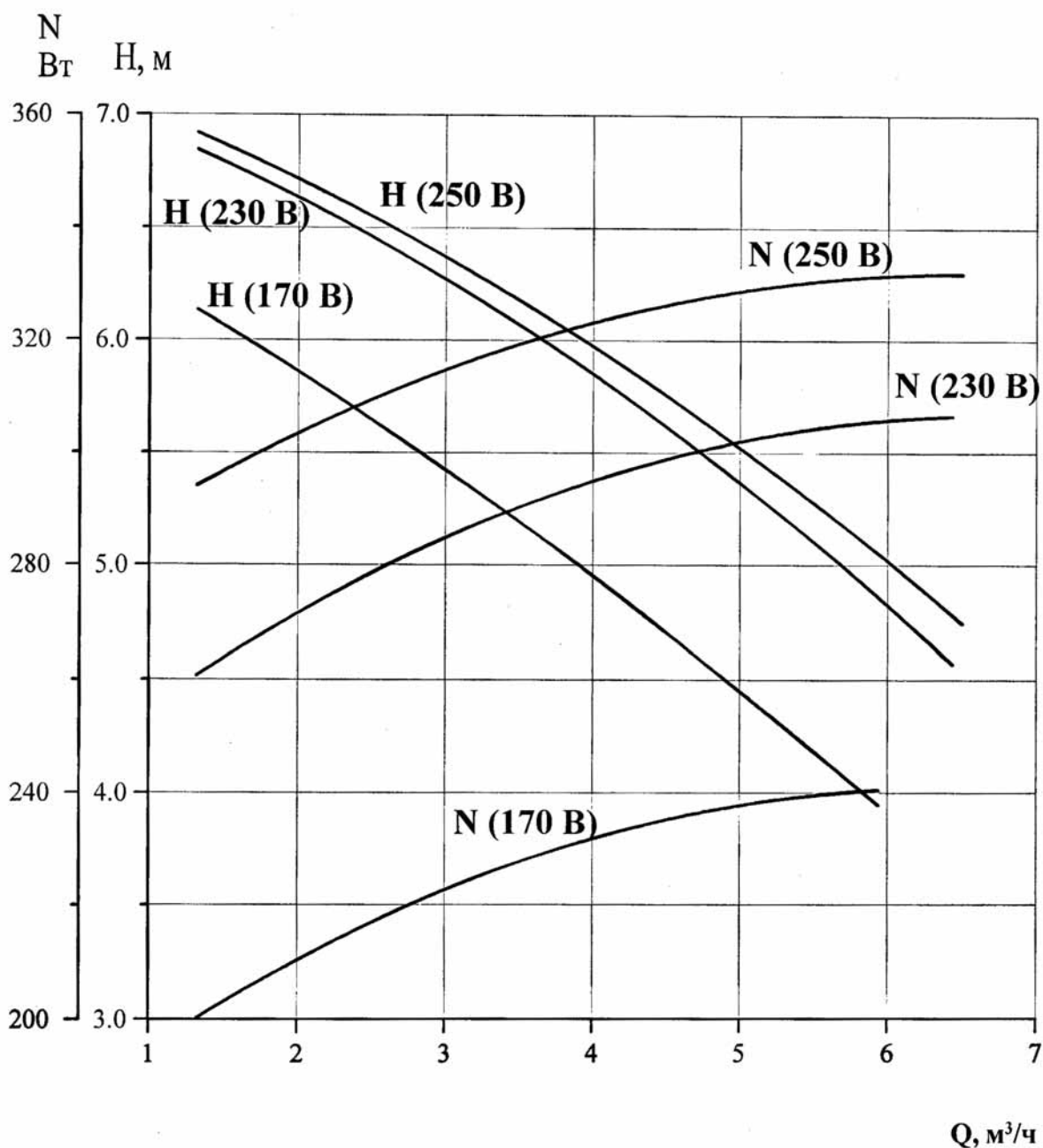


Рис. Б.7. Напорная и энергетические характеристики электронасоса DAB мод. ВРН 60/250.40М на горячей воде ($T_{\text{ср}}=86 \text{ }^\circ\text{C}$) при отклонении напряжения питания электродвигателя от номинального ($U_{\text{ном}}-20\%=170 \text{ В}$ $U_{\text{ном}}+10\%=250 \text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0U250 при отклонении напряжения питания электродвигателя от номинального ($U_{\text{НОМ}}=230 \text{ В}$)

Таблица Б.9. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{\text{ср}}=85 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U=U_{\text{НОМ}}+10\%=250 \text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	55	5,6	230	1,0375	8,8
2,1	53	5,4	235	1,05	13,1
2,6	52	5,3	240	1,0625	15,4
3,3	51	5,2	250	1,0875	18,8
4,0	49	5,0	260	1,125	21,1
4,7	47	4,8	265	1,15	23,2
5,1	46	4,7	270	1,1625	24,4
5,6	44	4,5	275	1,175	25,0
6,3	42	4,4	280	1,2	26,5

Таблица Б.10. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{\text{ср}}=85 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U=U_{\text{НОМ}}-20\%=170 \text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	40	4,1	175	1,0625	8,4
2,1	38	3,9	182,5	1,1	12,1
2,6	36	3,7	187,5	1,125	13,7
3,0	34	3,5	192,5	1,1625	14,5
3,4	32	3,3	197,5	1,2	15,2
4,0	30	3,1	202,5	1,225	16,4
4,4	27	2,8	205	1,2375	16,4
4,8	25	2,6	207,5	1,25	16,5

