

Отчет предварительного анализа на гидравлический удар

Ноябрь 2016

Проект: **КНС Актау – Казахстан**

Данный анализ основан на информации, в том виде, как она была сообщена заказчиком.

Данный анализ не является консалтинговой услугой, а предоставляется всего лишь в качестве инструмента для рассмотрения уполномоченным квалифицированным инженером вашей проектной организации в процессе принятия проектных решений. Все окончательные проектные решения остаются в исключительной ответственности вашей организации.

Настоящим прямо уточняем, что компания A.R.I. не несёт ответственности за любые убытки, которые могут возникнуть в результате принятия решений на основе этого анализа.

1. Введение

В докладе представлены результаты анализа гидродинамического моделирования, проведенного на трубопроводах проекта "КНС Актау".

Анализ был проведен с помощью программного обеспечения, разработанного в Университете штата Кентукки, США: Surge 2012.

Физические и гидравлические характеристики оборудования и трубопроводов, используемого для анализа переходных процессов, в соответствии с данными предоставленными компанией "Хан".

2. Исходные данные для анализа:

2.1 Концевые условия

Тип насоса	1Д 1250/63 – 3шт, 1Д 500/63 – 2шт
Количество одновременно работающих насосов	1 насос 1Д 1250/63 или 2 насоса 1Д 500/63
Имеется ли общий насосный коллектор	да
Диаметр Насосного Патрубка на Выходе УД	350 мм (1Д 1250/63), 250мм (1Д 500/63)
Диаметр коллектора УД	800 мм
Номинальный Расход каждого насоса	1250 м ³ /час (1Д 1250/63), 500 м ³ /час (1Д 500/63)
Номинальный Напор каждого насоса	63 м
К.п.д. насоса	85% (1Д 1250/63), 80% (1Д 500/63)
Скорость мотора (частота вращения)	1450 оборотов в минуту
Рабочая среда (вода/канализация)	канализация
Минимальный уровень воды в резервуаре на насосной станции (по отношению к входу в насос)	0.6 м (выше оси насоса)

2.2 Профиль трубопроводов № 1 и № 2

Ду 600, полиэтилен, толщина стенки 42.1 мм (SDR17, PN10)

№	Камера	Высота, метры	Дистанция, метры
1	насос	274.84	0
2	ребенка	275.07	2.5
3	3	275.18	61.5
4	угол 5,6	275.72	56.5
5	точка 1	275.28	48.5
6	точка 2	274.9	111.5
7	4	273.74	252.5
8	угол 9,10	274.44	151.5
9	точка 3	276.12	129.5
10	точка 4	275.87	204.6
11	точка 5	276.06	34.5
12	Угол 11,12	276.89	59.9
13	Угол 13,14	277.1	37.5
14	Угол 15,16	278.17	107
15	5	279.69	47.5
16	Угол 19,20	279.64	41.5
17	Угол 21,22	278.76	118.5
18	Угол 25,26	278.96	49
19	точка 6	279.21	99.1
20	точка 7	277.84	44.1
21	точка 8	276.86	40.8
22	точка 9	276.68	219.4
23	точка 10	276.97	51
24	точка 11	276.87	205.4
25	Угол 31,32	277.43	112.7
26	точка 12	278.16	127.3
27	точка 13	277.96	50
28	точка 14	278.57	303.7
29	Угол 35,36	278.19	48
30	6	277.55	57
31	точка 15	278.42	72.9
32	Угол 37,38	279.21	29.1
33	точка 16	279.43	31.6
34	Угол 39,40	278.24	25.3
35	точка 17	278.52	10.2
36	точка 18	279.99	11
37	Угол 41,42	280.36	25.4
38	точка 19	281.54	67.3
39	Угол 45,46	282.07	138.2
40	точка 20	283.14	180.5
41	точка 21	283.16	38
42	точка 22	283.98	52.5
43	точка 23	283.36	26
44	точка 24	282.67	43
45	точка 25	282.13	90
46	точка 26	284.02	90
47	точка 27	282.63	124.5
48	точка 28	282.28	41.4
49	точка 29	283.13	105.9
50	точка 30	283.68	79.1
51	точка 31	281.82	58.2
52	точка 32	283.46	25.3
53	Угол 49,50	283.97	57.1
54	точка 33	283.36	31
55	Угол 51,52	283.22	57.5
56	точка 34	284.37	29.6
57	Угол 53,54	285.09	85.6
58	7	284.96	141.5
59	точка 36	284.74	441.6
60	8	283.66	40.4
61	точка 37	283.93	169.8
62	точка 38	282.88	44
63	точка 39	283.51	33
64	точка 40	282.92	123
65	точка 41	283.16	105.7
66	9	282.06	209
67	точка 42	283.45	244.8
68	точка 43	285.26	75
69	точка 44	285.36	60.2
70	точка 45	285.03	33.1
71	точка 46	285.56	22.5

