ТИПОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ

СЕРИЯ 3.901.1-15

ТРУБЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ НИЗКОНАПОРНЫЕ ЦЕНТРОБЕЖНОПРОКАТНЫЕ ДИАМЕТРОМ 600 ... 1600 мм

ВЫПУСК 0

ЧАСТЬ 1 (СТР. 1...112)

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

24910-01

gost.e-ecolog.ru

Пров. Мая 14. 11-91г Кон. Кожухов

ТИПОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ

СЕРИЯ 3.901.1-15

ТРУБЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ НИЗКОНАПОРНЫЕ ЦЕНТРОБЕЖНОПРОКАТНЫЕ ДИАМЕТРОМ 600... 1600 мм

ВЫПУСК 0

ЧАСТЬ 1 (СТР. 1...112)

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

РАЗРАБОТАНЫ
В/О «СОЮЗВОДПРОЕКТ»

ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА В/О СОЮЗВОДПРОЕКТ — Б.В. ОРЛОВ

НАЧ. ОТДЕЛА ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ — Ю.А. ТЕВЕЛЕВ

ГЛ. ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА — Г.Н. МАЛЮТИН

УТВЕРЖДЕНЫ
И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ
С 01.06.91
ГОСКОНЦЕРНОМ СССР «ВОДСТРОЙ»
ПРОТОКОЛ ОТ 10.01.91
№ 836

Обозначение документа	Наименование	Стр.
3.901.1-15.0-ПЗ	Пояснительная записка	3
-1НИ	Номенклатура изделий	12
-2	Графики прочностных характеристик труб	13
-3	Графики расчета трубопроводов диаметром 600 мм	17
-4	Графики расчета трубопроводов диаметром 800 мм	49
-5	Графики расчета трубопроводов диаметром 1000 мм	81
-6	Графики расчета трубопроводов диаметром 1200 мм	113
-7	Графики расчета трубопроводов диаметром 1400 мм	145
-8	Графики расчета трубопроводов диаметром 1600 мм	177
-9	Типы оснований под трубопроводы и объемы засыпки пазух	209

				3.901.1 - 15.0			
Инж.	Лазонова			Содержание	Стадия	Лист	Листов
Вед.инж.	Рустамбеков				Р		1
ГИП	Малютин				В/о „Союзводпроект"		
Н.контр.	Малютин						
Нач.отд.	Тевелев						

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

24910-01 3

1. Введение

1.1. В состав серии 3.901.1-15 "Трубы железобетонные низконапорные центробежнопрокатные диаметром 600...1600 мм" входят выпуск 0-"Материалы для проектирования".
Выпуск 1-"Рабочие чертежи"

1.2. Материалы для проектирования трубопроводов, помещенные в настоящем выпуске, содержат:
- пояснительную записку с примерами расчета;
- графики прочностных характеристик труб;
- графики расчета трубопроводов;
- конструктивные характеристики оснований для приведенных в выпуске способов опирания;

1.3. Приведенные в выпуске материалы допускают применение труб в районах несейсмических и с сейсмичностью до 9 баллов с обычными геологическими условиями и не распространяются на прокладку трубопроводов:
- в зонах вечномерзлых и просадочных грунтов;
- на подрабатываемых территориях;
- на участках, подверженных оползням и карстообразованиям;
- под железными дорогами;
- под промышленными площадками со специальными транспортными средствами.

2. Общая часть

2.1. Материалы данного выпуска определяют условия применения железобетонных низконапорных раструбных труб, рабочие чертежи которых даны в выпуске 1.

2.2. Трубы предназначены для устройства подземных низконапорных трубопроводов, транспортирующих неагрессивные жидкости с температурой не выше 313°К. Если транспортируемые жидкости или грунты являются агрессивными по отношению к железобетону или резиновым уплотнительным кольцам, следует в каждом конкретном случае предусматривать защитные мероприятия труб от коррозии в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85.

2.3. Трубы по напорности в соответствии с ГОСТ 26000-86 приняты трех классов:
Н3 - на расчетное внутреннее давление 0,3 МПа;
Н1у - на расчетное внутреннее давление 0,2 МПа;
Н1 - на расчетное внутреннее давление 0,1 МПа.

2.4. Трубы рассчитаны как конструкции 1 категории трещиностойкости, в которых при любых сочетаниях нагрузок не допускается образование трещин.

2.5. Прочностные характеристики труб установлены расчетом на совместное воздействие на трубу внутреннего давления (по п. 2.3) и внешней нагрузки, подсчитанной для усредненных условий укладки по ГОСТ 26000-86.

Внешняя нагрузка включает в себя:
- давление грунта;
- временную нагрузку на поверхности земли;

			3.901.1-15.0-ПЗ		
Инж.	Лазонова		Пояснительная записка	Стадия: Р	Лист: 1	Листов: 9
Вед. инж.	Рустамбеков				
ГИП	Малютин				
Н. контр.	Малютин			в/о „Союзводпроект"	
Нач. отд.	Гевелев				

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

- вес транспортируемой жидкости;
- собственный вес труб.

Для удобства расчета все виды внешних нагрузок приводятся к двум линейным вертикальным нагрузкам, приложенным по верхней и нижней образующим цилиндра трубы по направлению к ее оси и эквивалентным по максимальному изгибающему моменту действию фактических нагрузок.

Такая нагрузка называется приведенной (см. рис.1).

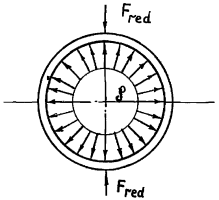


Рис. 1. Схема действия нагрузок.

Fred - расчетная внешняя приведенная нагрузка;

P - расчетное внутреннее давление

2.6. Несущая способность труб определяется графиками прочностных характеристик, устанавливающими предельные соотношения (по расчету на трещиностойкость) между внешней приведенной нагрузкой "Fred" и внутренним давлением "P ".

Все трубопроводы рассчитываются на основное сочетание нагрузок, включающее в себя:

расчетное внутреннее давление, равное наиболее возможному по условиям эксплуатации давлению без учета его повышения при гидравлическом ударе (рабочее давление);

внешнюю нагрузку по п. 2.5.

При возможности появления в трубопроводе гидравлического удара трубы должны быть проверены на особое сочетание нагрузок. При этом в расчетном внутреннем давлении учитывается и давление гидравлического удара, определенное с учетом действия противоударной арматуры.

Коэффициенты сочетания нагрузок принимаются по п.1.12 СНиП 2.01.07-85 "Нагрузки и воздействия", равные:

- в основных сочетаниях для длительных нагрузок - 0,95;
  для кратковременных - 0,9;
- в особых сочетаниях для длительных нагрузок - 0,95;
  для кратковременных - 0,8.

2.7. Графики прочностных характеристик дают возможность по заданной величине расчетного внутреннего давления в трубопроводе определить максимально допустимую величину расчетной внешней приведенной нагрузки и наоборот.

Примеры пользования графиками даны в разделе 5.

2.8. Для сокращения времени поиска оптимальных вариантов условий укладки труб разных классов напорности построены графики расчета трубопроводов для двух сочетаний нагрузок на основании графиков прочностных характеристик труб и определения приведенных внешних нагрузок для различных:

- видов грунтов основания и засыпки;
- типов основания;
- степени уплотнения грунтов засыпки.

Каждая из кривых, нанесенных на этих графиках, соответствует следующим условиям укладки труб:

(1) – на плоское грунтовое основание с нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки;

(2) – то же, с повышенной степенью уплотнения;

(3) – на грунтовое спрофилированное основание с углом охвата трубы 75° и нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки;

(4) – то же, с повышенной степенью уплотнения;

(5) – на грунтовое спрофилированное основание с углом охвата трубы 90° и нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки;

(6) – то же, с повышенной степенью уплотнения;

(7) – на бетонный фундамент с углом охвата трубы 120° с нормальной степенью уплотнения грунтов засыпки;

(8) – то же, с повышенной степенью уплотнения.

2.9. Графики расчета трубопровода дают возможность без дополнительных расчетов определять предельно допустимые соотношения между расчетным внутренним давлением и глубиной заложения труб „h" (до верха труб) в пределах от 1 до 4 м для различных условий укладки труб.

Примеры пользования графиками даны в разделе 5.

2.10. При глубине заложения труб менее 1 и более 4 м, при временной нагрузке, отличной от НГ-60, а так же при особых условиях укладки труб необходимо определить внешние нагрузки и проводить расчет трубопровода по соответствующим графикам прочностных характеристик труб.

3. Основные положения по проектированию трубопроводов

3.1. Классификация грунтов

Грунты основания и засыпки по своим физическим характеристикам, оказывающим влияние на напряженное состояние трубопровода, разделяются на условные группы в соответствии с таблицами 1 и 2. Слабые грунты (илы, торфы, сильноторфованные, свалочные и т.п.) не могут служить основанием трубопровода и в состав приведенных в табл. 1 групп не входят.

Условные группы грунтов основания — Таблица 1

Виды грунтов		Модуль деформации, Eгр, мпа	Условные группы			
			Гр-1	Гр-2	Гр-3	Гр-4
Пески гравелистые, крупные, средней крупности	рыхлые	Eгр < 25	+			
	ср. плотности	25 ≤ Eгр < 40		+		
	плотные	Eгр ≥ 40			+	
Пески мелкие	рыхлые	Eгр < 20	+			
	ср. плотности	20 ≤ Eгр < 33		+		
	плотности	Eгр ≥ 33			+	
Пески пылеватые	ср. плотности	Eгр < 18	+			
	плотные	Eгр ≥ 18		+		
Супеси		Eгр < 9	+			
		9 ≤ Eгр < 22		+		
		22 ≤ Eгр < 40			+	
		Eгр ≥ 40				+
Суглинки		Eгр < 7	+			
		7 ≤ Eгр ≤ 17		+		
		17 ≤ Eгр < 30			+	
		Eгр ≥ 30				+
Глины		Eгр < 5	+			
		5 ≤ Eгр < 13		+		
		13 ≤ Eгр < 23			+	
		Eгр ≥ 23				+
Скальные грунты						+

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Условные группы грунтов засыпки Таблица 2

Условная группа	Виды грунтов	Нормативный удельный вес грунта, кН/м³
Гз-1	Пески, кроме пылеватых	16,7
Гз-2	Пески пылеватые	16,7
Гз-3	Супеси, суглинки	17,7
Гз-4	Глины	18,6

3.2. Способы опирания труб на основание и степень уплотнения грунтов засыпки.

При построении графиков расчета трубопроводов принято четыре способа опирания труб на основание:

- укладка труб на плоское грунтовое основание;
- укладка труб на грунтовое основание, спрофилированное по форме трубы с углом охвата 75°;
- то же, с углом охвата 90°;
- укладка на бетонный фундамент с углом охвата 120°.

3.3. Предусмотрены две степени уплотнения грунтов засыпки: нормальная и повышенная. Нормальное уплотнение грунта достигается путем послойного (не более 200мм) трамбования, обеспечивающего уплотнение грунта с коэффициентом Ксот не менее 0,85 (Ксот равен отношению проектной плотности скелета грунта к максимальной его плотности, полученной по методике ГОСТ 22733-77). Повышенное уплотнение грунта обеспечивается уплотнением с коэффициентом Ксот ≥ 0,93 на высоту не менее 200мм над трубой. Степень уплотнения должна контролироваться и оформляться актом на скрытые работы.

При засыпке пазух грунт необходимо уплотнять одновременно с обеих сторон. При укладке труб в траншею уплотнение грунта производят по всей ее ширине, а при укладке в насыпи-на ширину двух диаметров трубопровода с каждой стороны.

Условия засыпки трубопровода выше 200мм над ним должны обеспечивать сохранность труб. Степень уплотнения этого грунта не влияет на напряженное состояние трубопровода.

3.4. Выбор способа опирания труб и степени уплотнения грунтов для конкретного трубопровода должен, как правило, производиться на основании технико-экономического сравнения возможных вариантов.

3.5. Ширина траншеи устанавливается в проекте производства работ в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01-87.

3.6. Основание траншеи должно обеспечивать плотное прилегание трубопровода по всей его длине.

3.7. При наличии в основании крупнообломочных и скальных грунтов необходимо под трубами устраивать подушку из песчаных грунтов толщиной не менее 10см над выступающими неровностями основания. При наличии в основании макрых связных грунтов (суглинки, глины) необходимость устройства подушки из песчаного грунта устанавливается проектом трубопровода в зависимости от способа производства работ.

3.8. В илистых и других слабых грунтах с нормативным сопротивлением менее 1 кгс/см², а также при залегании в

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

основании грунтов с различными модулями деформации необходимо устройство искусственных оснований или специальных фундаментов, разрабатываемых в проекте конкретного трубопровода.

4. Расчетные приведенные внешние нагрузки.

4.1. Расчетная приведенная внешняя нагрузка на 1м трубопровода "Fred" кН/м равна:

$$Fred = F_{гр} + F_{тр} + F_{ж} + F_{с.в.} \qquad (1)$$

(с учетом коэффициентов сочетания по п.1.12 СНиП 2.01.07-85), где: давление грунта

- В насыпи $F_{гр.н.} = \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot h \cdot de \cdot d_2 \cdot z \cdot \beta$ (2)

В траншее * $F_{гр.т} = \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot h \cdot B \cdot d_1 \cdot \psi \cdot z \cdot \beta$ (3)

Временная нагрузка на поверхности земли:

$$F_{тр.} = \gamma_f \cdot U_n \cdot de \cdot M \cdot d_2 \cdot z \cdot \beta \qquad (4)$$

Вес жидкости в трубе:

$$F_{ж} = \gamma_f \cdot 0.785 \cdot \gamma_{wn} \cdot d_i^2 \cdot z \cdot \beta \qquad (5)$$

Собственный вес труб:

$$F_{с.в} = \gamma_f \cdot 3.14 \cdot \gamma_{mn} \cdot t \cdot \frac{de+d_i}{2} \cdot z \cdot \beta \qquad (6)$$

* – для трубопроводов в траншеях определение давления грунта необходимо производить по формулам (2) и (3), принимая окончательным меньшее значение.

4.2. В приведенных формулах:

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый:
- 1,15 – для давления грунта
- 1,0 – для транспортной нагрузки и веса жидкости
- 1,1 – для собственного веса труб.

γ_n – нормативный удельный вес грунта засыпки кН/м³ (нормативный удельный вес взвешенного в воде грунта определяется по формуле:

$\gamma_{3wn} = \frac{\gamma_n}{1+E}$, кН/м³, где E – коэффициент пористости)

γ_{wn} – нормативный удельный вес транспортируемой жидкости кН/м³

γ_{mn} – нормативный удельный вес материала труб, кН/м³ (для железобетона 24,6 кН/м³)

U_n – нормативное равномерно распределенное давление от транспортных нагрузок, кН/м², принимаемое по табл. 3; 4

h – глубина заложения трубопровода (до верха труб), м

$de; d_i$ – соответственно, наружный и внутренний диаметр труб, м

B – ширина траншеи на уровне верха труб, м

t – толщина стенки труб, м

d_2 – коэффициент концентрации давления грунта в насыпи для жестких труб, определяемый;
- при $h/de \geq 2,5$ – по табл. 5
- при $h/de < 0,5$ – равным 1,0
- при $0,5 \leq h/de < 2,5$ – по формуле $d_2' = 1,04\left[d_2 - 0,04 - (d_2 - 1)\left(\frac{de}{2h}\right)^2\right]$

d_1 – коэффициент, зависящий от отношения $\frac{h}{B_m}$ и типа грунта засыпки, принимаемый по рис.2 (B_m – ширина траншеи, м, на уровне середины расстояния между поверхностью земли и верхом трубопровода);

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Таблица 3

Приведенная глубина заложения трубопровода „Hпр", м	Нормативное равномерно распределенное давление „Vп", кН/м², от гусеничной нагрузки НГ-60 при наружном диаметре трубопровода „Dн" в м						
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	≥1,3
0,6	62,0	61,0	60,0	58,0	56,0	53,0	50,0
0,75	45,7	45,0	44,2	43,5	42,5	41,7	41,0
1,00	36,2	36,0	35,5	35,0	35,0	35,0	35,0

Таблица 4

Приведенная глубина заложения трубопровода „Hпр", м	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,0
„Vп", кН/м² для трубопроводов всех диаметров	30,4	25,9	22,1	19,1	17,9	16,8	15,8	14,8	14,0	13,2	12,4	11,6
Приведенная глубина заложения трубопровода „Hпр", м	4,25	4,5	4,75	5,0	5,25	5,5	5,75	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
„Vп" кН/м² для трубопроводов всех диаметров	10,6	10,0	9,3	8,6	7,9	7,3	6,8	6,3	5,5	4,8	4,4	4,0

Значения коэффициента „$d_г$"

Таблица 5

Условные группы грунтов основания	Типы основания				При устройстве под трубопроводом жесткого ленточного фундамента на сваях
	Грунтовое			бетонное	
	Плоское	Профилированное по форме трубы с углом охвата			
		75°	90°	120°	
Го-1	1.10	1,15	1.20	1.30	1.60
Го-2	1.25	1.28	1.30	1.40	
Го-3	1.40	1.43	1,45	1.50	
Го-4	1.60	1.60	1.60	1.60	

ψ - коэффициент, учитывающий разгрузку трубы грунтом пазух, определяемый по формуле:

$$\psi = \frac{1}{1+0{,}125\cdot\frac{E_{гр}}{E}\cdot\left(\frac{d_m}{t}\right)^3\cdot\left(\frac{B}{d_e}-1\right)}$$

где $E_{гр}$ - нормативный модуль деформации грунта засыпки пазух, МПа

E - модуль упругости материала труб, МПа

d_m - средний диаметр труб, м

μ - динамический коэффициент транспортной нагрузки, принимаемой по табл. 6

η - коэффициент, учитывающий боковое давление грунта на трубопровод, принимается по табл. 7

β - коэффициент приведения нагрузок, принимается по табл. 8

Значения коэффициента „μ" в зависимости от глубины заложение трубопровода „h"

Таблица 6

h, м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	>1,0
μ	1,17	1,14	1.10	1.07	1.04	1.0	1.0

Значения коэффициента „η"

Таблица 7

Условные группы грунтов засыпки	Степень уплотнения грунтов засыпки			
	нормальная		повышенная	
	укладка труб			
	в траншее	в насыпи	в траншее	в насыпи
Гз-1	0,95	0,86	0,86	0,78
Гз-2; Гз-3	0,97	0,90	0,88	0,82
Гз-4	1.00	0,95	0,90	0,86

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Значения коэффициента „β" Таблица 8

Вид нагрузки	Типы основания			
	Грунтовое			бетонное
	Плоское	Спрофилированное по форме трубы с углом охвата		
		75°	90°	120°
Давление грунта и транспортная нагрузка	0,75	0,55	0,50	0,35
Вес жидкости и собственный вес труб	0,50	0,37	0,32	0,20

5. Примеры пользования графиками

5.1. Графики прочностных характеристик

Пример 1.

Дано: Трубопровод диаметром 600мм (d_e = 0,74м)

Глубина заложения h = 2,0м

Грунт засыпки Гз-1 (γ_n = 16,7 кН/м³)

Степень уплотнения грунта нормальная.

Трубы укладываются в насыпь, грунт основания Го-1

Тип основания - грунтовое с углом охвата трубы 90°

Временная транспортная нагрузка НГ-60

Расчетное внутреннее давление 0,3 МПа

Требуется определить класс трубы

Решение: Определяем расчетные приведенные нагрузки на 1м трубопровода.

Давление грунта в насыпи:

$$F_{гр.н} = \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot h \cdot d_e \cdot d_2 \cdot \eta \cdot \beta = 1.15 \cdot 16.7 \cdot 2.0 \cdot 0.74 \cdot 1.2 \cdot 0.86 \cdot 0.5 = 14.67 \text{ кН/м}$$

где γ_f = 1.15

γ_n = 16,7 кН/м² (табл. 2)

h = 2,0м

d_2 = 1,2 (табл. 4)

η = 0,86 (табл. 6) β = 0,5 (табл. 7)

Временная транспортная нагрузка:

$$F_{тр} = \gamma_f \cdot v_n \cdot d_e \cdot \mu \cdot d_2 \cdot \eta \cdot \beta = 1.0 \cdot 19.1 \cdot 0.74 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 0.86 \cdot 0.5 = 7.3 \text{ кН/м}$$

где γ_f = 1.0 v_n = 19.1 (табл. 3) μ = 1.0 (табл. 5)

Остальные значения - см. выше

Вес жидкости в трубе:

$$F_ж = \gamma_f \cdot 0.785 \cdot \gamma_{wn} \cdot d_i^2 \cdot \eta \cdot \beta = 1.0 \cdot 0.785 \cdot 9.8 \cdot 0.6^2 \cdot 0.86 \cdot 0.32 = 0.76 \text{ кН/м}$$

где γ_f = 1.0 γ_{wn} = 9,8 кН/м³ d_i = 0,6м β = 0,32 (табл. 7)

Собственный вес труб

$$F_{с.в} = \gamma_f \cdot 3.14 \cdot \gamma_{mn} \cdot t \cdot \frac{d_e + d_i}{2} \eta \cdot \beta = 1.1 \cdot 3.14 \cdot 24.6 \cdot 0.07 \frac{0.74 + 0.6}{2} \cdot 0.86 \cdot 0.32 = 1.09 \text{ кН/м}$$

где γ_f = 1,1 γ_{mn} = 24,6 кН/м³ t = 0,07м (толщина стенки)

Остальные значения - см. выше

При определении суммарных расчетных нагрузок учитываем коэффициенты сочетания по СНиП 2.01.07-85

0,95 - для временных длительных нагрузок (давление и вес жидкости в трубопроводе)

0,9 - для кратковременных нагрузок (НГ-60)

Расчетная приведенная внешняя нагрузка для основного сочетания:

$$F_{red} = F_{гр} + 0.9 F_{тр} + 0.95 F_ж + F_{с.в} = 14.67 + 0.9 \cdot 7.3 + 0.95 \cdot 0.76 + 1.09 = 24.14 \text{ кН/м} = 2.46 \text{ т/м}$$

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Расчетное внутреннее давление для основного сочетания:

$P = 0,9 \times 0,3 = 0,285$ МПа $= 2,9$ кгс/см^2

На графике прочностных характеристик труб диаметром 600мм находим точку с координатами $F_{red} = 2,46$ т/м и $P = 2,9$ кгс/см^2 и по ближайшей прямой, лежащей выше этой точки, определяем, что заданным условиям удовлетворяют трубы класса ТНН 60.50-3

Пример 2.

Дано: трубопровод диаметром 800мм

расчетная приведенная внешняя нагрузка $F_{red} = 30$ кН/м $= 3$тс/м

расчетное внутреннее давление 0,3 МПа $= 3$ кгс/см^2

(Значения определены по схеме примера 1 с учетом коэффициентов для основного сочетания нагрузок).

Требуется: определить класс труб.

Решение: На графике прочностных характеристик труб диаметром 800мм находим точку с координатами $F_{red} = 3$тс/м и $P = 3$ кгс/см^2 и устанавливаем, что исходным условиям удовлетворяют трубы класса ТНН 80.50-IУ.

Так как заданное расчетное внутреннее давление превышает нормируемое для класса ТНН 80.50-IУ (0,2 МПа) необходимо по согласованию с заводом изготовителем провести испытания всех труб нитки трубопровода на водонепроницаемость под давлением $P = 0,3 \times 1,2 = 0,36$ МПа

При невозможности выполнения этого условия следует применять трубы ТНН 80.50-3.

5.2. Графики расчета трубопроводов. Пример 3.

Дано: трубопровод диаметром 1000мм

грунты: Го-3, Гз-4

глубина заложения $h = 2,5$м

расчетное внутреннее давление - 0,2 МПа, возможно повышение давления до 0,25 МПа при гидравлическом ударе.

Требуется: определить класс труб при их укладке на спрофилированное грунтовое основание с углом охвата 90°с повышенной степенью уплотнения грунтов засыпки.

Решение:

Расчет производим по графикам трубопроводов для труб диаметром 1000мм и грунтов Го-3; Гз-4 с особым сочетанием нагрузок для $P = 0,25$ МПа $= 2,5$ кгс/см^2. Находим точку пересечения вертикали $h = 2,5$м с кривой, отвечающей заданным условиям укладки труб и переносим ее по горизонтали на шкалу "Р", по которой устанавливаем, что в трубах допускается следующее расчетное давление:

ТНН 100.50-IУ - 0,8 кгс/см^2

ТНН 100.50-3 - 1,8 кгс/см^2

Из дальнейшего рассмотрения графика видно, что исходным условиям удовлетворяют только трубы ТНН 100.50-3, уложенные на бетонный фундамент с углом охвата трубы 120°с повышенной степенью уплотнения грунтов засыпки.

Пример 4

Дано: трубопровод диаметром 1200мм

грунты Го-4, Гз-3

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

глубина заложения $h = 1{,}5$м

расчетное внутреннее давление $P = 0{,}16$ МПа $= 1{,}6$ кг/см^2

применяются трубы ТНН 120.50-1у

Требуется определить допустимые условия укладки труб.

Решение:

Расчет производим для основного сочетания нагрузок на графике расчета трубопроводов для диаметра 1200мм и грунтов Гр-4, Гз-3 находим точку пересечения горизонтали $P = 0{,}16$ МПа (1,6 кг/см^2) и вертикали $h = 1{,}5$м. Все кривые, проходящие выше этой точки, удовлетворяют условиям задачи. Наиболее экономичному решению удовлетворяет кривая №6 - соответствующая укладке труб на спрофилированное грунтовое основание с углом охвата 90° с повышенной степенью уплотнения грунтов засыпки.

Пример 5

Дано: то же, что и в примере 4, но без глубины заложения "h".

Требуется:

Определить максимально допустимую глубину заложения трубопровода при его укладке на грунтовое основание.

Решение:

На графике продолжаем горизонталь $P = 1{,}6$ кг/см^2 до пересечения с кривой №6 и переносим эту точку вертикально на шкалу „h". Таким образом, максимально допустимая глубина заложения при укладке труб на спрофилированное грунтовое основание с углом охвата труб 90° и повышенной степенью уплотнения грунтов составляет 1,66м.

6. Особенности проектирования трубопроводов

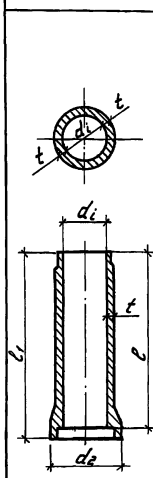
6.1. Стык труб раструбный с уплотнением резиновыми кольцами круглого сечения. Стык гибкий и допускает взаимный поворот труб до 1°30'

6.2 Размеры резиновых колец в нерастянутом состоянии должны соответствовать указанным в ГОСТ 22000-86. Качество резины колец должно удовлетворять требованиям ТУ38-1051222-88. Диаметр поперечного сечения резиновых колец для труб диаметром 600-1400мм - 24мм, для труб диаметром 1600мм - 30мм.

6.3. При наличии агрессивных сред резина должно быть стойкой по отношению к этим средам.

6.4. Заводы-изготовители должны поставлять трубы в комплекте с резиновыми уплотняющими кольцами. По требованию заказчика завод-изготовитель обязан поставлять дополнительное количество резиновых колец, необходимых для установки фасонных частей и определенных по проекту конкретного водовода.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

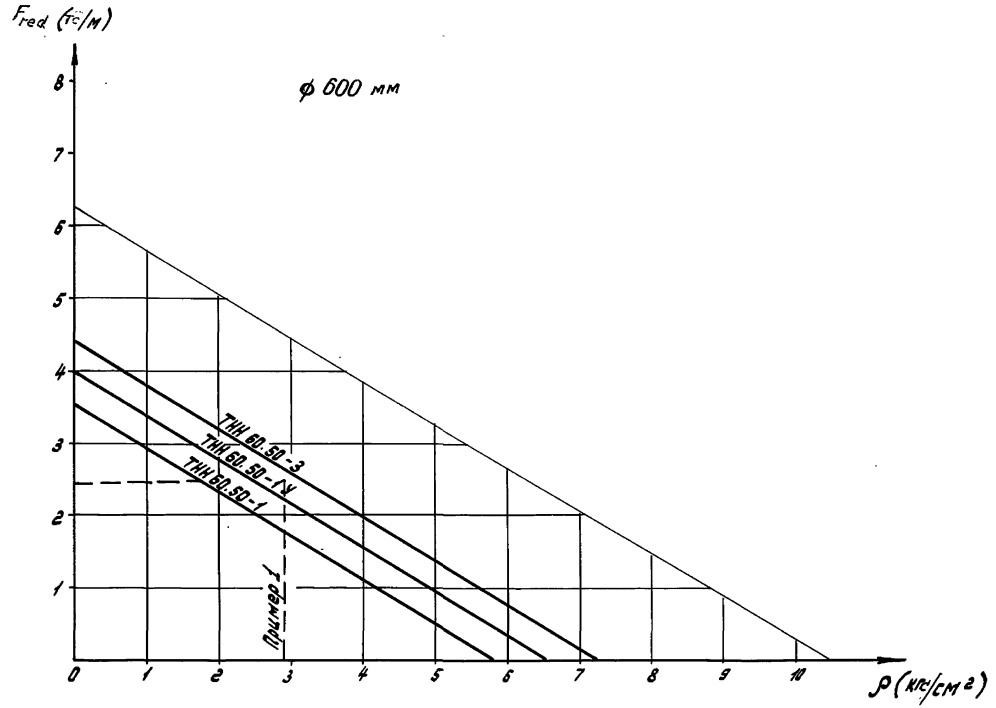
Эскиз трубы	Марки труб	Расчетное внутреннее давление	Размеры d_i	d_2	t	ℓ	ℓ_1	Заводские испытательные гидростатические давления при проверке: трещиностойкости в теплый период	трещиностойкости в зимний период	водонепроницаемости	Расход на 1 п.м. трубопровода: бетона	стали	Масса трубы
		МПа (кгс/см²)	мм	мм	мм	мм	мм	МПа (кгс/см²)	МПа (кгс/см²)	МПа (кгс/см²)	м³	кг	т
	ТНН 60.50-3	0,3 (3,0)	600	913	75	5000	5145	0,51 (5,2)	0,65 (6,6)	0,36 (3,6)	0,17	12,17	2,12
	ТНН 60.50-1У	0,2 (2,0)						0,46 (4,7)	0,59 (6,0)	0,24 (2,4)		9,43	
	ТНН 60.50-1	0,1 (1,0)						0,41 (4,2)	0,52 (5,3)	0,12 (1,2)		7,90	
	ТНН 80.50-3	0,3 (3,0)	800	1150	95	5000	5155	0,52 (5,3)	0,66 (6,7)	0,36 (3,6)	0,296	15,87	3,69
	ТНН 80.50-1У	0,2 (2,0)						0,47 (4,8)	0,60 (6,1)	0,24 (2,4)		12,83	
	ТНН 80.50-1	0,1 (1,0)						0,42 (4,3)	0,54 (5,5)	0,12 (1,2)		11,56	
	ТНН 100.50-3	0,3 (3,0)	1000	1422	120	5000	5170	0,52 (5,3)	0,66 (6,7)	0,36 (3,6)	0,44	22,33	5,50
	ТНН 100.50-1У	0,2 (2,0)						0,47 (4,8)	0,60 (6,1)	0,24 (2,4)		19,34	
	ТНН 100.50-1	0,1 (1,0)						0,42 (4,3)	0,54 (5,5)	0,12 (1,2)		15,76	
	ТНН 120.50-3	0,3 (3,0)	1200	1684	140	5000	5170	0,52 (5,3)	0,66 (6,7)	0,36 (3,6)	0,62	32,65	7,75
	ТНН 120.50-1У	0,2 (2,0)						0,47 (4,8)	0,60 (6,1)	0,24 (2,4)		27,01	
	ТНН 120.50-1	0,1 (1,0)						0,42 (4,3)	0,54 (5,5)	0,12 (1,2)		21,74	
	ТНН 140.50-3	0,3 (3,0)	1400	1956	165	5000	5180	0,52 (5,3)	0,66 (6,7)	0,36 (3,6)	0,87	45,14	10,88
	ТНН 140.50-1У	0,2 (2,0)						0,47 (4,8)	0,60 (6,1)	0,24 (2,4)		38,49	
	ТНН 140.50-1	0,1 (1,0)						0,42 (4,3)	0,54 (5,5)	0,12 (1,2)		30,29	
	ТНН 160.50-1У	0,2 (2,0)	1600	2208	180	5000	5180	0,49 (5,0)	0,63 (6,4)	0,24 (2,4)	1,054	85,50	13,18
	ТНН 160.50-1	0,1 (1,0)						0,44 (4,5)	0,57 (5,8)	0,12 (1,2)		68,20	

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	

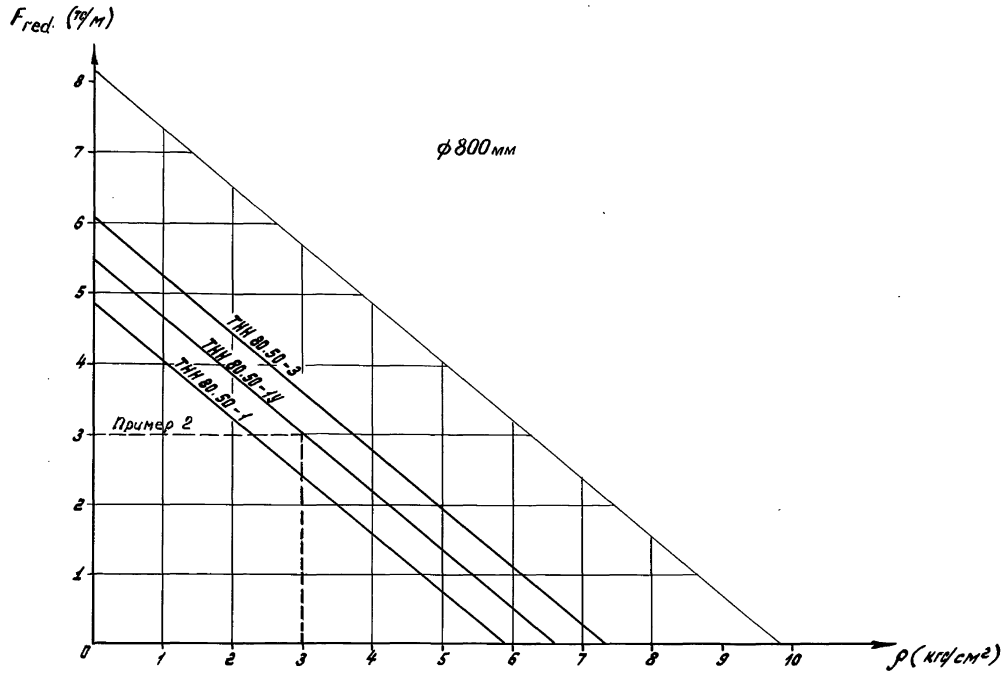
			3.901.1-15.0-1НИ
Инж.	Лазонова		Номенклатура изделий
Вед. инж.	Рустамбеков		
ГИП	Малютин		
Н. контр.	Малютин		
Нач. отд.	Тевелев		

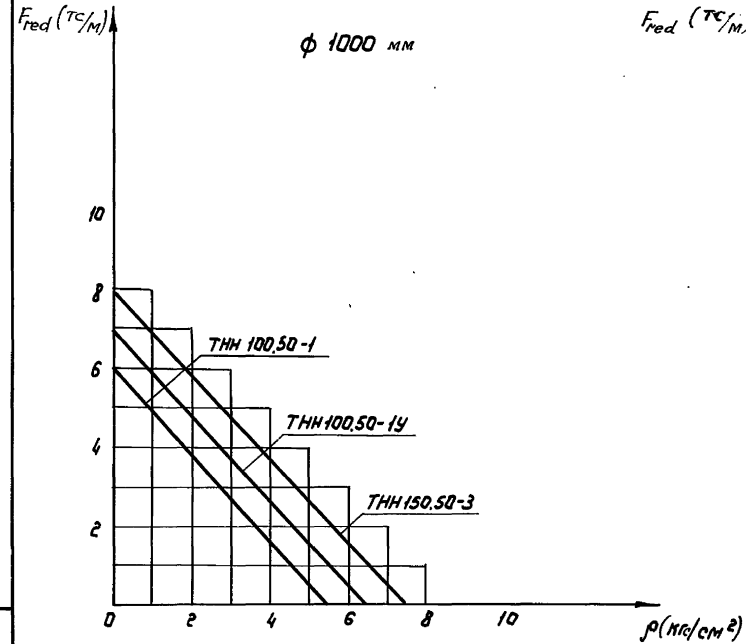
Стадия	Лист	Листов
Р		1

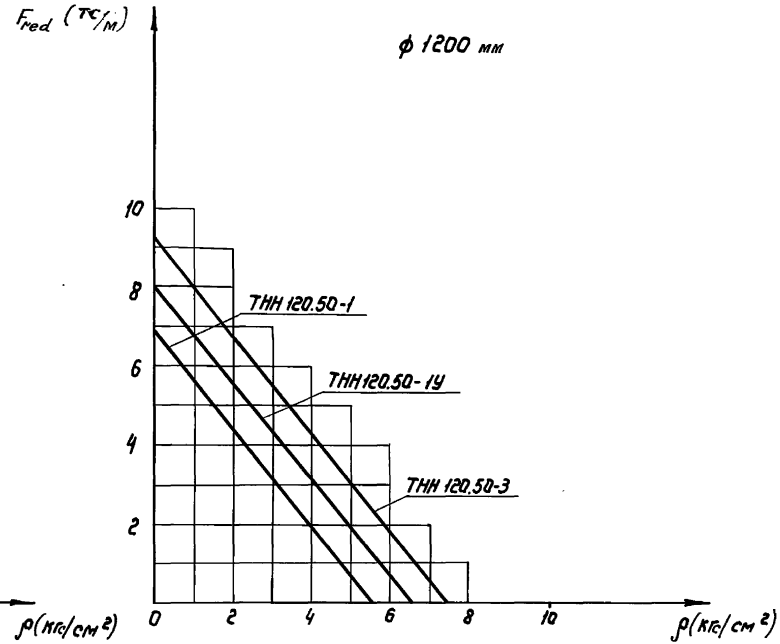
В/О „Союзводпроект"



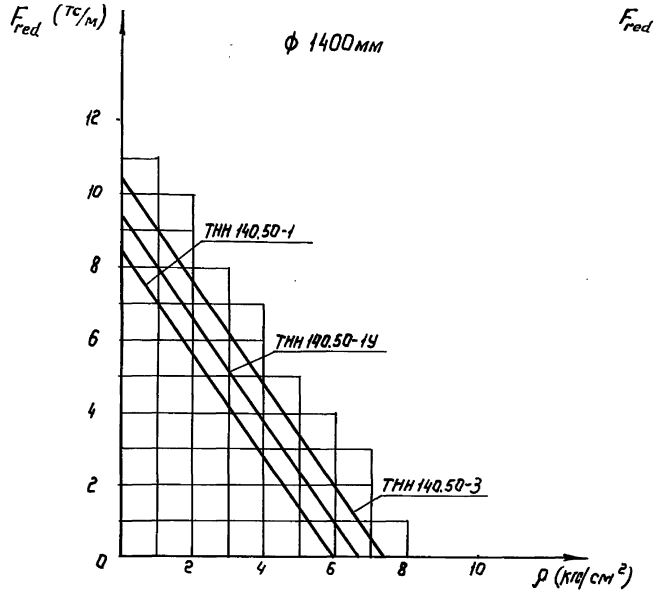
				3.901.1-15.0-2		
Инж.	Лазарева			Графики прочностных характеристик труб	Стадия	Лист	Листов
Вед.инж.	Рустамбекова				Р	1	4
ГИП	Малютин						
Н.контр.	Малютин						
Нач.отд.	Гевелев						

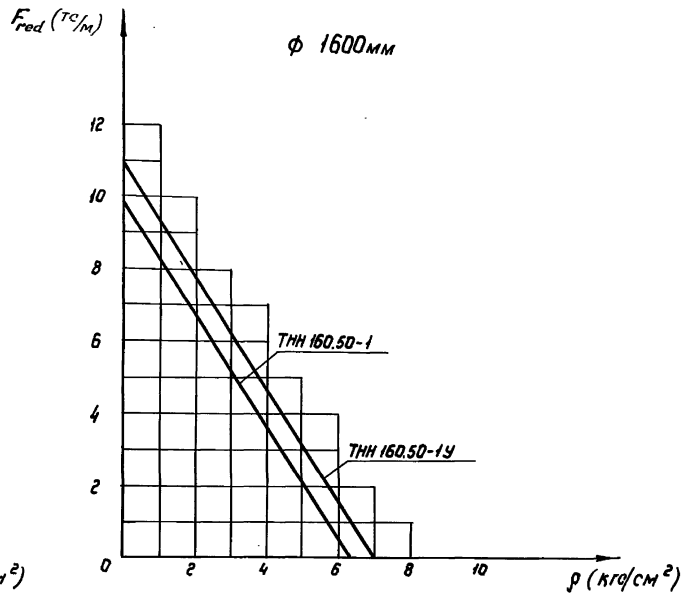

$F_{red.}$ (тс/м)
ϕ 800мм
ТИН 80.50-3
ТИН 80.50-14
ТИН 80.50-1
Пример 2
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
p (кгс/см²)





Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

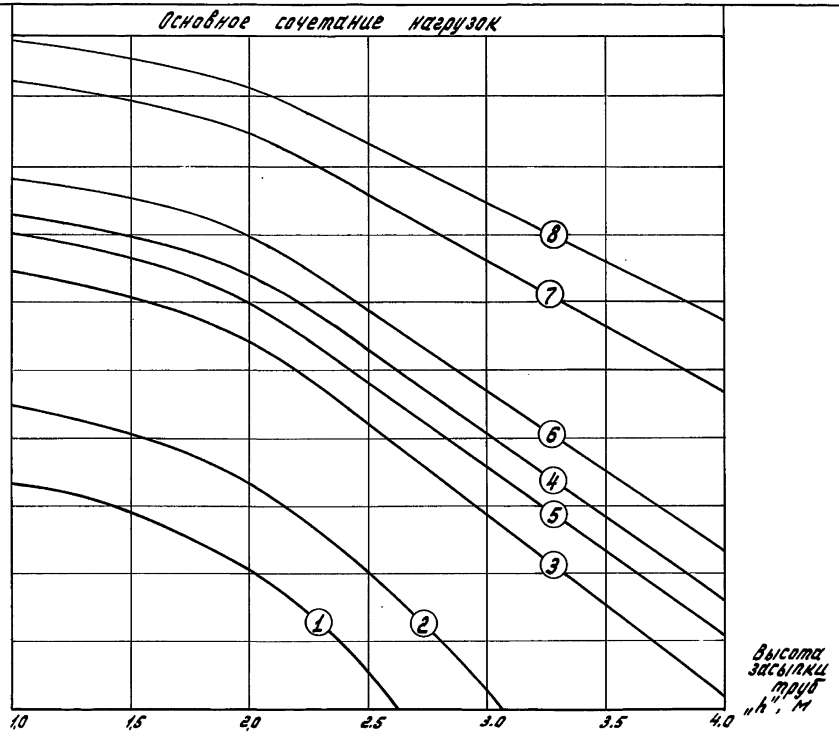




Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 600
Г0-1
Г3-1

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3,4	4,0	4,8
3,2	3,8	4,6
3,0	3,6	4,4
2,8	3,4	4,2
2,6	3,2	4,0
2,4	3,0	3,8
2,2	2,8	3,6
2,0	2,6	3,4
1,8	2,4	3,2
1,6	2,2	3,0
1,4	2,0	2,8
1,2	1,8	2,6
1,0	1,6	2,4
0,8	1,4	2,2
0,6	1,2	2,0
0,4	1,0	1,8
0,2	0,8	1,6
0,0	0,6	1,4
		1,2
ТИН.60.50-1	ТИН 60.50-14	ТИН 60.50-3