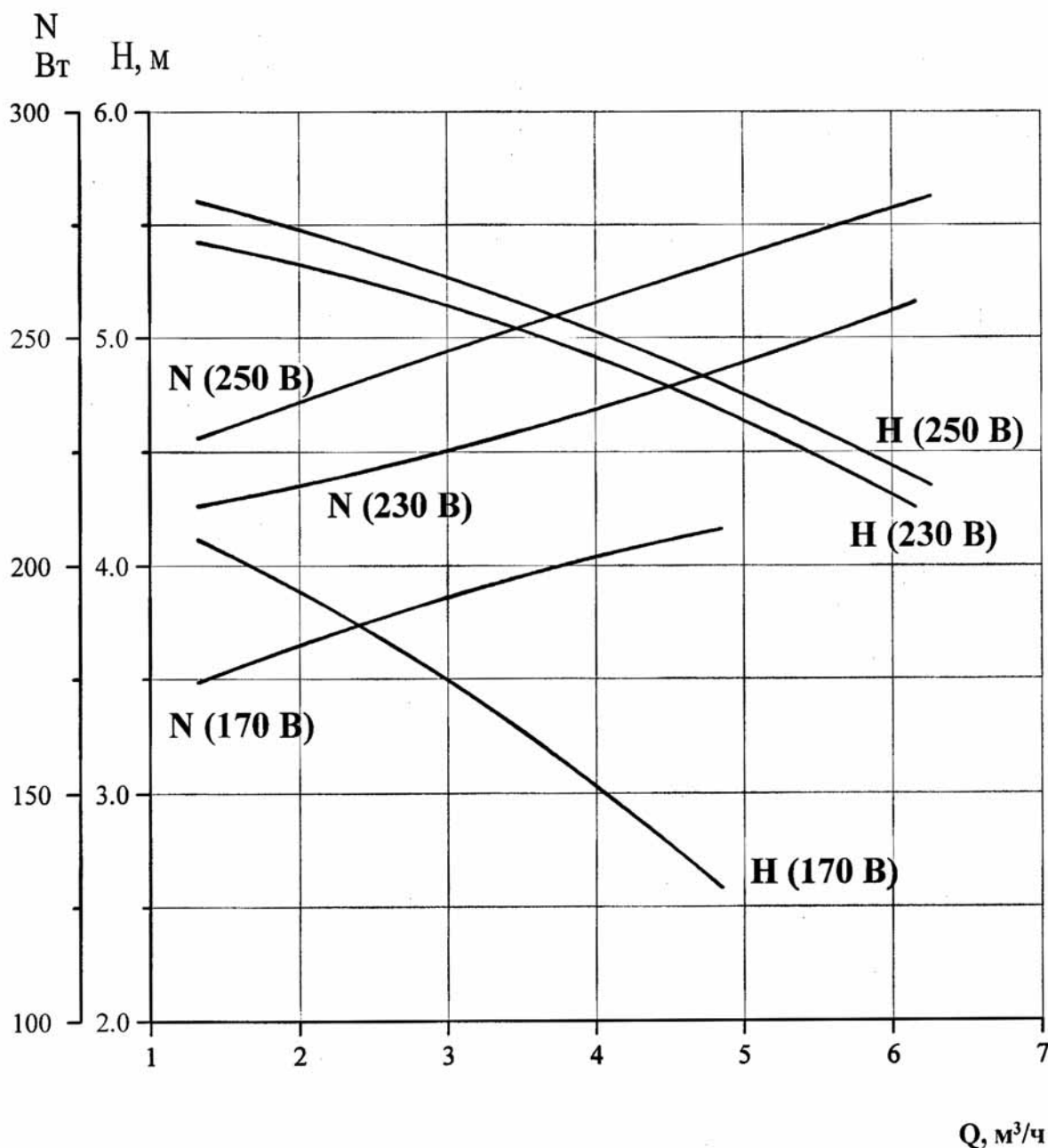


Рис. Б.8. Напорная и энергетические характеристики электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 на горячей воде ($T_{\text{ср}}=85 \text{ }^\circ\text{C}$) при отклонении напряжения питания электродвигателя от номинального ($U_{\text{НОМ}}-20\%=170 \text{ В}$ и $U_{\text{НОМ}}+10\%=250 \text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F при отклонении напряжения питания электродвигателя от номинального ($U_{ном}=380\text{ В}$)

Таблица Б.11. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{ср}=86\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U=U_{ном}+10\%=420\text{ В}$)

Q, м ³ /ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	50	5,1	160	0,34	11,5
1,9	50	5,1	160	0,34	16,2
2,6	49	5,0	165	0,345	21,1
3,3	48	4,9	170	0,35	26,0
4,2	48	4,9	180	0,36	31,1
4,7	48	4,9	185	0,36	33,9
5,1	47	4,8	195	0,37	34,5
5,6	46	4,7	200	0,375	35,9
5,9	46	4,75	205	0,38	37,2
6,4	45	4,6	210	0,39	38,8

Таблица Б.12. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{ср}=86\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U=U_{ном}-10\%=340\text{ В}$)