№	Камера	Высота, метры	Дистанция, метры
72	точка 47	285.85	138.4
73	точка 48	286.86	54
74	точка 49	287.13	68.9
75	точка 50	287.17	23.8
76	точка 51	287.84	75.8
77	точка 52	287.9	56.5
78	точка 53	287.96	52.8
79	точка 54	289.16	96.7
80	точка 55	289.86	87.3
81	точка 56	290.66	47.1
82	Угол 57,58	291.19	58.9
83	точка 57	292.31	21.7
84	камера № 10	294.16	166
85	угол 1,2	295.15	26.5
86	точка 1	294.11	78
87	точка 2	294.15	38.5
88	точка 3	296.05	125.5
89	точка 4	297.82	225.5
90	точка 5	297.21	125
91	точка 6	296.76	91
92	точка 7	294.51	100
93	1	293.14	142
94	точка 8	294.46	474.5
95	точка 9	294.47	10
96	точка 10	294.56	16.5
97	2	294.54	16
98	угол 3,4	294.69	16
99	точка 11	296.09	160
100	точка 12	296.66	101.5
101	точка 13	297.06	71.5
102	точка 14	296.8	76
103	точка 15	296.14	201
104	угол 5,6	293.81	237
105	угол 7,8	293.77	36
106	точка 16	293.58	194
107	точка 17	293.21	239.8
108	точка 18	293.06	96.2
109	точка 19	292.95	92.5
110	точка 20	291.63	39.4
111	точка 21	293.74	22.6
112	точка 22	293.7	39.7
113	точка 23	293.52	137.2
114	точка 24	291.86	19.5
115	4	290.85	46
116	точка 25	293.54	97.2
117	точка 26	293.63	94
118	точка 27	292.66	147.5
119	точка 28	292.57	89.4
120	точка 29	291.46	176.8
121	точка 30	291.31	77.4
122	точка 31	291.07	85.7
123	точка 32	290.94	123.3
124	точка 33	289.72	183.4
125	Угол 9,10	289.46	38.2
126	Угол 11,12	289.13	50.5
127	точка 34	287.49	75.5
128	Угол 13,14	286.01	140.5
129	точка 35	285.76	20.5
130	5	284.58	78.5
131	точка 36	284.46	120.5
132	точка 37	282.46	131.5
133	точка 38	280.25	102.5
134	точка 39	279.37	37
135	точка 40	279.32	51
136	точка 41	276.86	147
137	точка 42	276.34	61
138	точка 43	276.28	38
139	точка 44	275.63	138
140	6	273.86	61
141	точка 45	275.86	100.5
142	точка 46	276.62	70.5