Инж.	Лазонова		
Вед. инж.	Рустамбекова		
ГИП	Малютин		
Н. контр.	Малютин		
Нач. отд.	Гевелев		

3.901.1-16.0-3

Графики расчета трубопроводов диаметром 600 мм

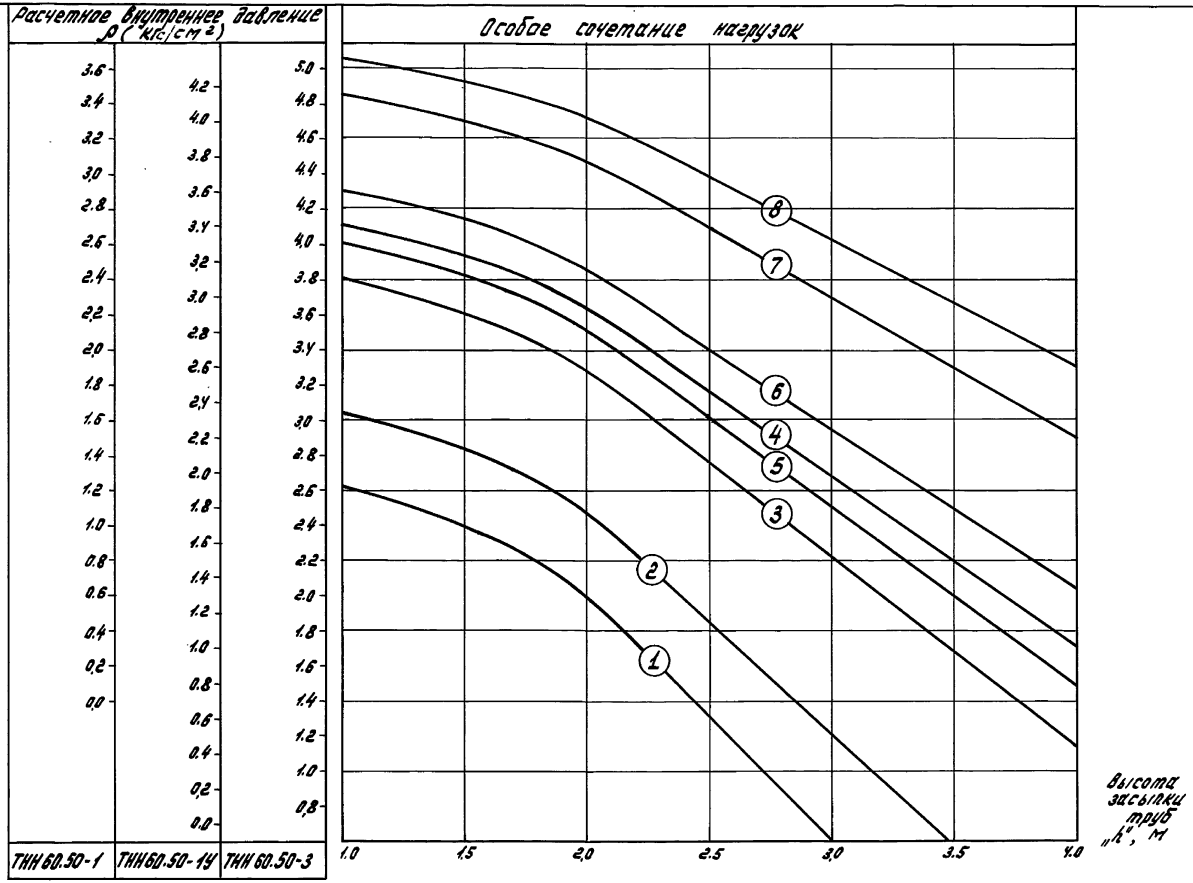
Стадия	Лист	Листов
Р	1	32

Союзводпроект

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Копировал: Чибрикина 24910-01 18 Формат А3

d 600
$Г_0$-1
$Г_3$-1

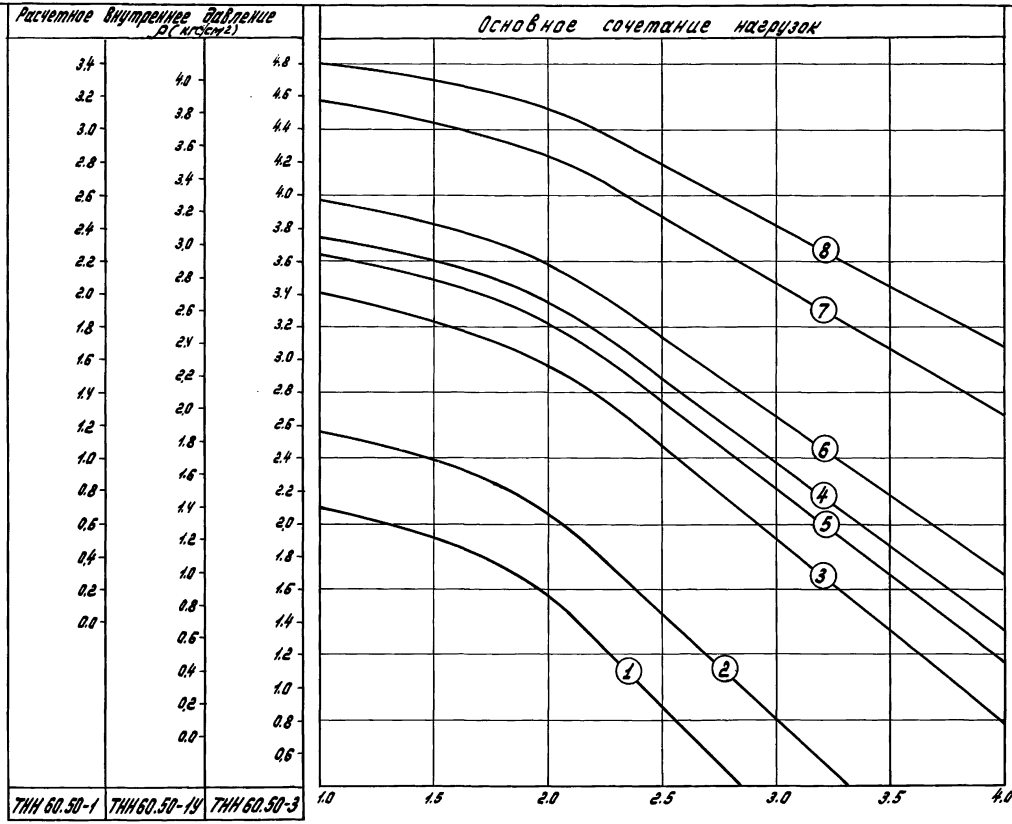


Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

3.901.1-15.0-3

Лист 2

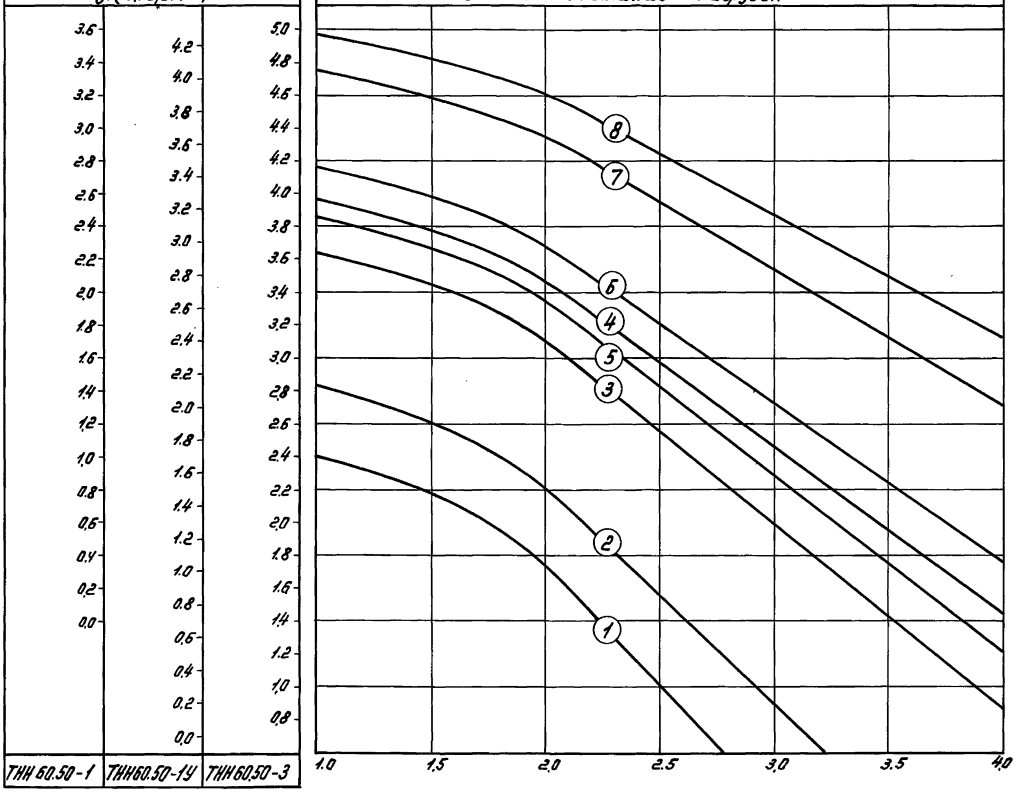
d 600
Г0-1
Г3-2



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

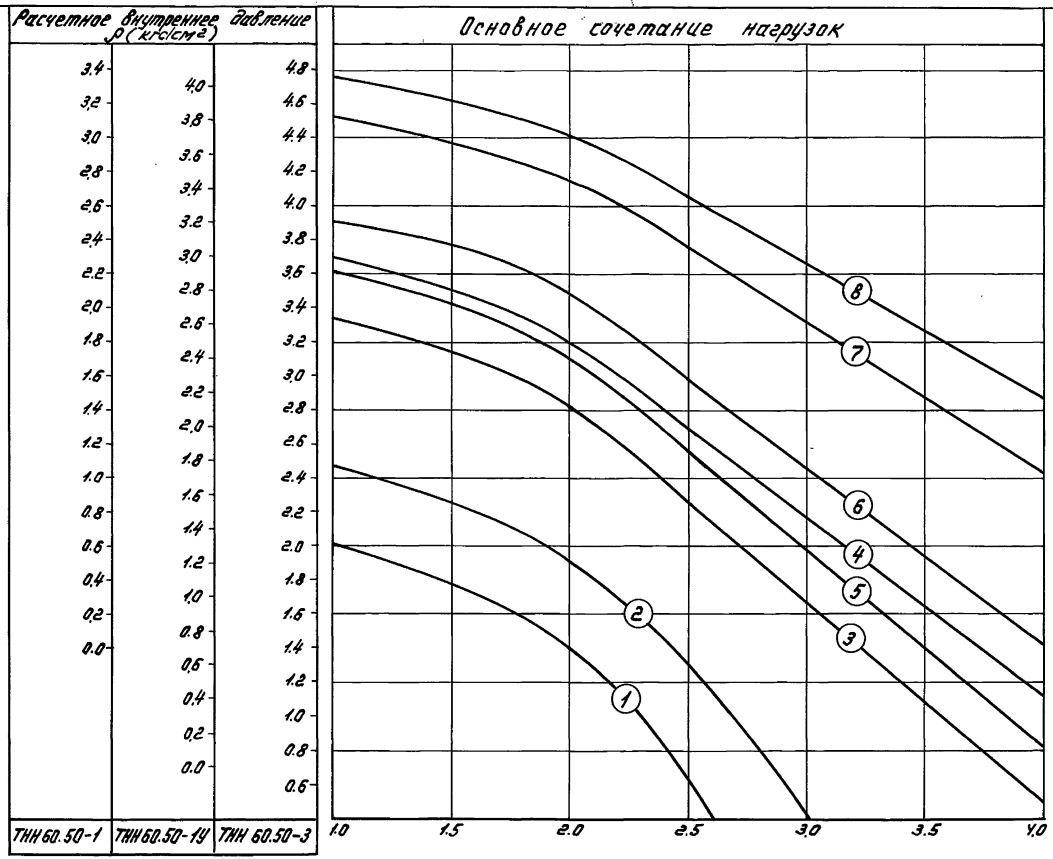
d 600
Г0-1
Г3-2

Особое сочетание нагрузок



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 600
Г0-1
Г3-3



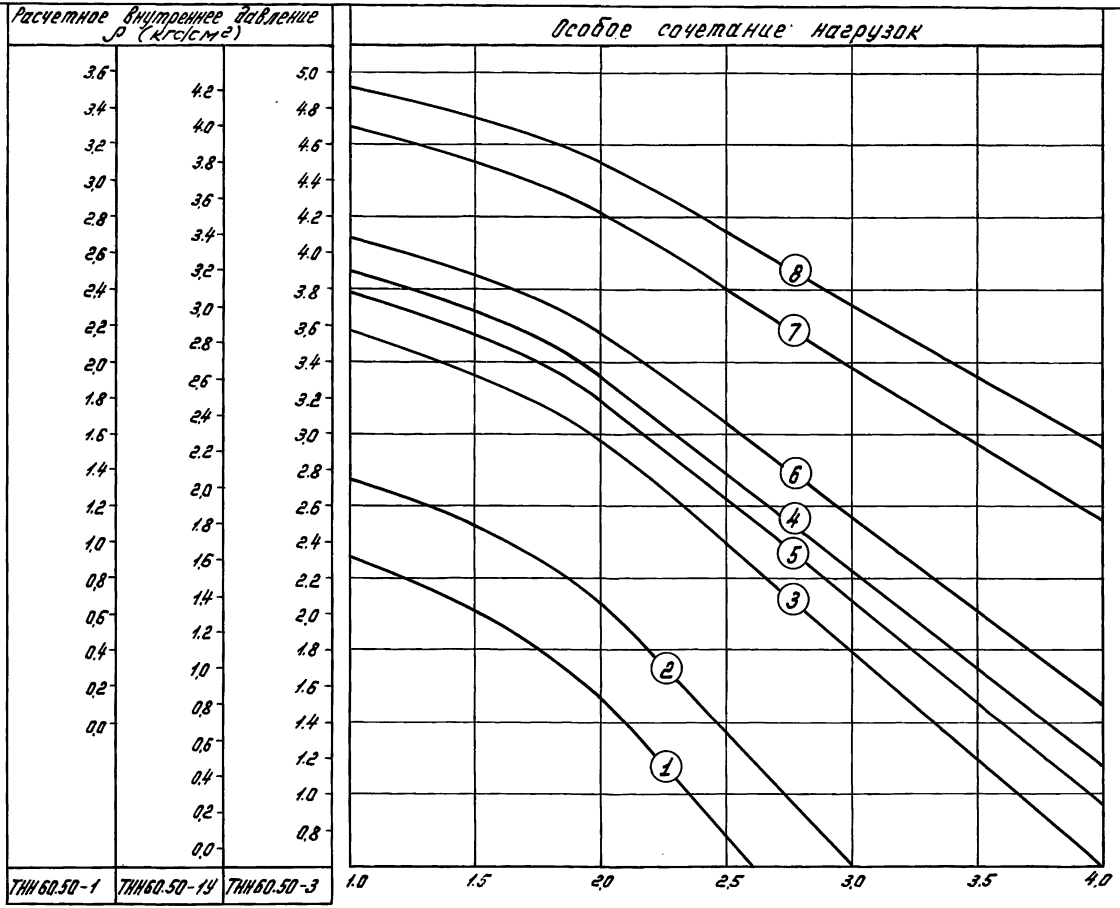
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

3.901.1-15.0-3

Лист 5

d 600
Г0-1
Г3-3

Особое сочетание нагрузок

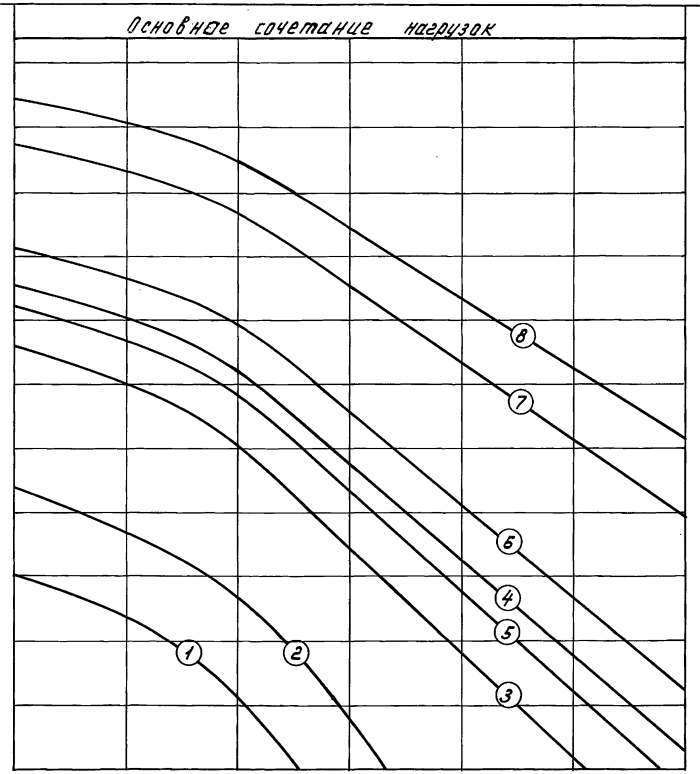


Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 600
$Г_0$-1
$Г_3$-4

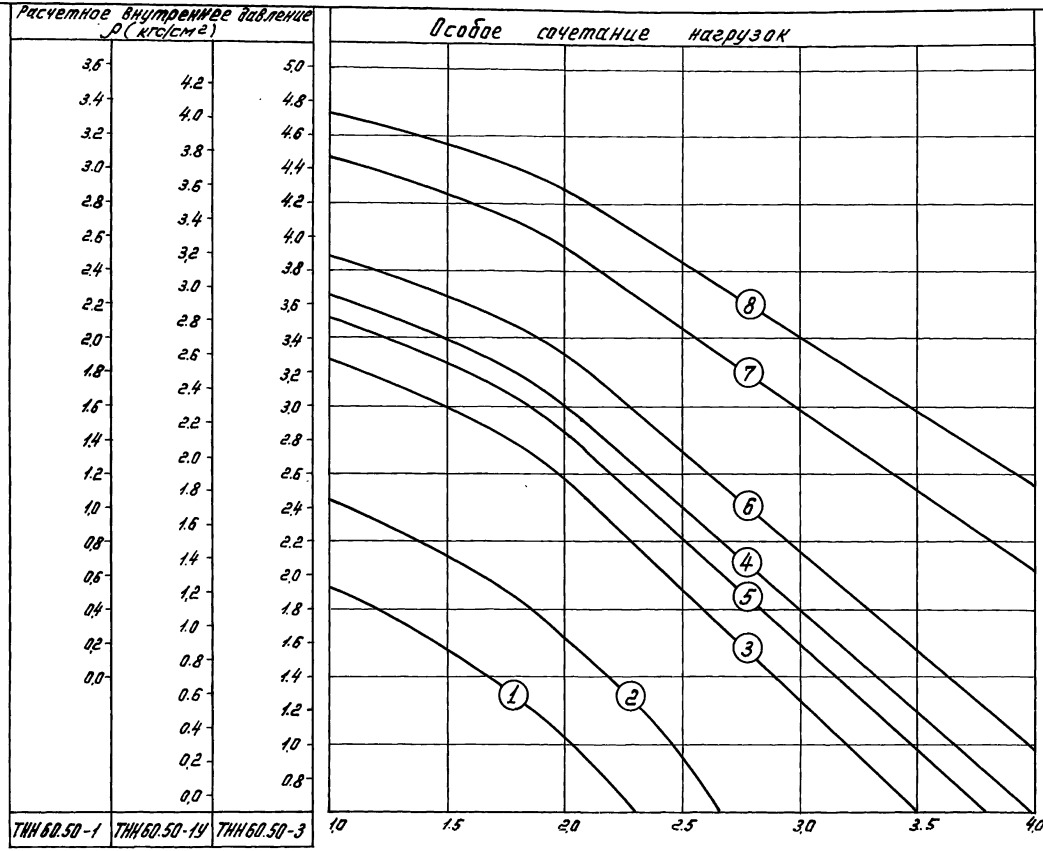
Расчетное внутреннее давление P (кгс/см²)

ТИН 60.50-1	ТИН 60.50-19	ТИН 60.50-3
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
		0.6

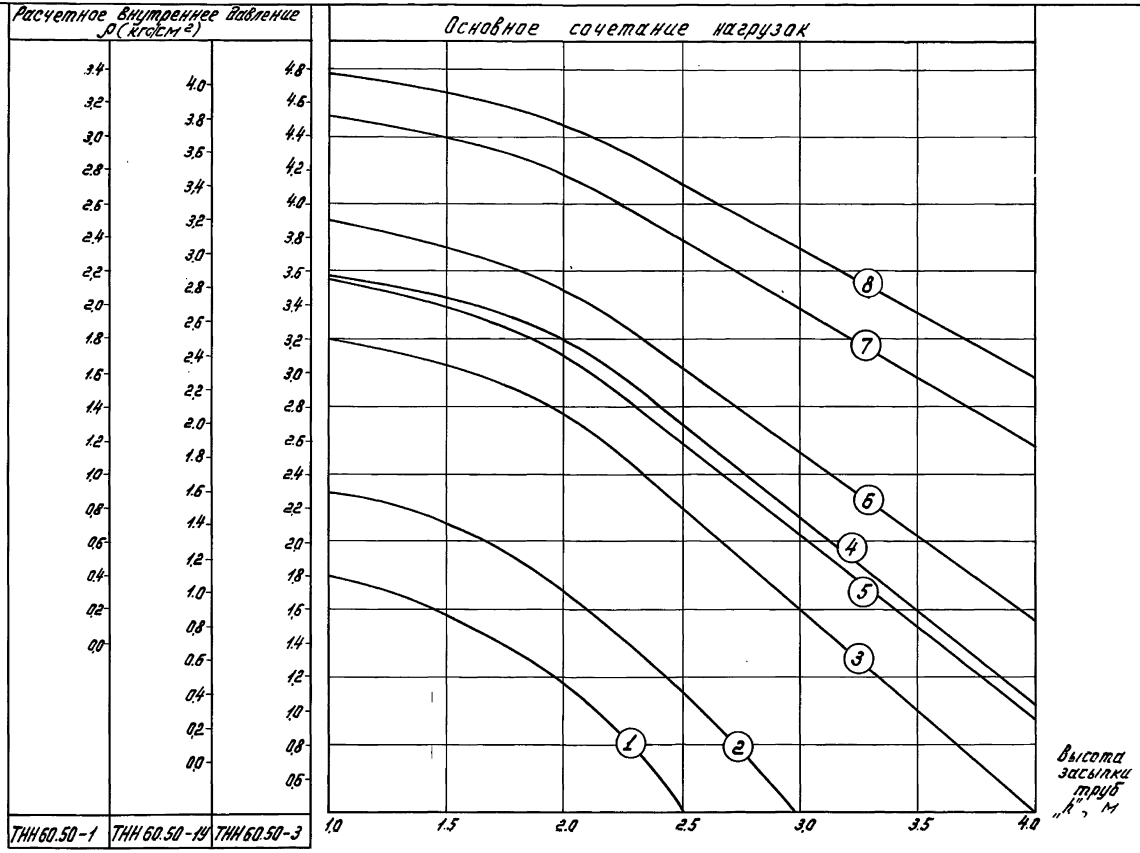


d 600
Г0-1
Г3-4

Особое сочетание нагрузок

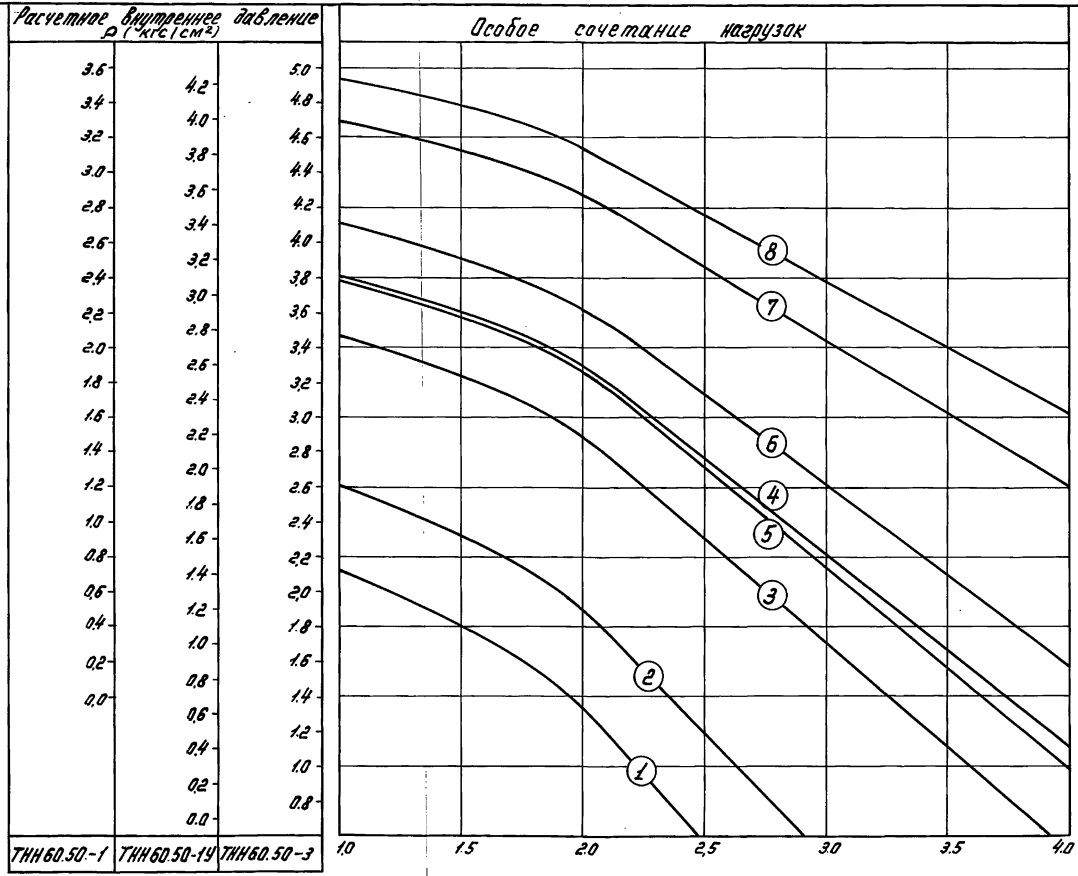


d 600
Г0-2
Г3-1



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

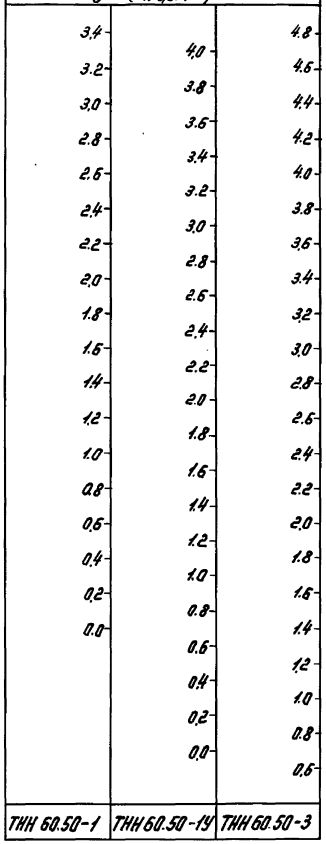
d 600
Г₀-2
Г₃-1



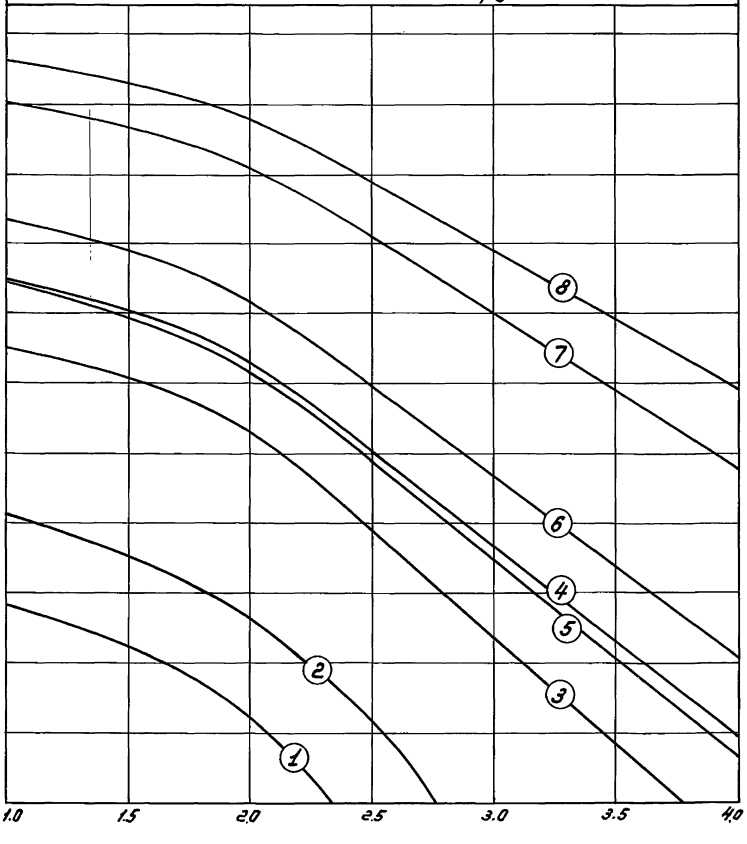
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 600
Г0-2
Г3-2

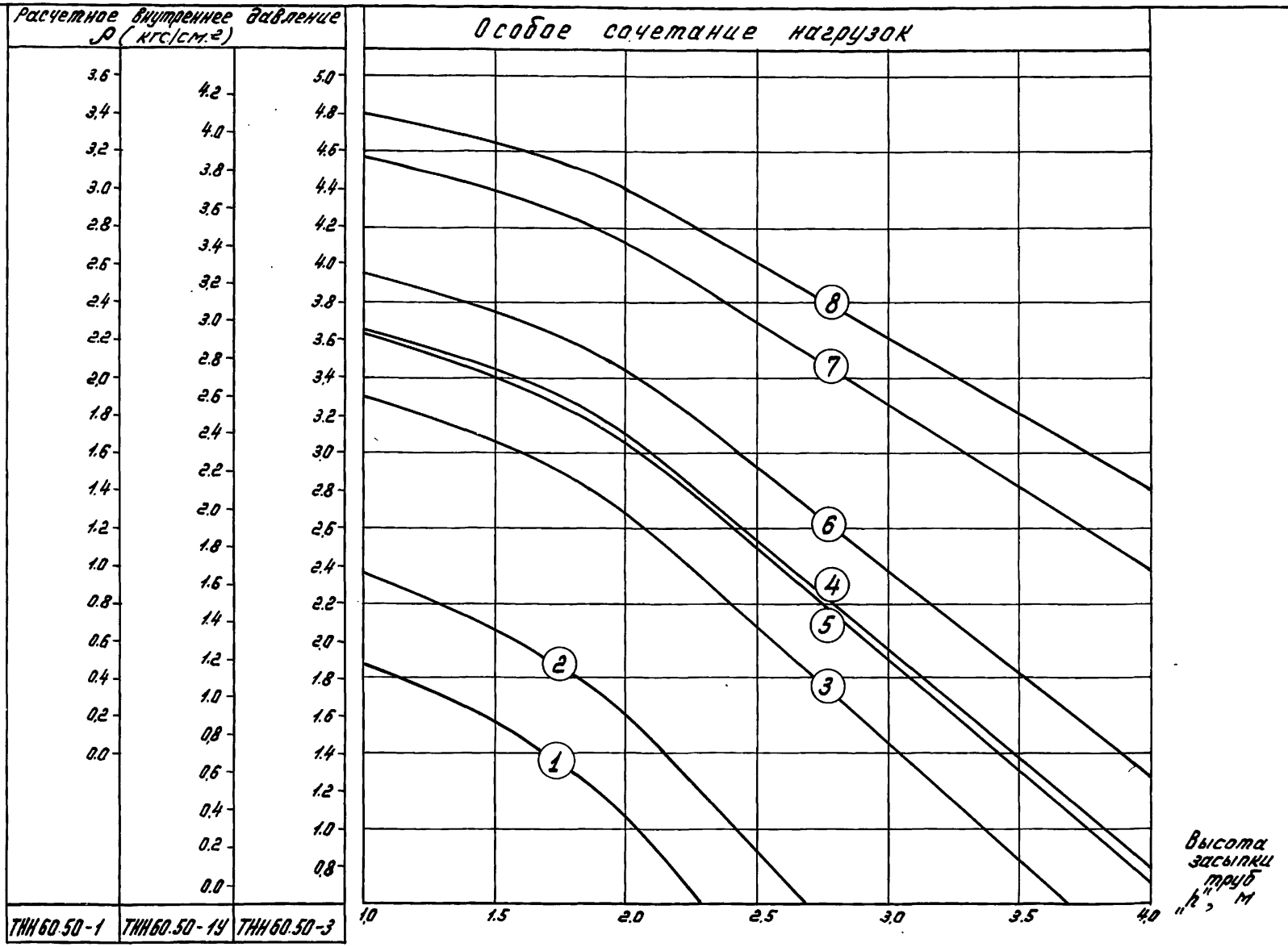
Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)



Основное сочетание нагрузок



d 600
Гр-2
Гз-2

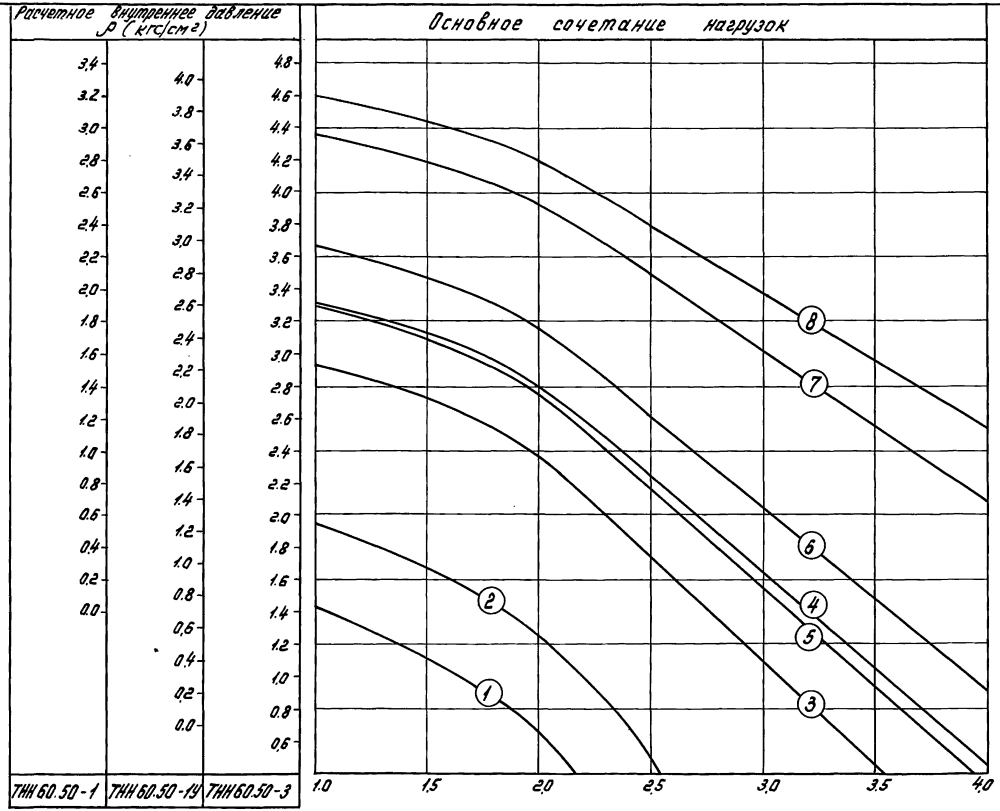


Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

3.901.1-15.0-3

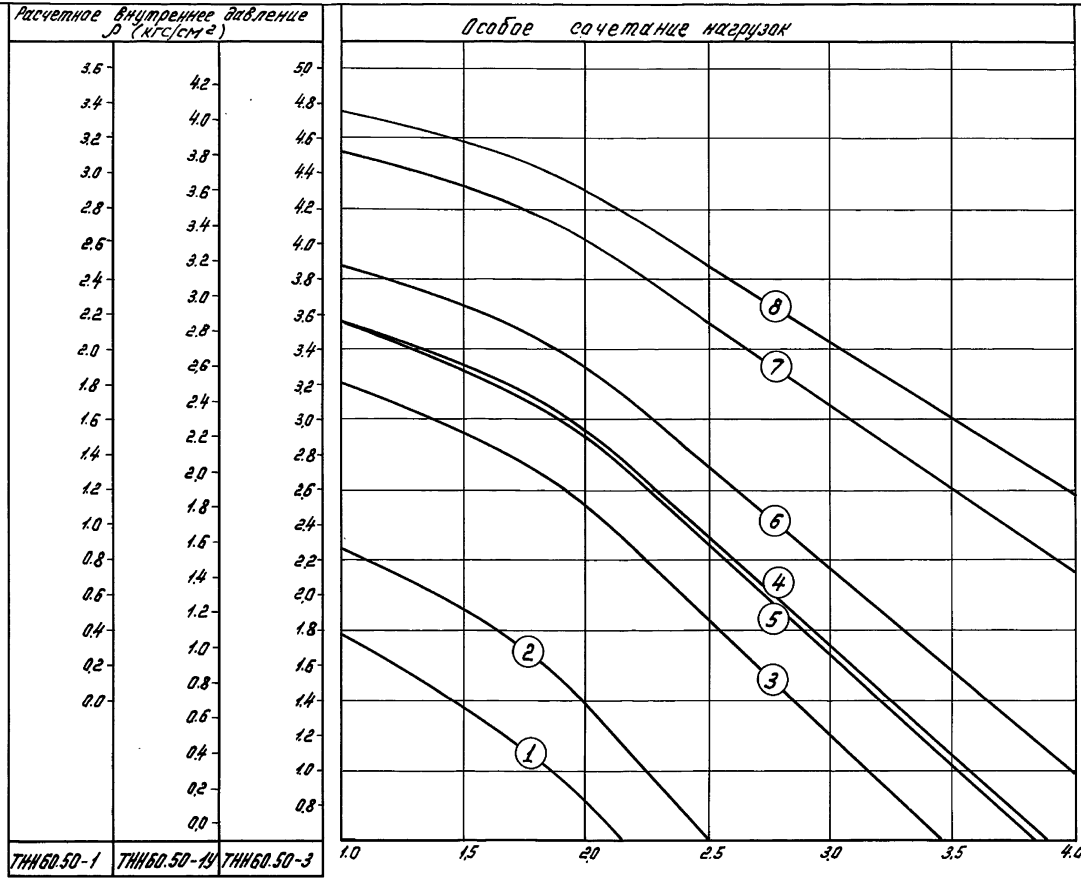
Лист 12

d 600
Г0-2
Г3-3



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 600
Г₀-2
Г₃-3

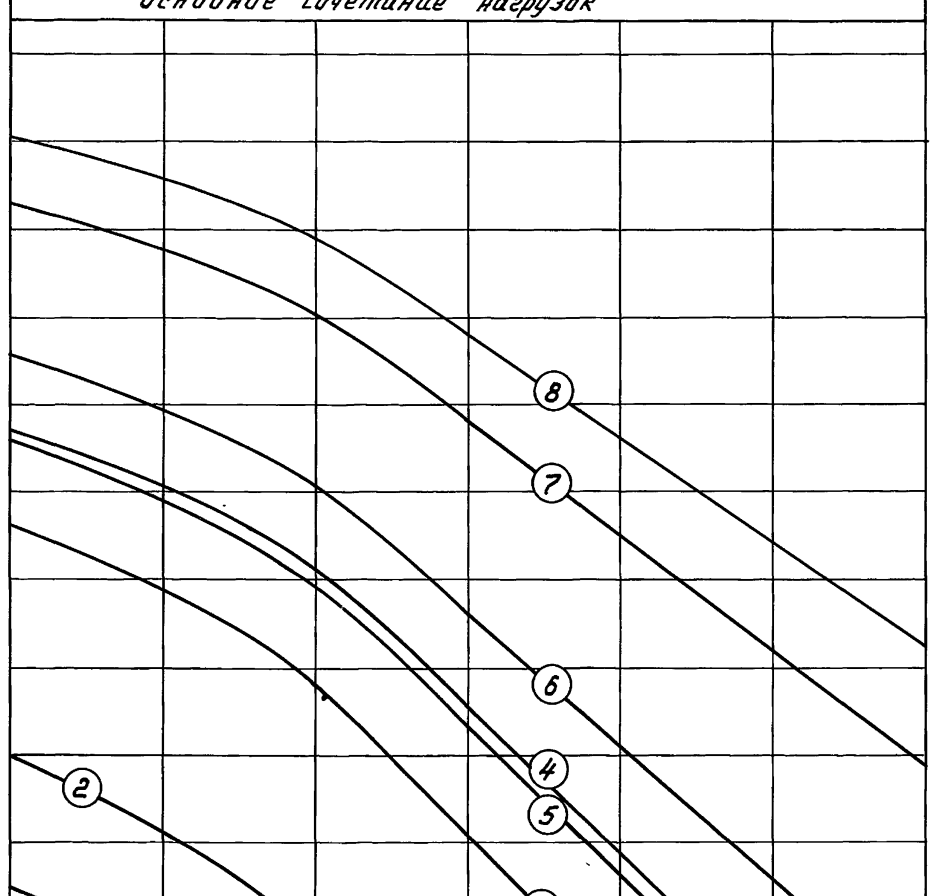


Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

d 600
Г0-2
Г3-4

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)

Основное сочетание нагрузок



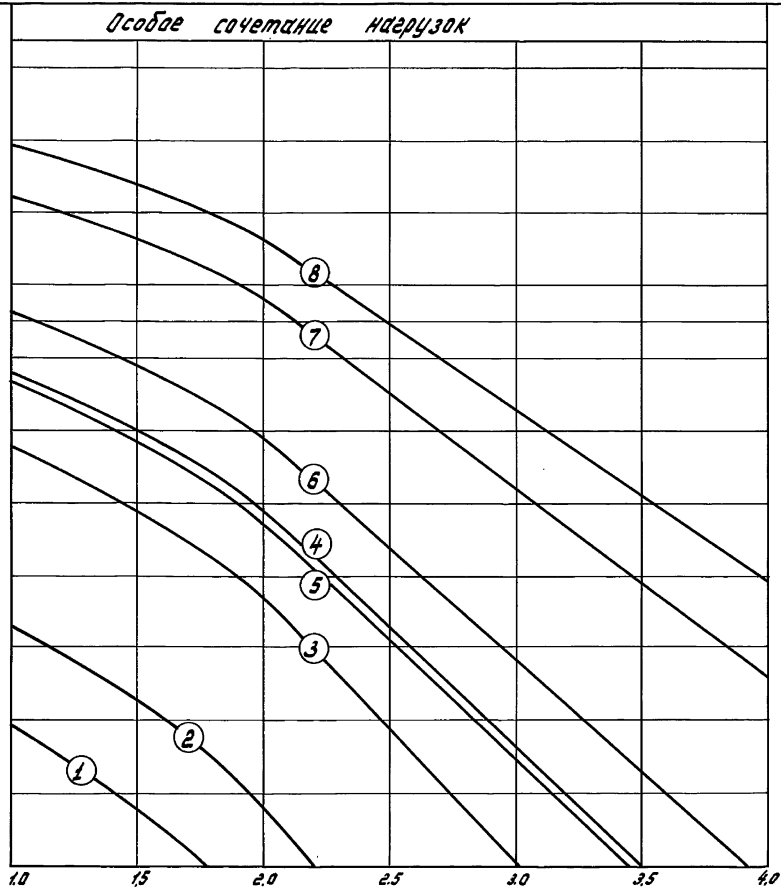
ТНН 600.50-1	ТНН 60.50-14	ТНН 60.50-3

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 600
Г0-2
Г3-4

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)