Q, м ³ /ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	47	4,8	140	0,315	12,3
2,1	46,5	4,8	145	0,32	18,6
2,6	45,5	4,7	150	0,325	22,3
3,3	44,5	4,6	155	0,33	26,4
4,2	43,5	4,5	165	0,345	30,8
4,7	43	4,4	170	0,355	33,0
5,1	43	4,4	175	0,36	35,2
5,5	42	4,3	180	0,37	36,2
6,1	41	4,3	190	0,38	37,2

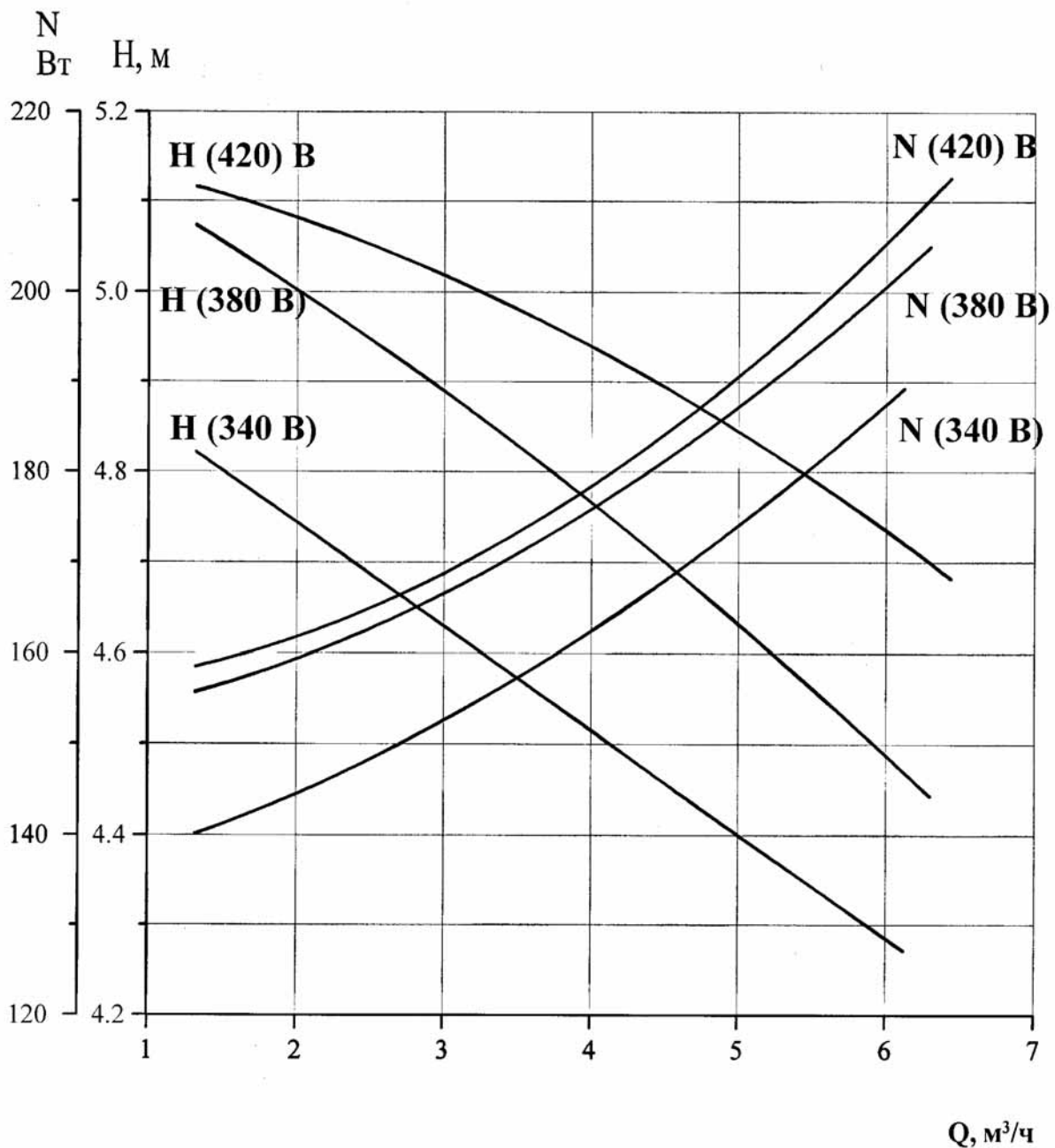


Рис. Б.9. Напорная и энергетические характеристики электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F на горячей воде ($T_{ср}=87\text{ }^{\circ}\text{C}$) при отклонении напряжения питания электродвигателя от номинального ($U_{ном}-10\%=340\text{ В}$ $U_{ном}+10\%=420\text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса DAB мод. ВРН 60/250.40М после проведения ресурсных испытаний (наработке в течении 500 часов)

Таблица Б.13. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на холодной воде при $T_{cp} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	69,5	7,1	260	1,163	9,8
2,2	66,5	6,8	272,5	1,213	14,9
3,0	64,5	6,6	282,5	1,25	19,2
4,0	61,5	6,3	293,5	1,3	23,5
4,7	58,5	6,0	298	1,325	25,6
5,1	56,5	5,8	300	1,338	26,9
5,9	53	5,5	305	1,35	28,6
6,5	50	5,2	308,5	1,375	29,6