№	Камера	Высота, метры	Дистанция, метры
143	точка 47	276.68	63
144	точка 48	276.69	8
145	точка 49	277.81	28
146	угол 23,24	277.86	47
147	точка 50	277.81	17
148	точка 51	277.6	16.5
149	точка 52	277.55	51.7
150	7	277.21	74.7
151	точка 53	279.9	35.2
152	точка 54	282.26	121
153	точка 55	283.09	63.3
154	точка 56	283.08	21.5
155	точка 57	281.78	23.5
156	точка 58	281.76	22
157	8	279.15	20.5
158	точка 59	284.58	23.3
159	точка 60	284.52	54.7
160	9	283.36	81
161	точка 61	285.6	65.9
162	точка 62	285.46	29
163	точка 63	285.59	7
164	угол 25,26	284.52	49.6
165	точка 64	284.51	9
166	точка 65	281.09	226.9
167	точка 66	280.66	80.4
168	точка 67	279.21	10.6
169	точка 68	278.2	26.5
170	точка 69	277.36	81
171	точка 70	277.27	30
172	точка 71	276	28.5
173	10	273.88	75.4
174	точка 72	276.2	38
175	точка 73	276.1	94.5
176	точка 74	276.21	111.6
177	точка 75	276.75	33.5
178	точка 76	278.9	91
179	угол 27,28	280.2	174
180	точка 77	281.64	124.5
181	точка 78	282.21	47
182	угол 29,30	282.76	43.5
183	точка 79	283.36	48.5
184	11	285.32	25
185	точка 80	282.64	39.2
186	точка 81	281.77	24.5
187	точка 82	281.74	27
188	точка 83	281.36	98.3
189	точка 84	281.31	47.5
190	точка 85	281.22	89
191	12	280.73	59
192	угол 31,32	281.27	26
193	точка 86	282.06	35.5
194	точка 87	283.36	23
195	точка 88	285.86	35
196	точка 89	287.51	41
197	точка 90	289.67	158
198	точка 91	289.74	67.5
199	угол 33,34	291.19	121.3
200	точка 92	291.05	28.5
201	точка 93	290.6	137
202	точка 94	290.5	101
203	точка 95	290.26	237.5
204	13	289.74	70.5
205	точка 96	290.98	79.5
206	точка 97	291.58	88.5
207	точка 98	292.13	86
208	точка 99	290.52	71.5
209	14	291.36	81
210	точка 100	291.43	72.5
211	угол 35,36	291.5	68.5
212	15	295.96	69
213	камера КОС	0.36	7.5

На Рис. 1 показан профиль трубопроводов № 1 и № 2



Рис. 1

3. Гидродинамический анализ незащищённой системы:

Этот гидродинамический анализ проводился без каких-либо средств защиты, при условиях аварийного отключения электропитания всех насосов.

На Рис. 2 показан график максимума и минимума колебаний давления в незащищённой системе по всей длине трубопроводов №1 и №2, а на Рис. 3 показан график колебания давления в насосном коллекторе незащищённой системы в течение первых 210 секунд после отключения насосов.

