

Гидравлический Анализ

Ноябрь 2016

Проект: **Трубопровод Вячеславка – НФС Астана**

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 и Исходные Данные

В докладе представлены результаты гидродинамического моделирования, проведенного на трубопроводе от Вячеславки 1-я очередь г. Астана.

Анализ был проведен с помощью программного обеспечения Surge 2012, разработанного в Университете штата Кентукки, США и программы ARIavCad Компании API.

2. Исходные данные для анализа:

2.1 Концевые условия

Тип насоса	СКД 600-630
Количество одновременно работающих насосов	2
Имеется ли общий насосный коллектор	да
Диаметр Насосного Патрубка на Выходе УД	600 мм
Диаметр коллектора УД	1000 мм
Номинальный Расход каждого насоса	4500 м ³ /час
Номинальный Напор каждого насоса	45 м
К.п.д. насоса	86.8 %
Скорость мотора (частота вращения)	950 оборотов в минуту
Момент инерции насоса и мотора	975 N*м ²
Возможен ли реверс (обр. вращение вала)	нет
Рабочая среда (вода/канализация)	вода
Минимальный уровень воды в резервуаре на насосной станции (по отношению к входу в насос)	10 м (выше оси насоса)
Максимальный уровень воды в резервуаре на выходе трубопровода	5 м (выше оси насоса)

2.2 Профиль трубопровода.

№ камеры/ точки	Высота оси метры	Расстояние от предыдущей камеры/ точки метры	Внутренний диаметр (УД) трубы, мм	Толщина стенки трубы мм	Материал трубы
т.1	12.68	0	1000	11.7	чугун
кам.1 ПК1	12.69	25.3	1200	15.3	чугун
кам.5 ПК1+55,1	12.53	155.1	1200	15.3	чугун
кам.6 ПК3+66,2	11.76	211.2	1200	15.3	чугун
ПК4	13.70	33.8	1200	15.3	чугун
ПК5	14.70	100	1200	15.3	чугун
ПК7	15.30	200	1200	15.3	чугун
ПК9	16.10	200	1200	15.3	чугун
кам.8 ПК10+30	16.23	130	1200	15.3	чугун
ПК12	15.10	170	1200	15.3	чугун
кам.9 ПК13	15.00	100	1200	15.3	чугун
ПК15	15.80	200	1200	15.3	чугун
ПК17	16.40	200	1200	15.3	чугун
Уг.7ПК20+73,8	17.22	373.8	1200	15.3	чугун
ПК23	17.78	226.2	1200	15.3	чугун
кам.12ПК24+13,9	19.37	113.9	1200	15.3	чугун
кам.13 ПК24+40	18.25	26.1	1200	15.3	чугун
ПК25	18.16	60	1200	15.3	чугун
ПК27	18.36	200	1200	15.3	чугун
кам.14 ПК30+10	18.06	310	1200	15.3	чугун
ПК32	18.86	190	1200	15.3	чугун
ПК33	20.96	100	1200	15.3	чугун
ПК35	22.46	200	1200	15.3	чугун
ПК37+50	22.71	250	1200	15.3	чугун
кам.15 ПК38+33,7	24.97	83.7	1200	15.3	чугун
кам.16 ПК39	24.17	66.3	1200	15.3	чугун
ПК39+38,4	25.66	38.4	1200	15.3	чугун
ПК40+12,5	26.40	74.1	1200	15.3	чугун
кам.17 ПК40+56,7	26.49	44.2	1200	15.3	чугун
кам.18 ПК41	24.87	43.3	1200	15.3	чугун
ПК42	24.97	100	1200	15.3	чугун
Уг.12 ПК43+9,2	26.83	109.2	1200	15.3	чугун
Уг.14 ПК45+28,8	29.59	219.6	1200	15.3	чугун
кам.сущ.7 ПК47+89,1	30.05	260.3	1200	15.3	чугун
кам.сущ.2 ПК49+26	31.61	136.9	1200	15.3	чугун
кам.20 ПК52+90,5	40.59	364.5	1200	15.3	чугун
Уг.20 ПК54+18	39.93	127.5	1200	15.3	чугун
ПК56	38.22	182	1200	15.3	чугун
ПК62	36.24	600	1200	15.3	чугун
ПК64	34.48	200	1200	15.3	чугун
ПК68	33.86	400	1200	15.3	чугун
кам.24 ПК70	32.26	200	1200	15.3	чугун
кам.25 ПК70+75,5	32.34	75.5	1200	15.3	чугун
ПК71	32.32	24.5	1200	15.3	чугун
ПК72	32.62	100	1200	15.3	чугун
ПК73	32.32	100	1200	15.3	чугун
ПК74	30.72	100	1200	15.3	чугун
ПК75	30.22	100	1200	15.3	чугун