Таблица Б.14. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{cp} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	67,5	6,9	250	1,125	9,9
2,2	65	6,6	262,5	1,175	15,1
3,0	62,5	6,4	274	1,225	19,2
4,0	59,5	6,1	282,5	1,255	23,6
4,7	57	5,9	287,5	1,283	25,9
5,1	54,5	5,6	290	1,3	26,9
5,9	51	5,3	295	1,325	28,5
6,5	48	5,0	300	1,338	29,4

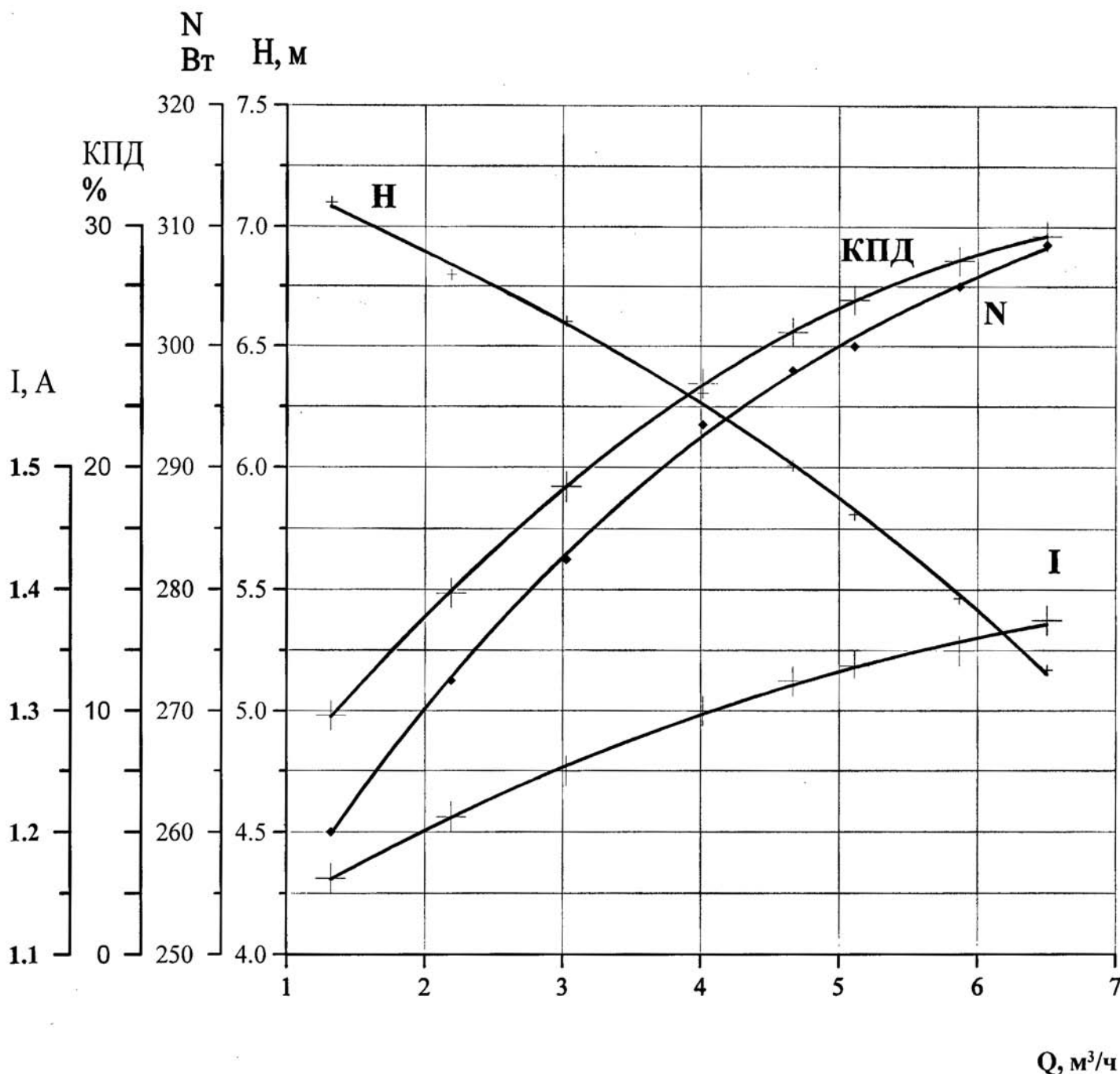


Рис. Б.10. Напорная и энергетические характеристики электронасоса DAB мод. ВРН 60/250.40М на холодной воде после наработки 500 часов ($T_{cp} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