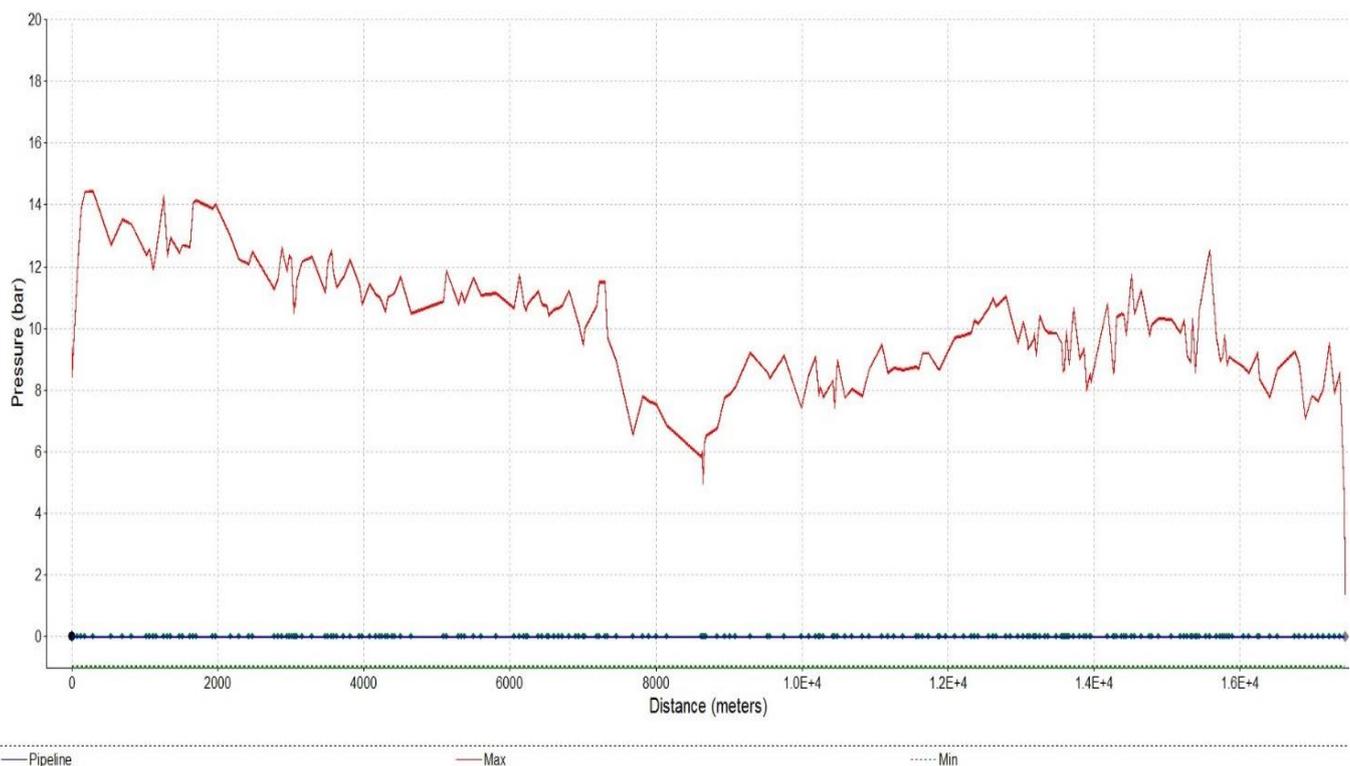


Рис. 2

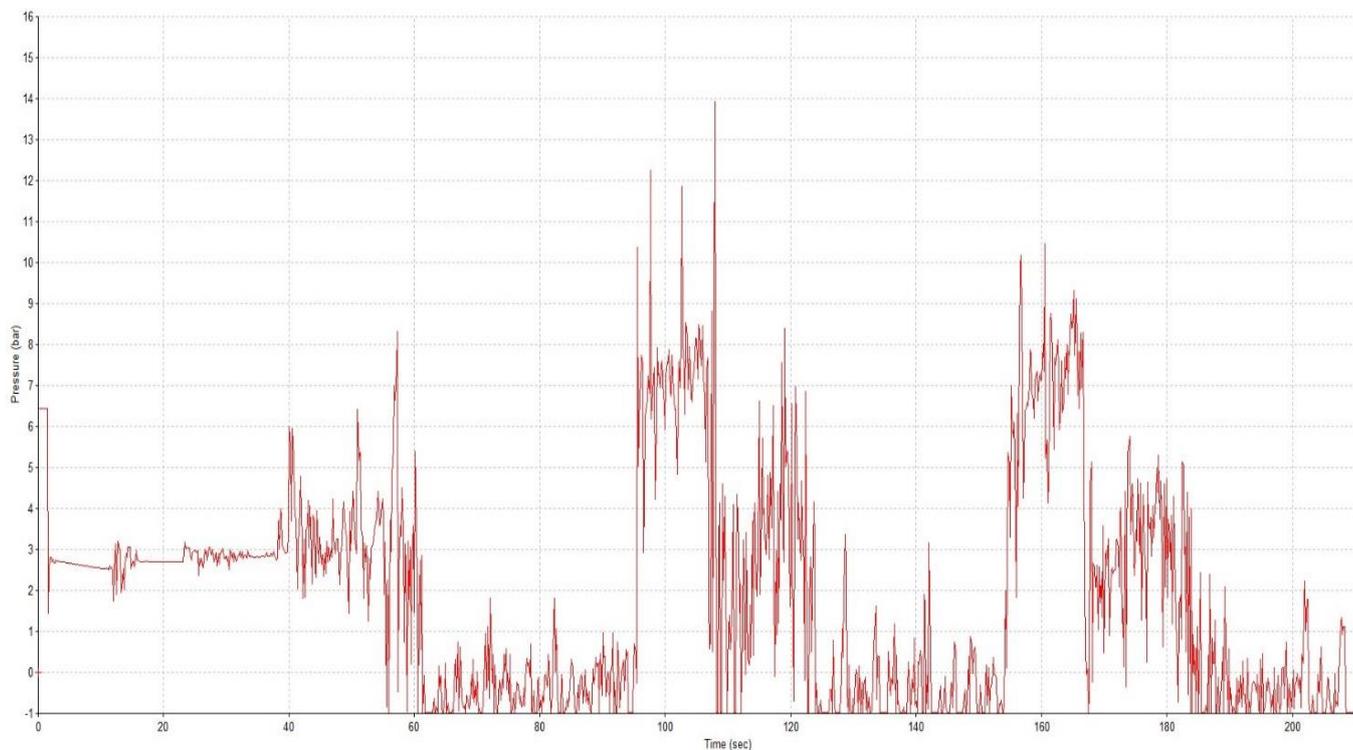


Рис. 3

Как можно увидеть на Рис.2 и 3, при гидроударе в трубопроводах давления достигают на некоторых участках 14 атмосфер, превышая допустимое давление в системе, В то же время, наблюдаются и давления кавитации на всей длине трубопровода.

Эти проблемы требуют соответствующей эффективной защиты.

4. Гидродинамический анализ защищённого трубопровода:

После нескольких итераций на программе гидродинамического анализа, удовлетворительная защита от высоких и низких переходных давлений была достигнута с помощью оборудования, указанного в разделе 5.

На Рис. 4 показан график колебания давления в насосном коллекторе такой защищённой системы.

На Рис. 5 показан график максимума и минимума колебаний давления в трубопроводах №1 и №2, для системы, защищённой противоударными воздушными клапанами, по всей длине.