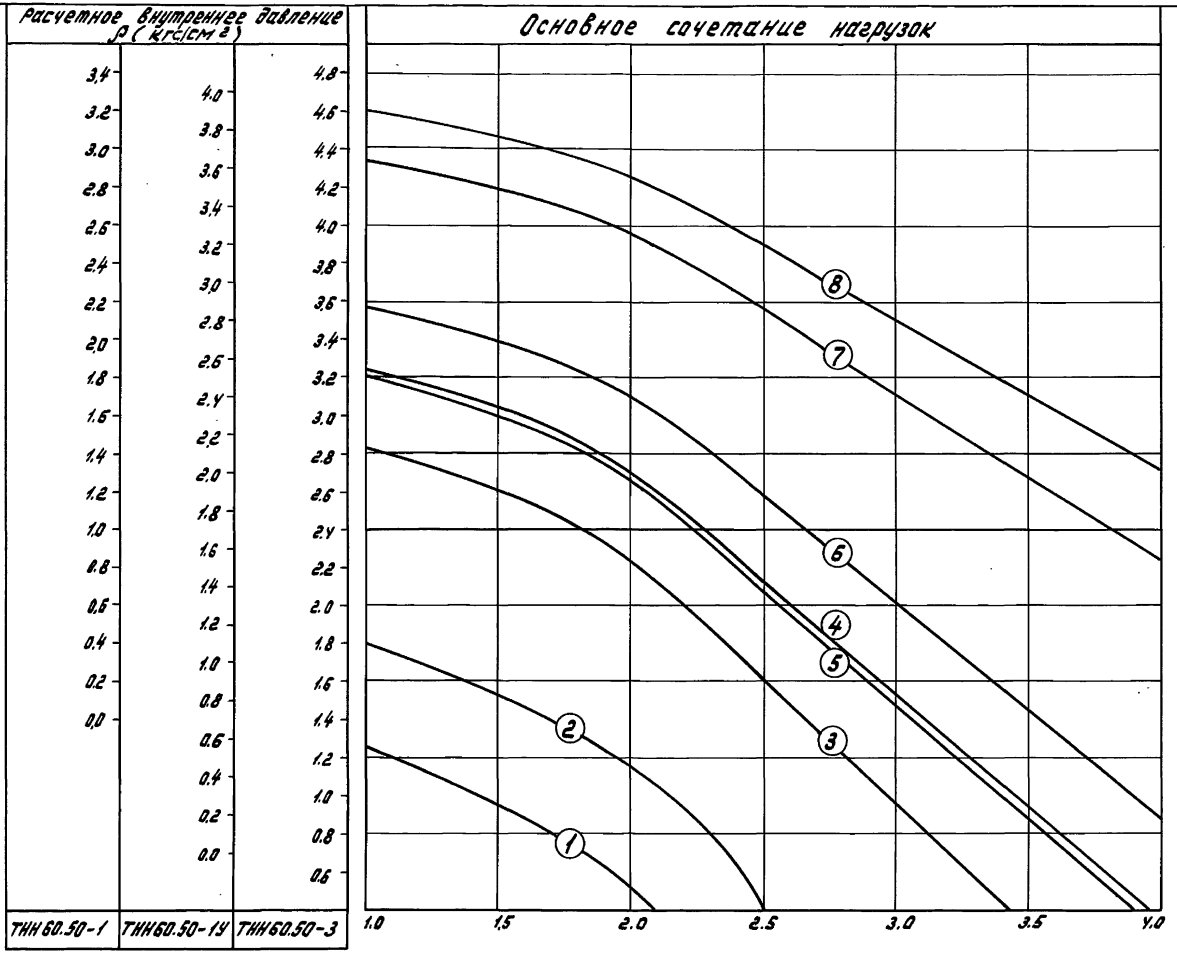
ТИН 60.50-1	ТИН 60.50-1У	ТИН 60.50-3
3.6	4.2	5.0
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 600
Г3-3
Г3-1

Основное сочетание нагрузок

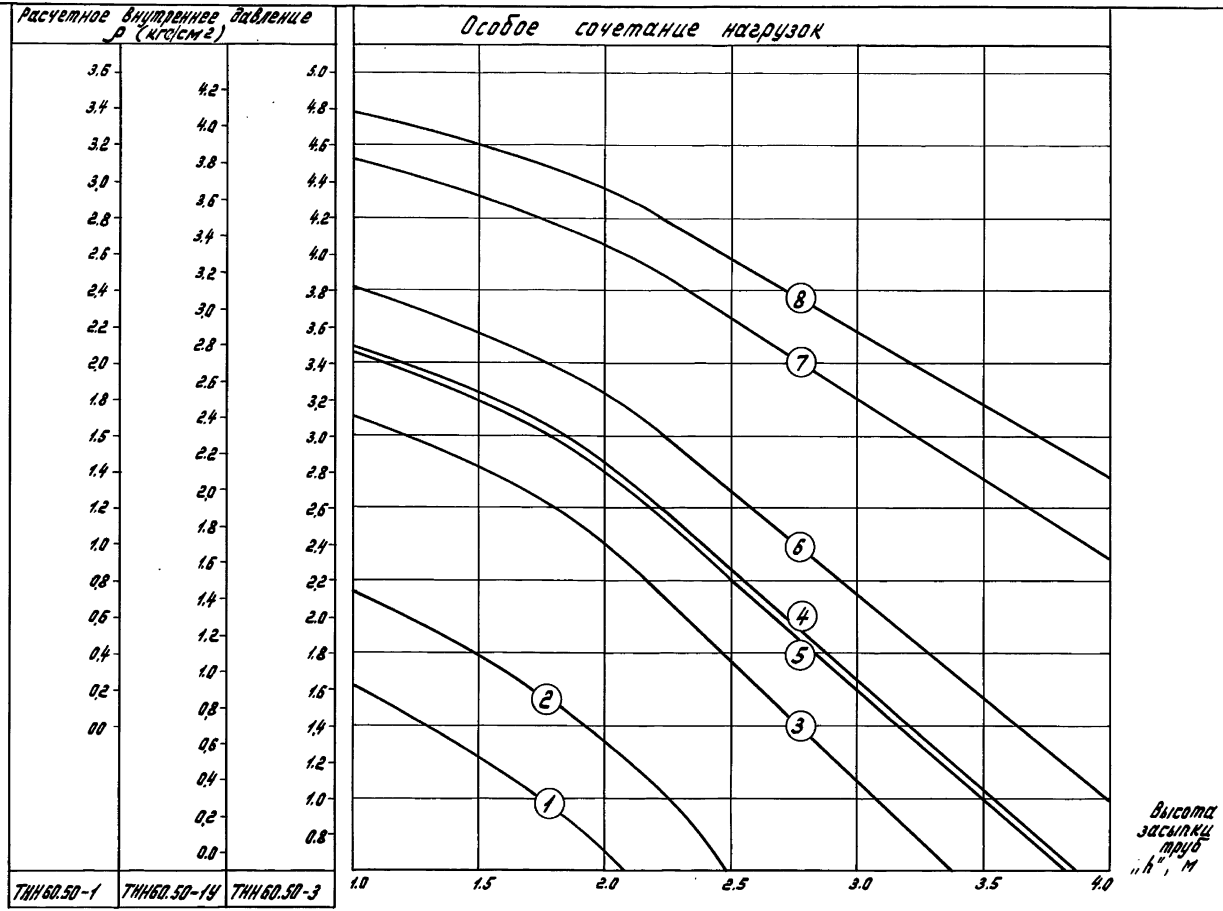


Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

d 600

Г0-3

Г3-1



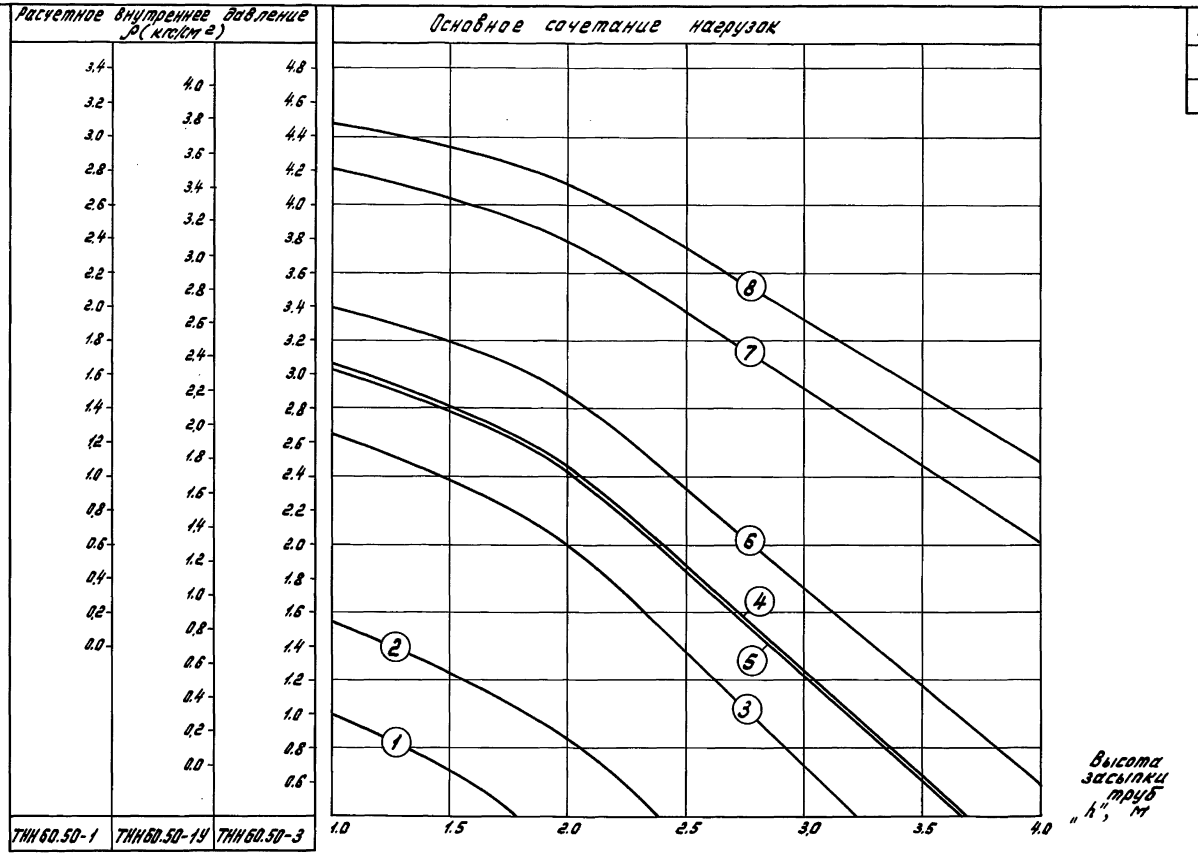
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3.901.1-15.0-3

Лист 18

24910-01 35 Формат А3

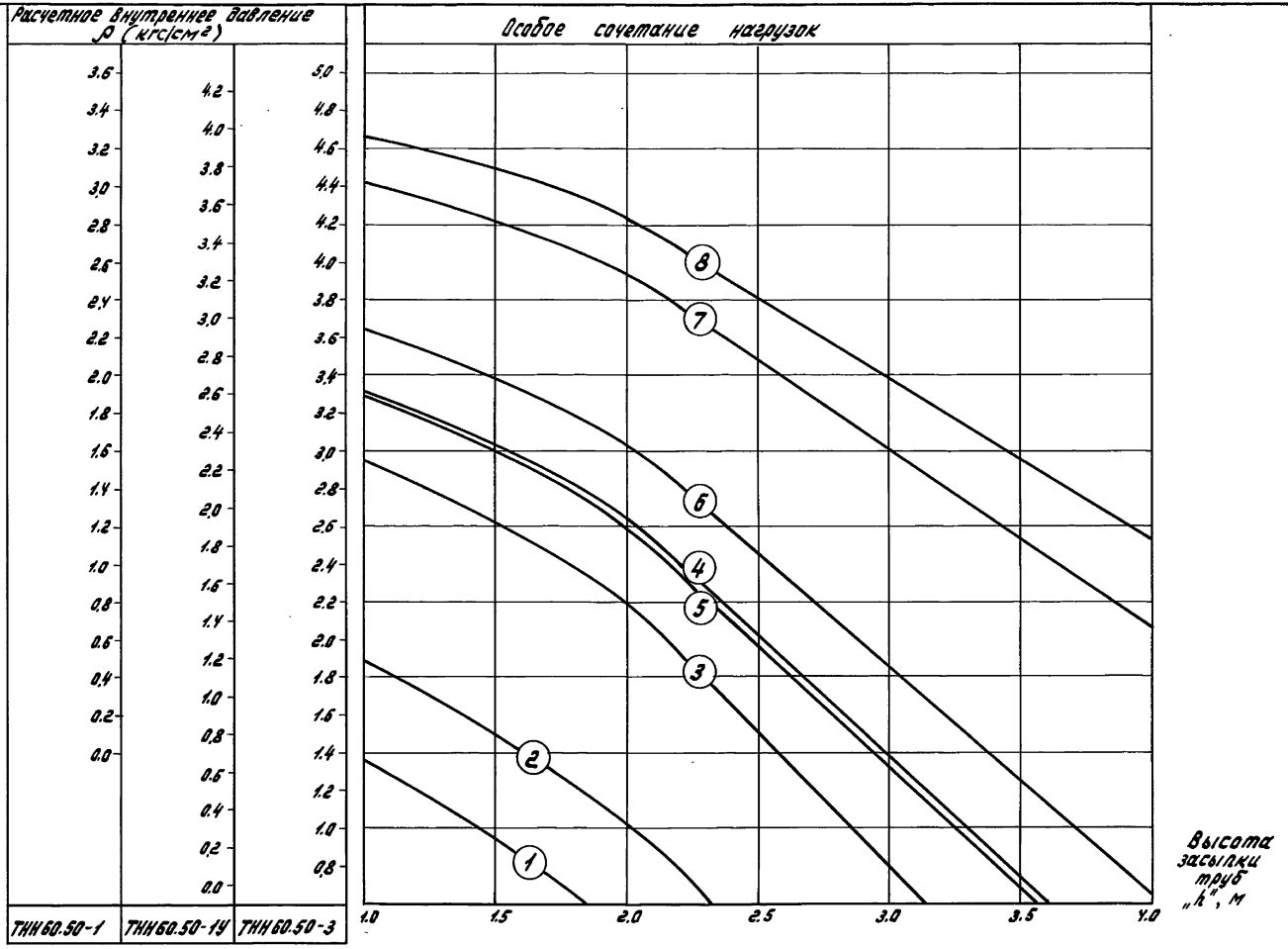
d 600
Г0-3
Г3-2



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

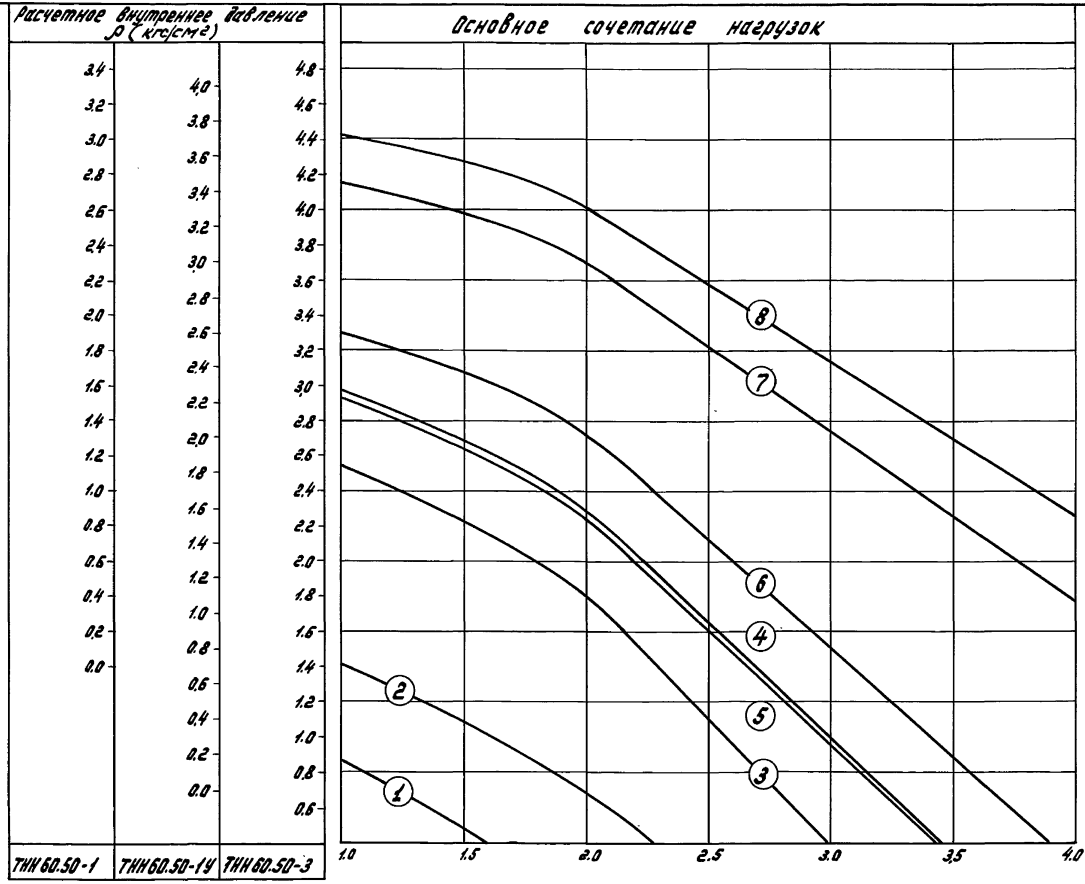
d 600
$Г_0$-3
$Г_3$-2

Особое сочетание нагрузок



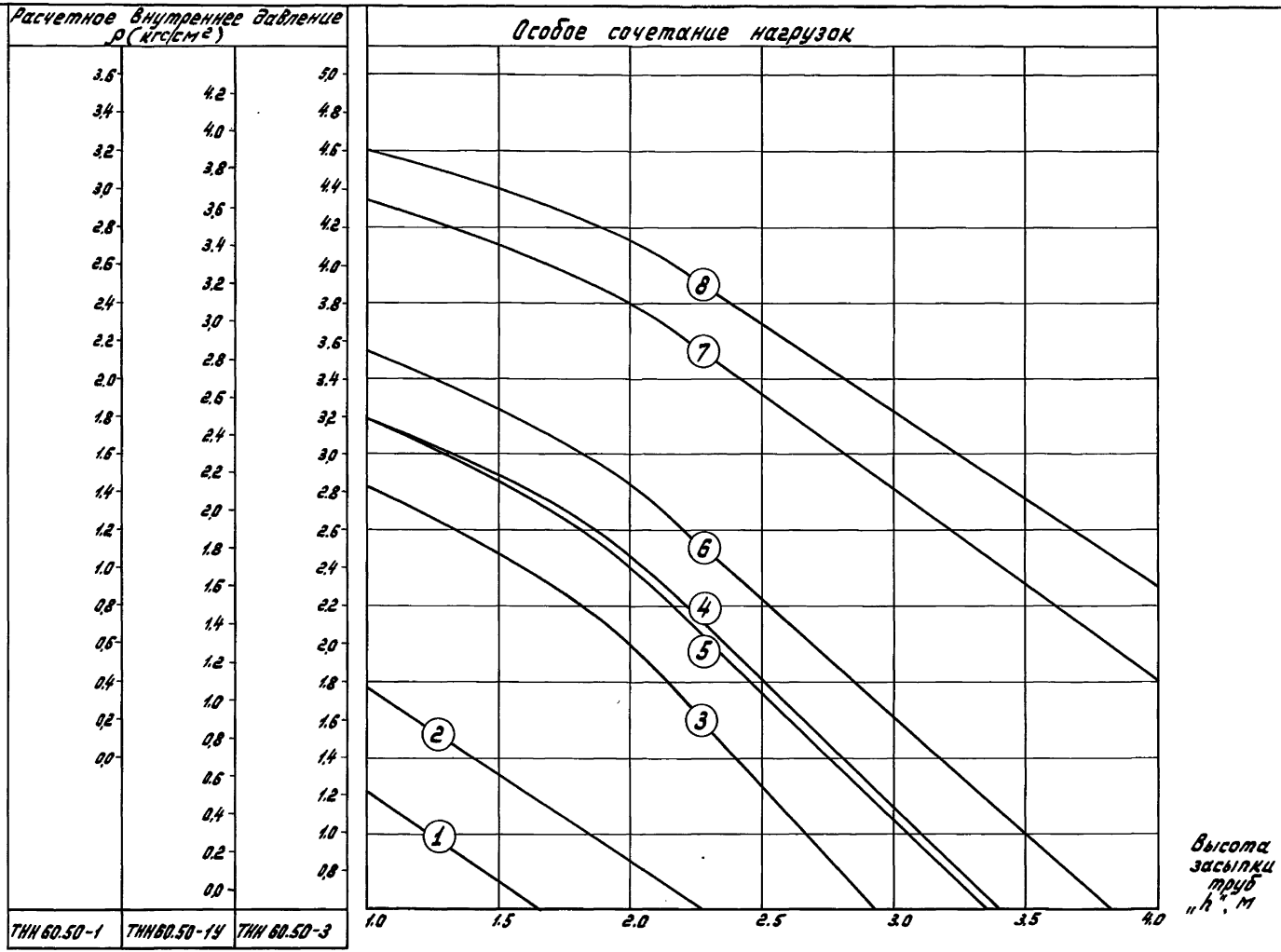
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 600
$Г_0$-3
$Г_3$-3



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

d 600
$Г_0$-3
$Г_3$-3



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3.901.1-15.0-3

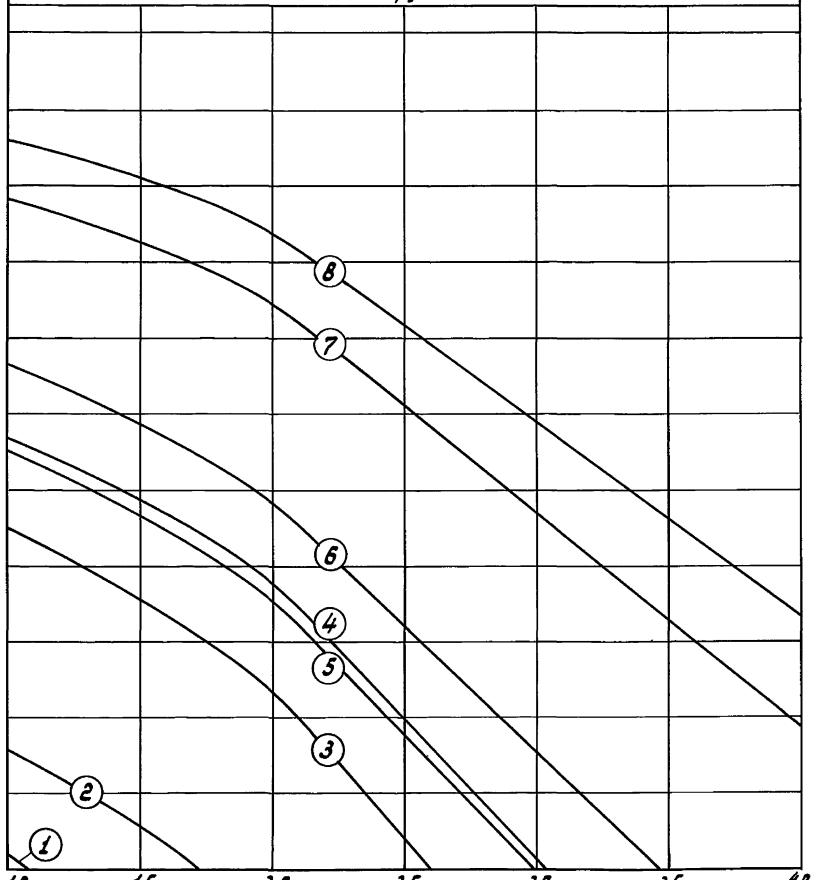
Лист 22

d 600
Г0-3
Г3-4

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)

ТИН 60.50-1	ТИН 60.50-1У	ТИН 60.50-3
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
		0.6

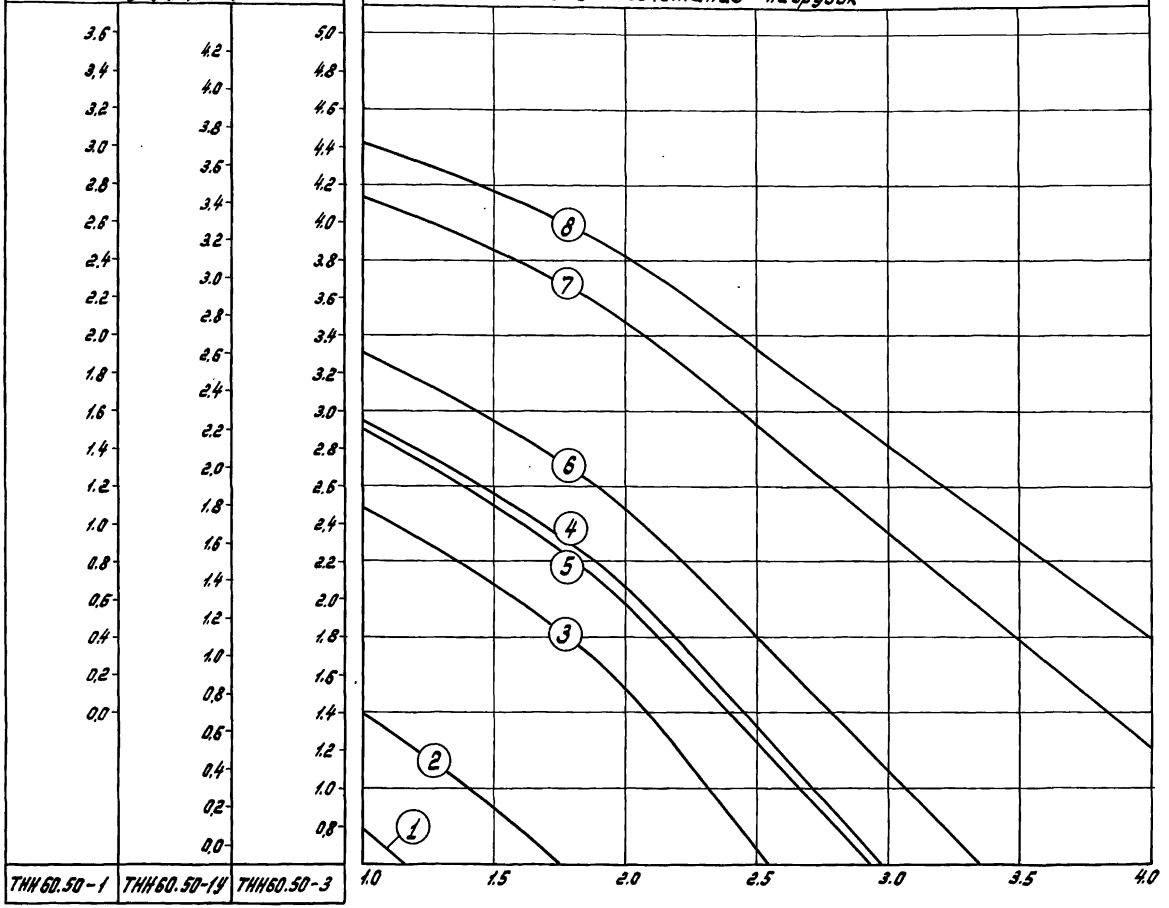
Основное сочетание нагрузок



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 600
Г0-3
Г3-4

Особое сочетание нагрузок

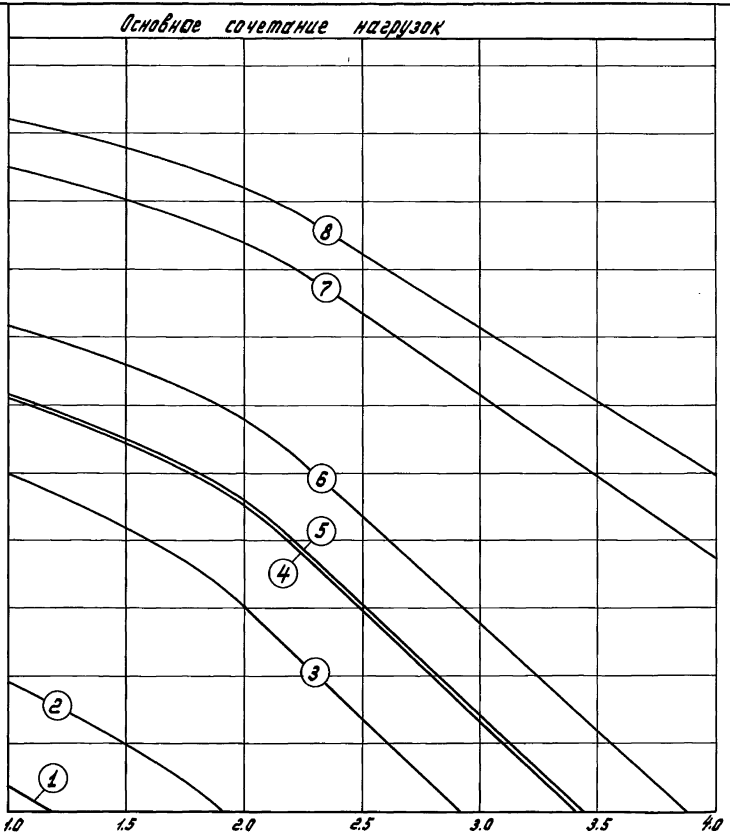


Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

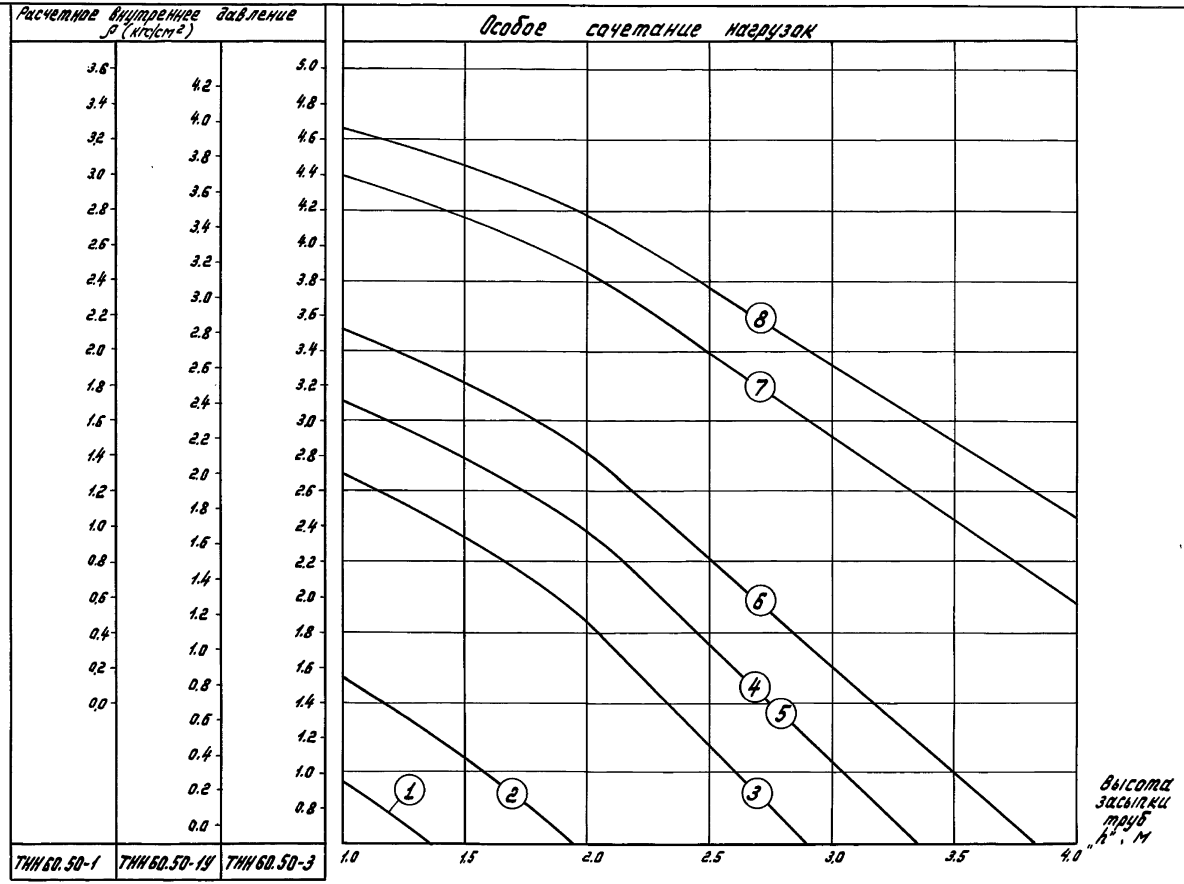
d 600
Г₀-4
Г₃-1

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)

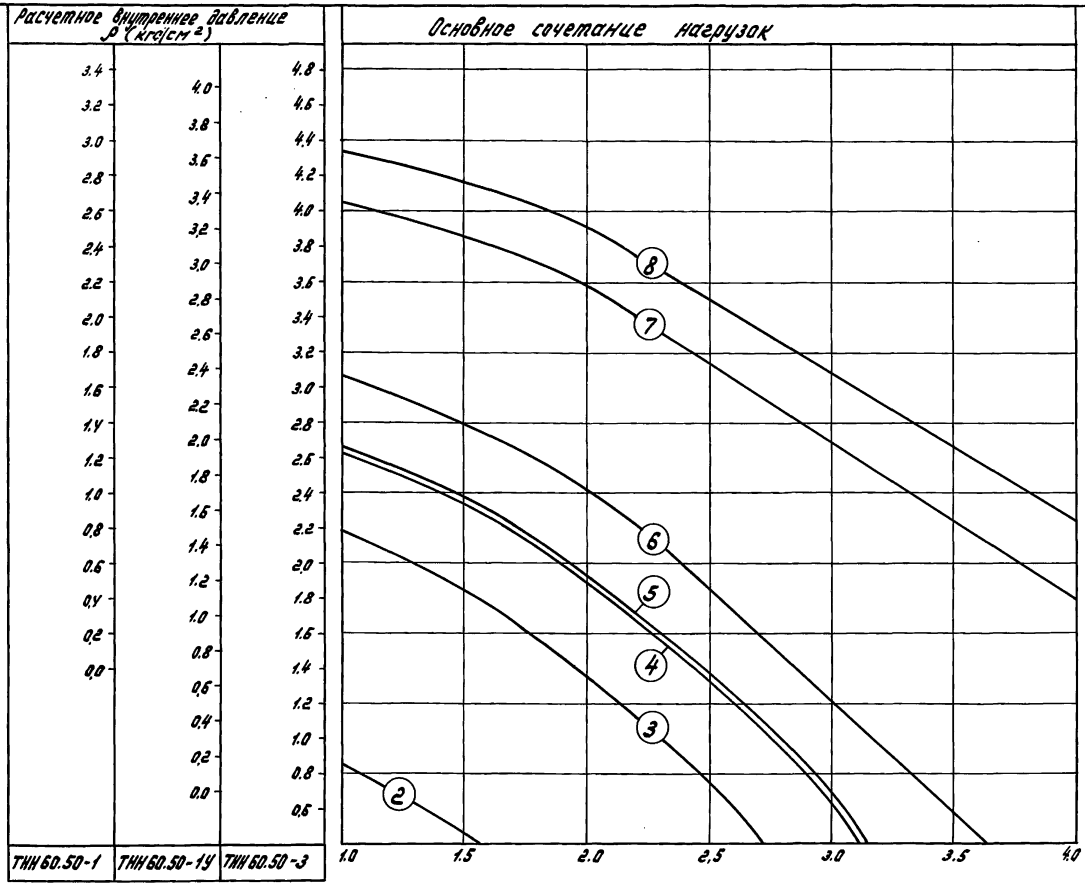
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
		0.6
ТИН 60.50-1	ТИН 60.50-1У	ТИН 60.50-3



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

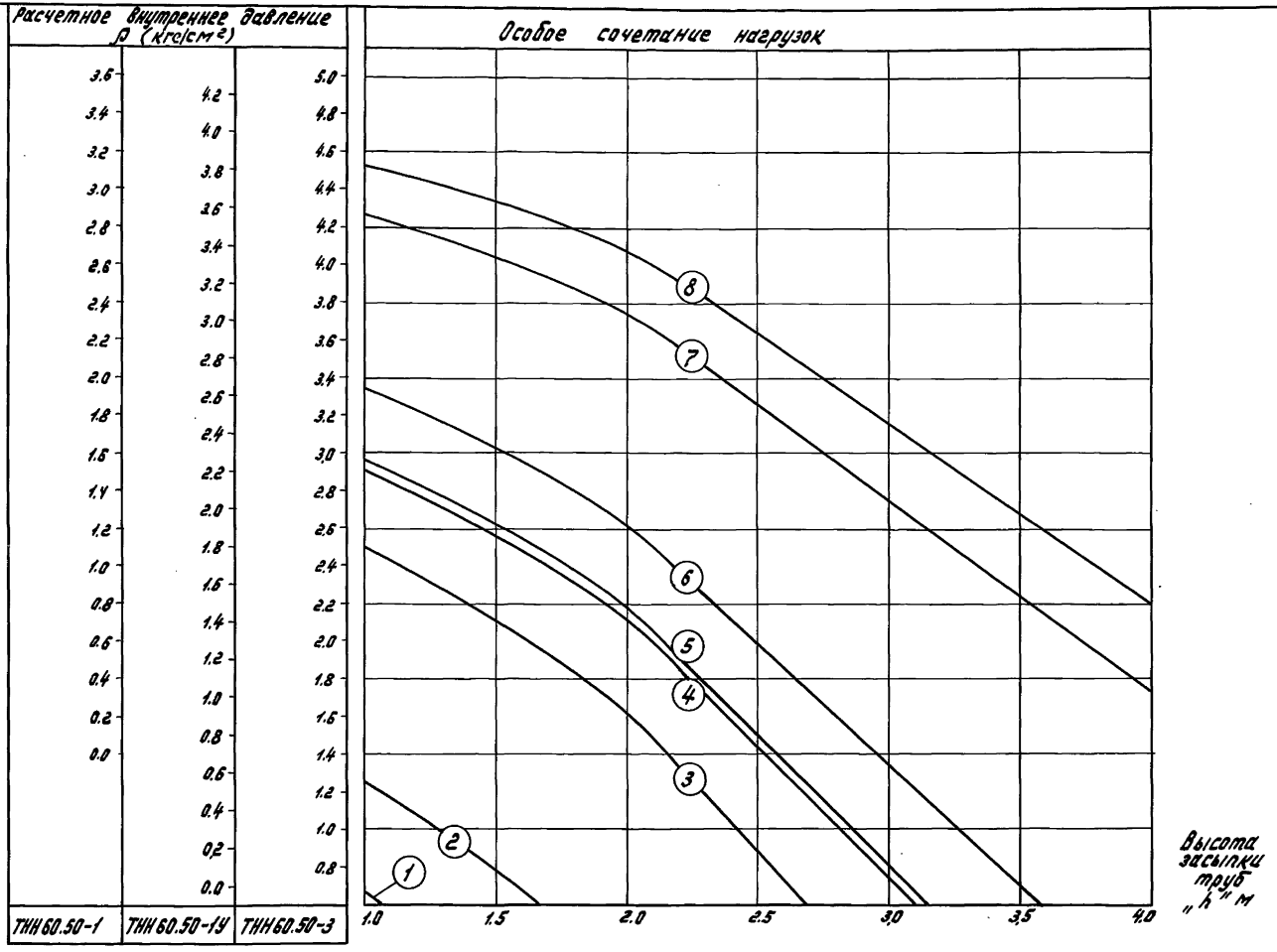

Особое сочетание нагрузок
Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
ТИН 60.50-1
ТИН 60.50-1У
ТИН 60.50-3
1
2
3
4
5
6
7
8
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
Высота засыпки труб h, м

d 600
Г0-4
Г3-2



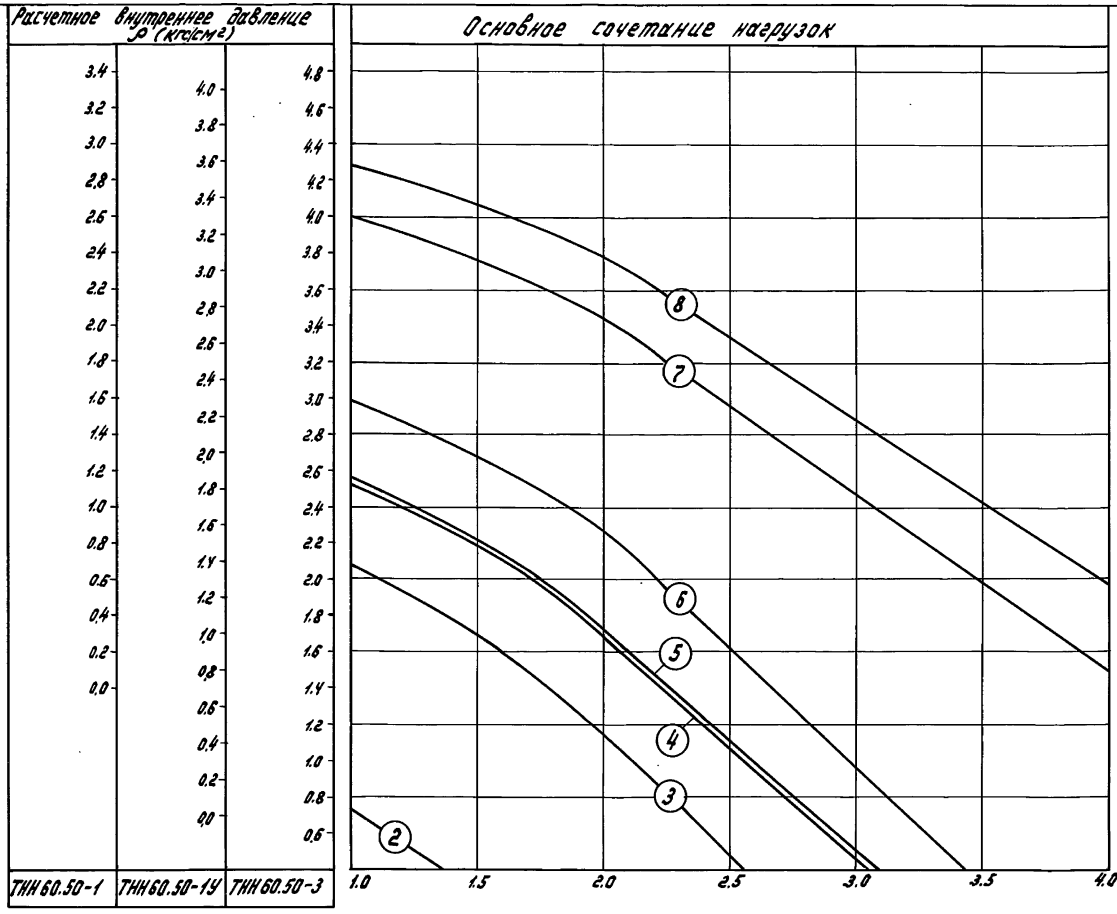
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 600
$Г_0$-4
$Г_3$-2