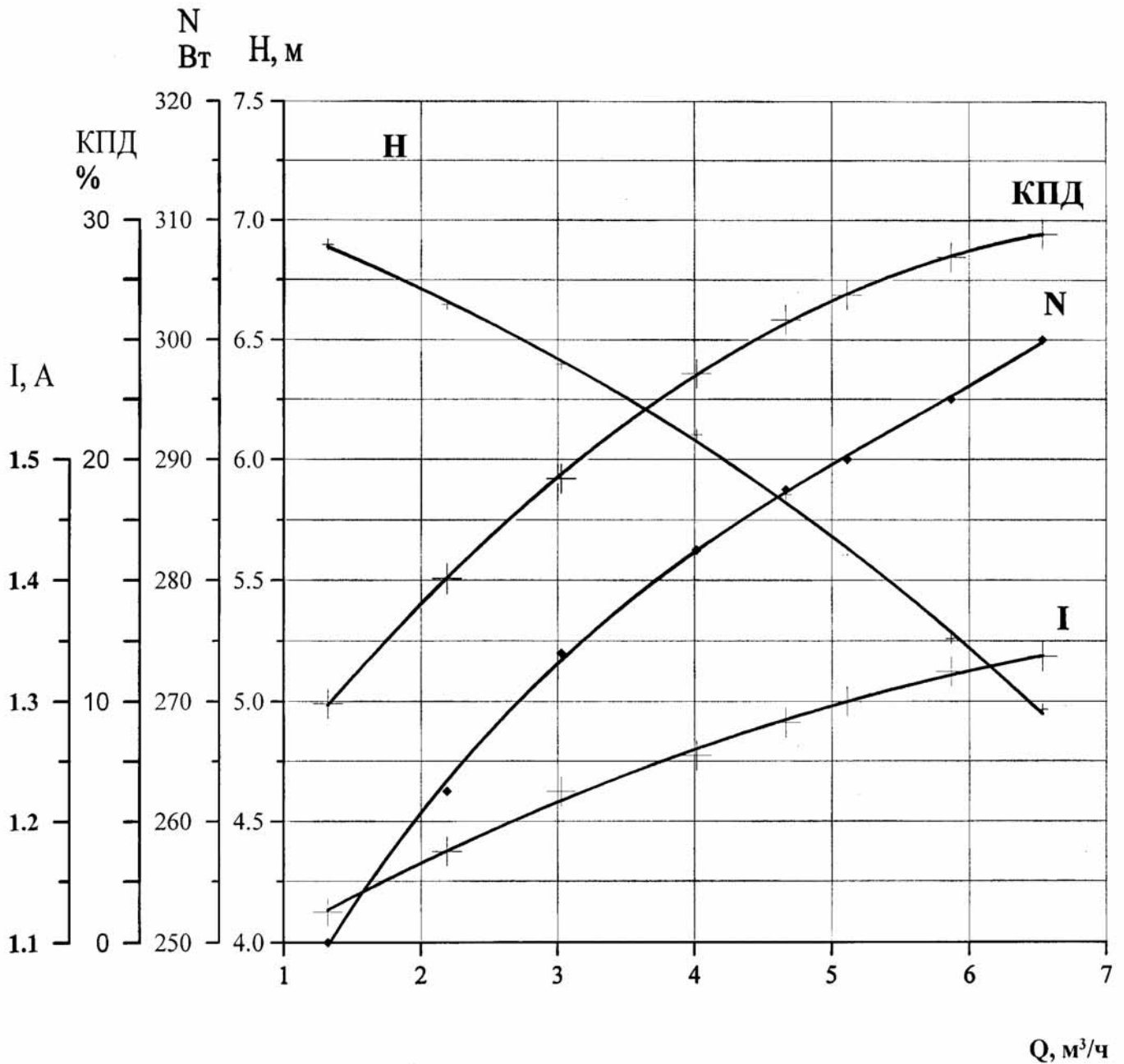


Рис. Б.11. Напорная и энергетические характеристики электронасоса DAB мод. ВРН 60/250.40М на горячей воде после наработки 500 часов ($T_{cp} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0U250 после проведения ресурсных испытаний (наработки в течении 500 часов)

Таблица Б.15. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на холодной воде при $T_{cp} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	57	5,8	205	0,95	10,2
2,1	54,5	5,6	215	0,995	14,7
2,6	53,5	5,5	222,5	1,025	17,7
3,2	52,5	5,4	230	1,05	20,6
4,0	50,5	5,2	240	1,088	23,6
4,7	48,5	5,0	249	1,12	25,4
5,1	47,5	4,9	253,5	1,138	26,8
5,5	46	4,7	257,5	1,15	27,7
6,2	43	4,4	265	1,188	28,3

Таблица Б.16. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{cp} = 86\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 230\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	55	5,6	200	0,95	10,1
2,1	52,7	5,4	207,5	0,988	14,8
2,6	51,5	5,3	214	0,988	17,1
3,3	50	5,1	222,5	1,013	20,7
4,0	48,5	5,0	231	1,05	23,5
4,7	46,5	4,8	239	1,08	25,4
5,1	45	4,6	242,5	1,1	26,6
5,5	44	4,5	247	1,113	27,6
6,2	42	4,3	252,5	1,133	28,8