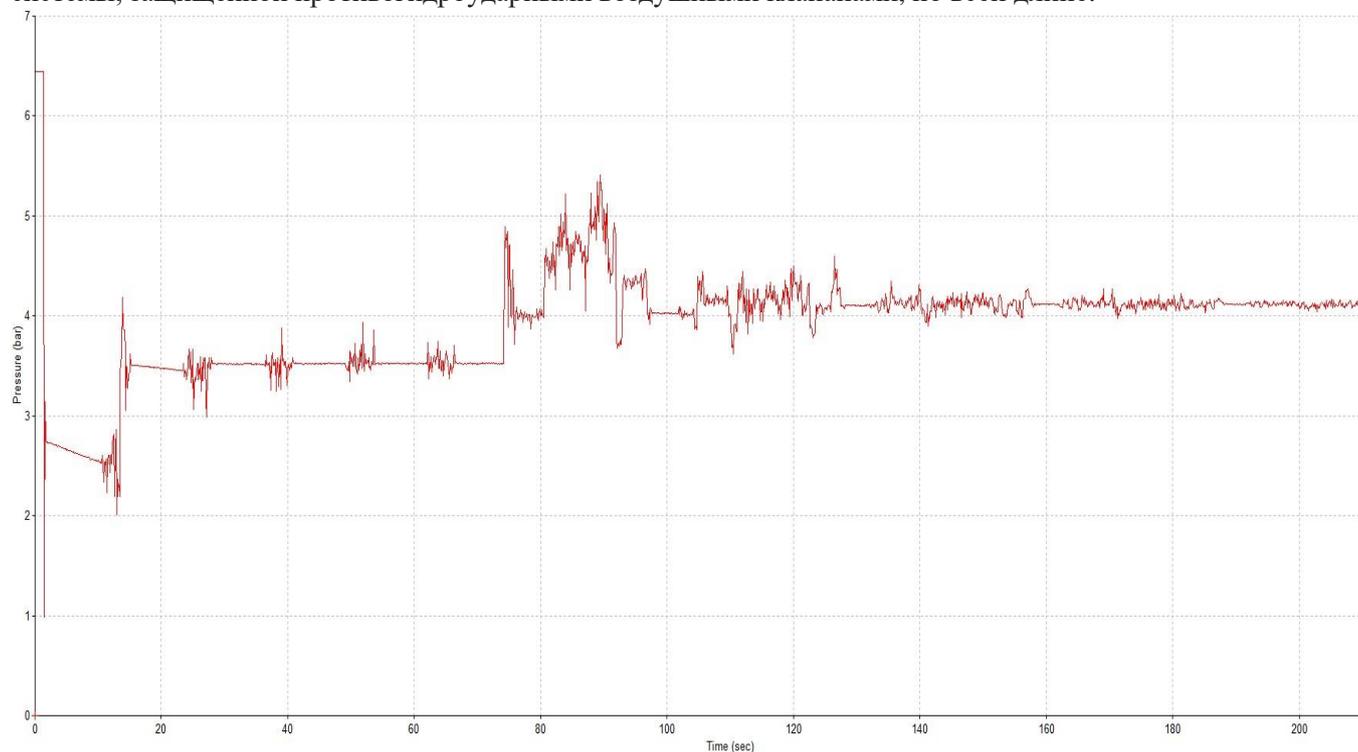


Рис. 4