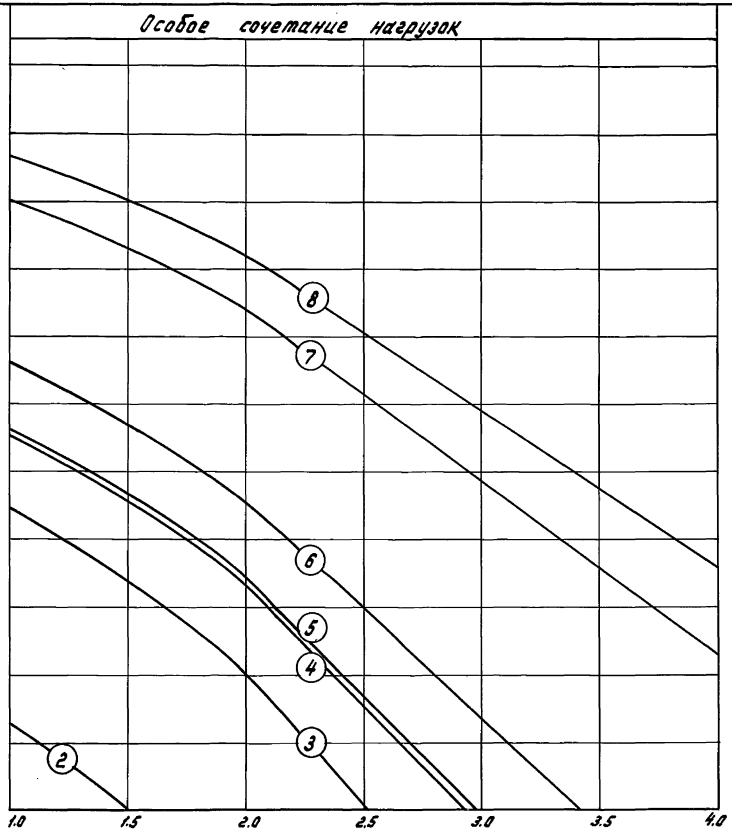
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 600
Г0-4
Г3-3



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

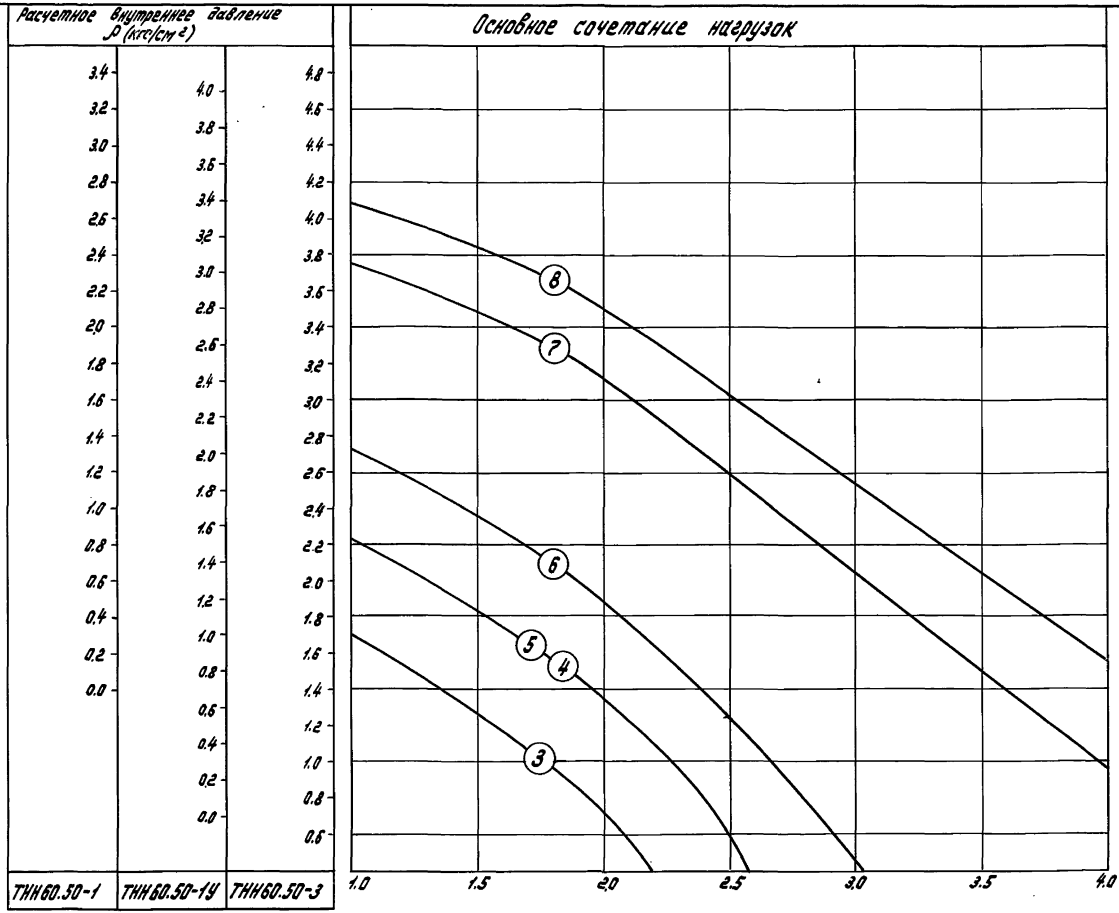
Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.6	4.2	5.0
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
ТНН 60.50-1	ТНН 60.50-1У	ТНН 60.50-3



d 600
l_0-4
l_3-3

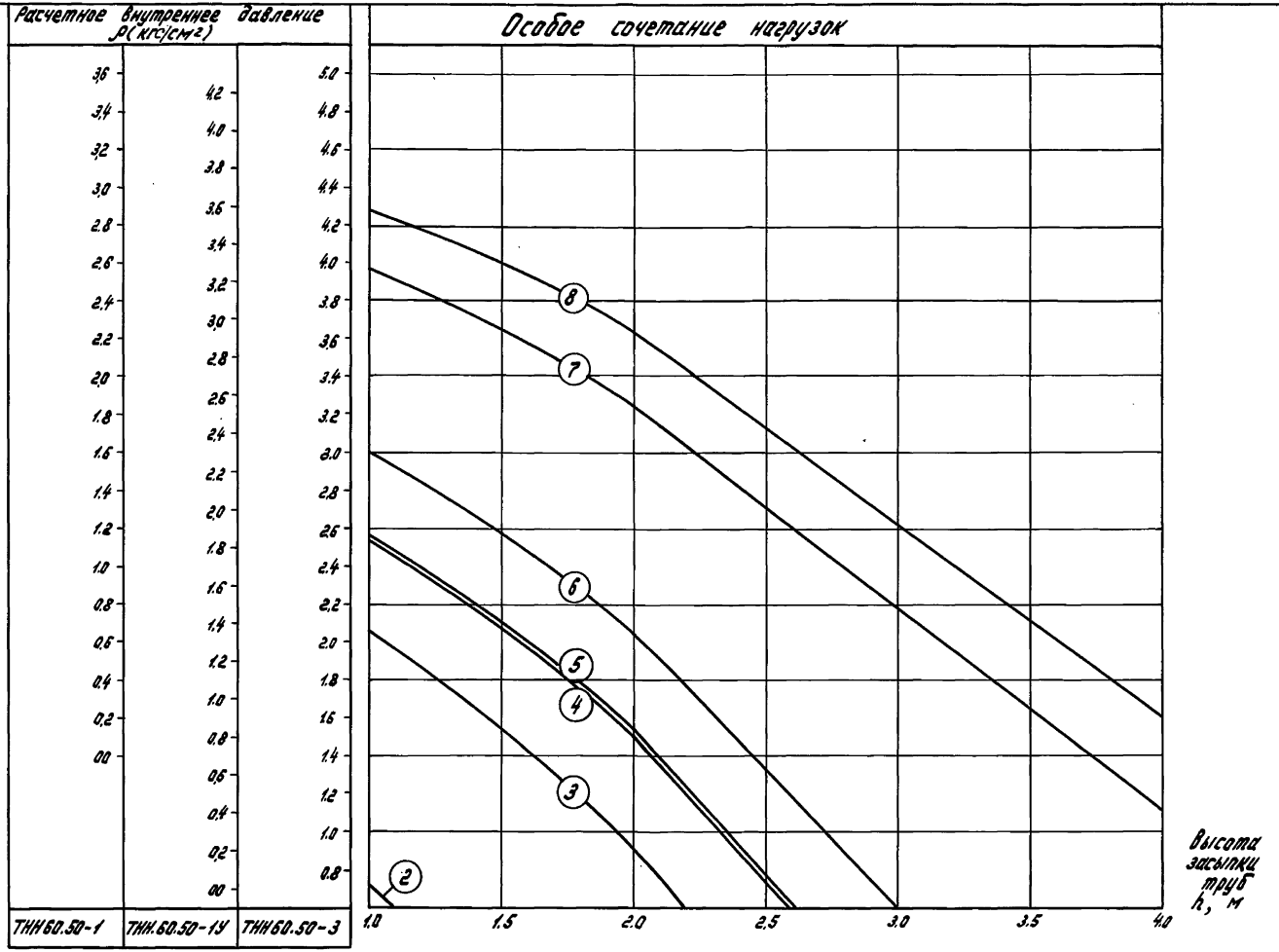
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 600
Г0-4
Г3-4



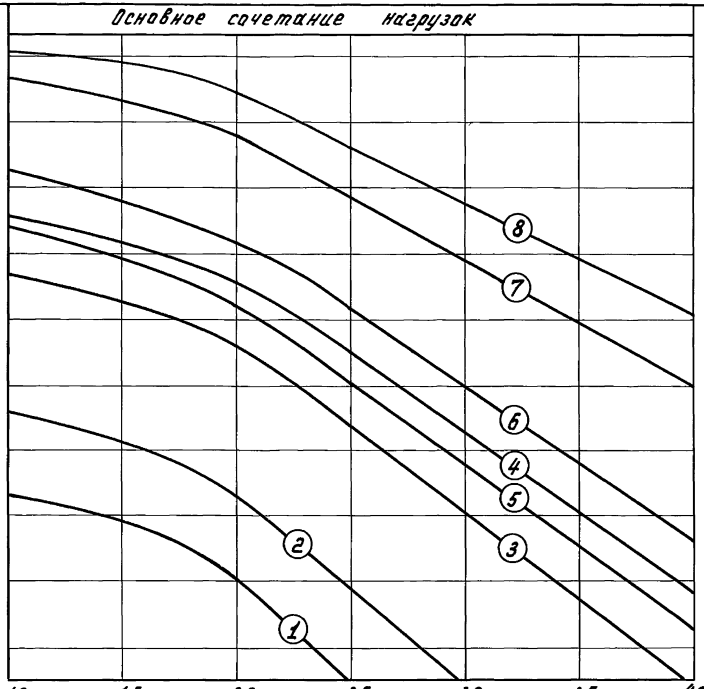
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 600
Г₀-4
Г₃-4



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.6	4.2	5.0
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
ТНН 80.50-1	ТНН 80.50-1У	ТНН 80.50-3



d 800
Г0-1
Г3-1

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	

Изм.	Лазонова		
Вед.инж.	Рустамбеков		
ГИП	Малютин		
Н.контр.	Малютин		
Нач.отд.	Гевелев		

3.901.1-15.0-4

Графики расчета трубопроводов диаметром 800 мм

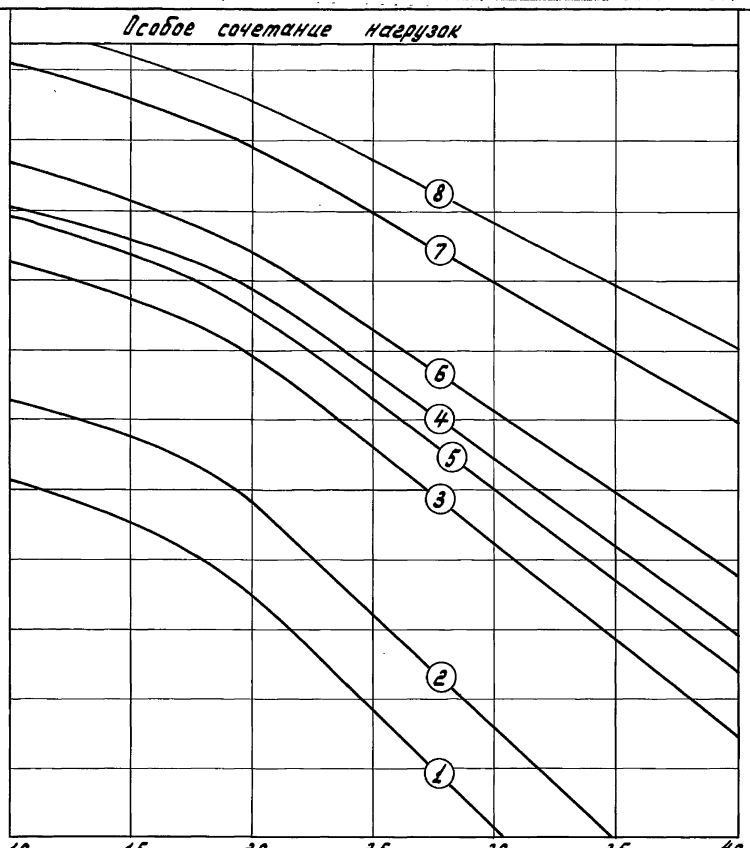
Стадия	Лист	Листов
Р	1	32

80 „Союзводпроект"

d 800
$Г_0$-1
$Г_3$-1

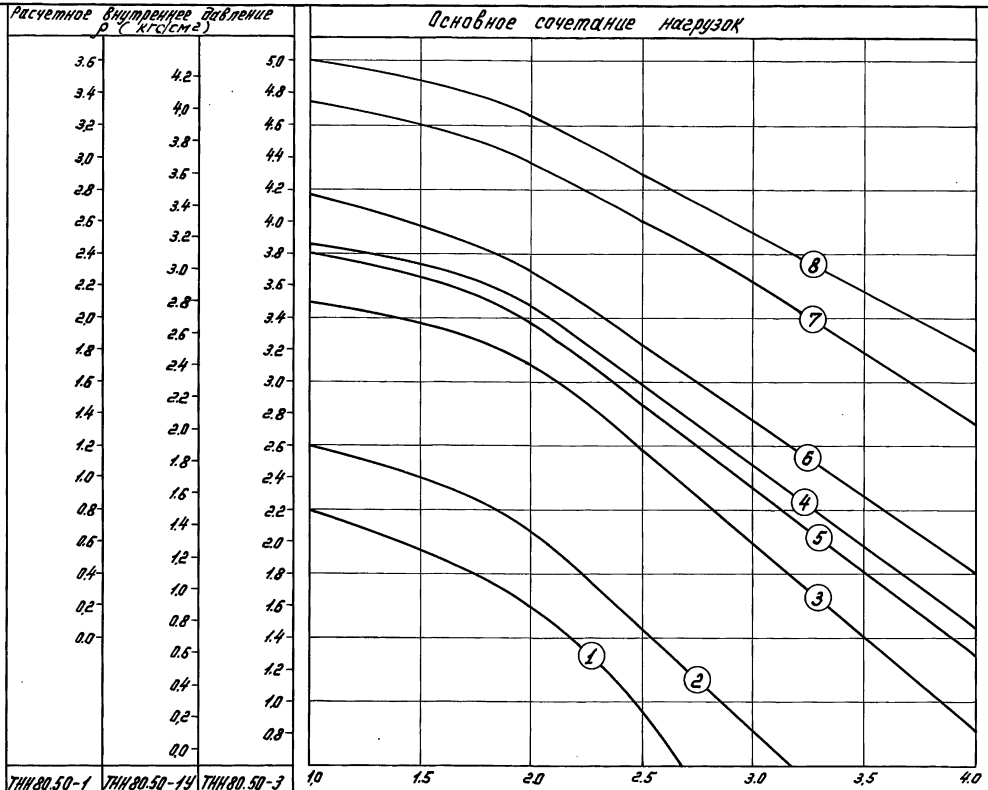
Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)

ТИН 80.50-1	ТИН 80.50-1У	ТИН 80.50-3
3.6	4.2	5.0
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8



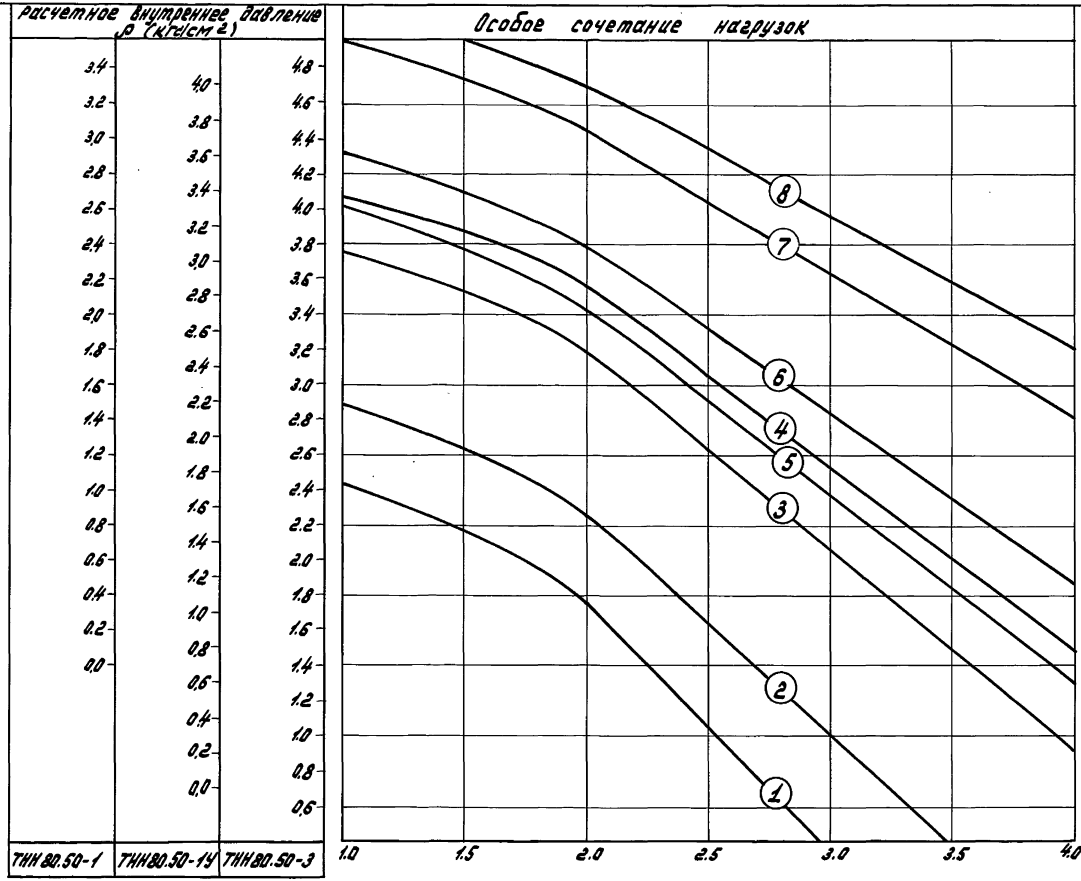
Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
$Г_0$-1
$Г_3$-2



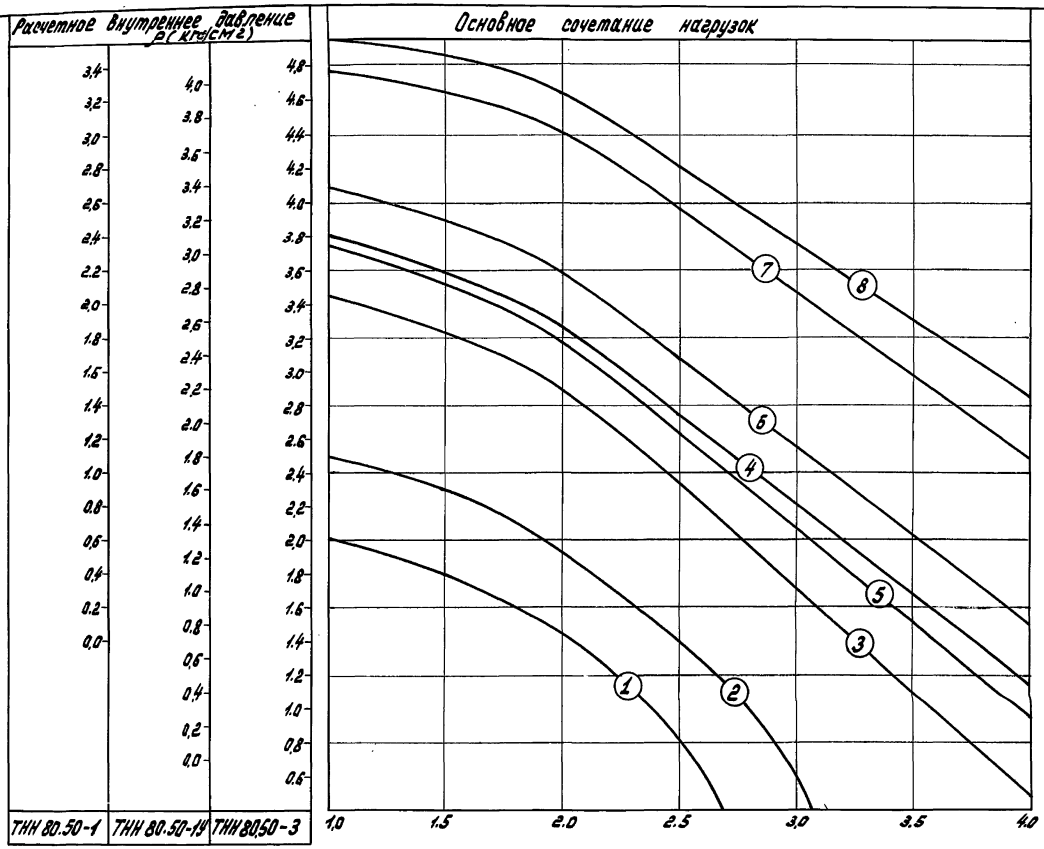
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
Г0-1
Г3-2



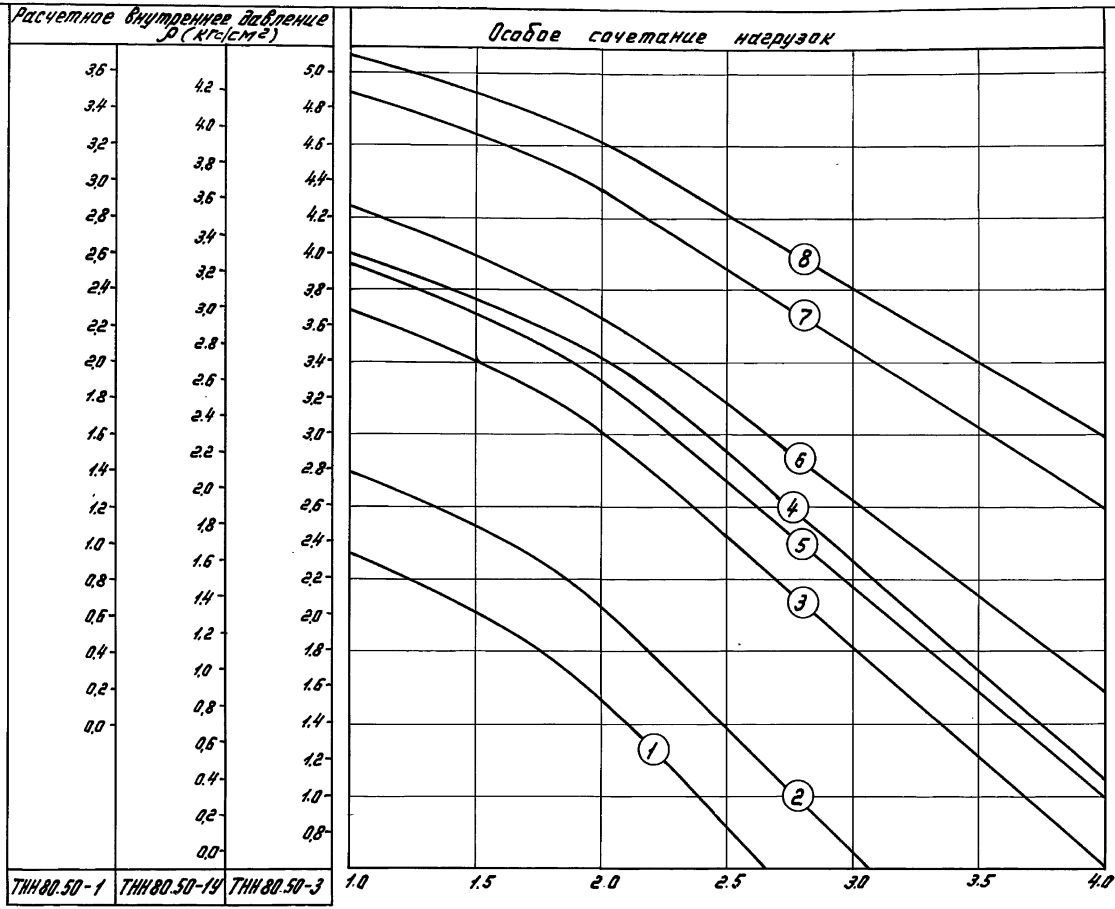
Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
Г0 -1
Г3 -3



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

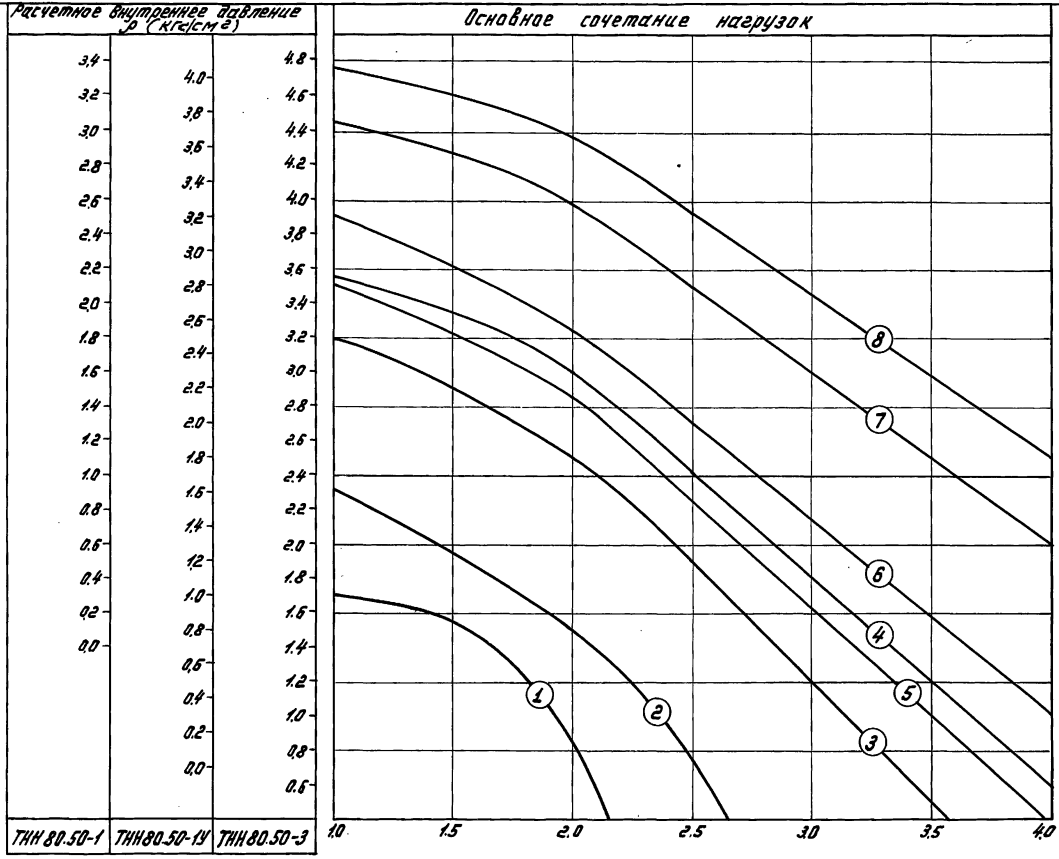
d 800
Гр-1
Гз-3



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
Го-1
Гз-4

Основное сочетание нагрузок



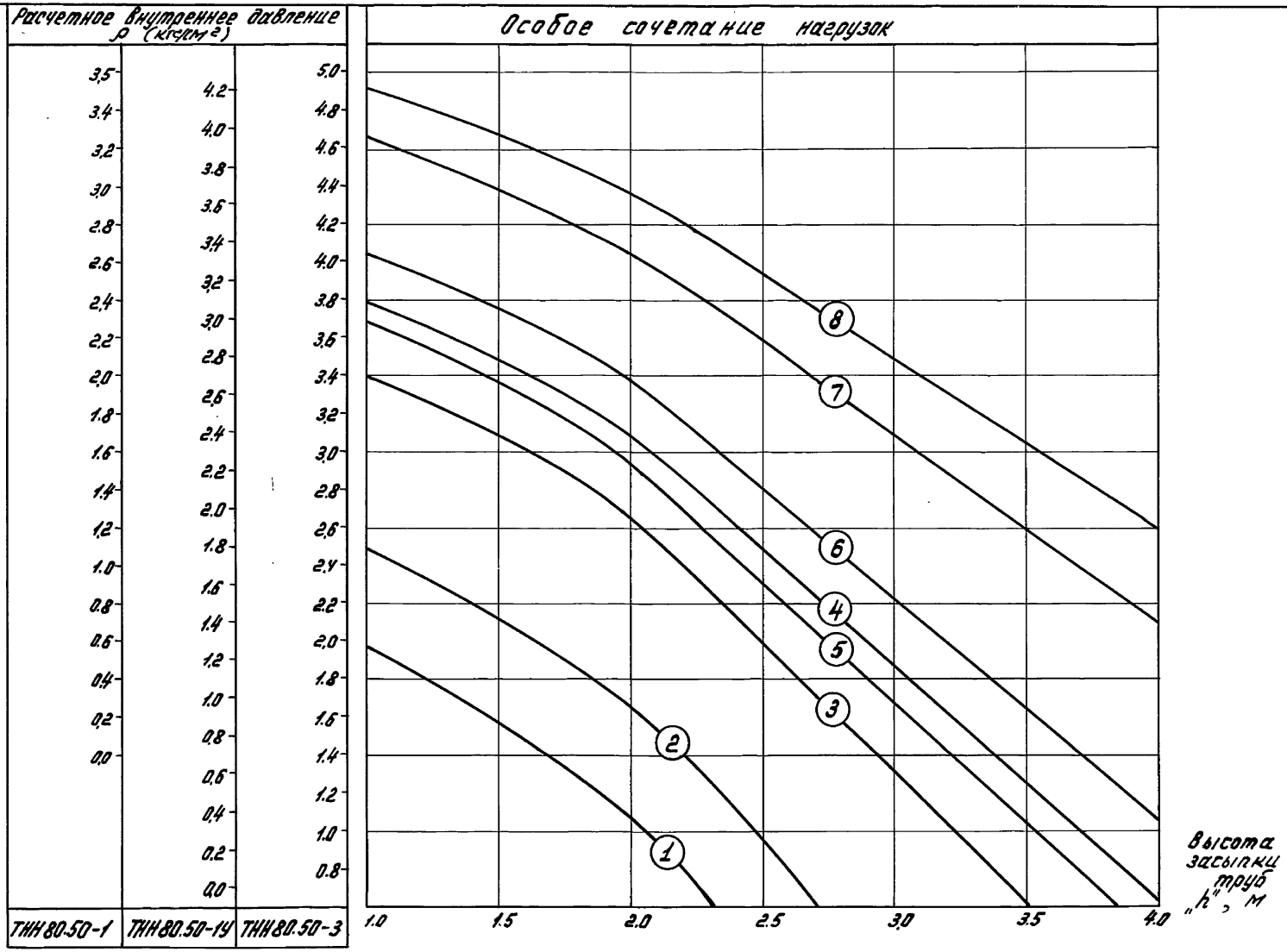
Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

3.901.1-15.0-4

Лист 7

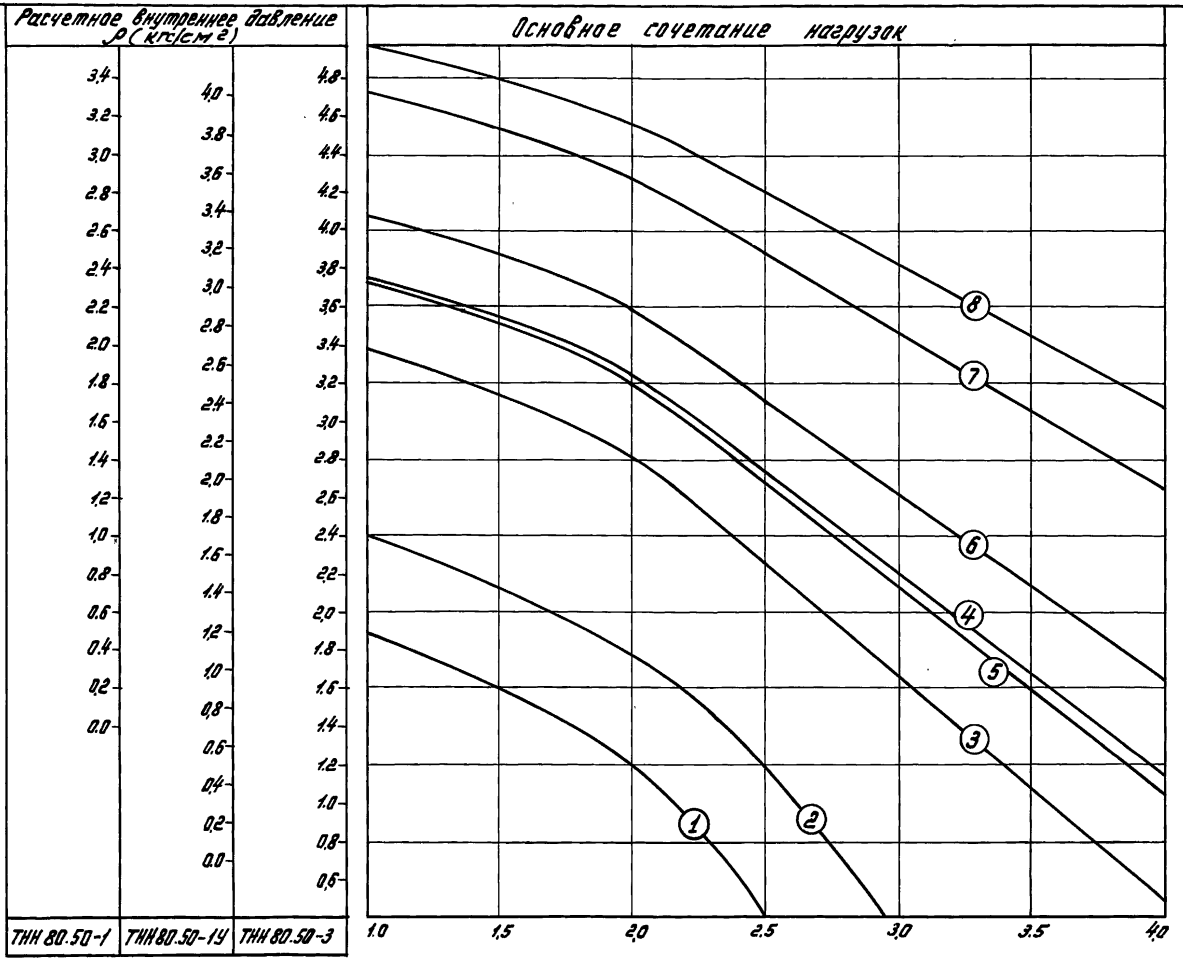
d 800
Гр-1
Г3-4

Особое сочетание нагрузок



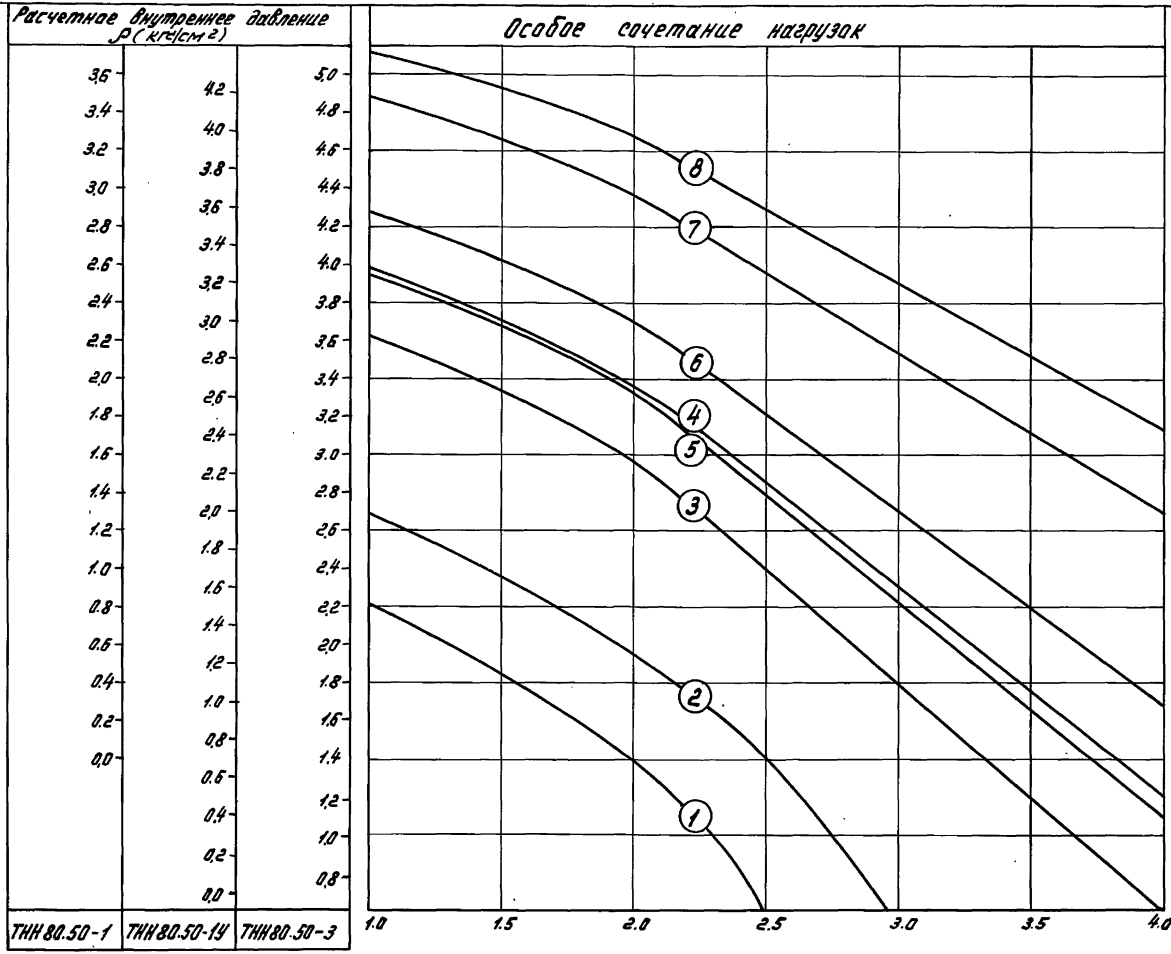
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
Гр-2
Гз-1



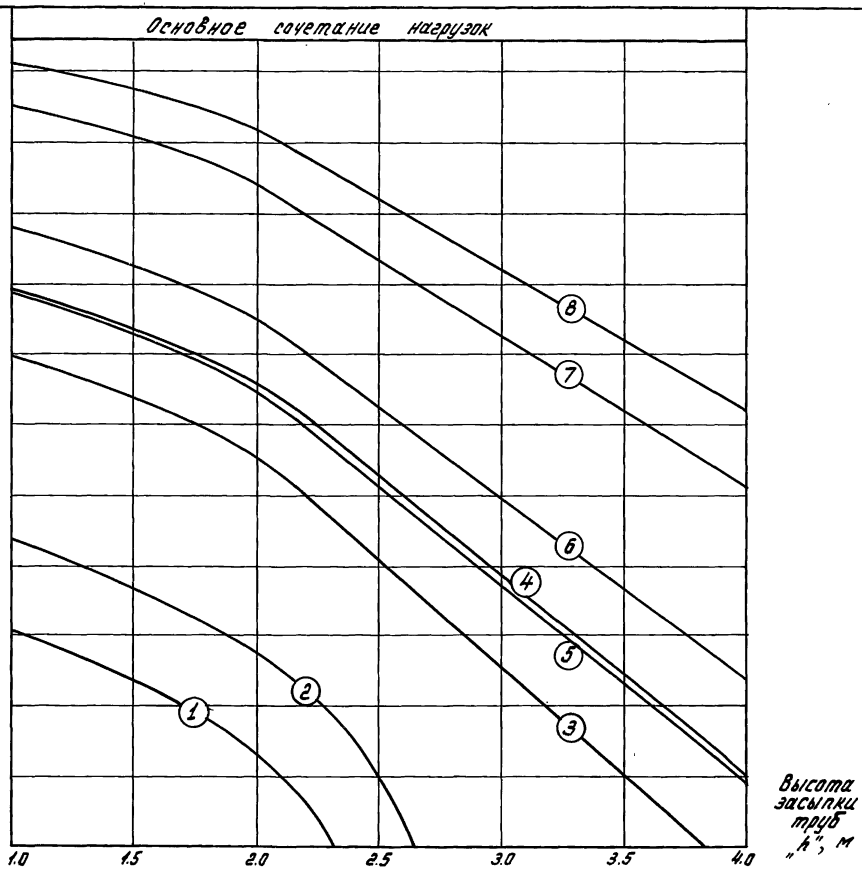
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 800
Гр-2
Гз-1



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Расчетное внутреннее давление ρ (кгс/см²)		
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
		0.6
ТНН 80.50-1	ТНН 80.50-1У	ТНН 80.50-3