ПК77	30.02	200	1200	15.3	чугун
ПК78	29.62	100	1200	15.3	чугун
ПК79	27.92	100	1200	15.3	чугун
ПК80	27.32	100	1200	15.3	чугун
ПК81	26.12	100	1200	15.3	чугун
ПК82	25.42	100	1200	15.3	чугун
ПК85	24.52	300	1200	15.3	чугун
ПК88	24.07	300	1200	15.3	чугун
ПК89	23.67	100	1200	15.3	чугун
ПК92	22.77	300	1200	15.3	чугун
ПК93	22.17	100	1200	15.3	чугун
ПК96	21.27	300	1200	15.3	чугун
ПК97	21.17	100	1200	15.3	чугун
ПК98	21.57	100	1200	15.3	чугун
ПК99+16,9	21.22	116.9	1200	15.3	чугун
ПК100	20.72	83.1	1200	15.3	чугун
ПК102	19.02	200	1200	15.3	чугун
ПК105	17.52	300	1200	15.3	чугун
ПК106	16.52	100	1200	15.3	чугун
ПК107	16.22	100	1200	15.3	чугун
ПК108	16.12	100	1200	15.3	чугун
ПК109	15.32	100	1200	15.3	чугун
ПК110	15.67	100	1200	15.3	чугун
ПК110+87,6	17.42	87.6	1200	15.3	чугун
ПК112	17.53	112.4	1200	15.3	чугун
ПК112+56,6	16.85	56.6	1200	15.3	чугун
ПК116	17.82	343.4	1200	15.3	чугун
ПК118	18.42	200	1200	15.3	чугун
ПК119	19.82	100	1200	15.3	чугун
ПК122+47,3	21.6	347.3	1200	15.3	чугун
ПК129	19.59	652.7	1200	15.3	чугун
ПК132	19.89	300	1200	15.3	чугун
ПК133+18,1	18.47	118.1	1200	15.3	чугун
ПК136	19.88	281.9	1200	15.3	чугун
ПК137+52,3	20.03	152.3	1200	15.3	чугун
ПК139+16,5	20.76	164.2	1200	15.3	чугун
ПК140	21.68	83.5	1200	15.3	чугун
ПК141+99,6	22.88	199.6	1200	15.3	чугун
ПК144	23.68	200.4	1200	15.3	чугун
ПК146	23.89	200	1200	15.3	чугун
ПК147	23.59	100	1200	15.3	чугун
ПК148+80,9	23.77	180.9	1200	15.3	чугун
ПК150	24.38	119.1	1200	15.3	чугун
ПК152	24.68	200	1200	15.3	чугун
ПК154	23.76	200	1200	15.3	чугун
ПК156	24.36	200	1200	15.3	чугун
ПК157	24.46	100	1200	15.3	чугун
ПК157+77,4	25.78	77.4	1200	15.3	чугун
ПК161+27	24.73	349.6	1200	15.3	чугун
ПК162	23.78	73	1200	15.3	чугун
ПК165+5,5	23.26	305.5	1200	15.3	чугун
ПК168	22.28	294.5	1200	15.3	чугун
ПК170	22.07	200	1200	15.3	чугун
ПК171	23.27	100	1200	15.3	чугун