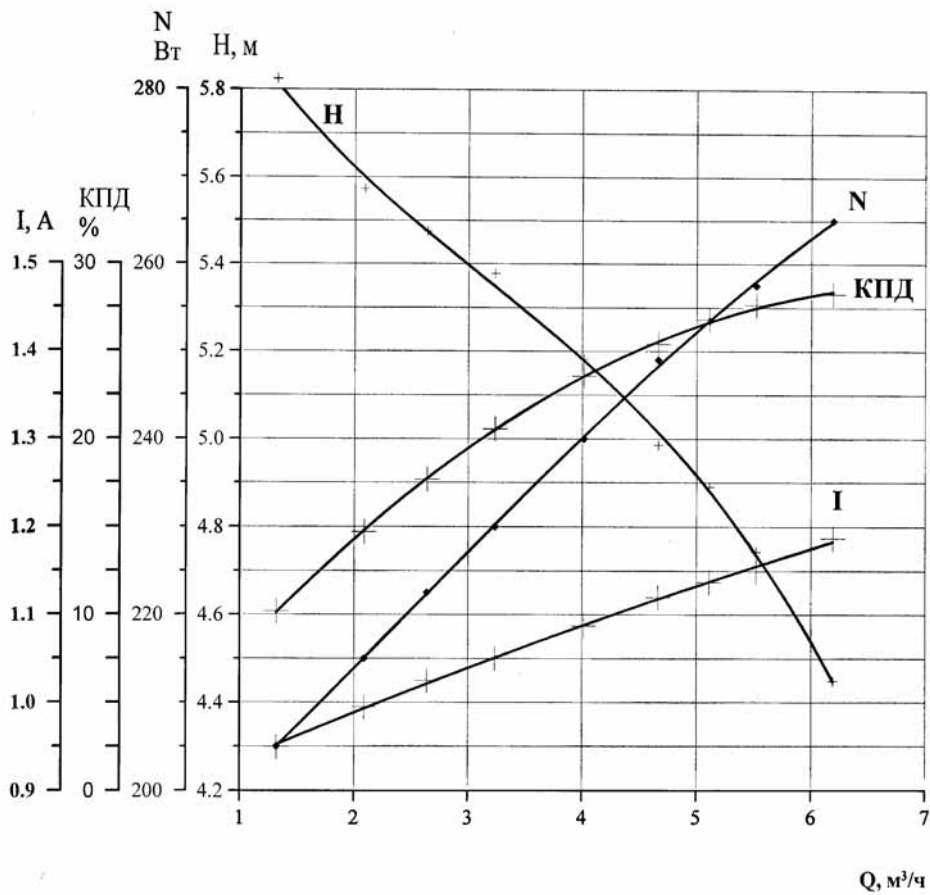


Рис. Б.12. Напорная и энергетические характеристики электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 на холодной воде после наработки 500 часов ($T_{\text{ср}} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U_{\text{ном}} = 230 \text{ В}$)

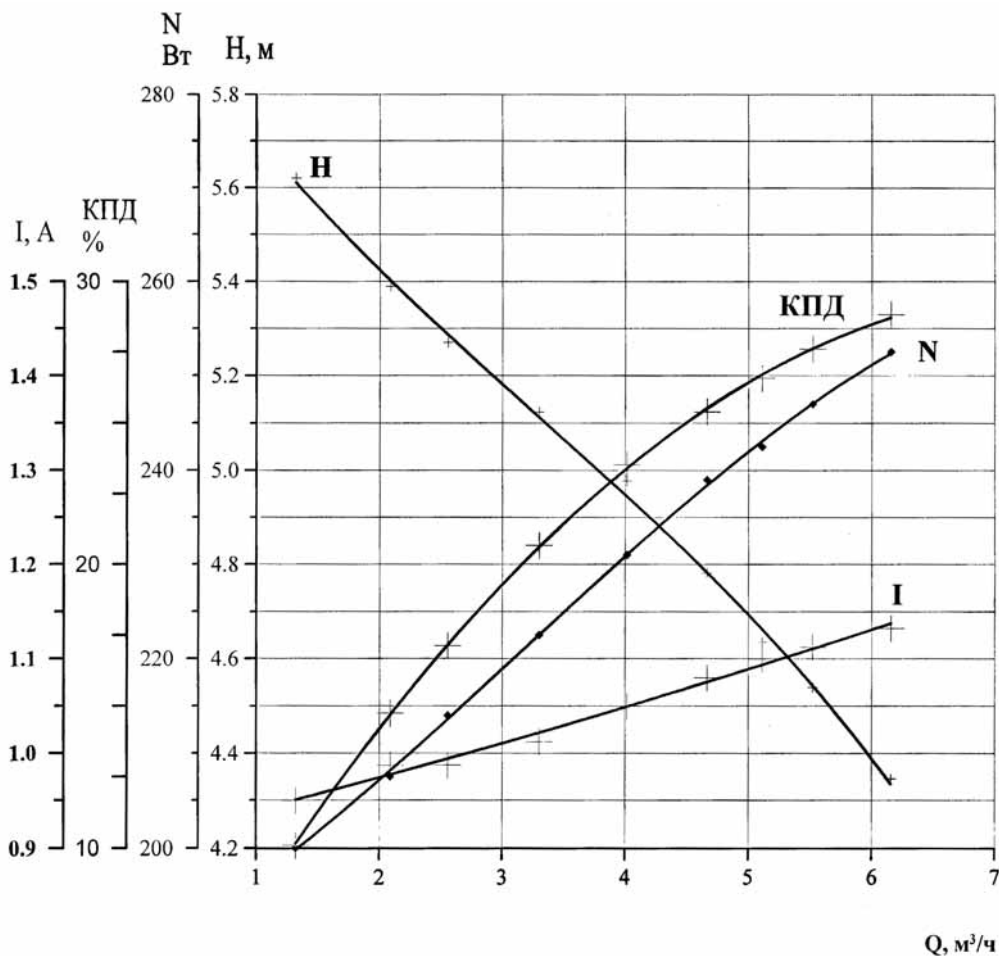


Рис. Б.13. Напорная и энергетические характеристики электронасоса WIRBEL мод. HUP 40-6,0 U250 на горячей воде после наработки 500 часов ($T_{\text{ср}} = 86 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U_{\text{ном}} = 230 \text{ В}$)