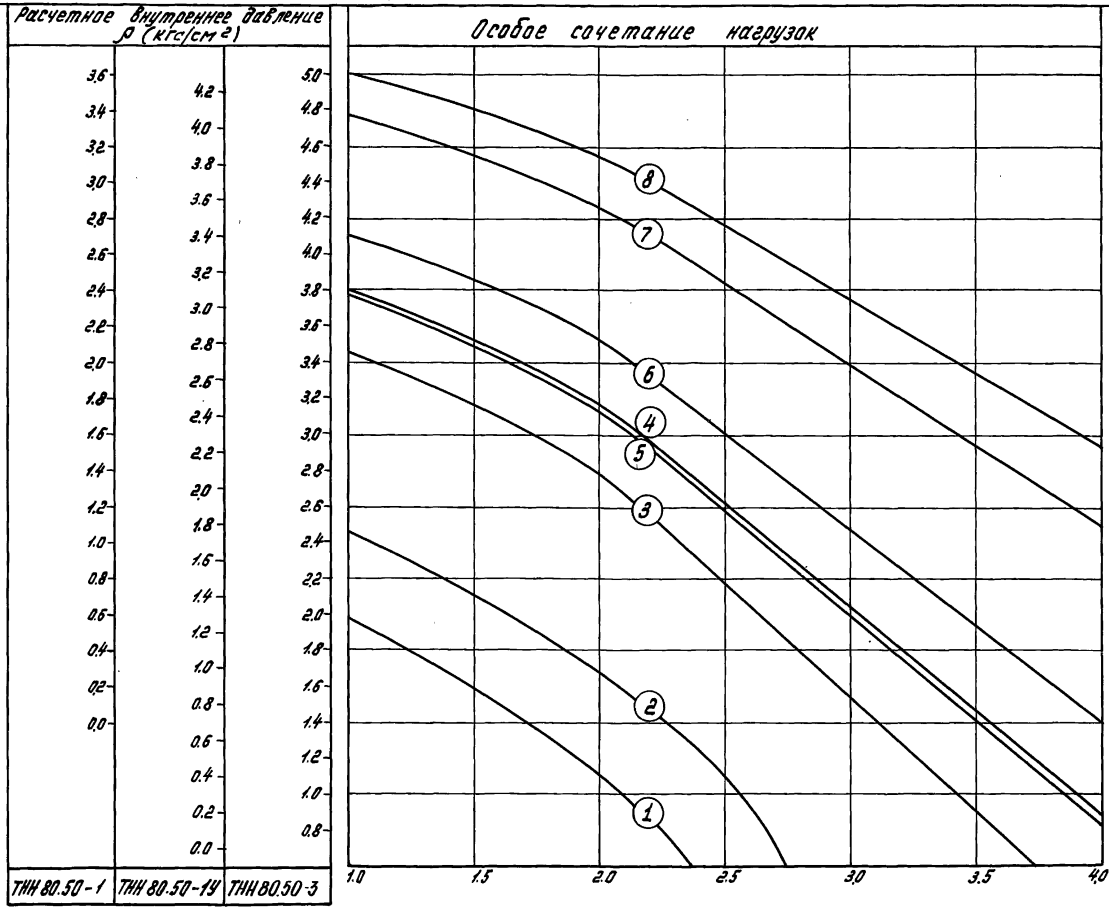
d 800	
$Г_0$ - 2	
$Г_3$ - 2	

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3. 901. 1 - 15. 0 - 4

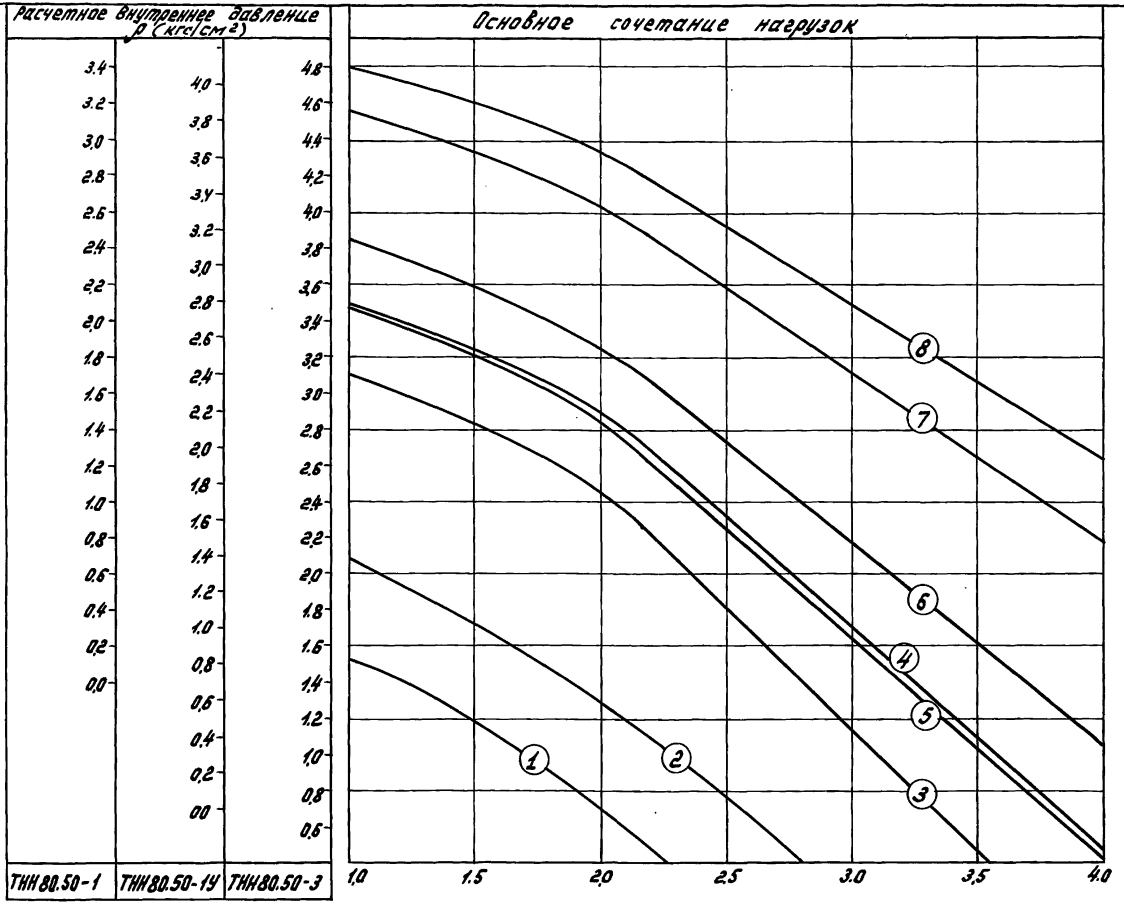
Лист 11

d 800
Гр-2
Гз-2



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

d 800
$Г_0$-2
$Г_в$-3



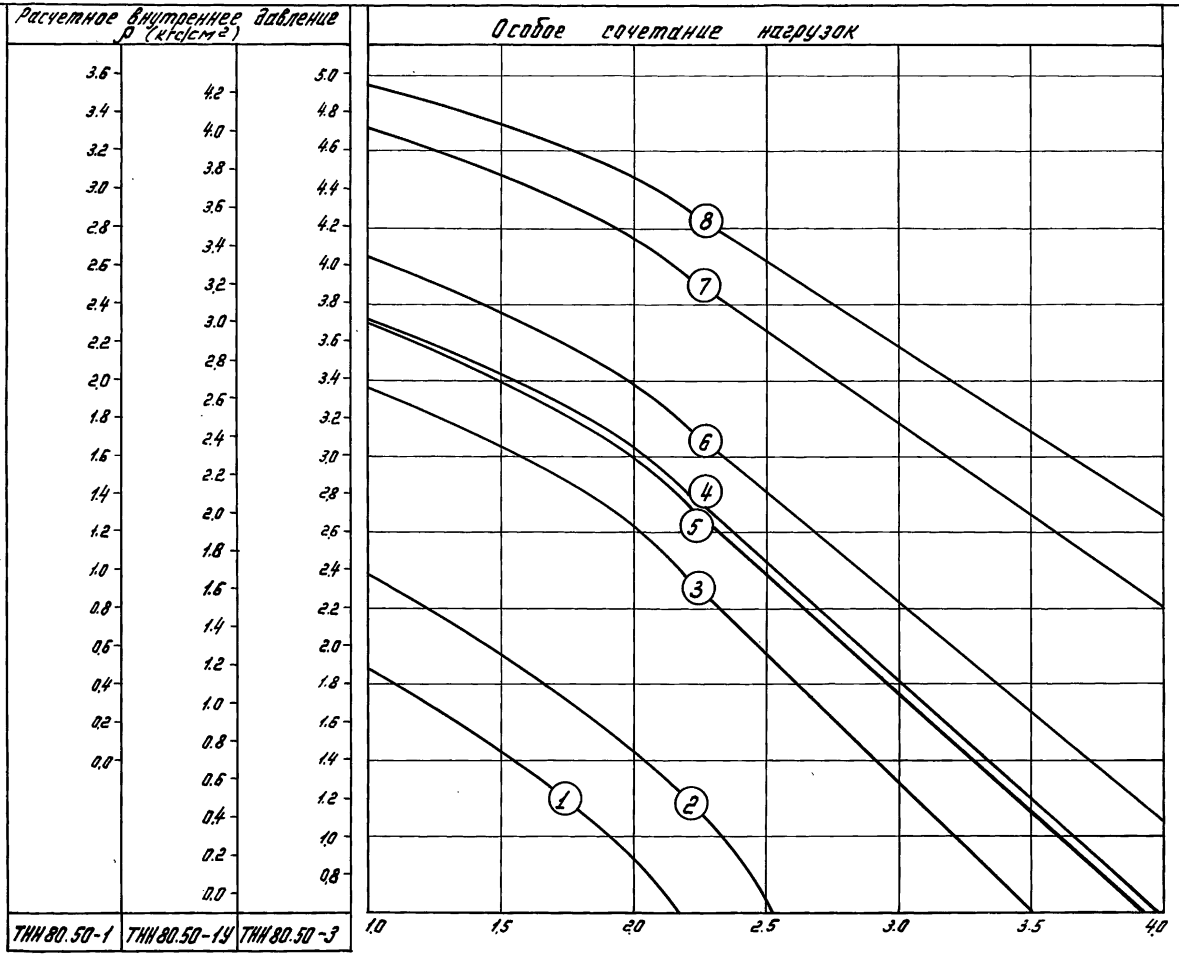
Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№

3.901.1-15.0-4

Лист 13

d 800
Гв-2
Гз-3

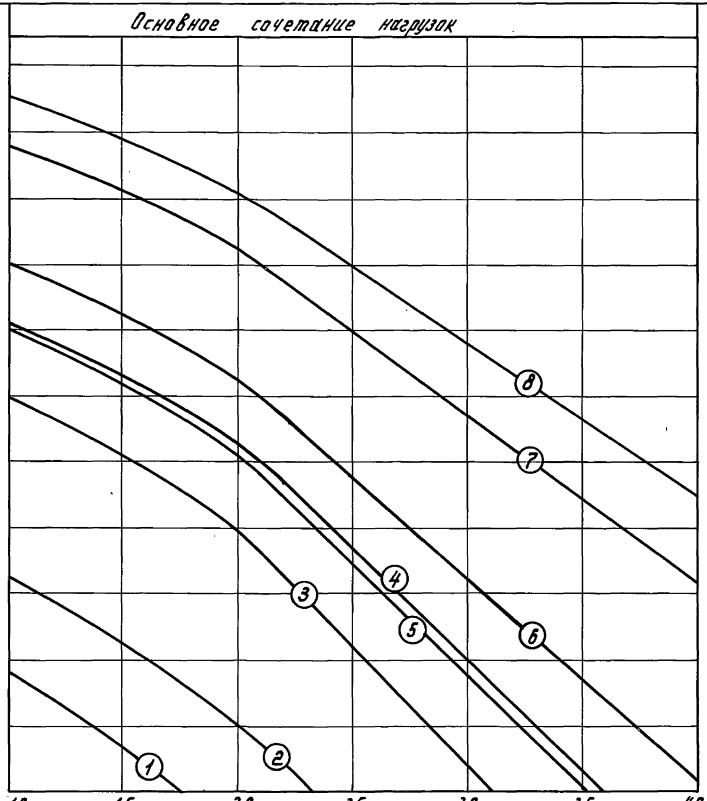
Особое сочетание нагрузок



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

d 800
Г₀-2
Г₃-4

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
		0.6
ТНН 80.50-1	ТНН 80.50-1У	ТНН 80.50-3



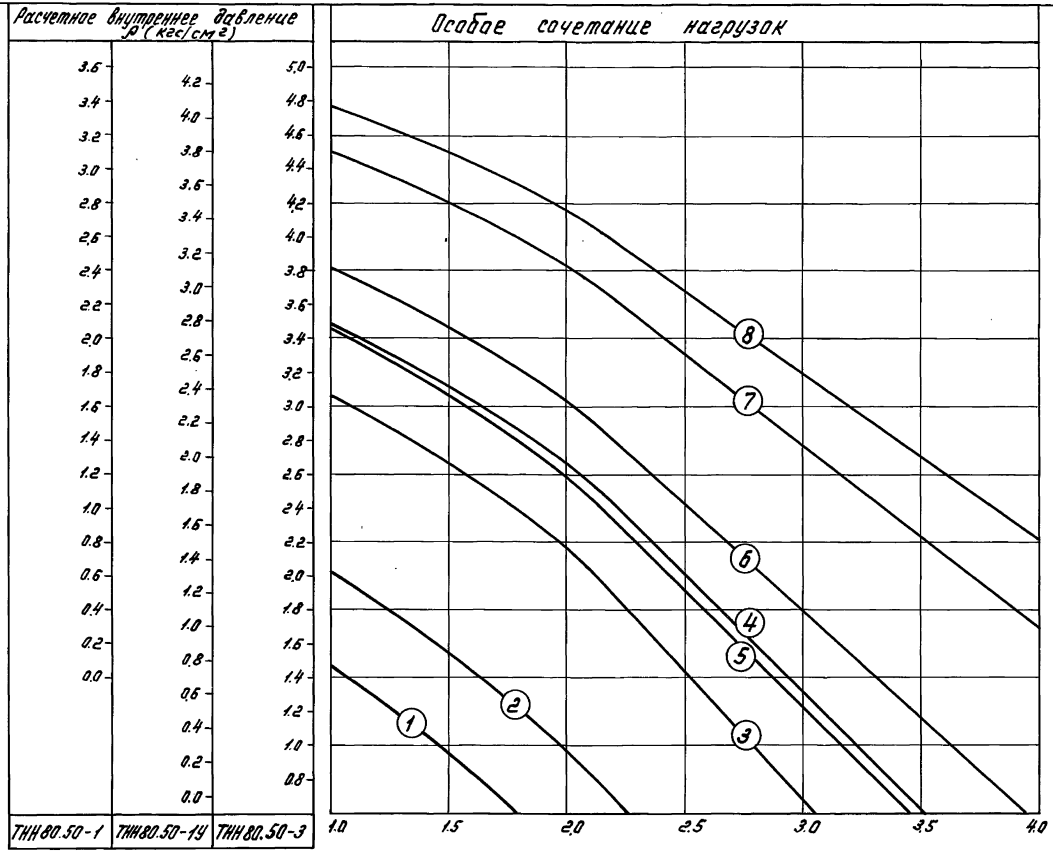
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3.901.1-15.0-4

Лист 15

d 800
Г0-2
Г3-4

Особое сочетание нагрузок

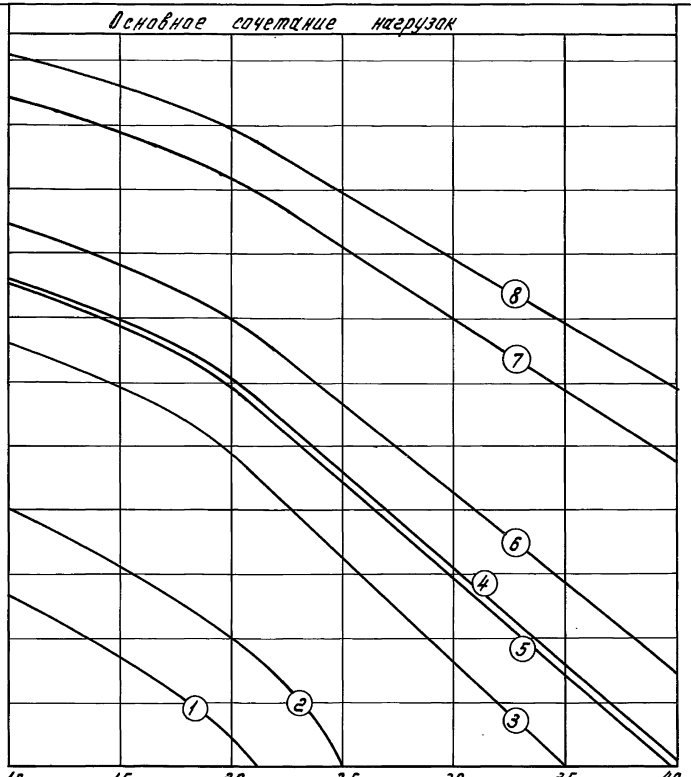


Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 800
Г0-3
Г3-1

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)

ТНН 80.50-1	ТНН 80.50-1У	ТНН 80.50-3
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
		0.6

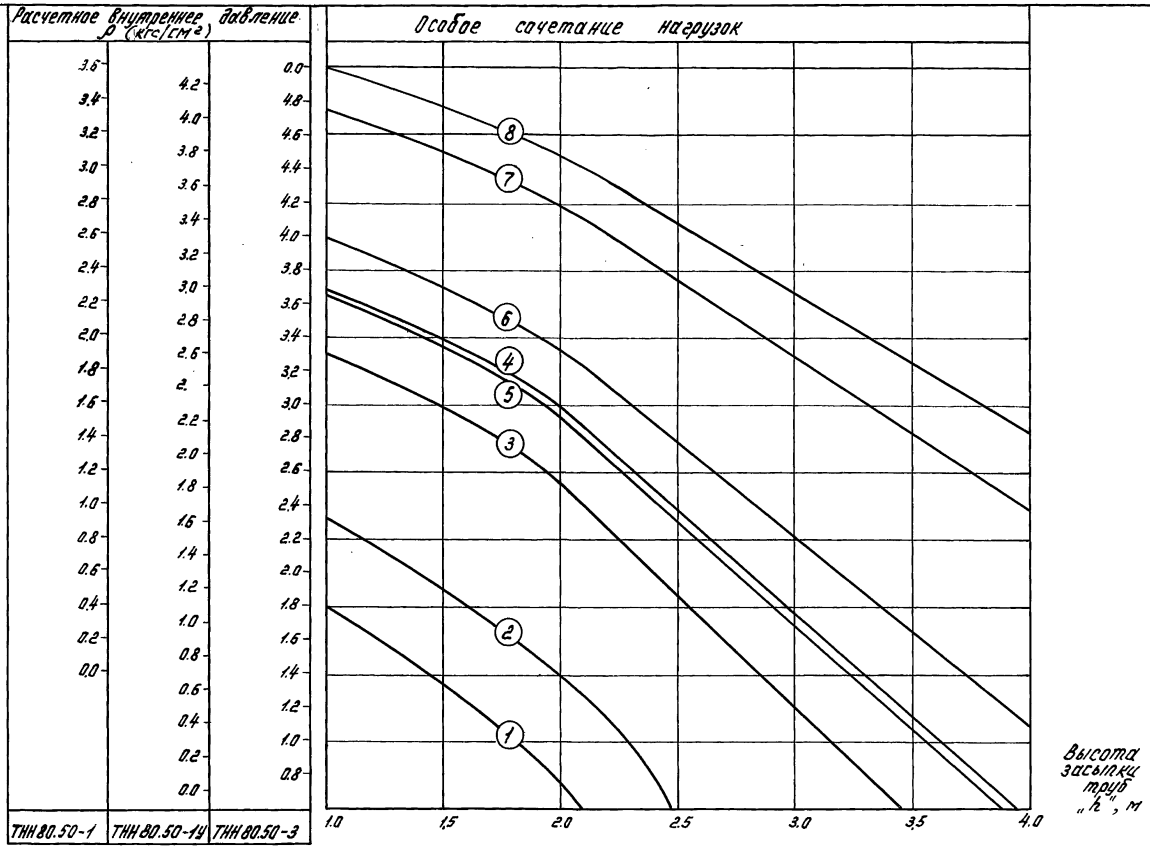


Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 800

$Г_0$-3

$Г_3$-1



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

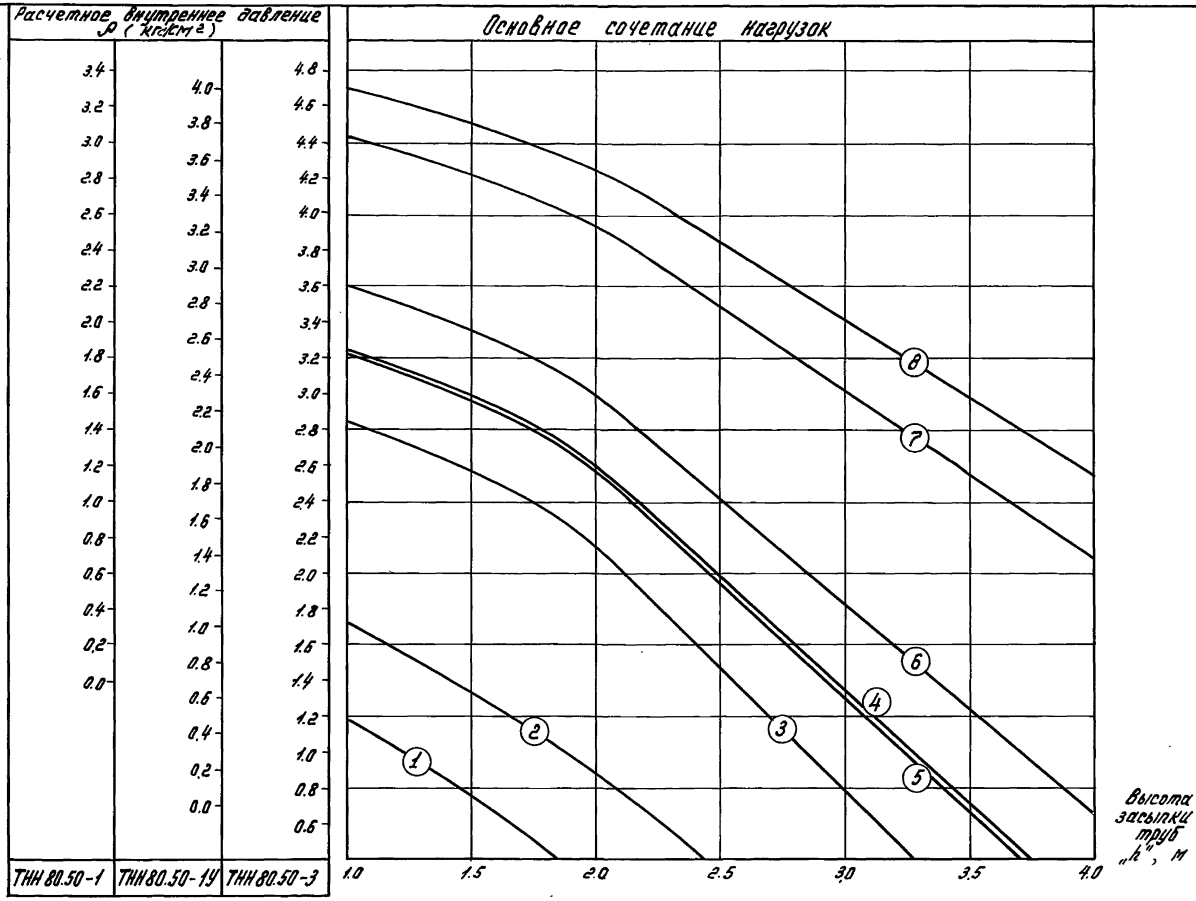
3.901.1-15.0-4

Лист 18

24910-01 67

Формат А3

d 800
$Г_0$-3
$Г_3$-2



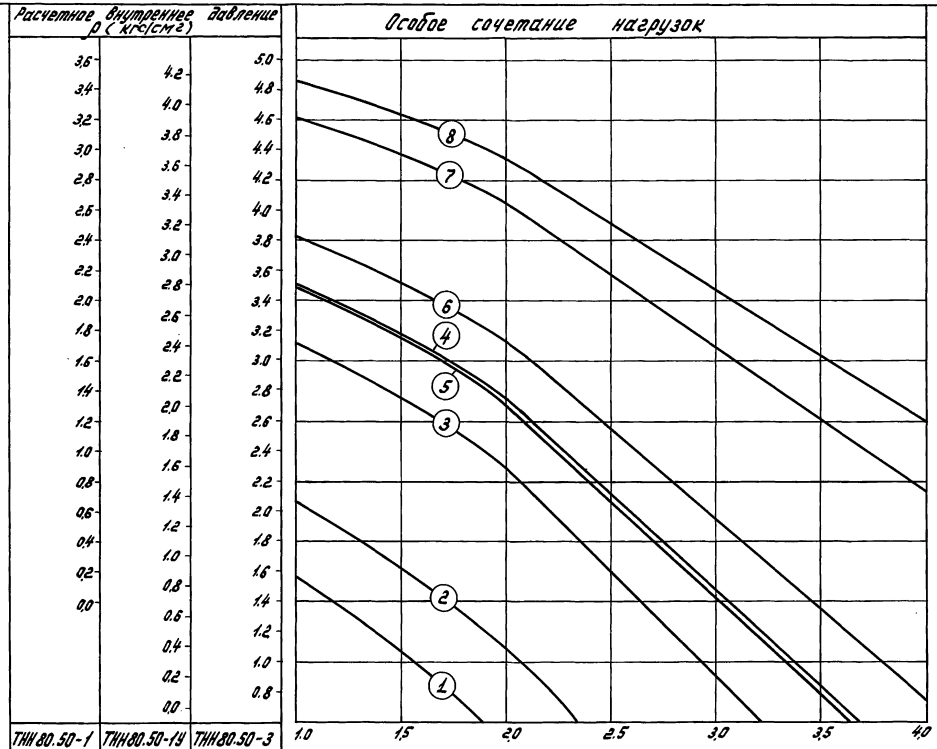
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3.901.1 - 15.0 - 4