ПК172	23.77	100	1200	15.3	чугун
ПК173	24.07	100	1200	15.3	чугун
ПК174	25.07	100	1200	15.3	чугун
ПК176	25.31	200	1200	15.3	чугун
ПК177	25.91	100	1200	15.3	чугун
ПК179+1,8	26.11	201.8	1200	15.3	чугун
ПК181	25.32	198.2	1200	15.3	чугун
ПК186	24.82	500	1200	15.3	чугун
ПК186+21	23.98	21	1200	15.3	чугун
ПК187+17,2	23.49	96.2	1200	15.3	чугун
ПК188	22.66	82.8	1200	15.3	чугун
ПК192	25.83	400	1200	15.3	чугун
ПК193+57,6	25.7	157.6	1200	15.3	чугун
ПК195	24.7	142.4	1200	15.3	чугун
ПК196	24.6	100	1200	15.3	чугун
ПК197	23.6	100	1200	15.3	чугун
ПК198	23.8	100	1200	15.3	чугун
ПК199	22.65	100	1200	15.3	чугун
ПК201	22.45	200	1200	15.3	чугун
ПК202	22	100	1200	15.3	чугун
ПК203+16,3	19.67	116.3	1200	15.3	чугун
ПК205	19.49	183.7	1200	15.3	чугун
ПК205+59,4	19.07	59.4	1200	15.3	чугун
ПК212+45,2	18.31	685.8	1200	15.3	чугун
ПК213	19.08	54.8	1200	15.3	чугун
ПК213+65	21.03	65	1200	15.3	чугун
ПК214	21.31	35	1200	15.3	чугун
ПК215	20.51	100	1200	15.3	чугун
ПК217	20.01	200	1200	15.3	чугун
ПК223	19.4	600	1200	15.3	чугун
ПК224	20.1	100	1200	15.3	чугун
ПК226	20.3	200	1200	15.3	чугун
ПК227+85	23.25	185	1200	15.3	чугун
ПК230	22.17	215	1200	15.3	чугун
ПК235	21.37	500	1200	15.3	чугун
ПК238	21.67	300	1200	15.3	чугун
ПК241	21.37	300	1200	15.3	чугун
ПК243	21.67	200	1200	15.3	чугун
ПК247	21.27	400	1200	15.3	чугун
ПК248	21.97	100	1200	15.3	чугун
ПК249	22.07	100	1200	15.3	чугун
ПК250	23.37	100	1200	15.3	чугун
ПК252	24.37	200	1200	15.3	чугун
ПК253	25.57	100	1200	15.3	чугун
ПК254	25.67	100	1200	15.3	чугун
ПК255	26.47	100	1200	15.3	чугун
ПК257	27.07	100	1200	15.3	чугун
ПК258	26.67	100	1200	15.3	чугун
ПК259	26.57	100	1200	15.3	чугун
ПК260	26.07	100	1200	15.3	чугун
ПК262	26.47	200	1200	15.3	чугун
ПК264	27.27	200	1200	15.3	чугун
ПК268	26.67	400	1200	15.3	чугун
ПК270	29.07	200	1200	15.3	чугун