Параметрические испытания электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F
после проведения ресурсных испытаний (наработке в течении 500 часов)

Таблица Б.17. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на холодной воде при $T_{ср} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 380\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	51,5	5,3	150	0,325	12,6
2,1	51	5,2	155	0,33	19,1
2,6	50,5	5,2	160	0,335	22,5
3,3	50	5,1	165	0,34	27,9
4,0	49	5,0	175	0,35	31,4
4,7	48,5	5,0	183	0,36	34,6
5,2	48	4,9	190	0,365	36,5
5,5	48	4,9	195	0,37	38,1
5,9	47,5	4,9	205	0,39	38,7
6,4	46	4,8	215	0,395	38,5

Таблица Б.18. Напорная и энергетическая характеристики электронасоса, полученные на стенде (на горячей воде при $T_{ср} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 380\text{ В}$)

Q, м³/ч	dP, кПа	H, м	N, Вт	I, А	КПД, %
1,3	48,5	5,0	147	0,312	12,1
2,2	47,5	4,9	150	0,317	19,3
2,6	46,8	4,8	155	0,32	21,5
3,3	46,5	4,8	160	0,33	26,7
4,0	46	4,7	170	0,34	29,9
4,7	45,5	4,7	180	0,35	33,0
5,1	45	4,6	185	0,357	34,9
5,5	44,5	4,6	190	0,363	36,3
5,9	44	4,5	195	0,37	37,7
6,3	43,5	4,5	205	0,38	37,6

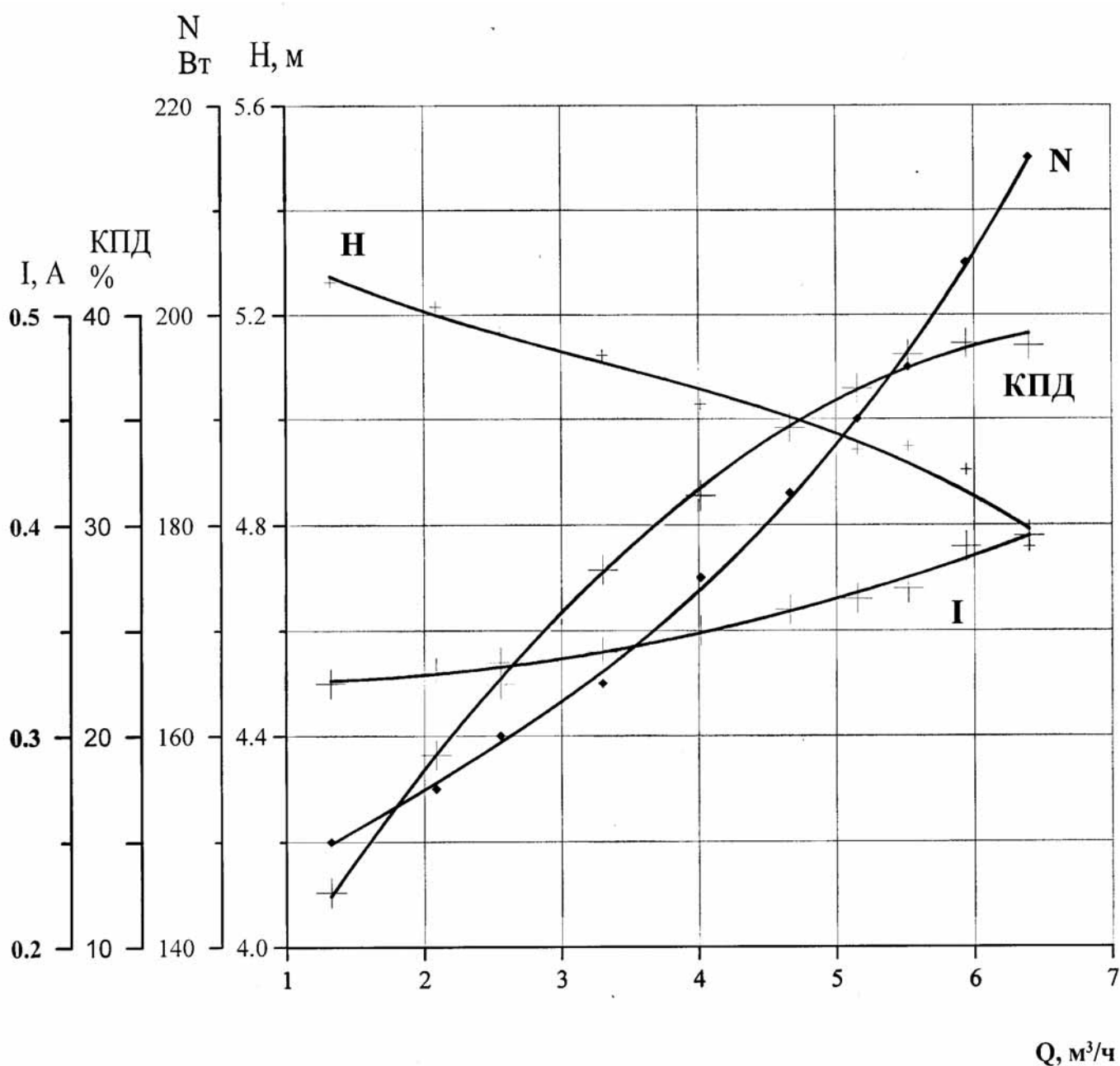


Рис. Б.14. Напорная и энергетические характеристики электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F на холодной воде после наработки 500 часов ($T_{ср} = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $U_{ном} = 380\text{ В}$)