Лист 19

24910-01 68 Формат А3

d 800
Гр-3
Гз-2

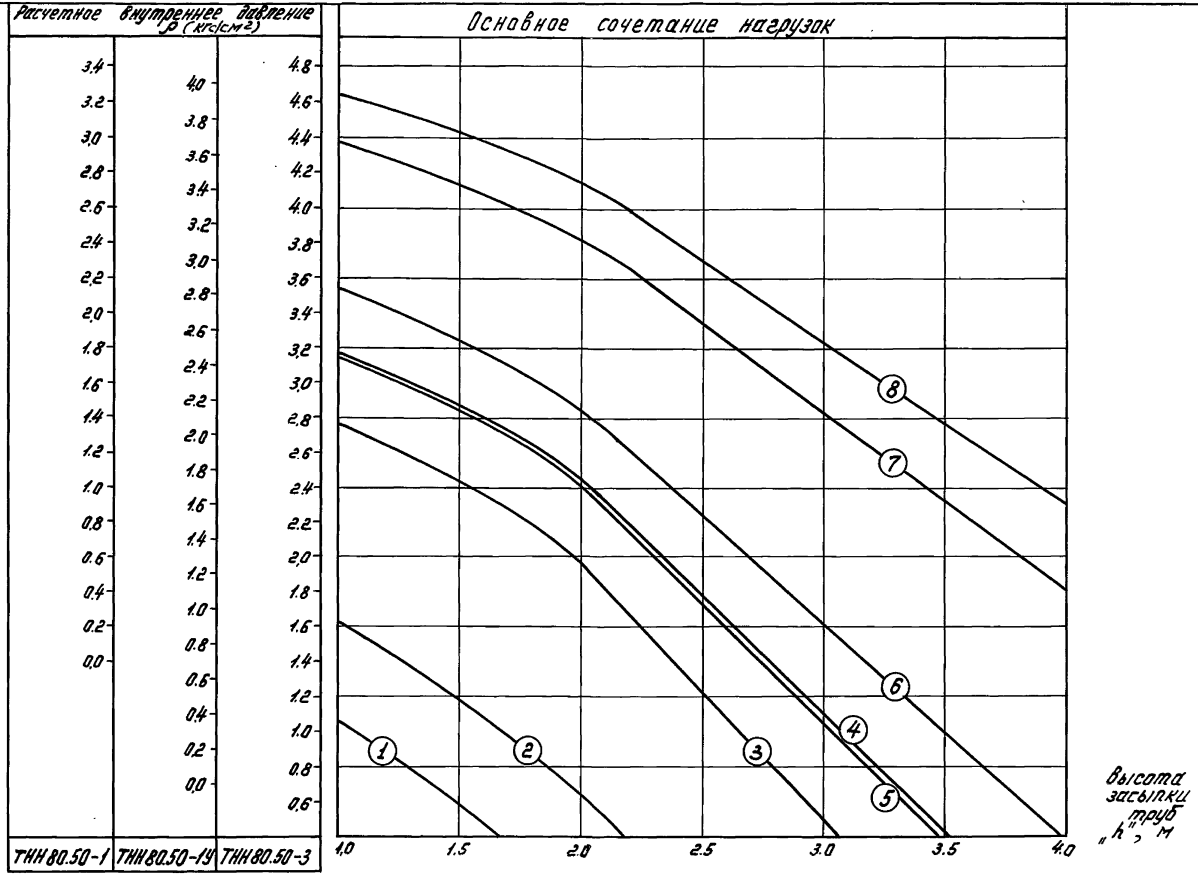


Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

d 800

Г0-3

Г3-3



Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N

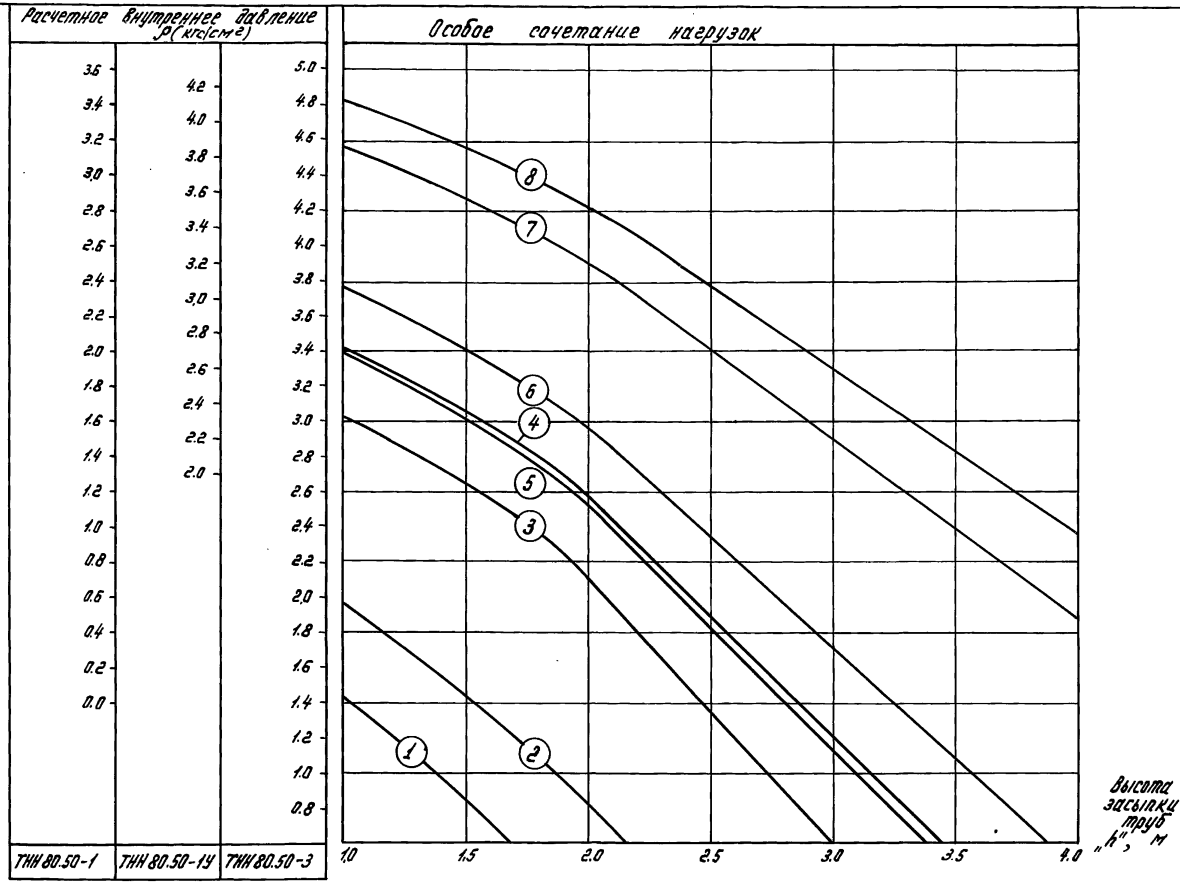
3.901.1-15.0-4

Лист 21

24910-01 70

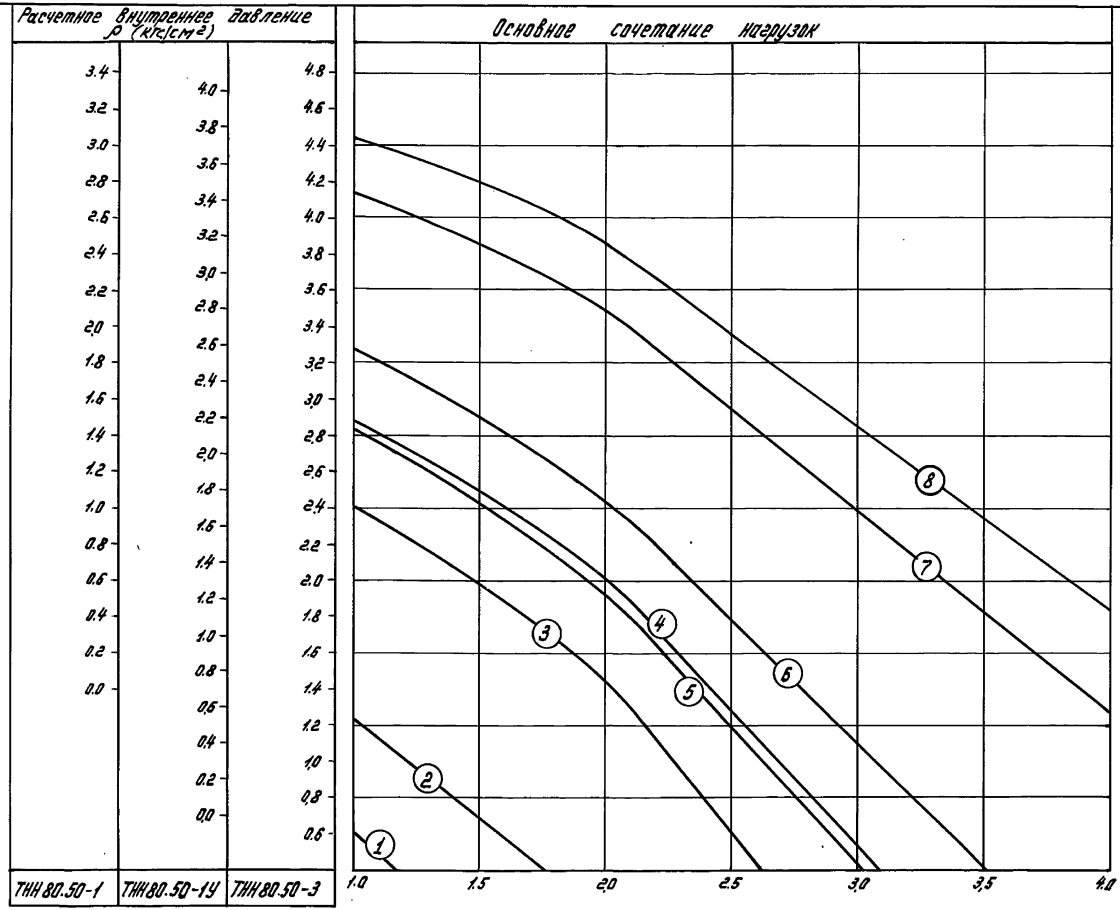
Формат А3

d 800
Г0-3
Г3-3



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
Гр-3
Гз-4

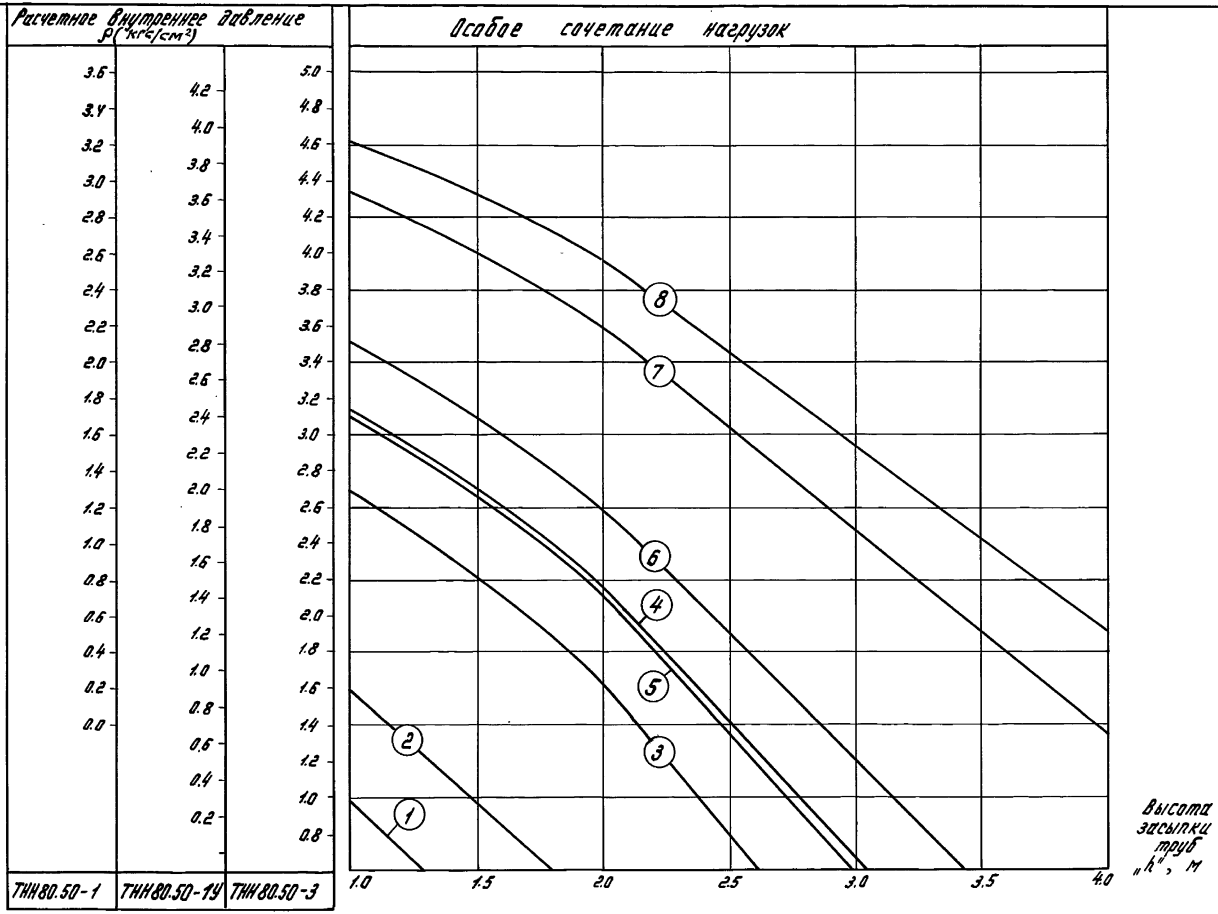


Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 800

Г0-3

Г3-4



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3.901.1-15.0-4

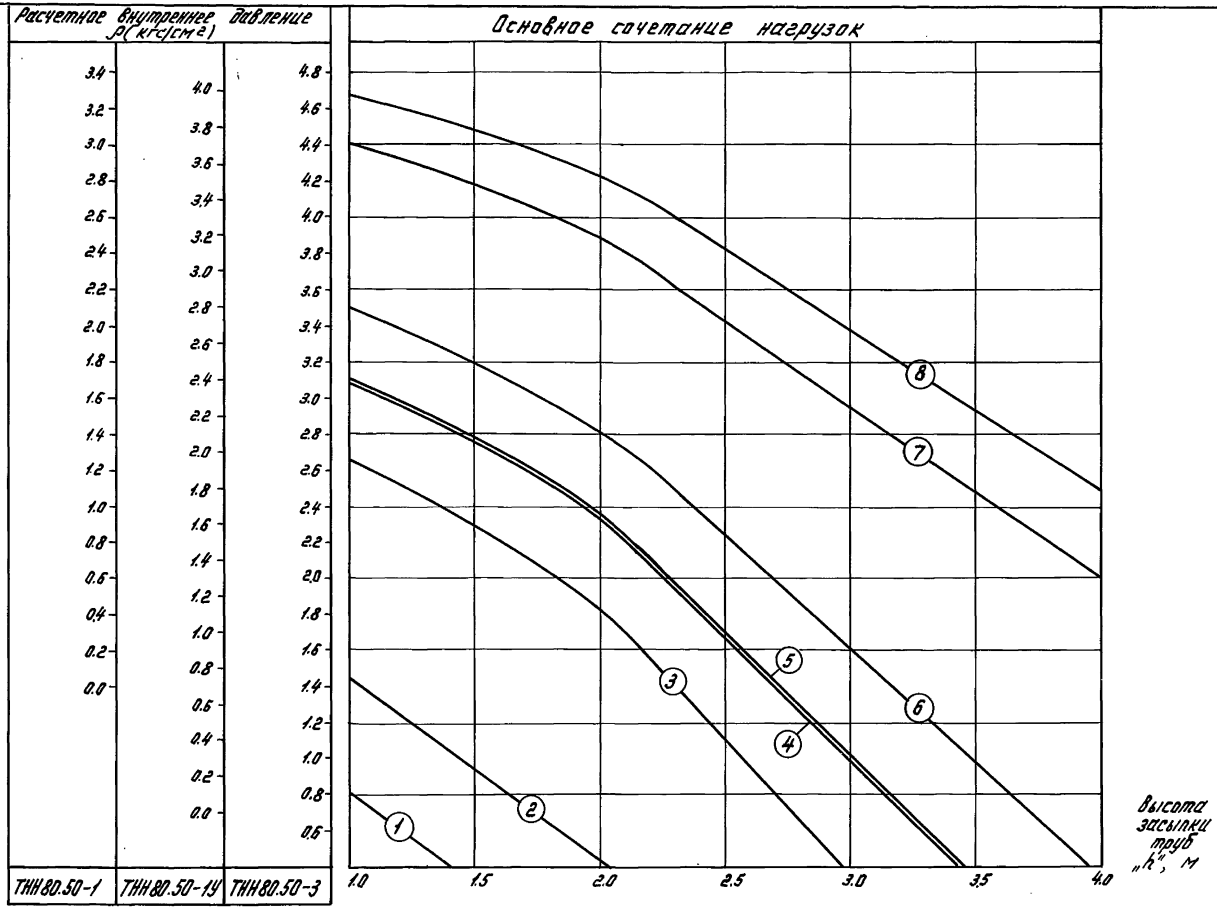
Лист 24

24910-01 73 Формат А3

d 800

$Г_0$-4

$Г_3$-1



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

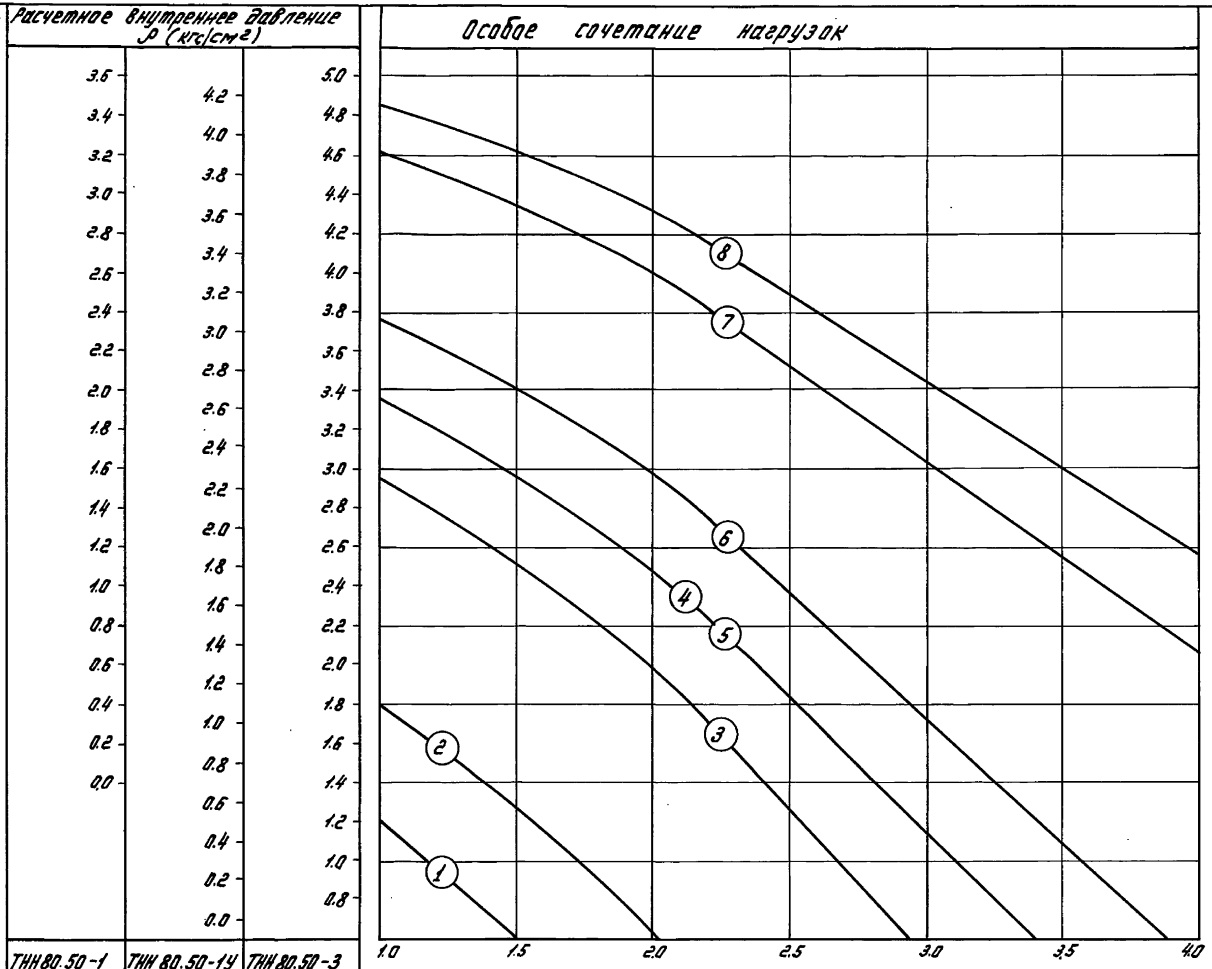
3.901.1-15.0-4

Лист 25

24910-01 74 Формат А3

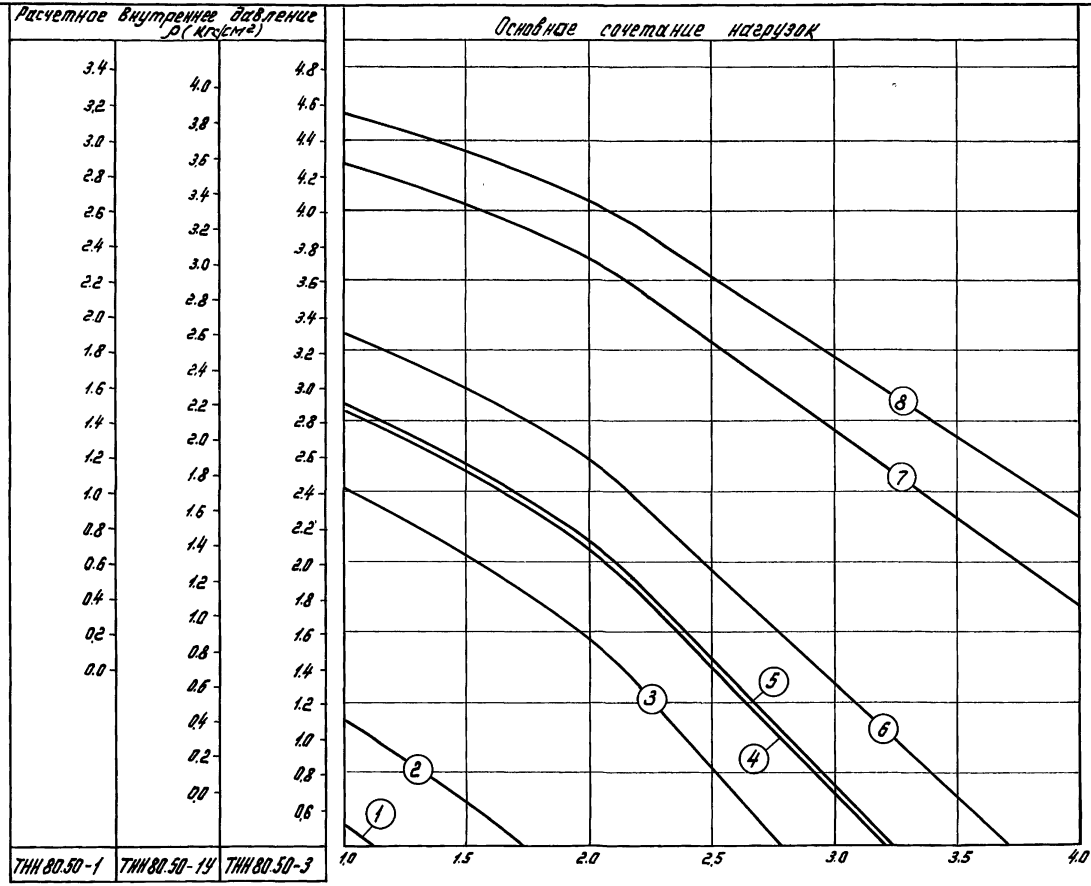
d 800
Г0-4
Г3-1

Особое сочетание нагрузок



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
Г0 - 4
Г3 - 2



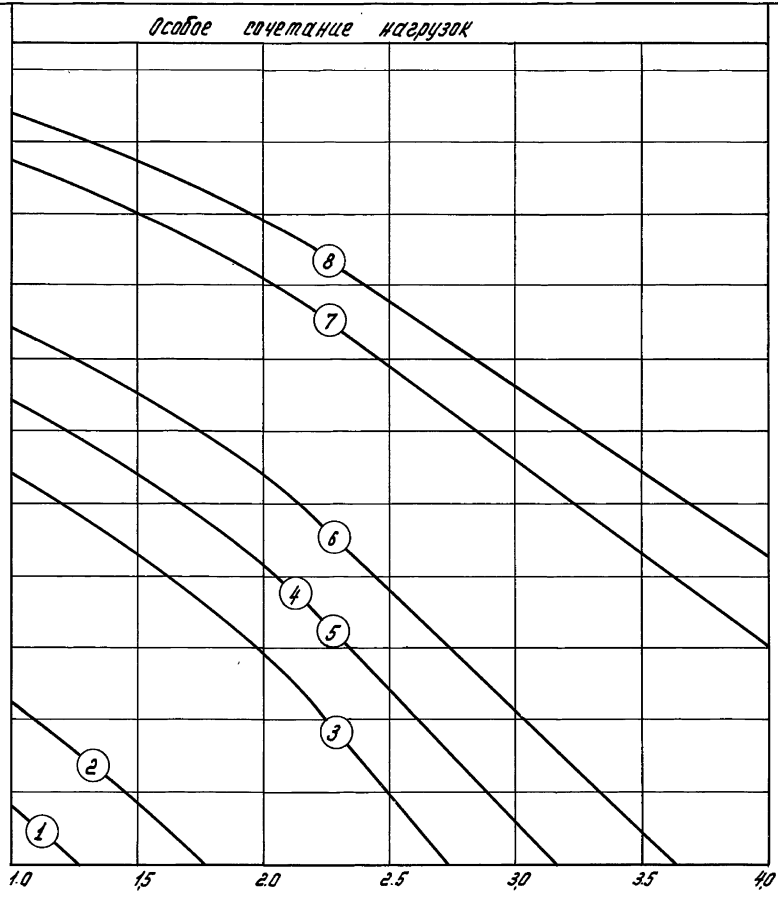
Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

3.901.1 - 15.0 - 4

Лист 27

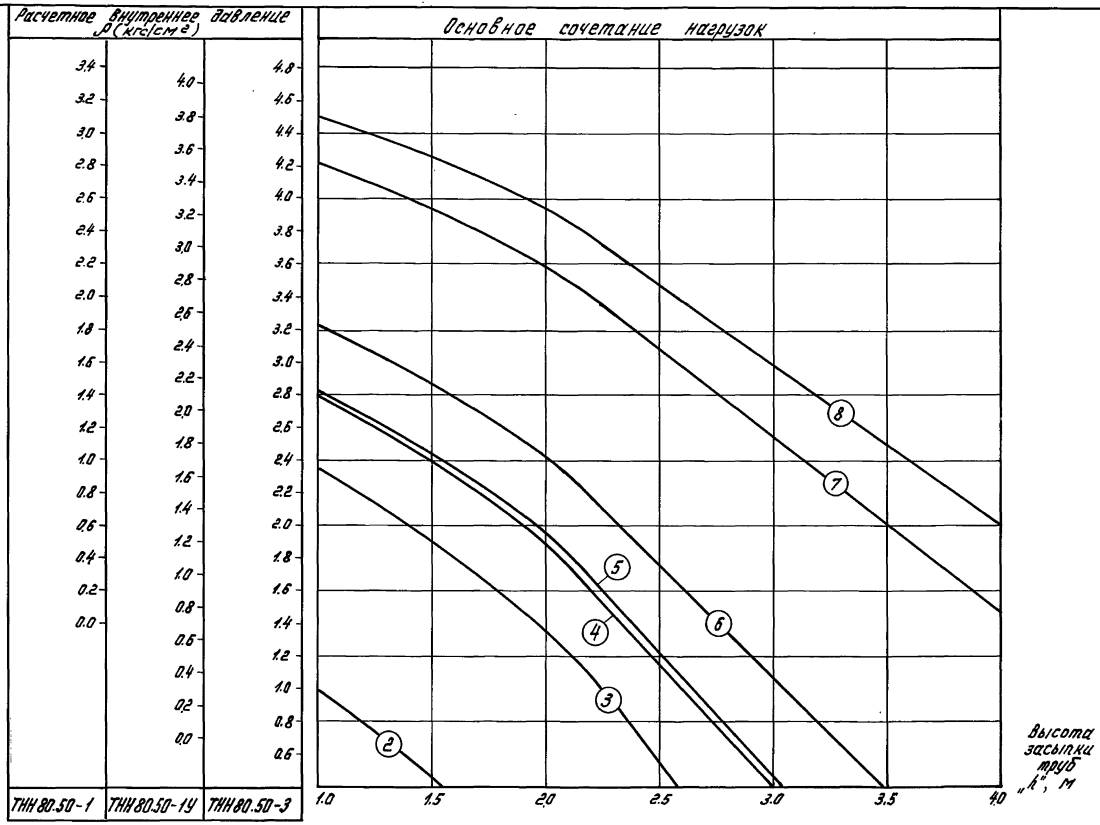
d 800
Г0-4
Г3-2

Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.6	4.2	5.0
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8
ТНН 80.50-1	ТНН 80.50-1У	ТНН 80.50-3



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

d 800
$Г_0$-4
$Г_3$-3



Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N

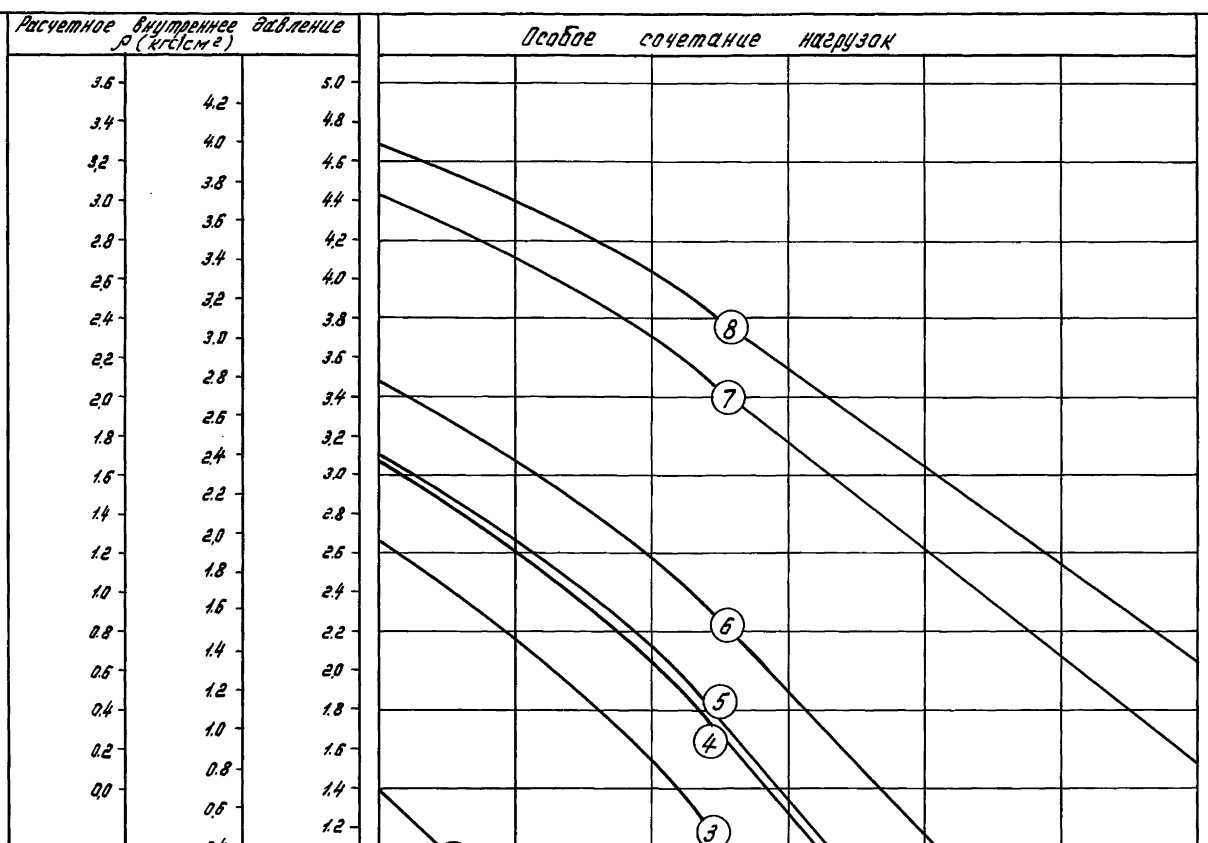
3.901.1-15.0-4

Лист 29

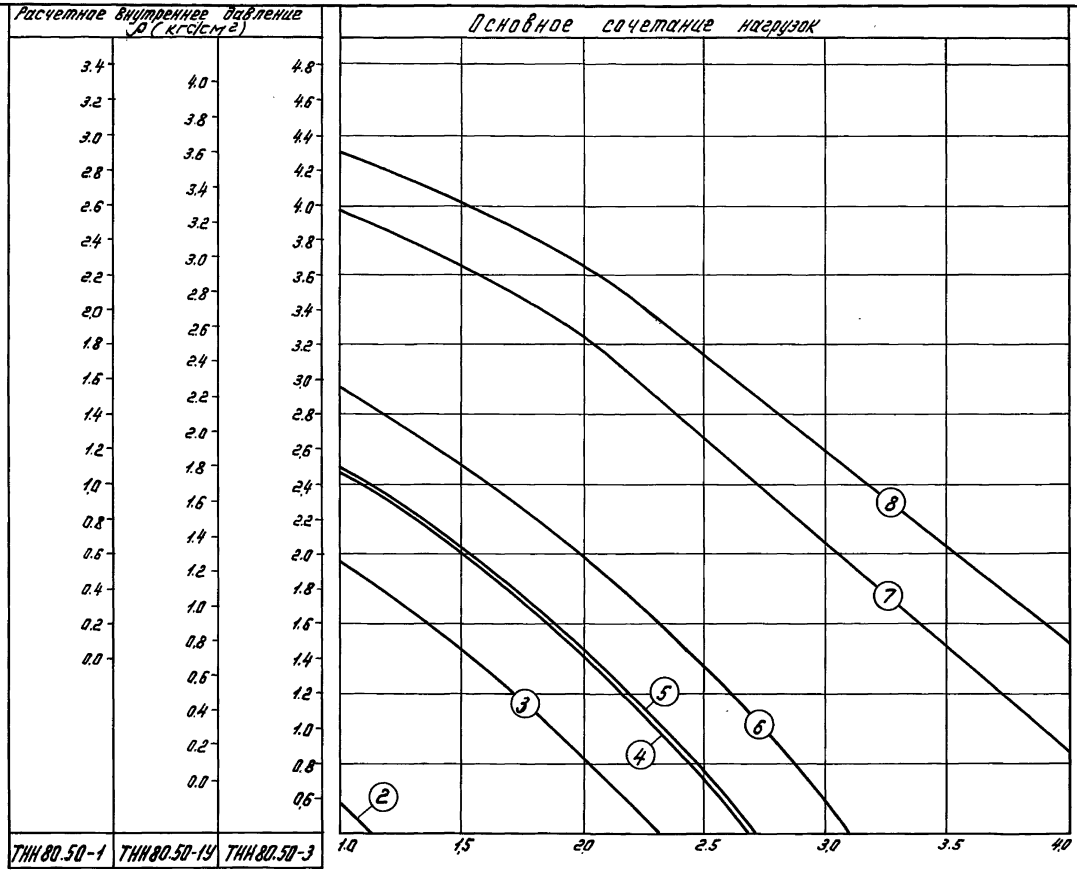
24910-01 78

Формат А3

d 800
$Г_0$-4
$Г_3$-3


Расчетное внутреннее давление p (кгс/см²)
Особое сочетание нагрузок
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
5.0
4.8
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
3.4
3.2
3.0
2.8
2.6
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
1
2
3
4
5
6
7
8
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
Высота засыпки труб "h", м
ТНН80.50-1
ТНН80.50-1У
ТНН80.50-3

d 800
Г3-4
Г3-4

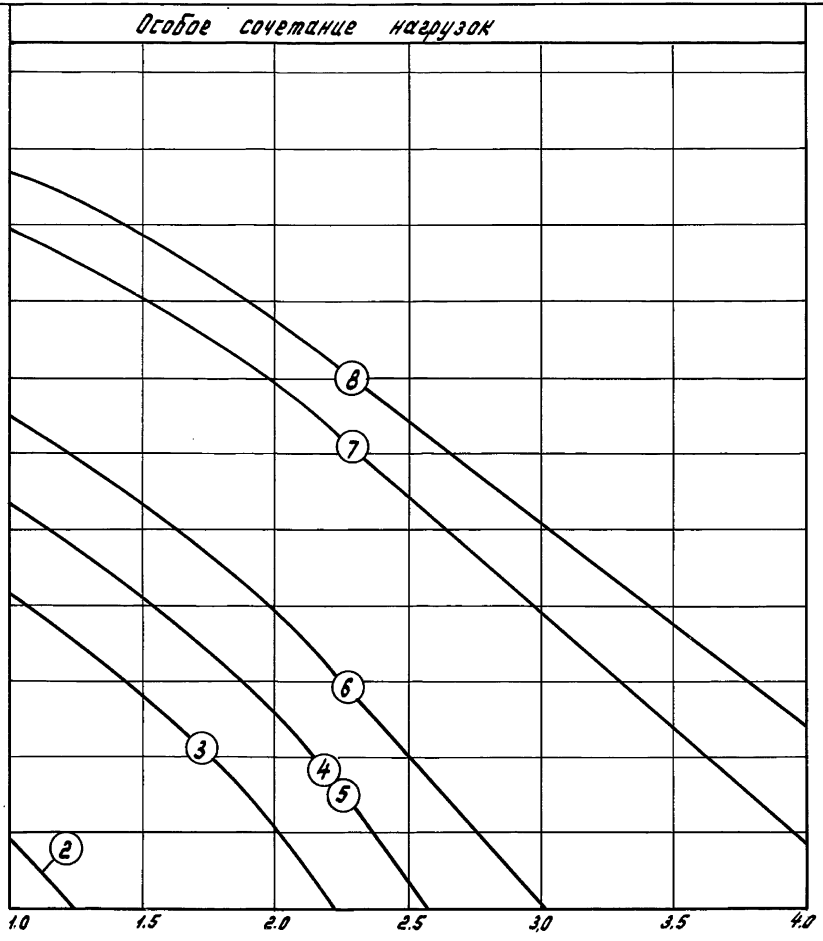


Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 800
$Г_0$-4
$Г_3$-4

Расчетное внутреннее давление P (кгс/см²)

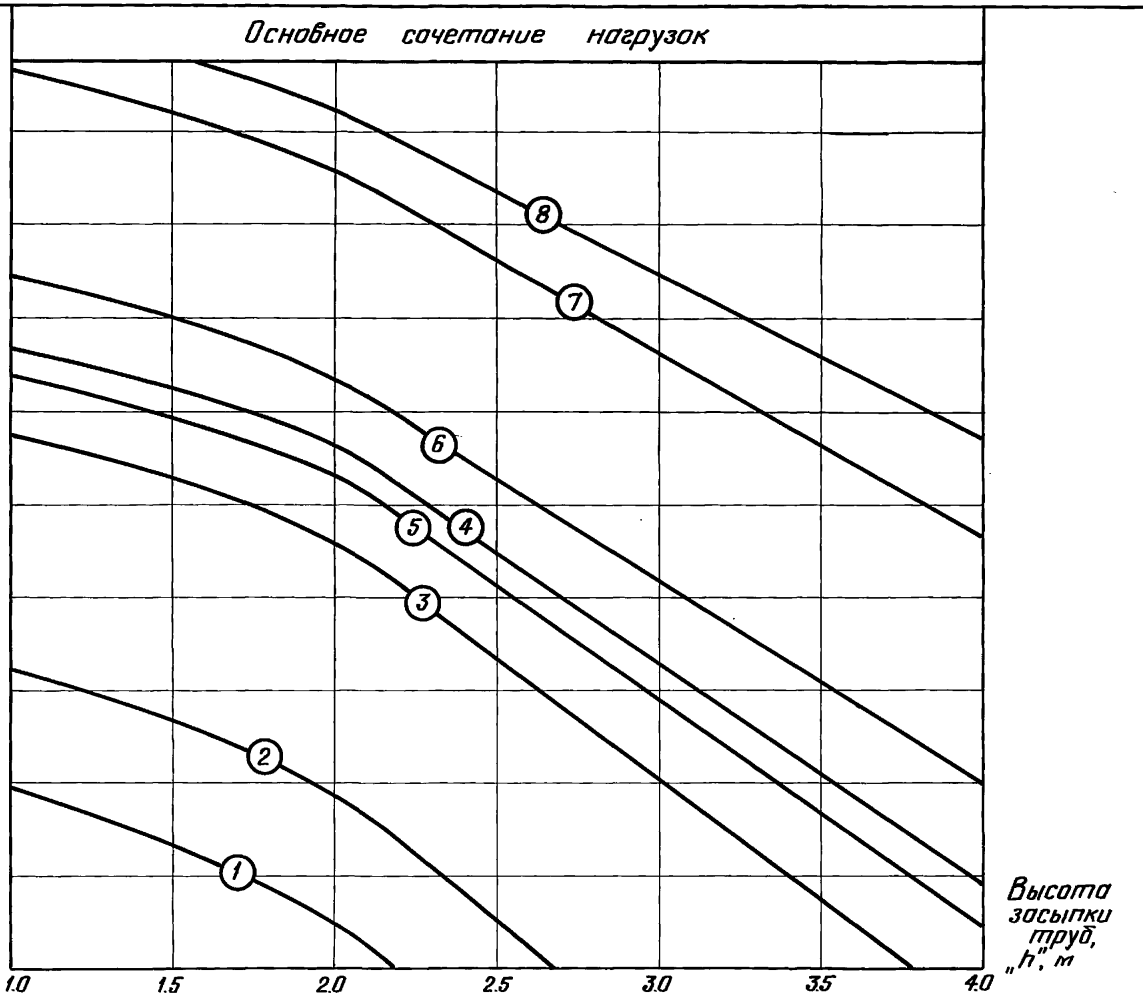
ТНН 80.50-1	ТНН 80.50-1У	ТНН 80.50-3
3.6	4.2	5.0
3.4	4.0	4.8
3.2	3.8	4.6
3.0	3.6	4.4
2.8	3.4	4.2
2.6	3.2	4.0
2.4	3.0	3.8
2.2	2.8	3.6
2.0	2.6	3.4
1.8	2.4	3.2
1.6	2.2	3.0
1.4	2.0	2.8
1.2	1.8	2.6
1.0	1.6	2.4
0.8	1.4	2.2
0.6	1.2	2.0
0.4	1.0	1.8
0.2	0.8	1.6
0.0	0.6	1.4
	0.4	1.2
	0.2	1.0
	0.0	0.8



Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d1000
Го-1
Гз-1

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
ТНН 100.50-1	ТНН 100.50-1У	ТНН 100.50-3



Взам. инв.№ | Подпись и дата | Инв.№ подл.

Инженер	Лазонова		
Вед.инж.	Рустамбеков		
ГИП	Малютин		
Н.контр.	Малютин		
Нач.отд.	Тевелёв		

3.901.1-15.0-5

Графики расчёта трубопроводов диаметром 1000 мм

Стадия	Лист	Листов
Р	1	32

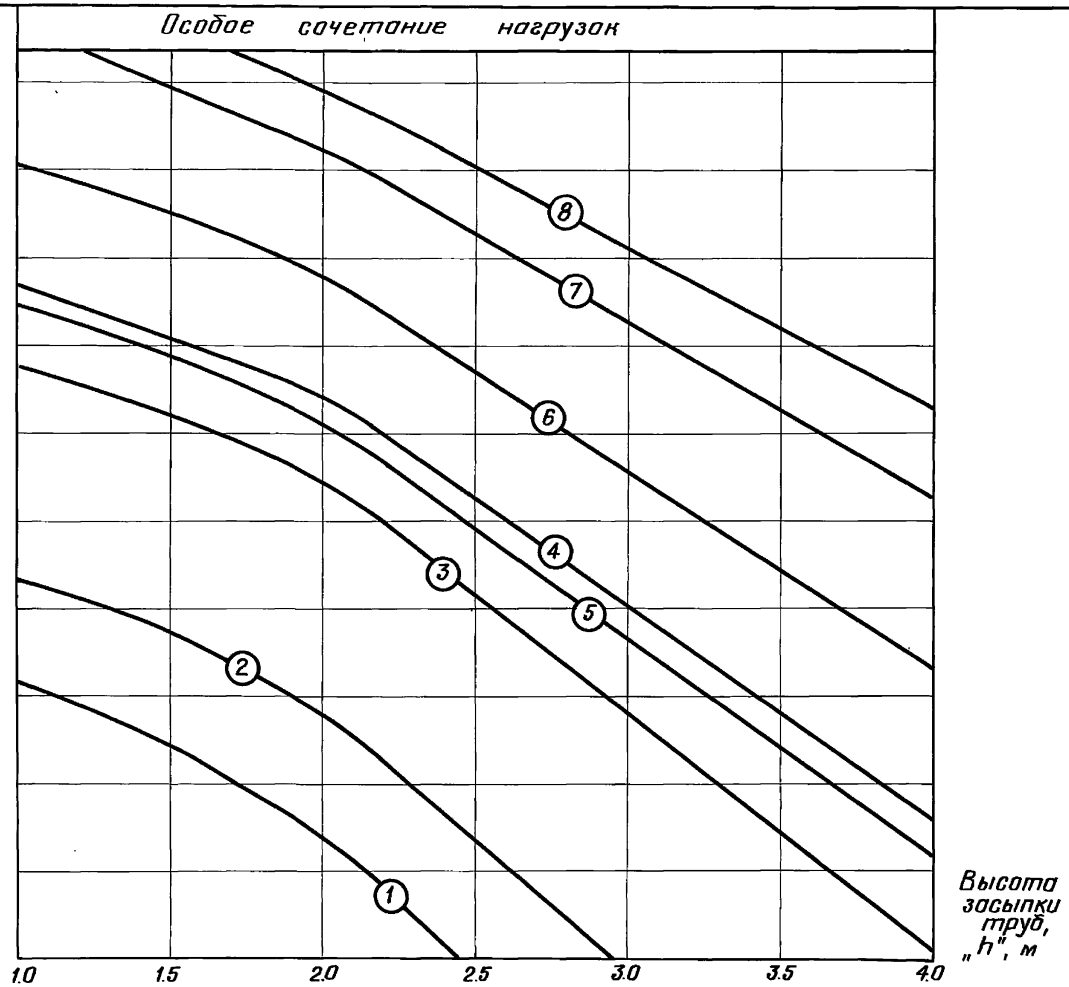
ВО „Союзводпроект"

d1000

Г0-1

Г3-1

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

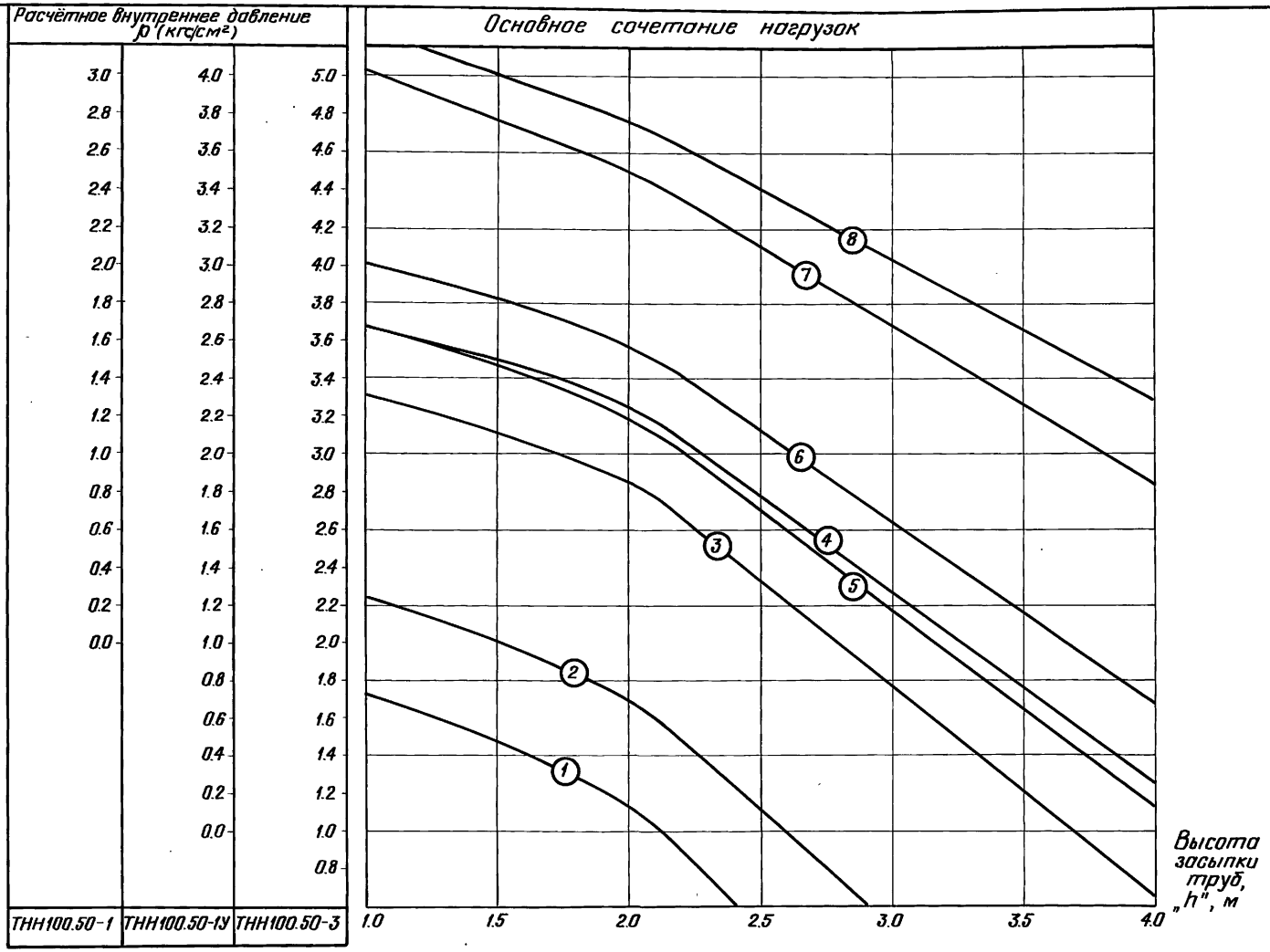
I-41

3.901.1-15.0-5

Лист 2

24910-01 83 Формат А3

d1000
$Г_0$ - 1
$Г_3$ - 2



Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

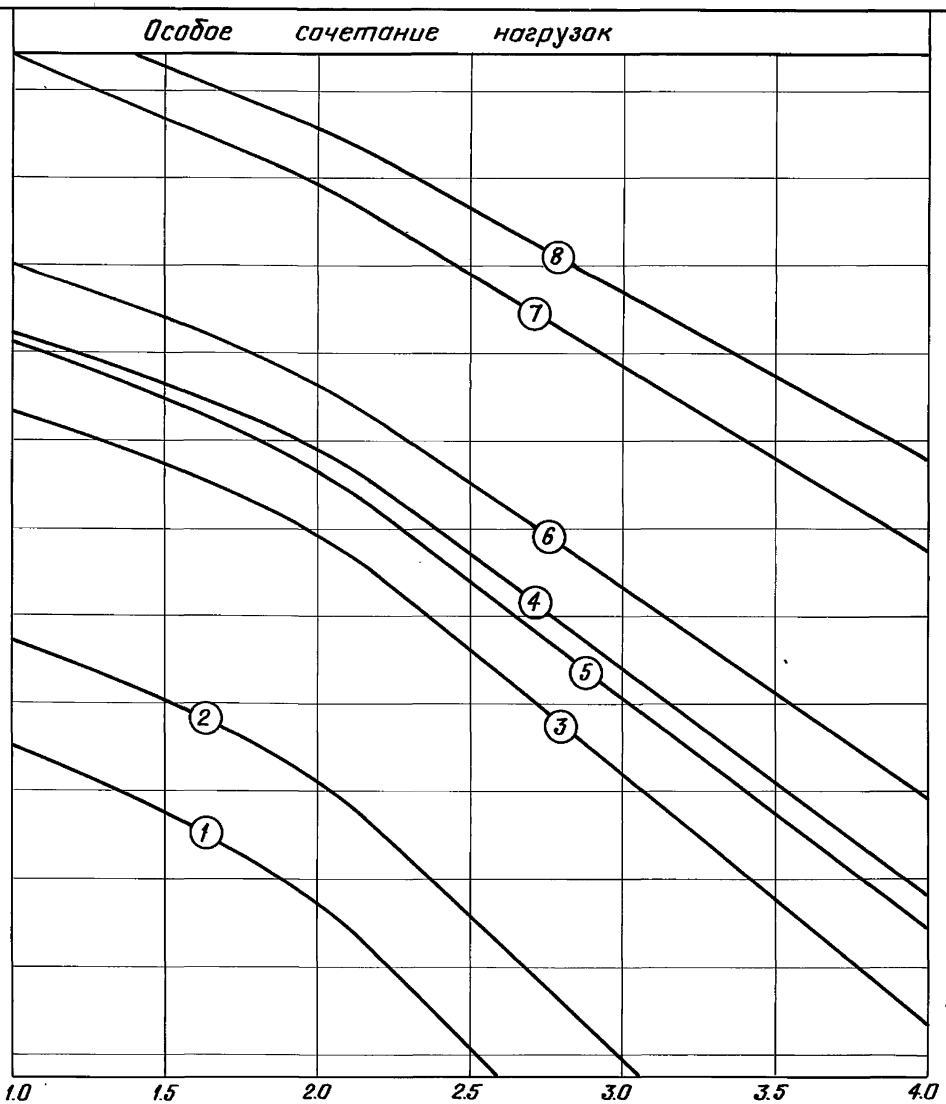
3.901.1 - 15.0 - 5

Лист 3

24910-01 84 Формат А3

d 1000
Гр - 1
Гз - 2

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
		0.6
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



3.901.1 - 15.0-5

Лист 4

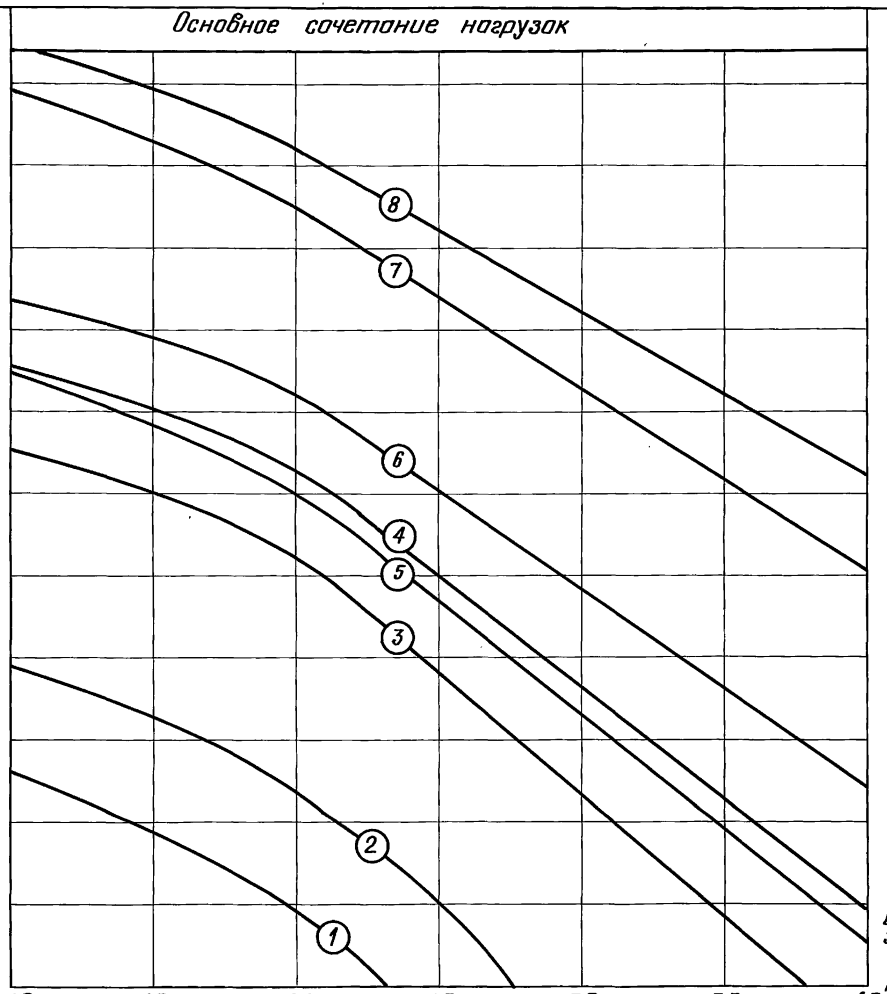
24910-01 85 Формат А3

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

1 - 82

d 1000
Г₀ - 1
Г₃ - 3

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

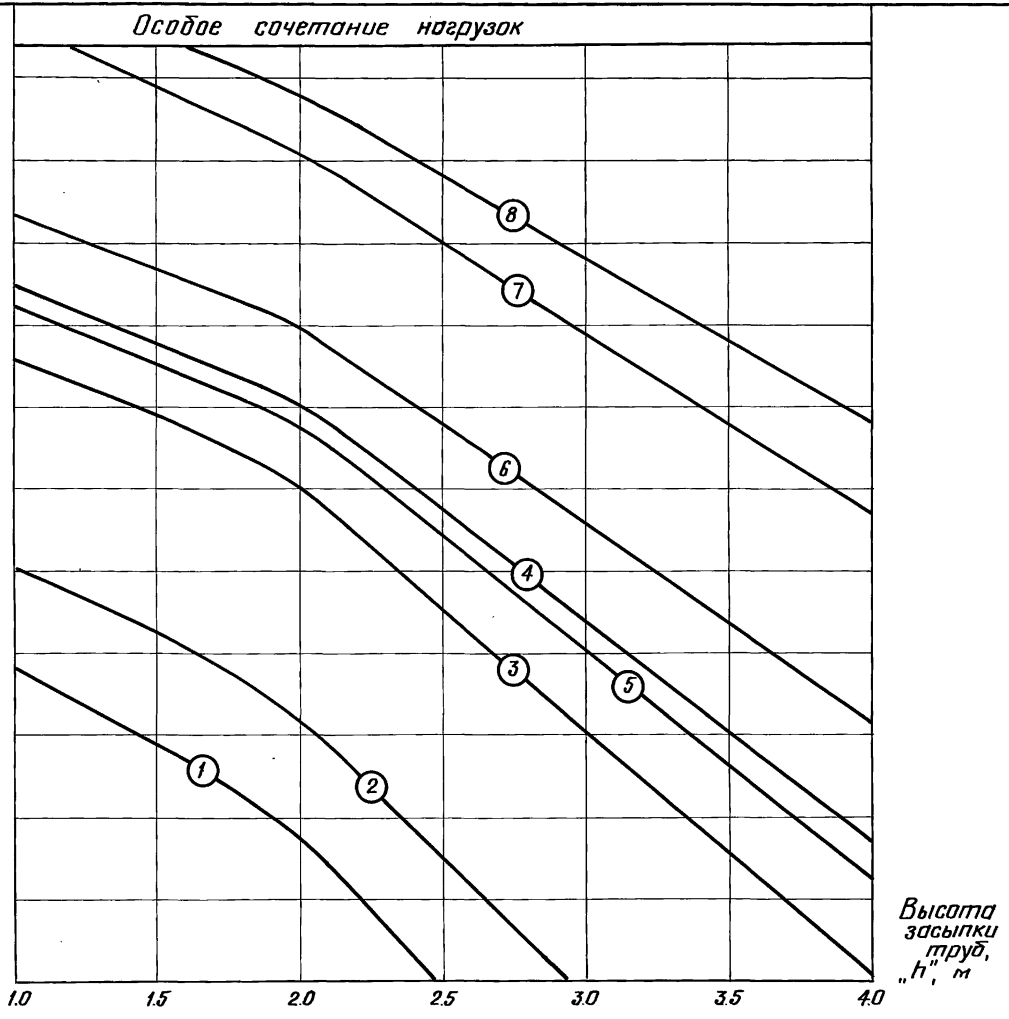
3.901.1 - 15.0 - 5

Лист 5

29 - 82

d 1000
Г₀ - 1
Г₃ - 3

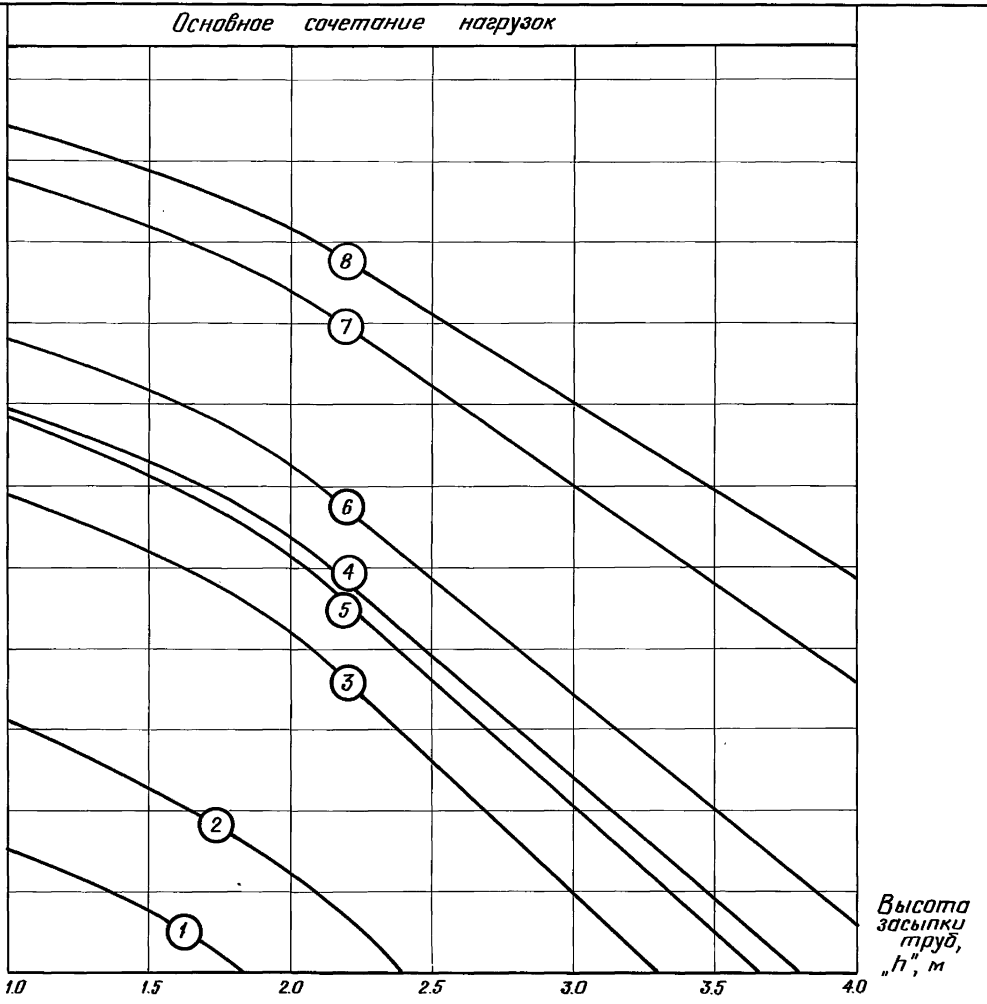
Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
		0.6
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

d 1000
Г₀ - 1
Г₃ - 4

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

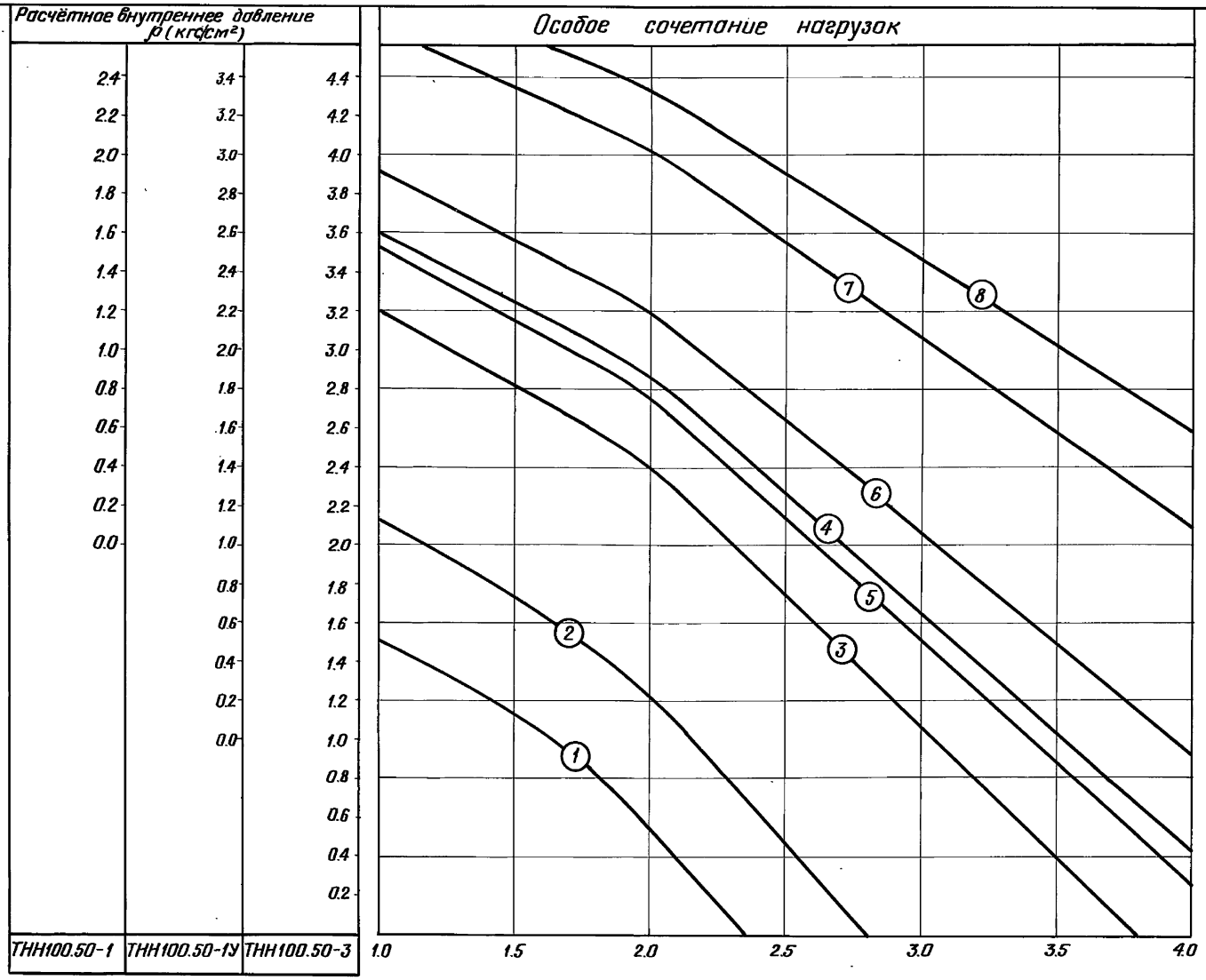


Взам. инв.№ | Подпись и дата | Инв.№ подл.