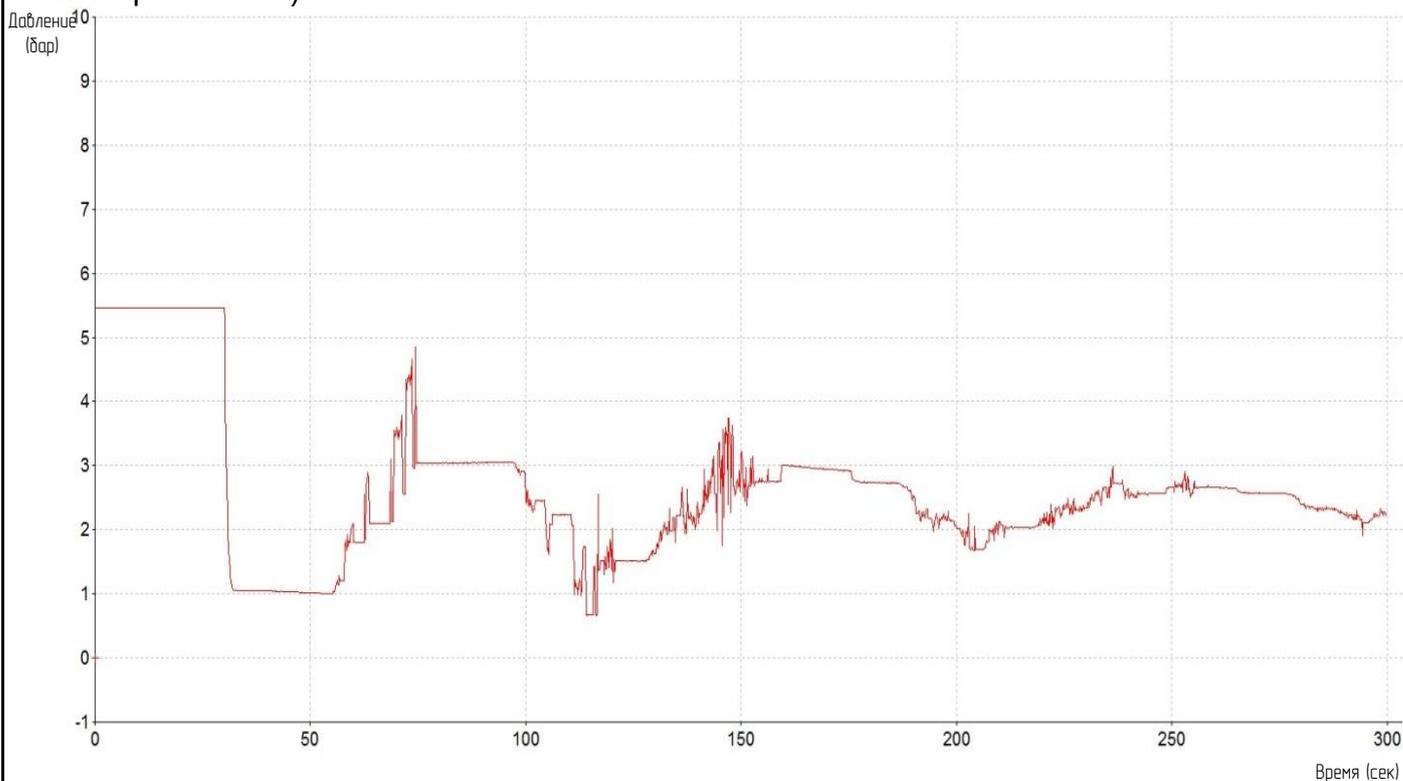
ПК271	29.17	100	1200	15.3	чугун
ПК272	29.77	100	1200	15.3	чугун
ПК273	30.5	100	1200	15.3	чугун
ПК276	34.1	500	1200	15.3	чугун
ПК278	35.6	200	1200	15.3	чугун
ПК279	35.5	100	1200	15.3	чугун
ПК280	34.3	100	1200	15.3	чугун
ПК281+14,2	24.94	114.2	1200	15.3	чугун
ПК284	24.66	285.8	1200	15.3	чугун
ПК287	25.86	300	1200	15.3	чугун
ПК294+93,4	26.65	793.4	1200	15.3	чугун
ПК295+26	25.53	32.6	1200	15.3	чугун
ПК295+73,1	22.08	47.1	1200	15.3	чугун
ПК296	22.05	26.9	1200	15.3	чугун
ПК296+39,4	24.94	39.4	1200	15.3	чугун
ПК297+5,8	26.28	66.4	1200	15.3	чугун
ПК298	25.53	94.2	1200	15.3	чугун
ПК298+34,9	25.17	53.3	1200	15.3	чугун
ПК298+88,2	25.7	53.3	1200	15.3	чугун
ПК299+82,3	26.36	94.1	1200	15.3	чугун
ПК302	26.58	217.7	1200	15.3	чугун
ПК307	26.08	500	1200	15.3	чугун
ПК308	26.48	100	1200	15.3	чугун
ПК309	25.48	100	1200	15.3	чугун
ПК310	25.38	100	1200	15.3	чугун
ПК311	27.08	100	1200	15.3	чугун
ПК312	28.58	100	1200	15.3	чугун
ПК313	29.48	100	1200	15.3	чугун
ПК314	30.78	100	1200	15.3	чугун
ПК315	31.08	100	1200	15.3	чугун
ПК316	31.18	100	1200	15.3	чугун
ПК317	31.48	100	1200	15.3	чугун
ПК318	32.28	100	1200	15.3	чугун
ПК320	32.48	200	1200	15.3	чугун
ПК322	33.28	200	1200	15.3	чугун
ПК323	33.08	100	1200	15.3	чугун
ПК324	32.28	100	1200	15.3	чугун
ПК325	32.18	100	1200	15.3	чугун
ПК325+79,4	33.05	179.4	1200	15.3	чугун
ПК327	33.17	120.6	1200	15.3	чугун
ПК328	32.57	100	1200	15.3	чугун
ПК330	32.17	200	1200	15.3	чугун
ПК331	32.47	100	1200	15.3	чугун
ПК332	32.57	100	1200	15.3	чугун
ПК333	33.57	100	1200	15.3	чугун
ПК335	32.77	200	1200	15.3	чугун
ПК336	33.67	100	1200	15.3	чугун
ПК337	34.07	100	1200	15.3	чугун
ПК338	34.97	100	1200	15.3	чугун
ПК341	35.57	300	1200	15.3	чугун
ПК342	35.47	100	1200	15.3	чугун
ПК343	34.97	100	1200	15.3	чугун
ПК347	34.57	400	1200	15.3	чугун
ПК349	33.77	200	1200	15.3	чугун