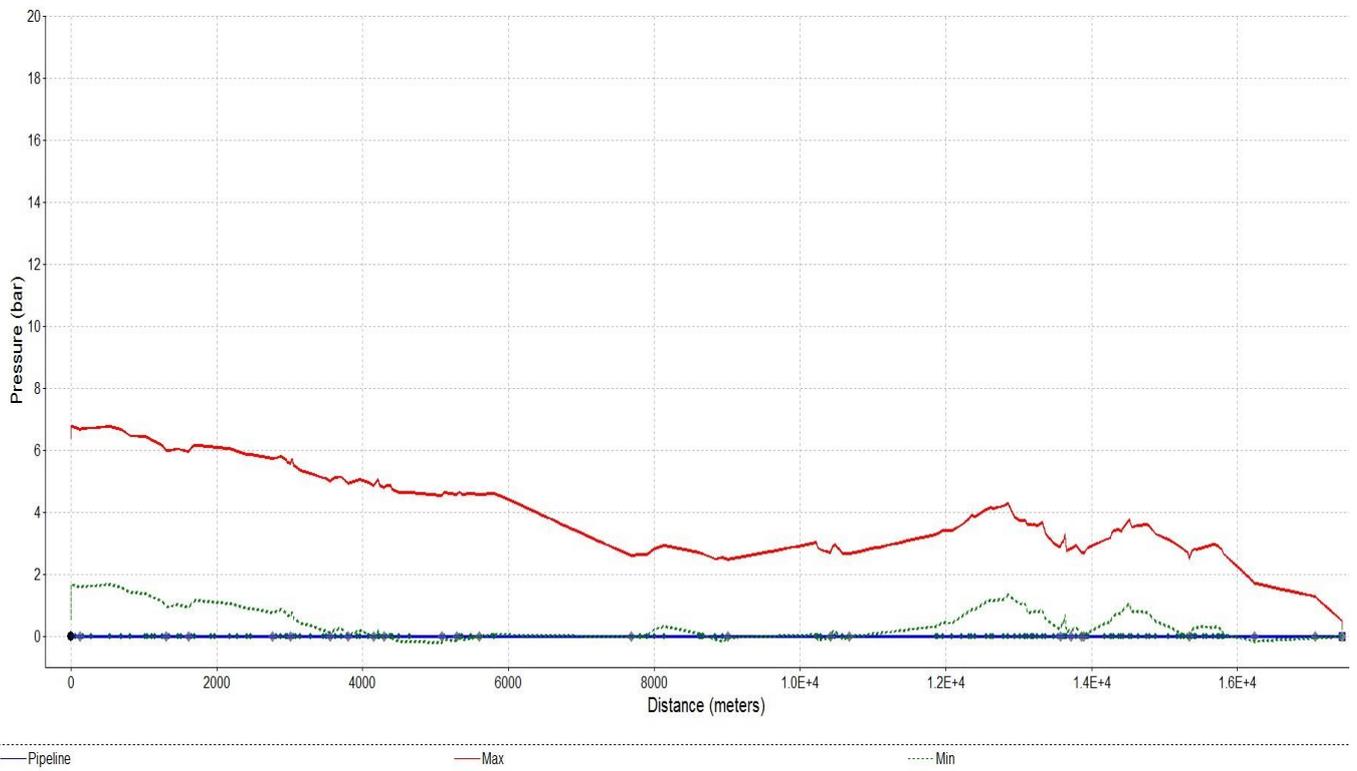
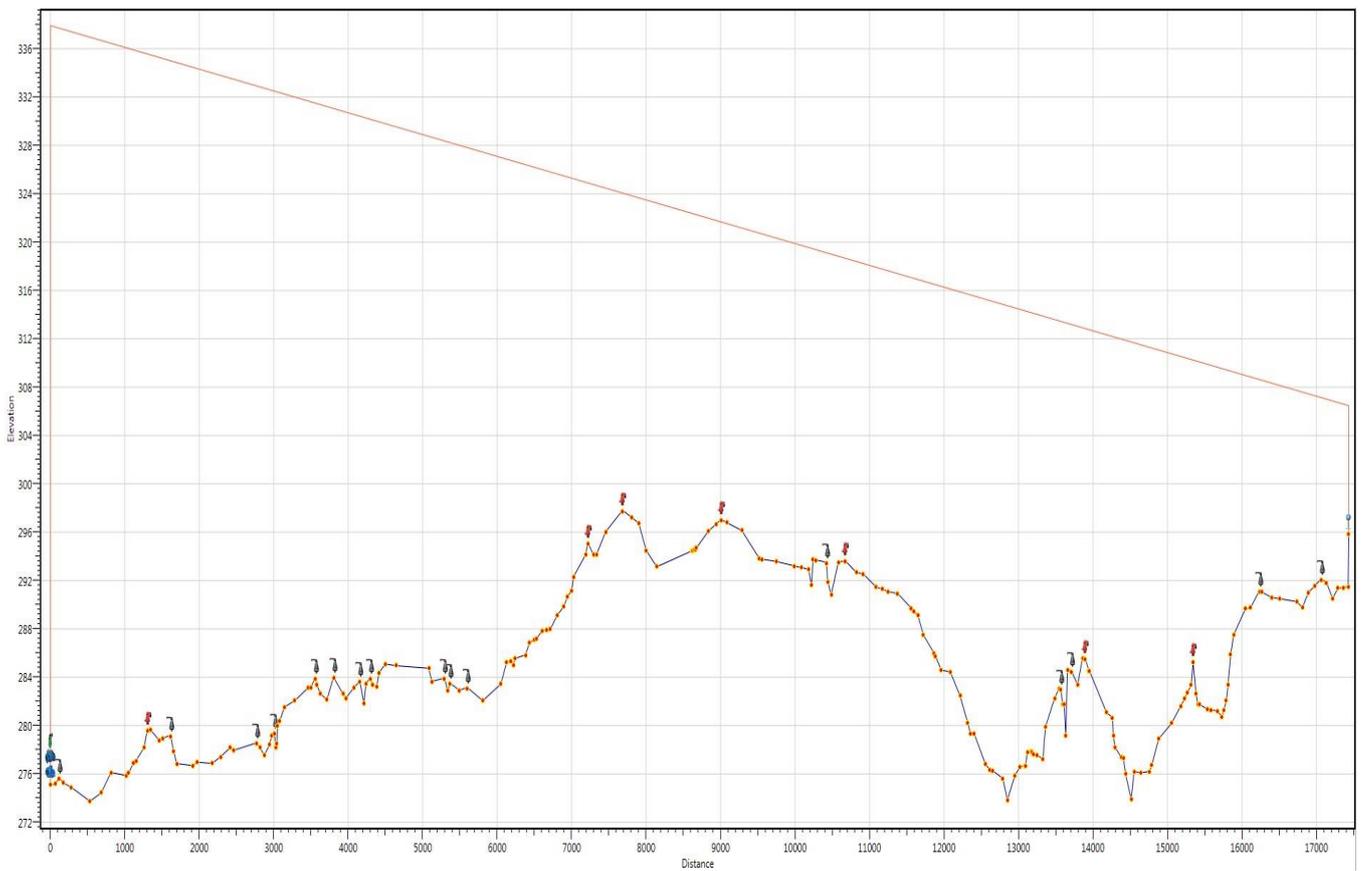