1 - 82

d1000
Го-1
Гз-4

Особое сочетание нагрузок

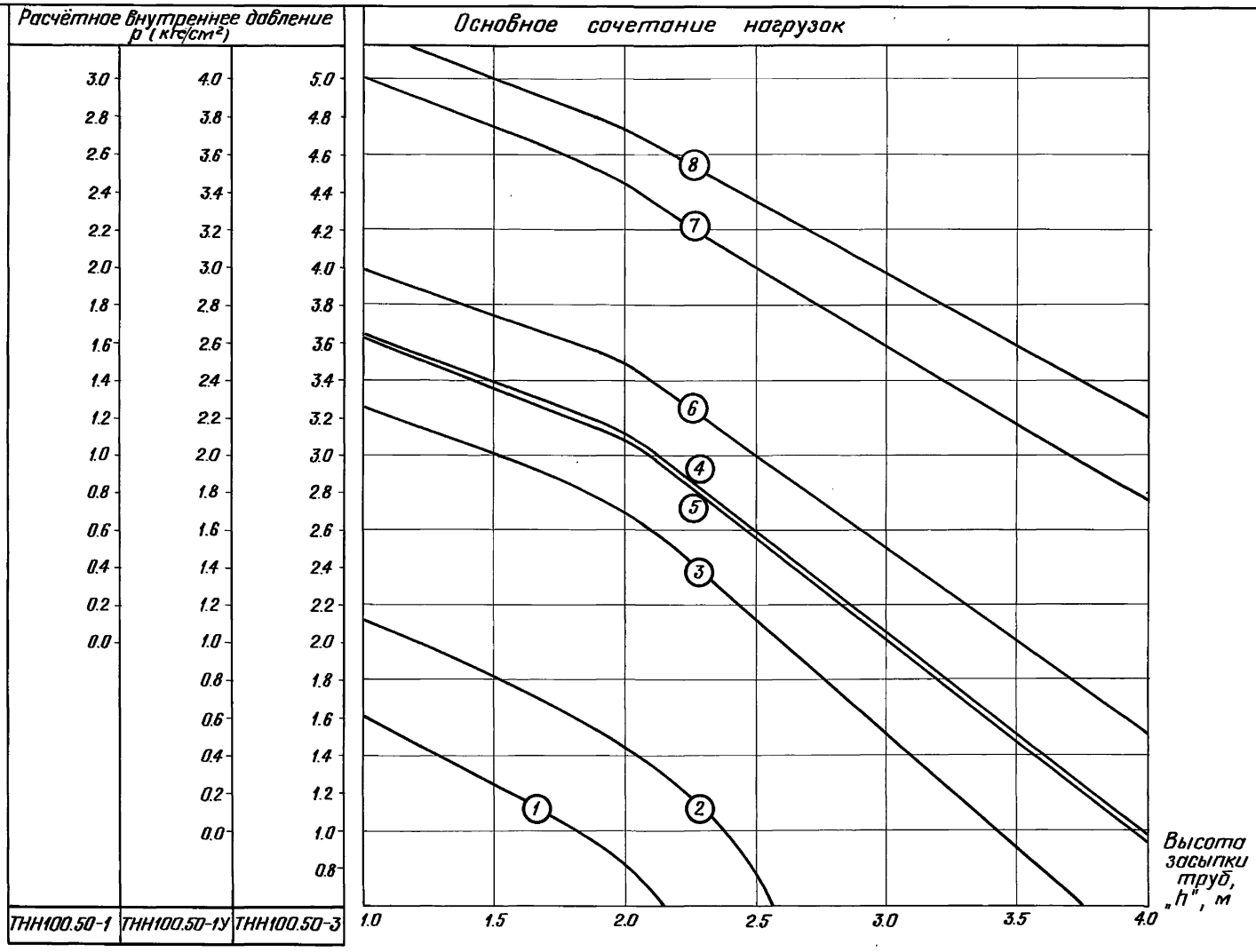


Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

d 1000

Г0 - 2

Г3 - 1



Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

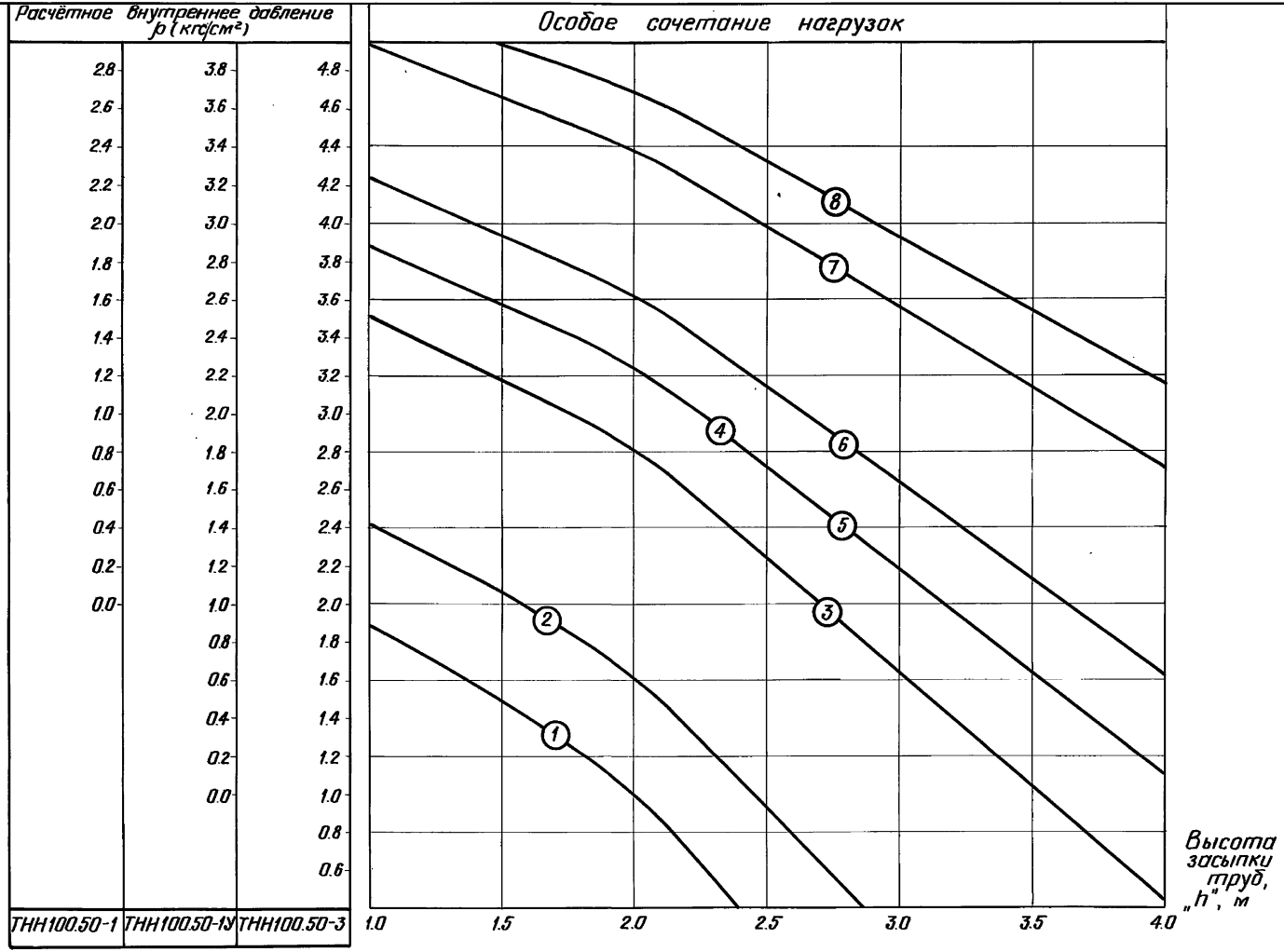
I - 82

3.901.1 - 15.0-5

Лист 9

24910-01 90 Формат А3

d1000
Г₀ - 2
Г₃ - 1

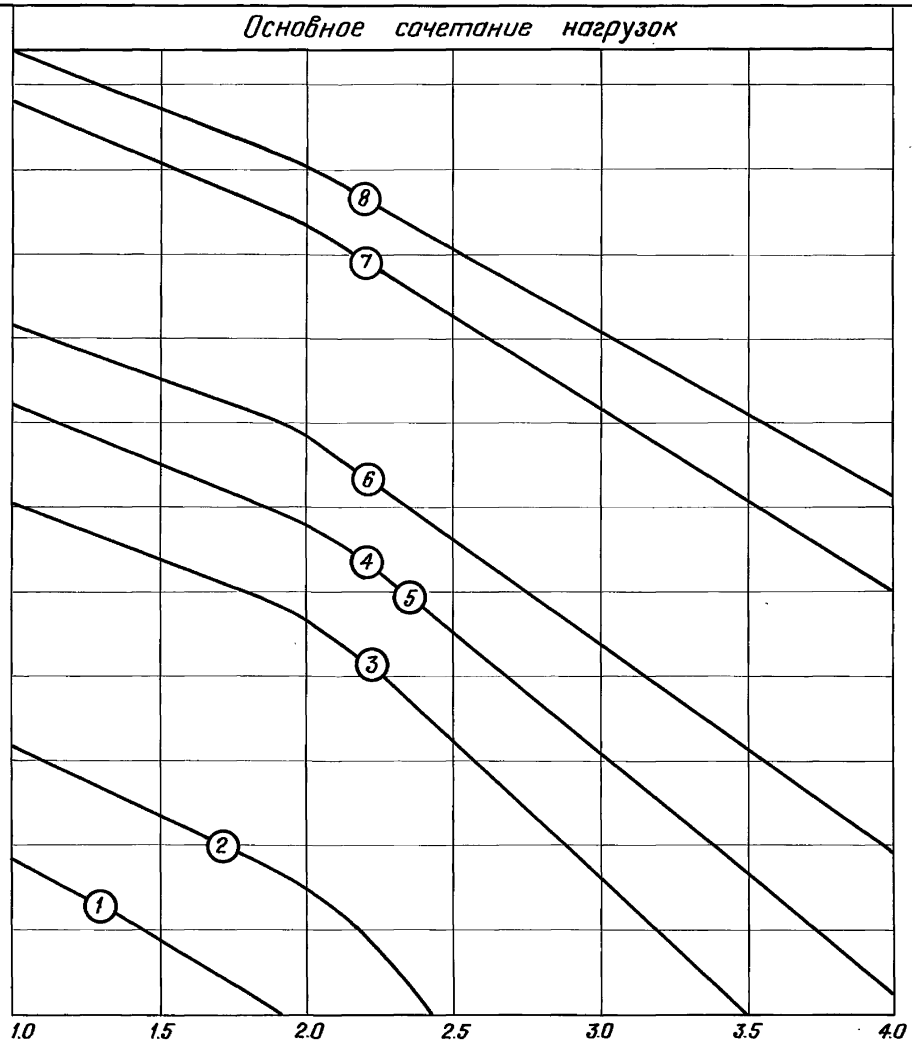


Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

I - 41

d 1000
Га-2
Гз-2

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

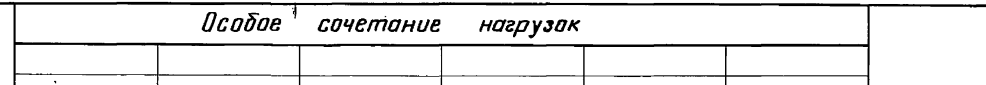
I-82

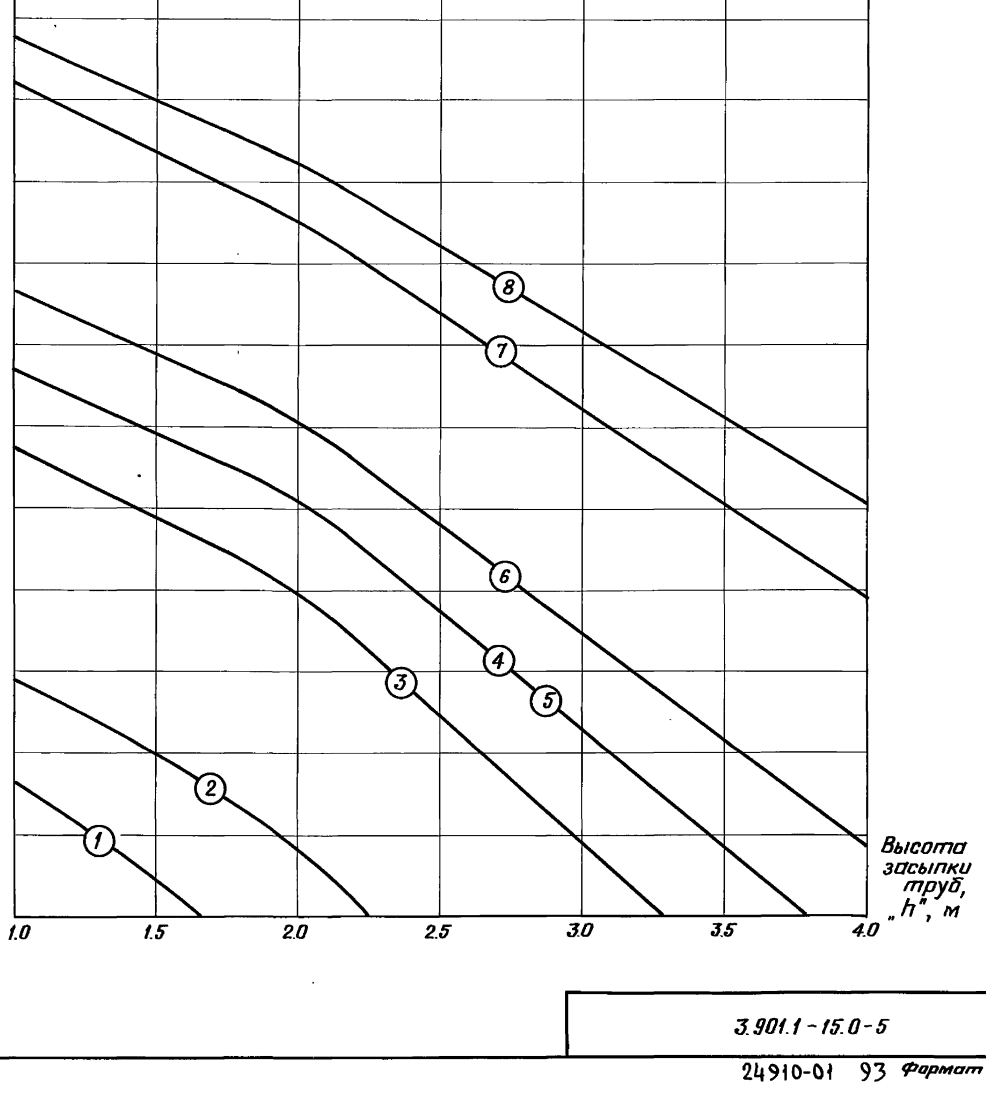
3.901.1-15.0-6

Лист 11

d1000
Г₀ - 2
Г₃ - 2

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.4	4.4	5.4
3.2	4.2	5.2
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



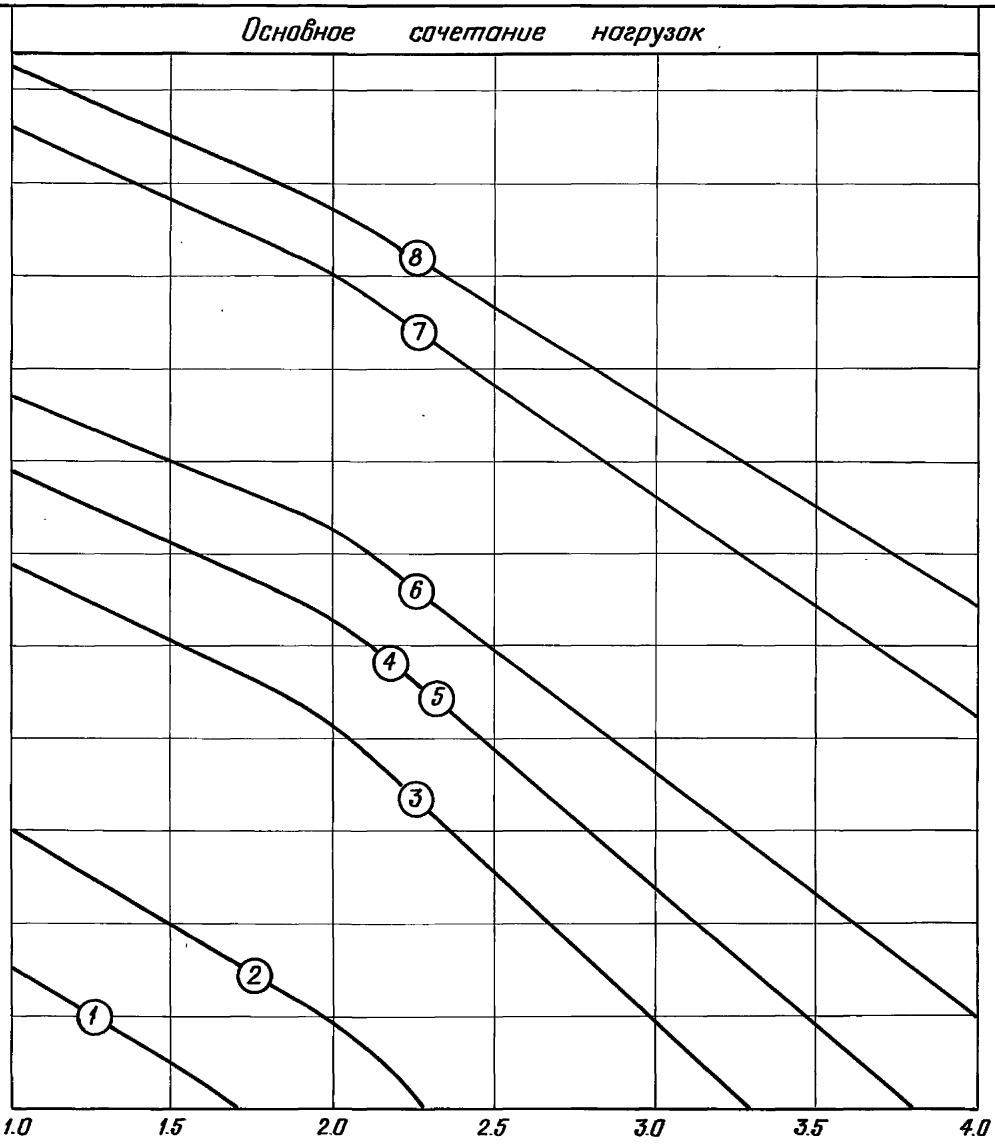


Взам.инв.№
Подпись и дата
Инв.№ подл.

3.901.1-15.0-5

Лист 12

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

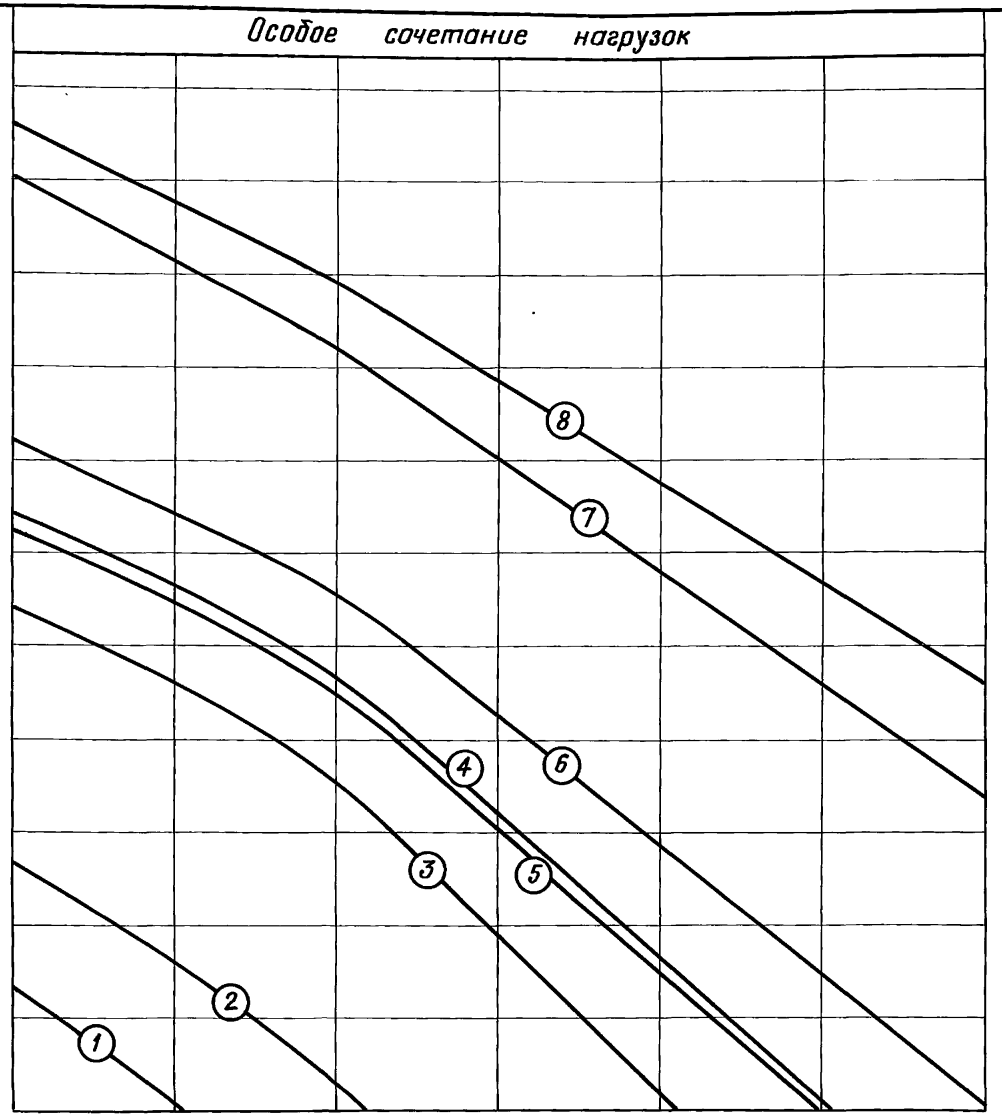


d1000
Г₀ - 2
Г₃ - 3

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

Г - 82

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.4	4.4	5.4
3.2	4.2	5.2
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

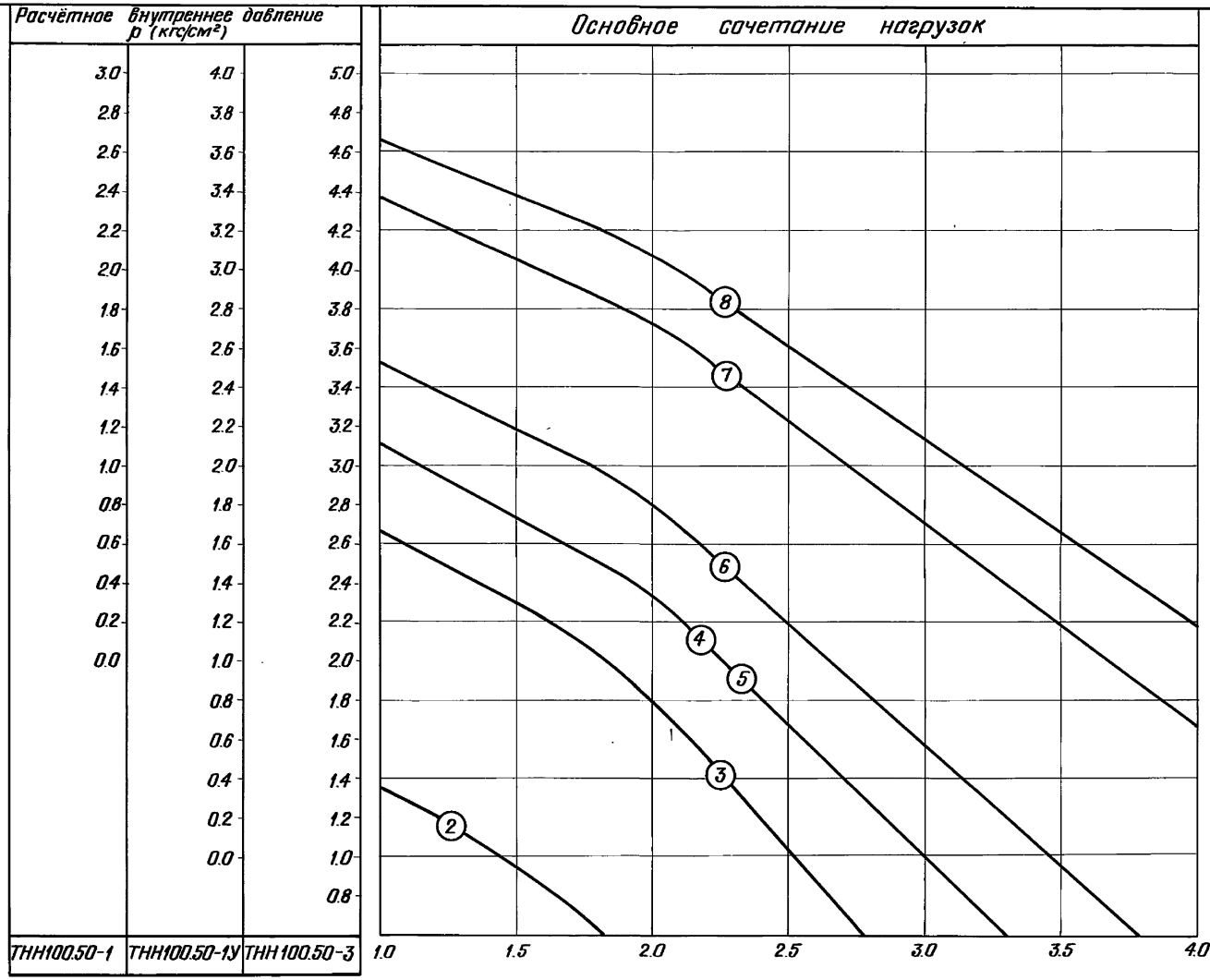


d1000
Г₀ - 2
Г₃ - 3

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

d 1000
Г0 - 2
Г3 - 4

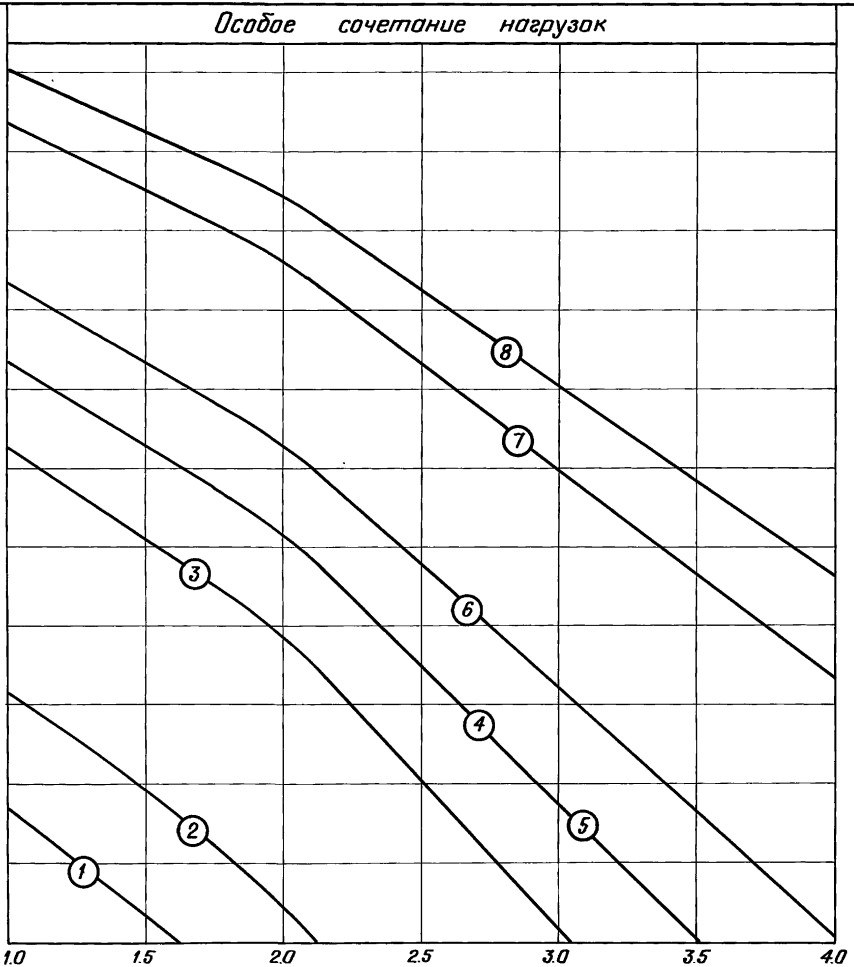
Основное сочетание нагрузок



Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

1-41

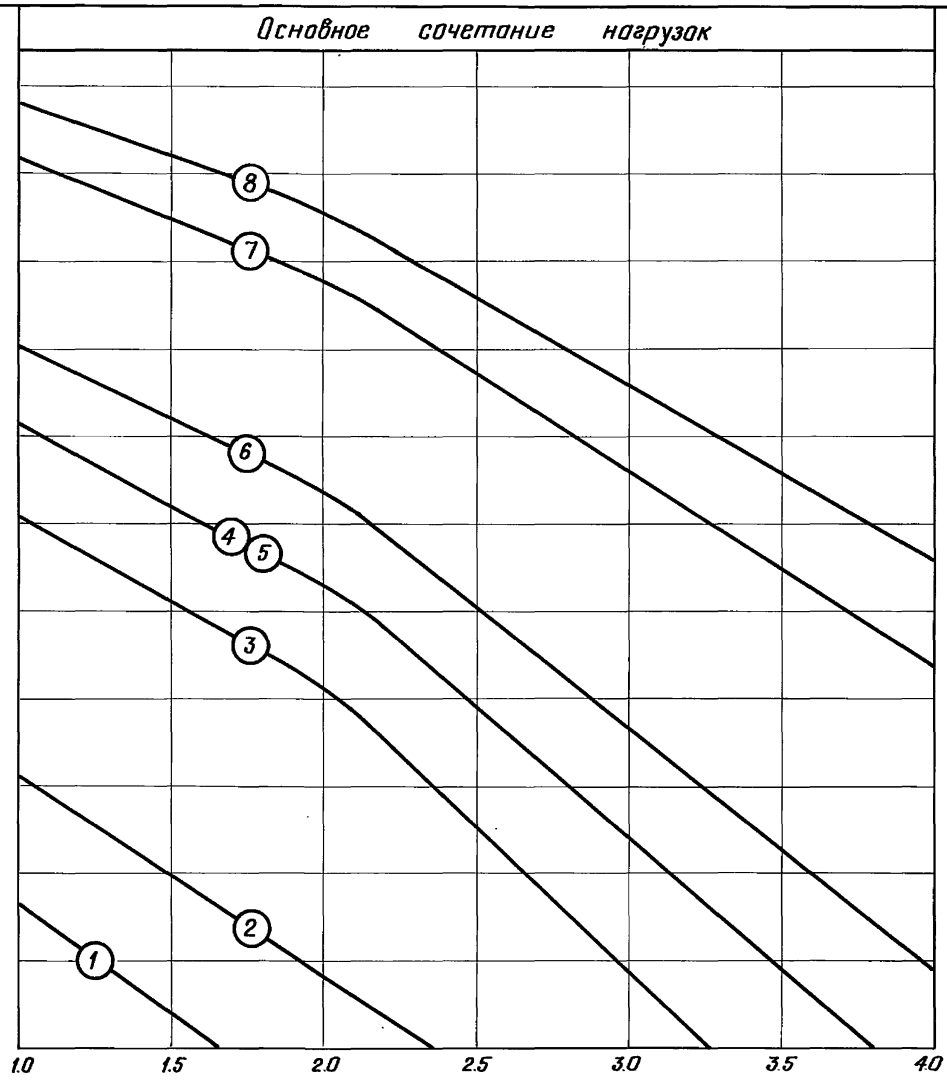
Расчётное внутреннее давление p ($кгс/см^2$)		
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
		0.6
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



d1000
$Г_0$ - 2
$Г_3$ - 4

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



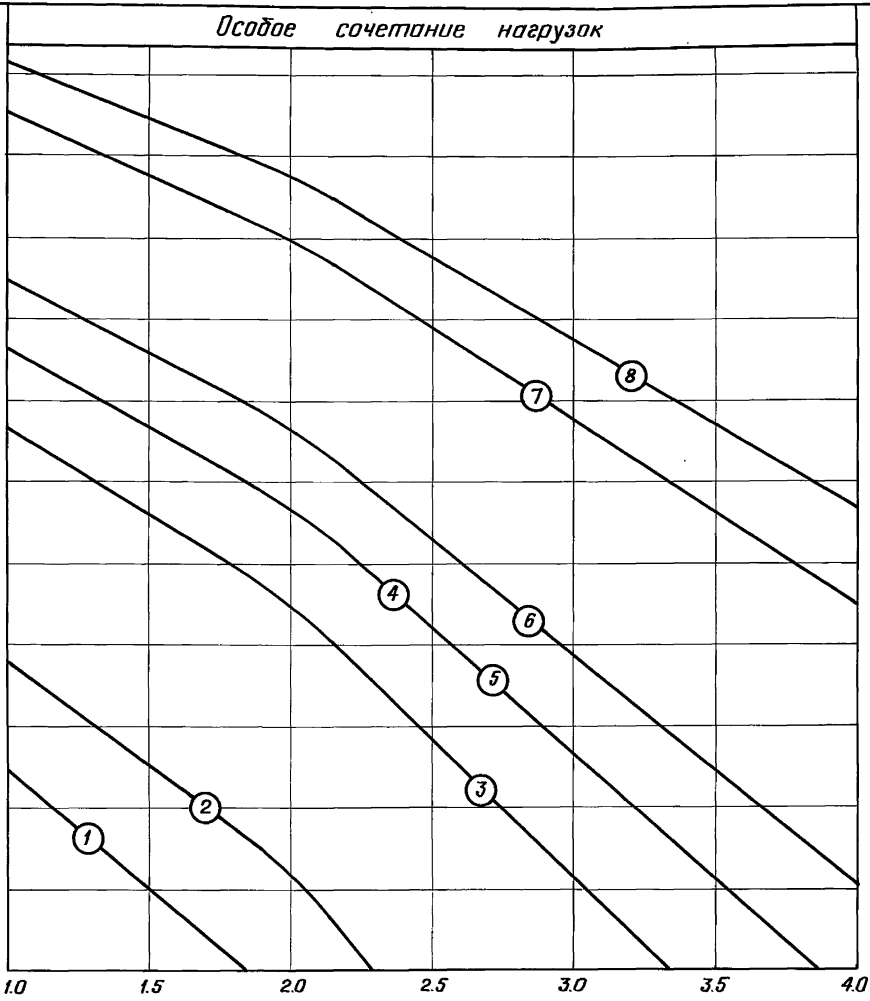
d 1000
Гр - 3
Гз - 1

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
I - 82

3.901.1 - 15.0 - 5
Лист 17

d 1000
Г₀ - 3
Г₃ - 1

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



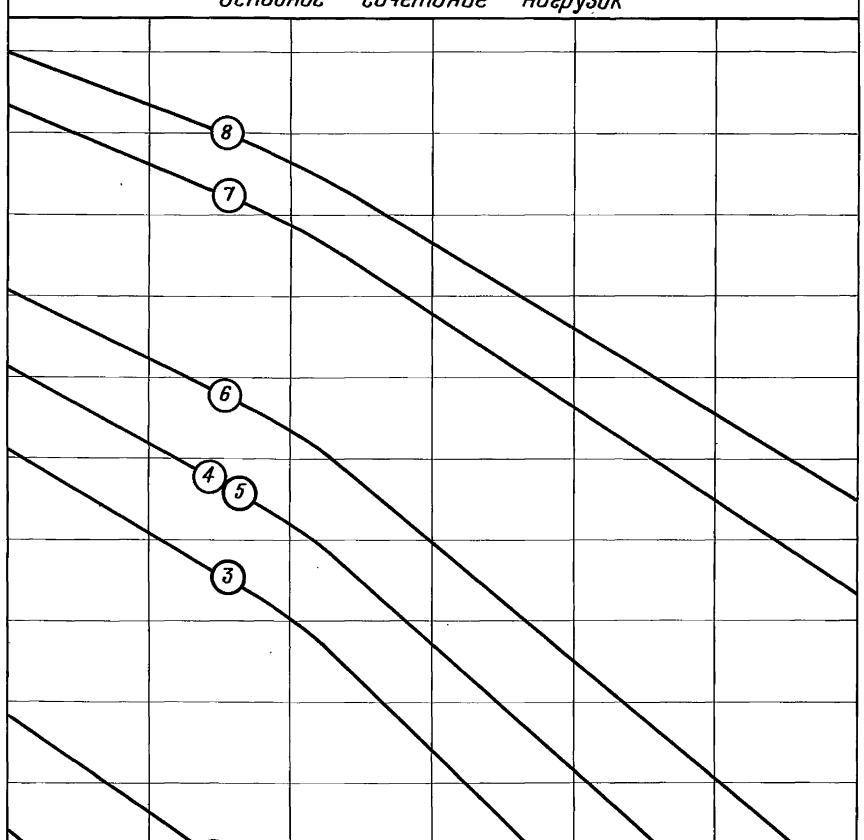
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