ПК350	33.27	100	1200	15.3	чугун
ПК355	34.27	500	1200	15.3	чугун
ПК356	33.97	100	1200	15.3	чугун
ПК357	33.47	100	1200	15.3	чугун
ПК358	33.27	100	1200	15.3	чугун
ПК365	34.07	700	1200	15.3	чугун
ПК367	33.67	200	1200	15.3	чугун
ПК371	33.27	400	1200	15.3	чугун
ПК374	34.17	300	1200	15.3	чугун
ПК376	34.37	200	1200	15.3	чугун
ПК377	34.67	100	1200	15.3	чугун
ПК379	35.47	200	1200	15.3	чугун
ПК383	37.87	400	1200	15.3	чугун
ПК385	37.67	200	1200	15.3	чугун
ПК387	38.87	200	1200	15.3	чугун
ПК390	39.77	300	1200	15.3	чугун
ПК392	39.97	200	1200	15.3	чугун
ПК393	40.27	100	1200	15.3	чугун
ПК394	41.57	100	1200	15.3	чугун
ПК395	47.87	100	1200	15.3	чугун
ПК395+61,4	48.67	61.4	1200	15.3	чугун
ПК396+0,5	47.68	39.1	1200	15.3	чугун
ПК396+55,5	44.9	55	1200	15.3	чугун
ПК397	44.41	44.5	1200	15.3	чугун
ПК398	41.01	100	1200	15.3	чугун
ПК399	39.91	100	1200	15.3	чугун
ПК400	39.81	100	1200	15.3	чугун
ПК400+93,3	42.42	93.3	1200	15.3	чугун
ПК403	48.72	206.7	1200	15.3	чугун
ПК404	53.42	100	1200	15.3	чугун
ПК404+73	56.05	73	1200	15.3	чугун
ПК405	55.24	27	1200	15.3	чугун
ПК408	43.03	300	1200	15.3	чугун
ПК409	40.23	100	1200	15.3	чугун
ПК410	38.93	100	1200	15.3	чугун
ПК412	42.33	200	1200	15.3	чугун
ПК413	42.23	100	1200	15.3	чугун
ПК417	41.03	400	1200	15.3	чугун
ПК417+36,6	40.85	36.6	1200	15.3	чугун
ПК418	41.48	63.4	1200	15.3	чугун
ПК419	41.38	100	1200	15.3	чугун
ПК420	41.08	100	1200	15.3	чугун
ПК421	42.68	100	1200	15.3	чугун
ПК422	46.28	100	1200	15.3	чугун
ПК422+65,5	52.18	65.5	1200	15.3	чугун
ПК423	52.87	34.5	1200	15.3	чугун
ПК424	53.47	100	1200	15.3	чугун
ПК425	58.37	100	1200	15.3	чугун
ПК426	66.47	100	1200	15.3	чугун
ПК426+50	68.22	50	1200	15.3	чугун
ПК428	62.07	150	1200	15.3	чугун
ПК431	56.37	300	1200	15.3	чугун
ПК432	55.87	100	1200	15.3	чугун
ПК435	56.17	300	1200	15.3	чугун