Рис. 5

Как можно увидеть, предлагаемая защита от гидроудара полностью избавляет систему от кавитационных давлений при сохранении максимальных давлений менее 8 атмосфер.

5. Рекомендуемое оборудование:



5.1 Насосная станция

Тип и Размер Изделия	Кол-во	Место Установки
D-023 NS DN100	5	По одному клапану после каждого насоса между обратным клапаном и коллектором

5.2 Трубопроводы №1и №2

Камера	Расстояние от начала трубопровода, метры	Высота, метры	Тип и Размер Изделия
угол 5,6	120.50	275.72	D-025 DN50
5	1,305.00	279.69	D-023 NS DN100
точка 6	1,613.10	279.21	D-025 DN50
точка 14	2,767.50	278.57	D-025 DN50
точка 16	3,006.10	279.43	D-025 DN50
точка 22	3,554.50	283.98	D-025 DN50
точка 26	3,803.50	284.02	D-025 DN50
точка 30	4,154.40	283.68	D-025 DN50
Угол 49,50	4,295.00	283.97	D-025 DN50
точка 36	5,081.80	284.74	D-025 DN50
точка 37	5,292.00	283.93	D-025 DN50
точка 41	5,597.70	283.16	D-025 DN50
угол 1,2	7,216.70	295.15	D-023 NS DN100
точка 4	7,684.20	297.82	D-023 NS DN100
точка 13	9,008.20	297.06	D-023 NS DN100
точка 23	10,419.60	293.52	D-025 DN50
точка 26	10,676.30	293.63	D-023 NS DN100
точка 56	13,568.90	283.08	D-025 DN50
точка 60	13,712.90	284.52	D-025 DN50
точка 63	13,895.80	285.59	D-023 NS DN100
11	15,344.80	285.32	D-023 NS DN100
угол 33,34	16,236.60	291.19	D-025 DN50
точка 98	17,065.10	292.13	D-025 DN50

В общей сложности список необходимого оборудования:

Изделие	Тип и Размер	Количество
Канализационный комбинированный противогидроударный воздушный клапан высокого расхода	D-023 NS DN100	19
Канализационный комбинированный воздушный клапан	D-025 DN50	32