3.901.1-15.0-5

Лист 18

24910-01 99 Формат А3

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
		0.6
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



d 1000
Г₀ - 3
Г₃ - 2

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

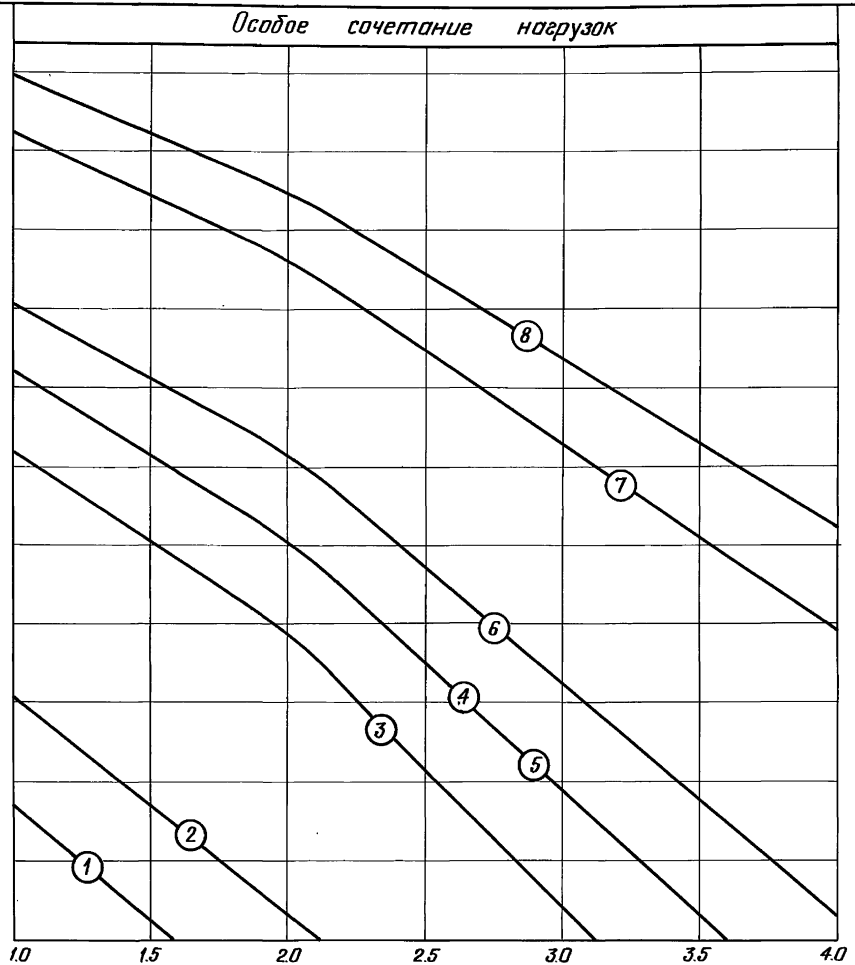
I - 82

3.901.1-15.0-5

Лист 19

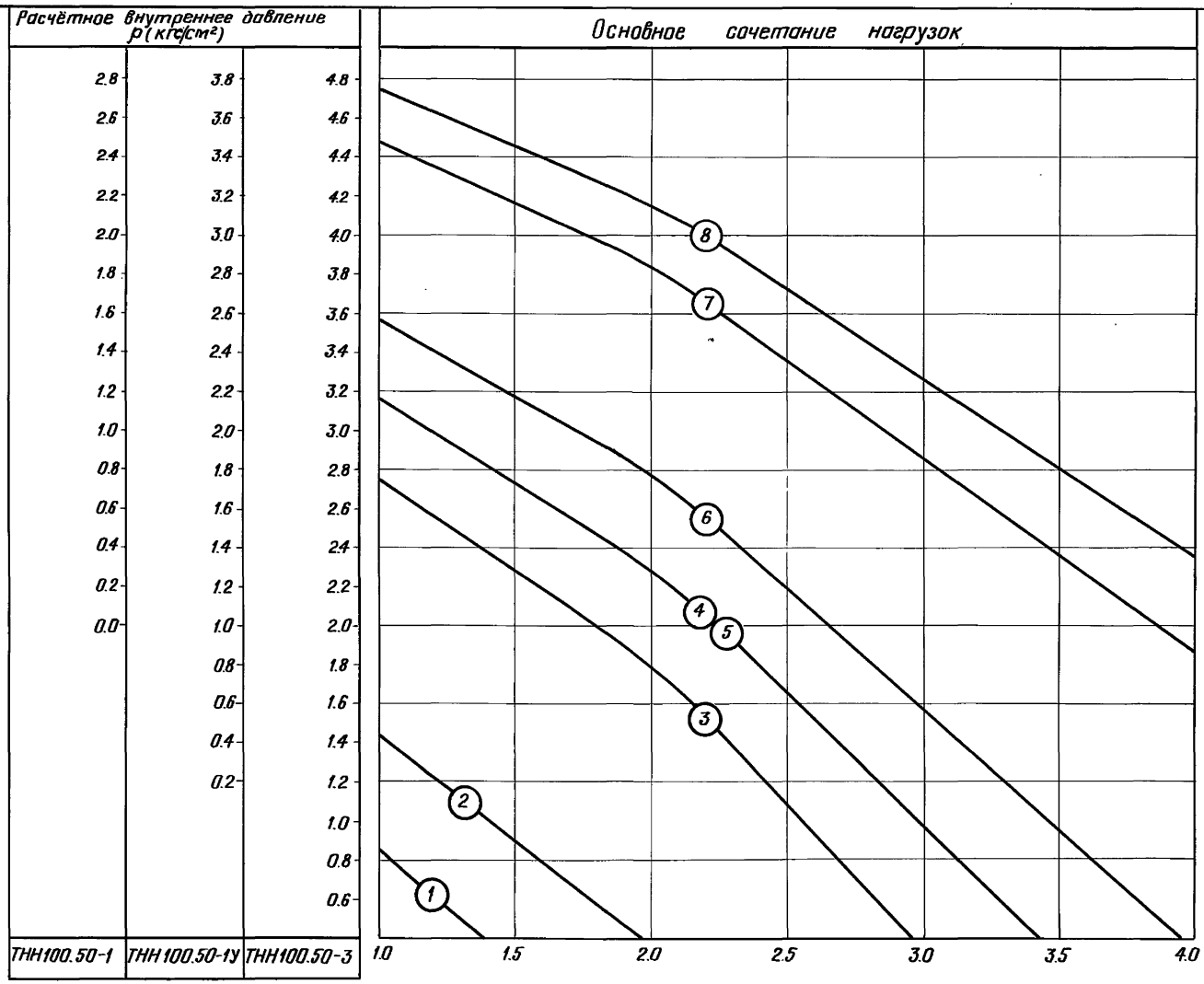
d1000
Г₀-3
Г₃-2

Расчётное внутреннее давление p(кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

d 1000
Г₀ - 3
Г₃ - 3

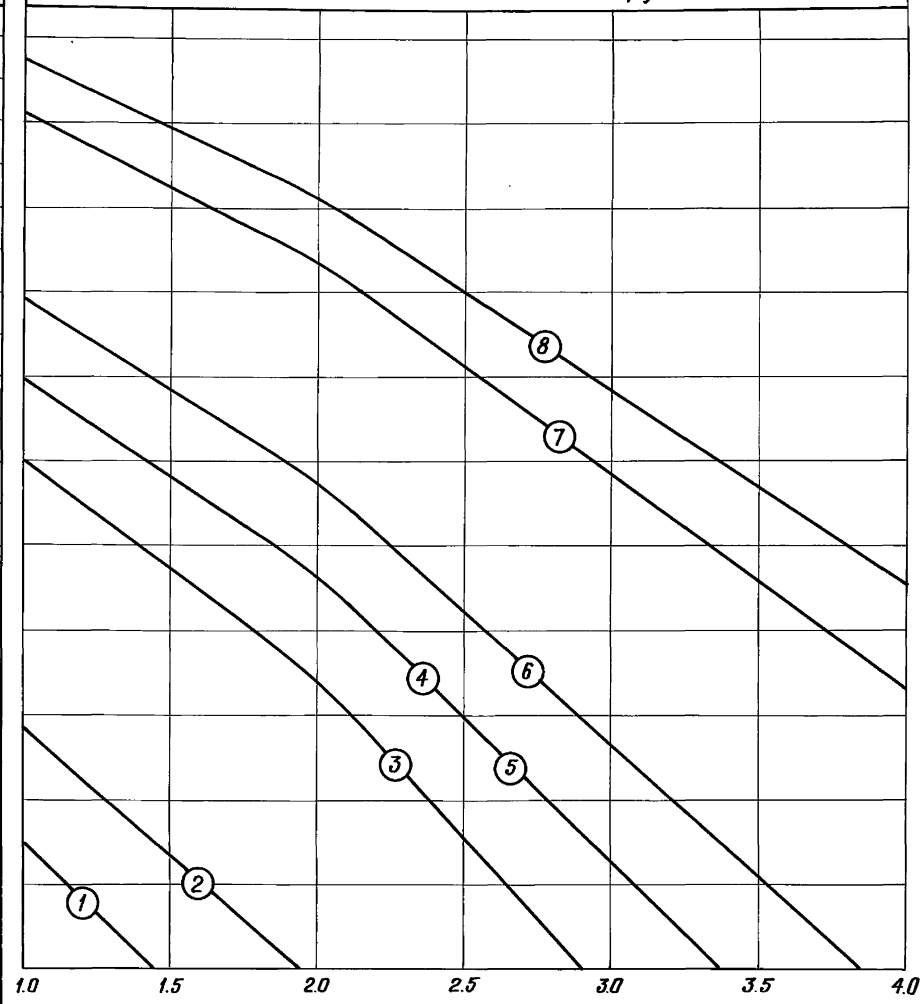


Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№

I - 82

d1000
Гр-3
Гз-3

Особое сочетание нагрузок



Расчётное внутреннее давление p' (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.4
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

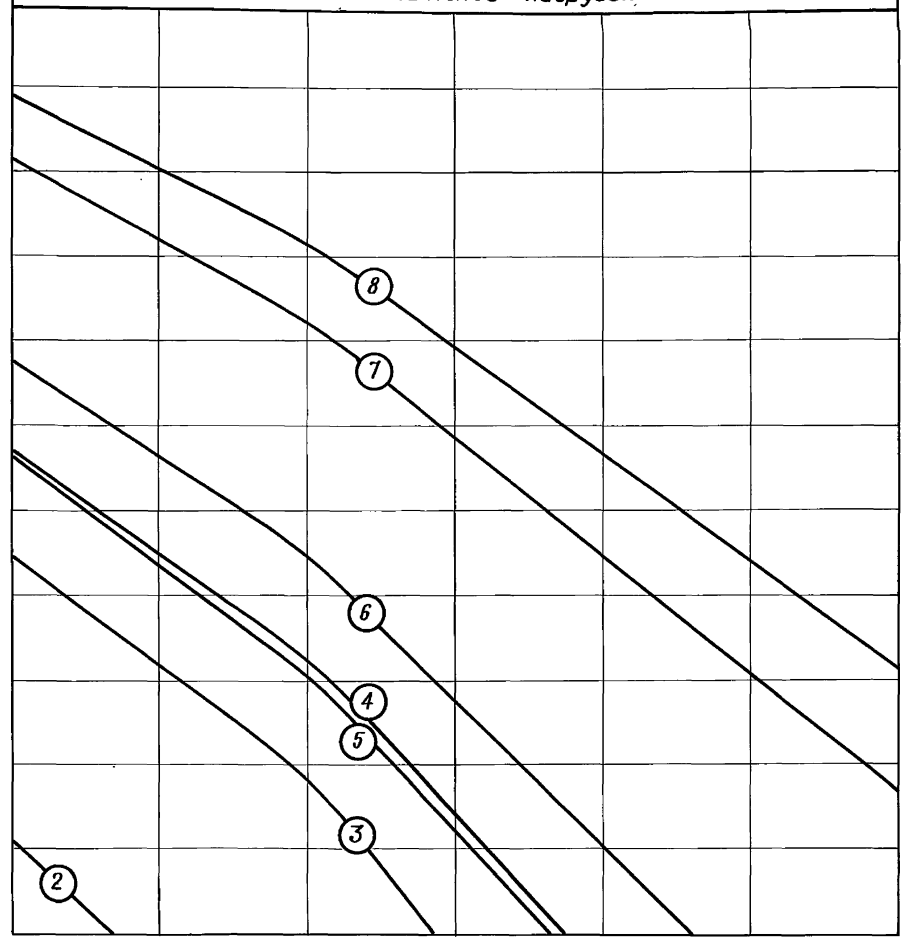
I-41

d 1000
Г₀-3
Г₃-4

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)

ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8

Основное сочетание нагрузок



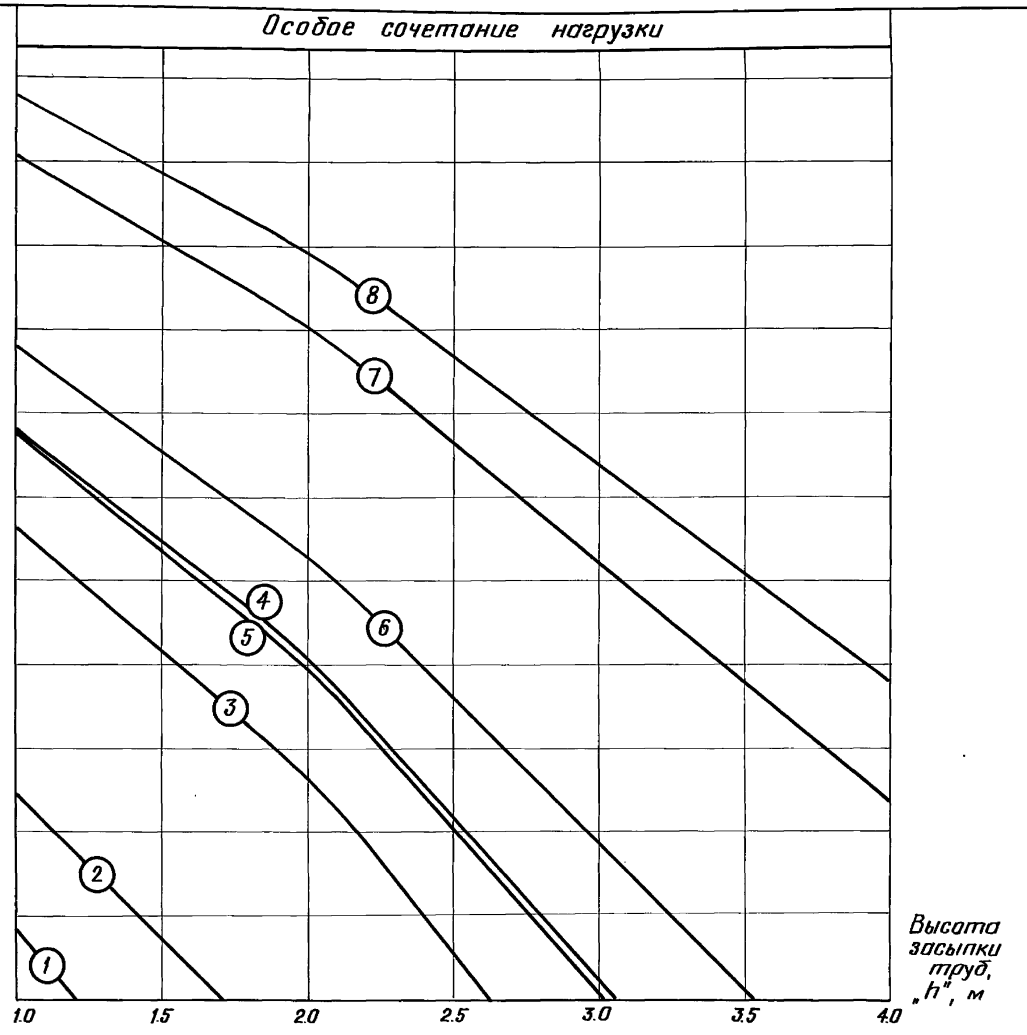
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I-82

3.901.1-15.0-5

Лист 23

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
		0.6
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

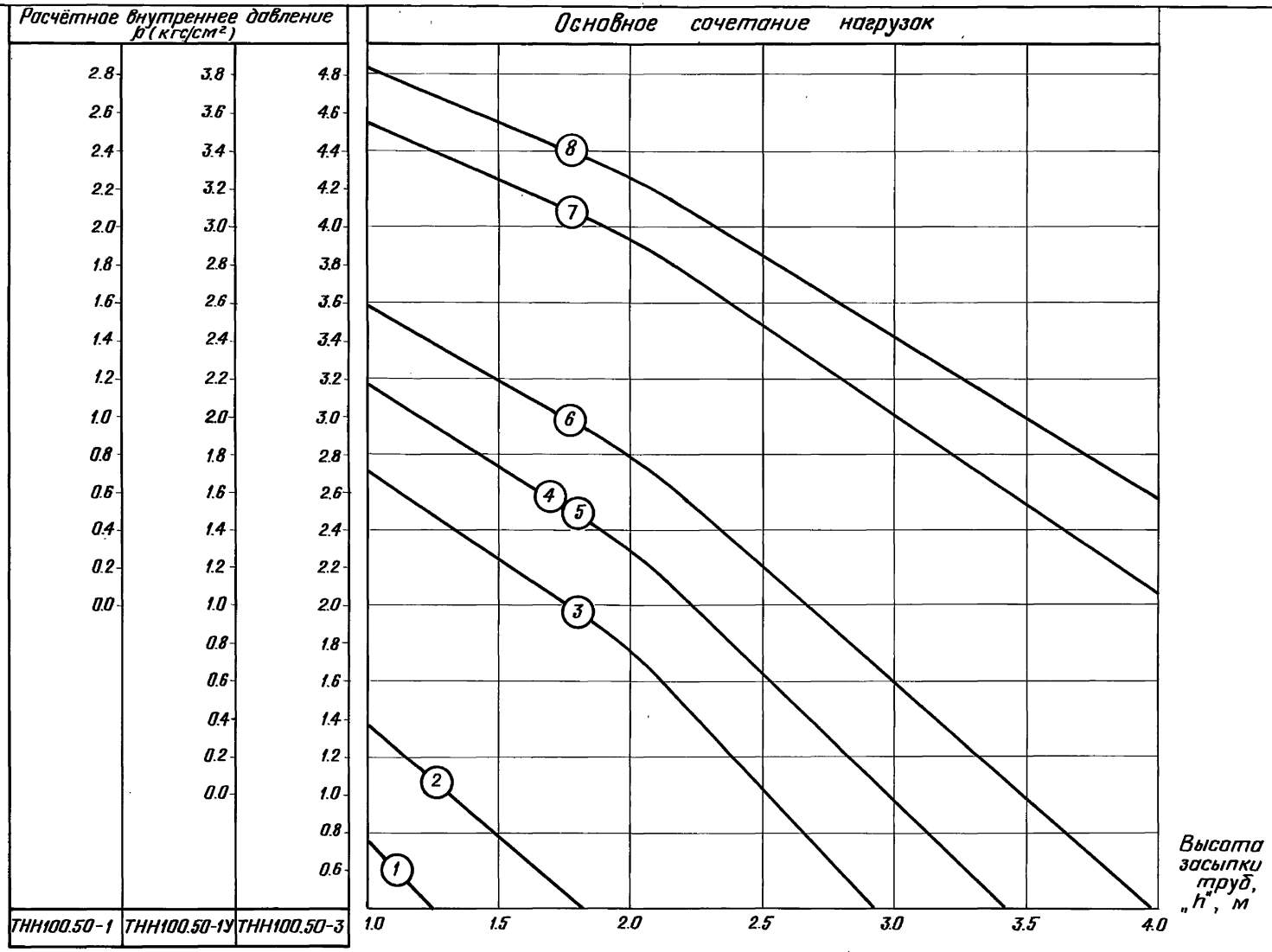


d 1000
Г₀ - 3
Г₃ - 4

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

1 - 41

d 10.00
$Г_а$ - 4
$Г_з$ - 1

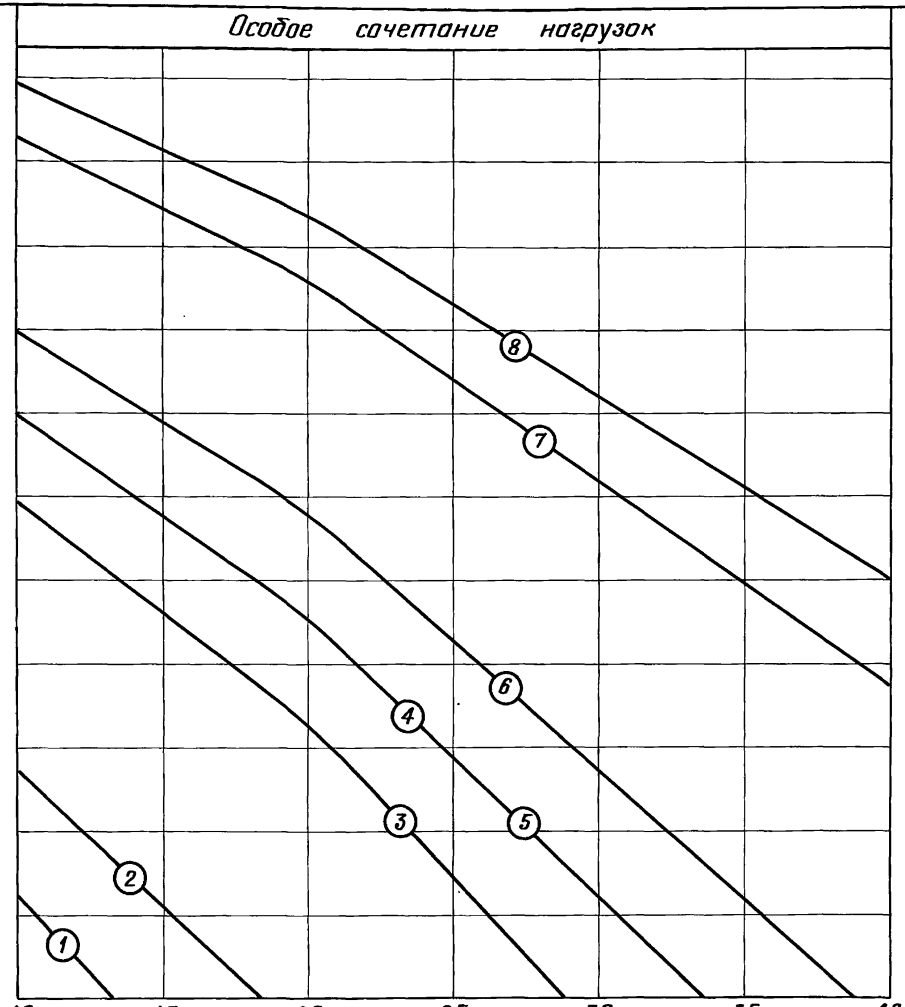


Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

3.901.1-15.0-5

Лист 25

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

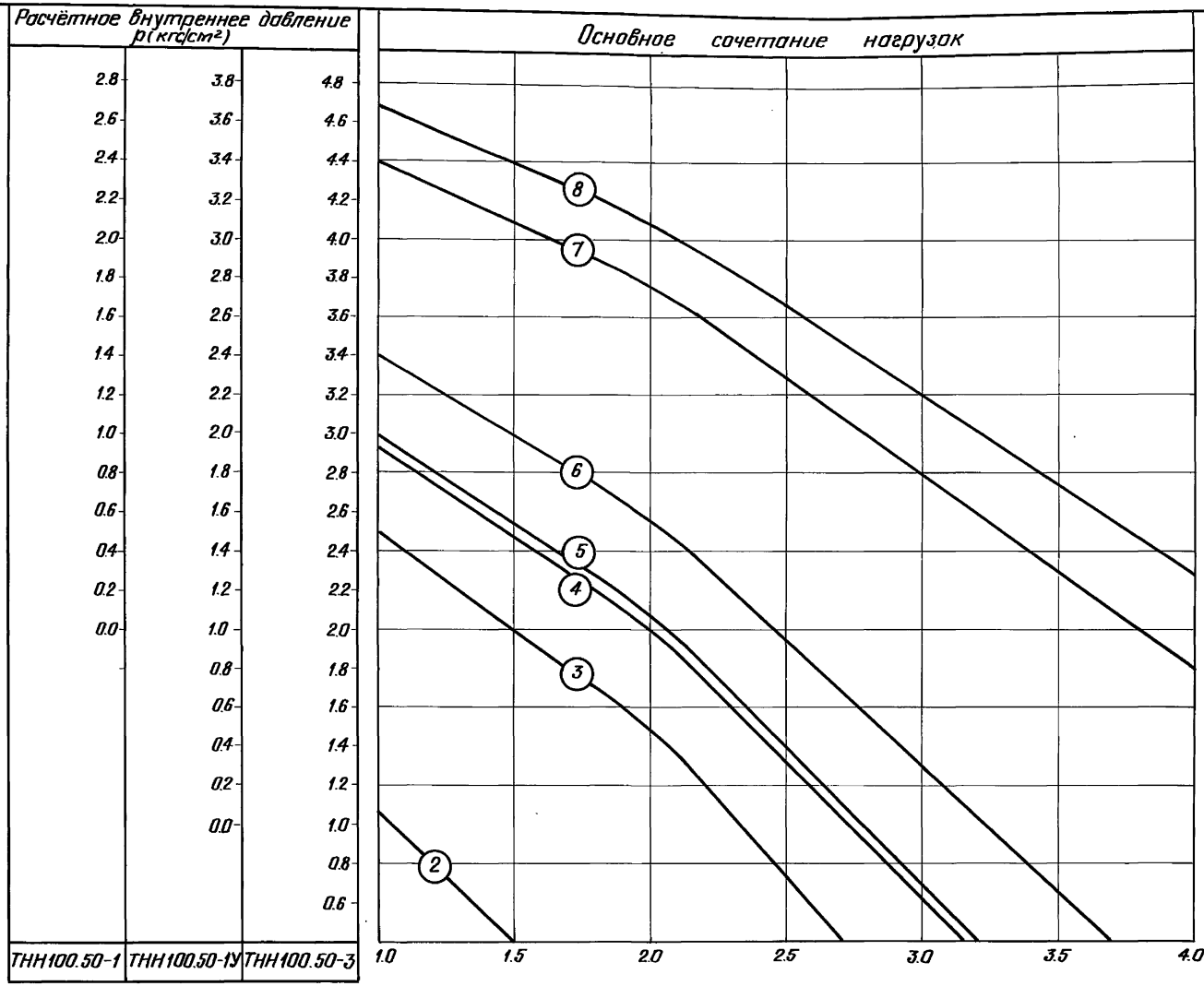


d 1000
Г₀ - 4
Г₃ - 1

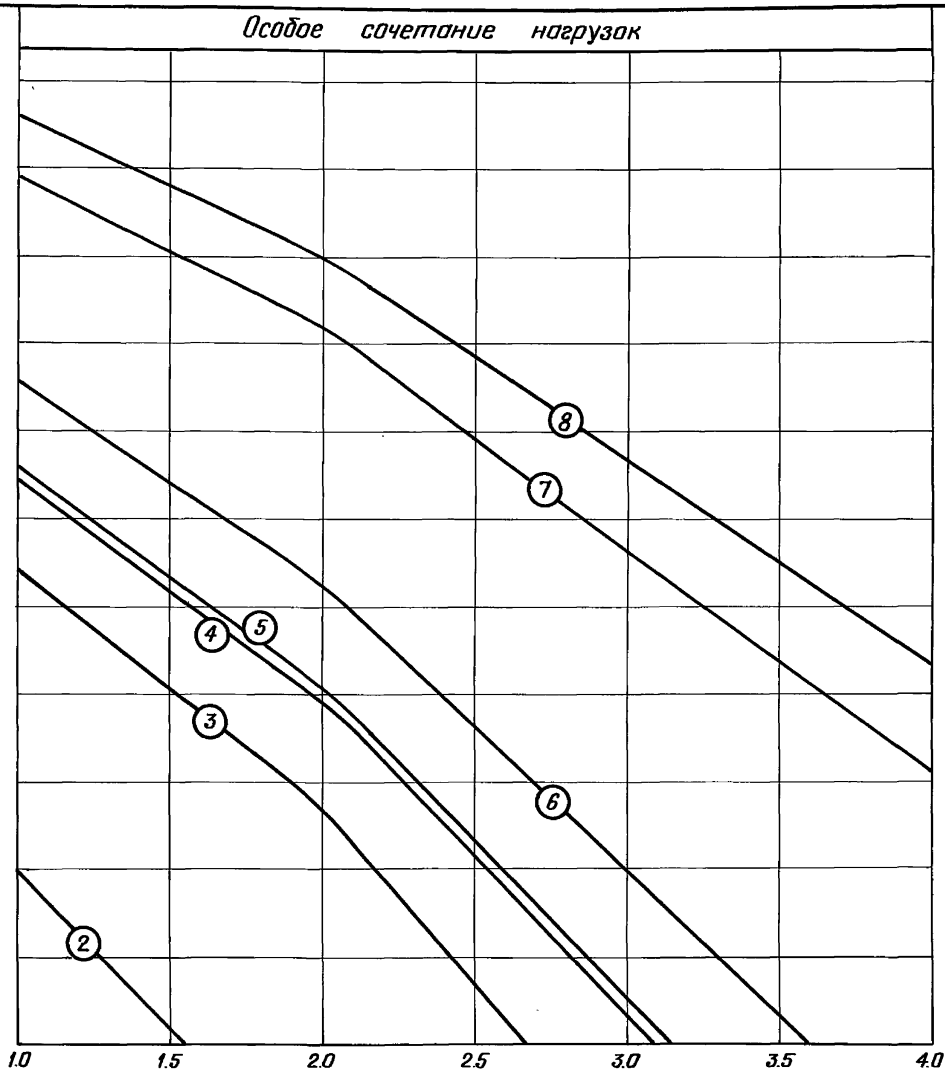
Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

I - 41

d1000
Г₀ - 4
Г₃ - 2



Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
3.0	4.0	5.0
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3



d1000
Г₀ - 4
Г₃ - 2

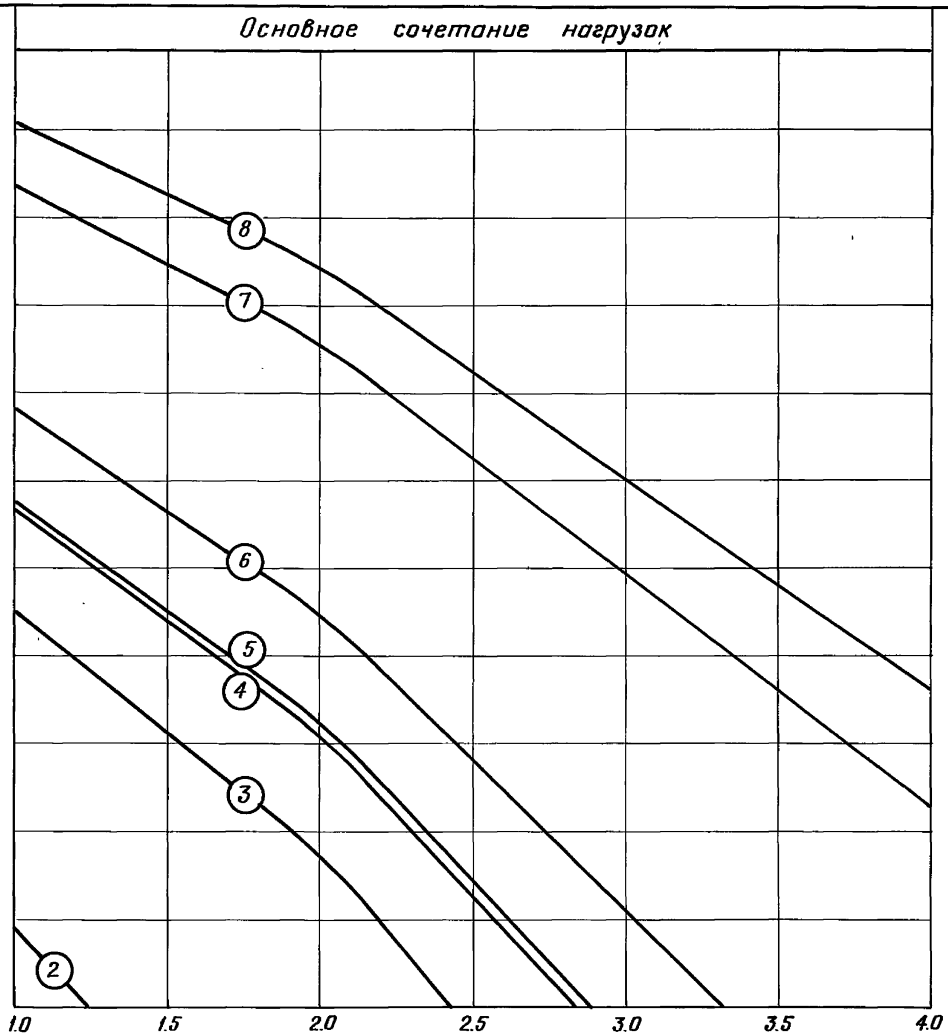
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Г - 41

3.901.1 - 15.0 - 5

Лист 28

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

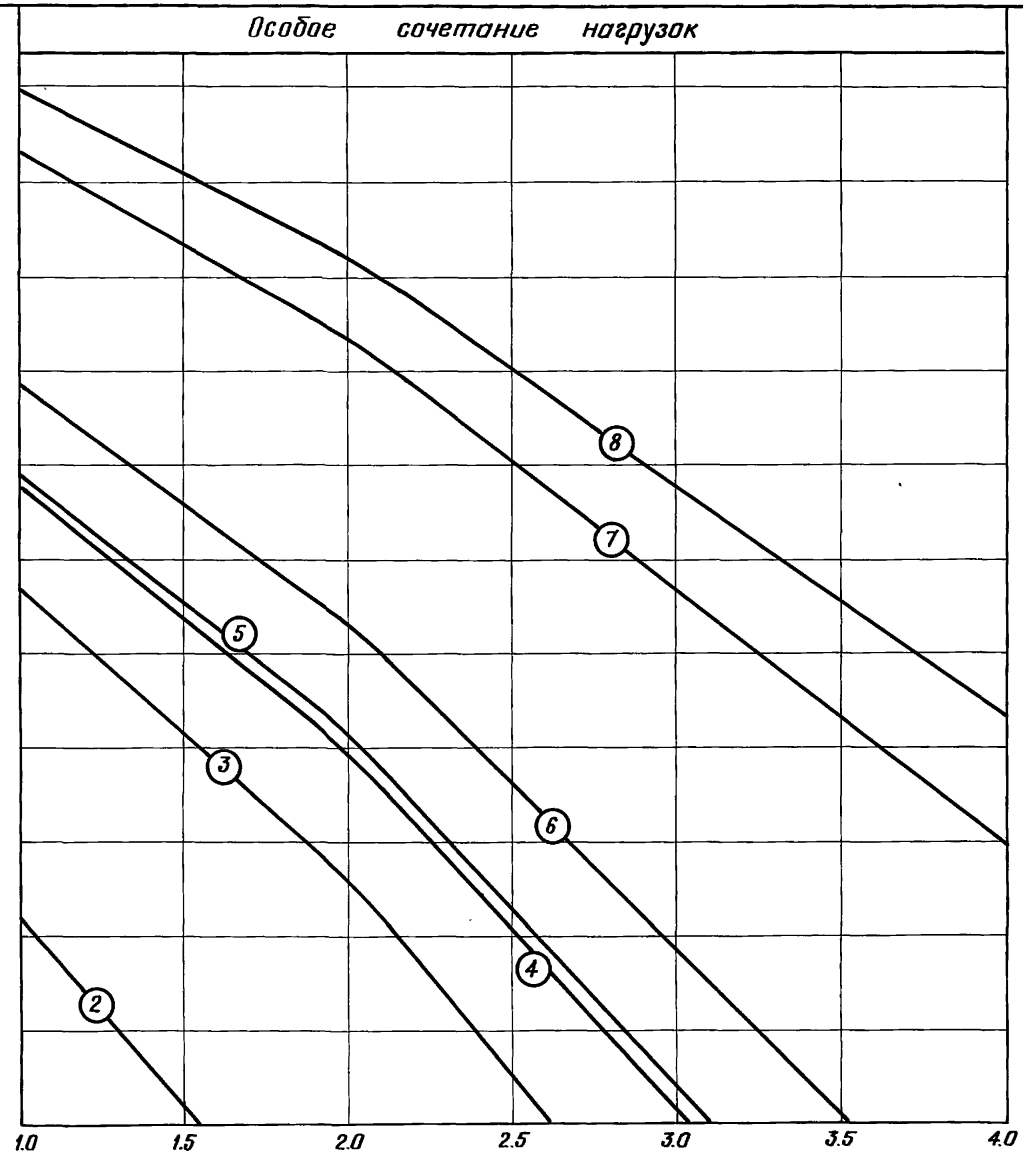


d 1000
Г₀ - 4
Г₃ - 3

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

d 1000
Го - 4
Гз - 3

Расчётное внутреннее давление p (кгс/см²)		
2.8	3.8	4.8
2.6	3.6	4.6
2.4	3.4	4.4
2.2	3.2	4.2
2.0	3.0	4.0
1.8	2.8	3.8
1.6	2.6	3.6
1.4	2.4	3.4
1.2	2.2	3.2
1.0	2.0	3.0
0.8	1.8	2.8
0.6	1.6	2.6
0.4	1.4	2.4
0.2	1.2	2.2
0.0	1.0	2.0
	0.8	1.8
	0.6	1.6
	0.4	1.4
	0.2	1.2
	0.0	1.0
		0.8
		0.6
ТНН100.50-1	ТНН100.50-1У	ТНН100.50-3

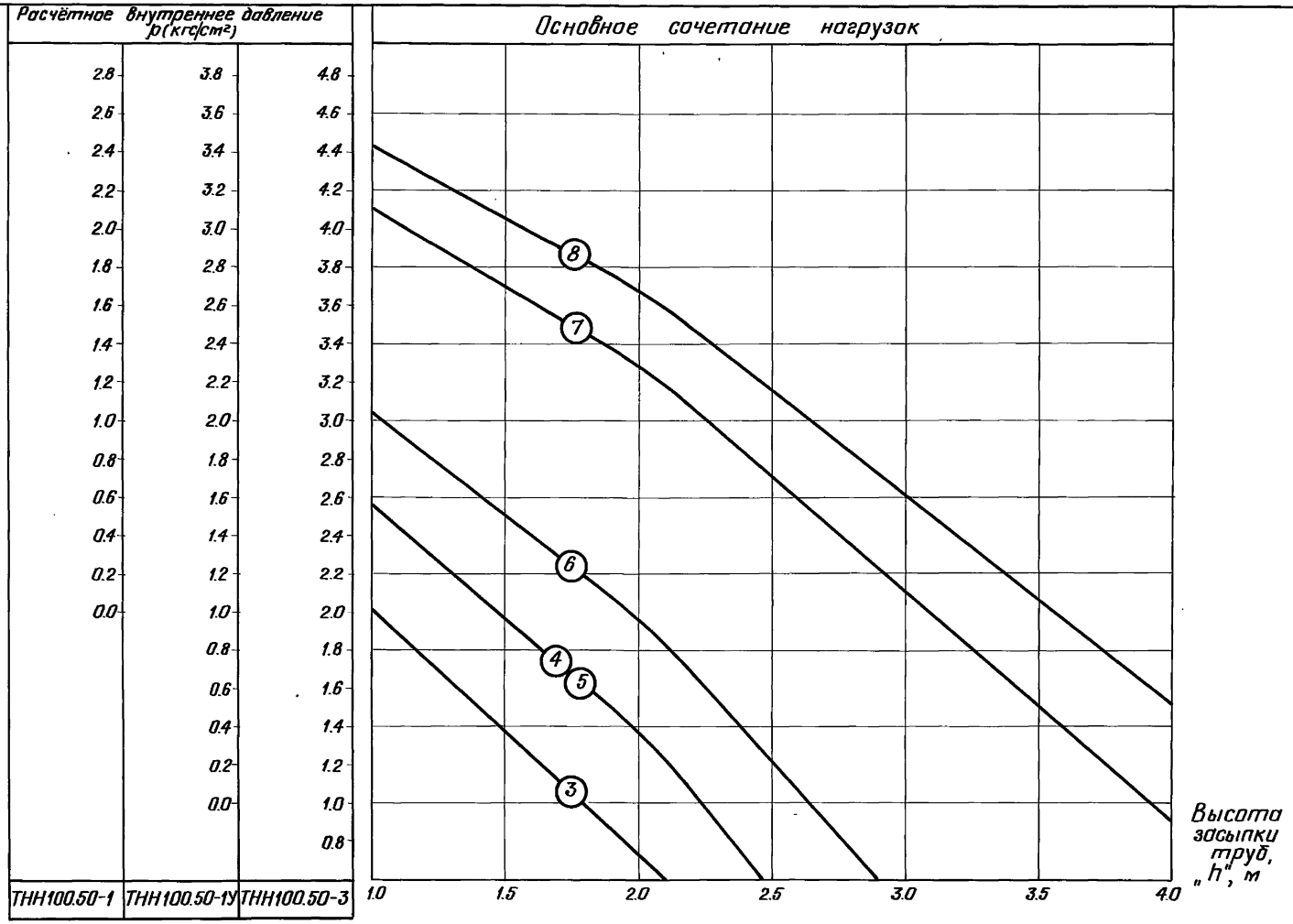


Взам.инв.№
Подпись и дата
Инв.№ подл.

d 1000

Г₀ – 4

Г₃ – 4



Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

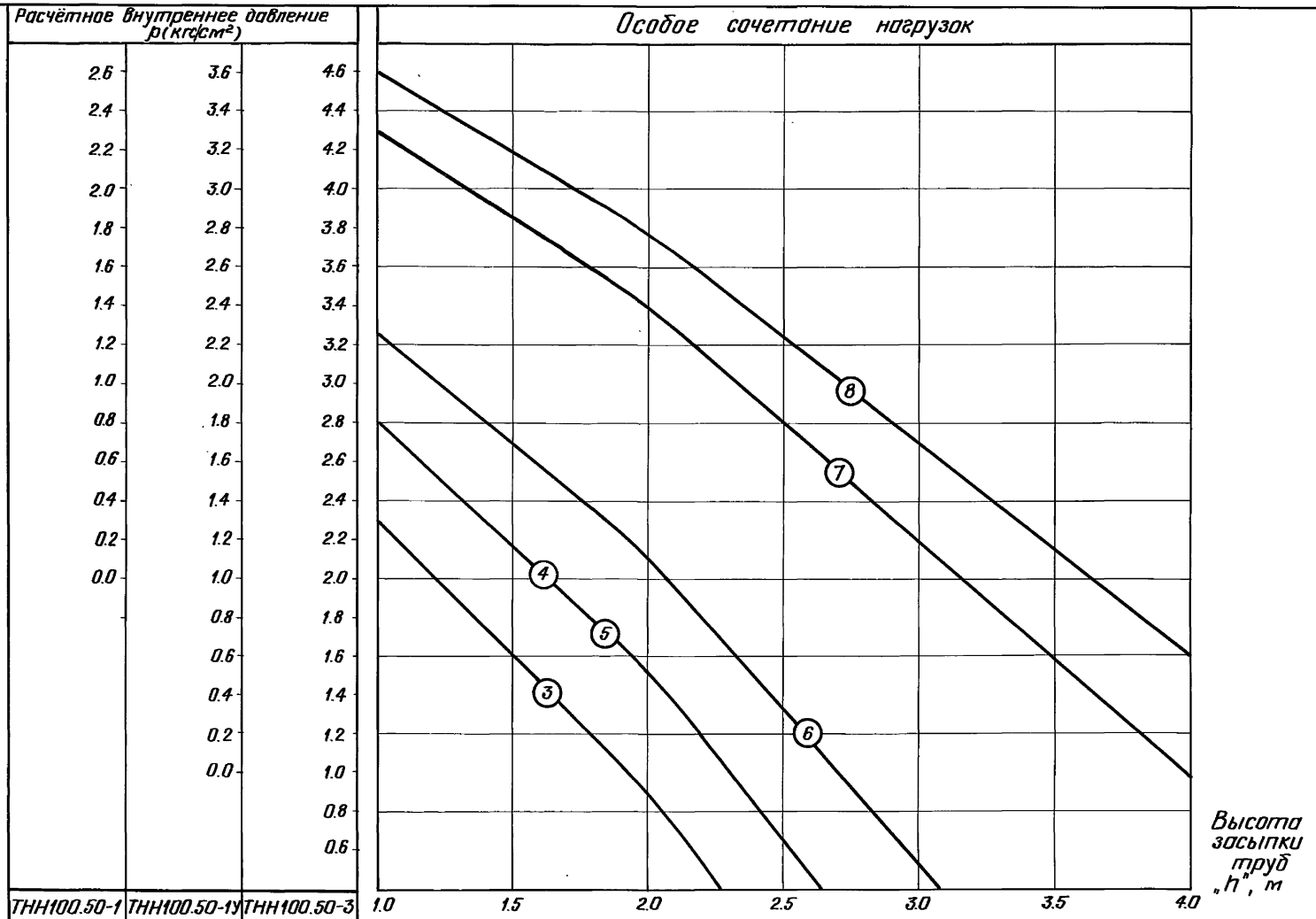
3.901.1-15.0-5

Лист 31

24910-01 112 Формат А3

1-82

d1000
Го-4
Гз-4



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

gost.e-ecolog.ru

I-41

3.901.1-15.0-5

Лист 32