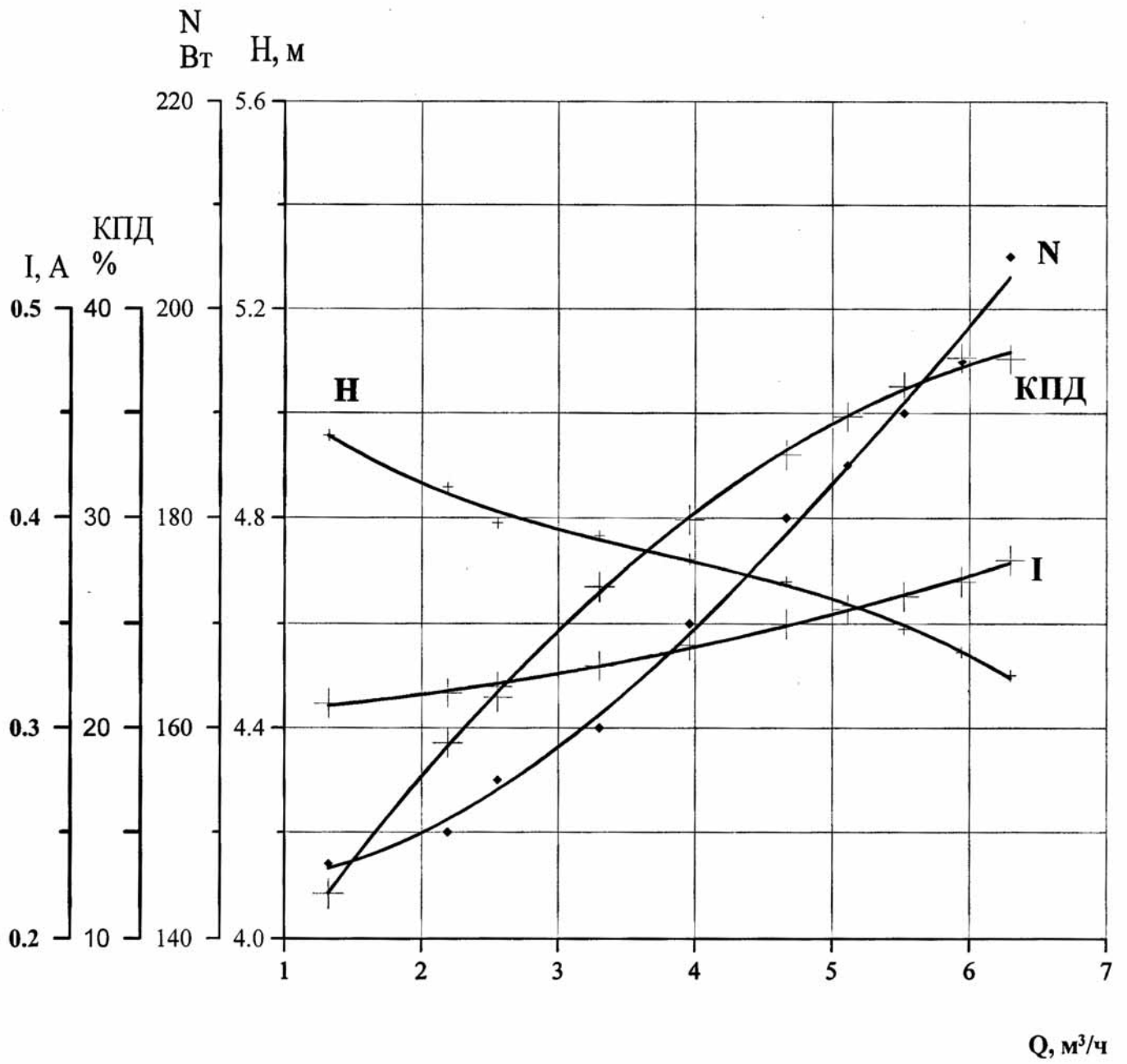


Рис. Б.15. Напорная и энергетические характеристики электронасоса GRUNDFOS мод. UPS 40-60/2F на горячей воде после наработки 500 часов ($T_{\text{ср}} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$ и $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$)

Wirbel

ДИАЛЕКТИКА
НАДЕЖНОСТИ



Москва "ИНТЕРМА" (495) 783-7000
783-9228

Санкт-Петербург
"ИНТЕРМА-СПб" (812) 380-6865
380-6866

Нижний Новгород
"ИНТЕРМА-НН" (8312) 61-8383
33-9409

Казань "ИНТЕРМА-К" (843) 273-7322
273-7312

Воронеж "ИНТЕРМА-В" (4732) 79-3300
79-4849

Эффективная работа при нестабильном напряжении

Отсутствие шума и вибрации

Клеммная коробка внутри корпуса

Рабочее колесо из стали высокого качества для фланцевых насосов серии HUP/HUPD

ГРУППА КОМПАНИЙ ИНРОСТ
ИНТЕРМА™
СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ
WWW.INTERMA.RU