ПК437	55.77	200	1200	15.3	чугун
ПК439	53.97	200	1200	15.3	чугун
ПК441	54.57	200	1200	15.3	чугун
ПК442	54.07	100	1200	15.3	чугун
ПК443	53.97	100	1200	15.3	чугун
ПК444	53.47	100	1200	15.3	чугун
ПК445	53.37	100	1200	15.3	чугун
ПК447	52.77	200	1200	15.3	чугун
ПК449	52.57	200	1200	15.3	чугун
ПК450	51.27	100	1200	15.3	чугун
ПК451	48.97	100	1200	15.3	чугун
ПК452	46.97	100	1200	15.3	чугун
ПК453	46.87	100	1200	15.3	чугун
ПК454	46.67	100	1200	15.3	чугун
ПК456	47.27	200	1200	15.3	чугун
ПК458	47.47	200	1200	15.3	чугун
ПК461	45.22	300	1200	15.3	чугун
ПК462	44.32	100	1200	15.3	чугун
ПК465	43.82	300	1200	15.3	чугун
ПК466	43.57	100	1200	15.3	чугун
ПК467	43.47	100	1200	15.3	чугун
ПК468	44.47	100	1200	15.3	чугун
ПК469	45.77	100	1200	15.3	чугун
ПК470	46.67	100	1200	15.3	чугун
ПК470+95,2	46.77	95.2	1200	15.3	чугун
ПК473	47.17	204.8	1200	15.3	чугун
ПК474	47.27	100	1200	15.3	чугун
ПК475+39,7	46.99	139.7	1200	15.3	чугун
ПК477	44.26	260.3	1200	15.3	чугун
ПК478	44.86	100	1200	15.3	чугун
ПК481	45.16	300	1200	15.3	чугун
ПК484	45.76	300	1200	15.3	чугун
ПК485	46.46	100	1200	15.3	чугун
ПК487	47.06	200	1200	15.3	чугун
ПК488	48.06	100	1200	15.3	чугун
ПК489	49.66	100	1200	15.3	чугун
ПК490	50.46	100	1200	15.3	чугун
ПК493	50.76	300	1200	15.3	чугун
ПК494	52.46	100	1200	15.3	чугун
ПК496	54.86	200	1200	15.3	чугун
ПК497	55.76	100	1200	15.3	чугун
ПК498	55.86	100	1200	15.3	чугун
ПК500	57.27	200	1200	15.3	чугун
ПК501+29,1	57.79	129.1	1200	15.3	чугун
ПК503	62.39	170.9	1200	15.3	чугун
ПК504	64.19	100	1200	15.3	чугун
ПК505	64.99	100	1200	15.3	чугун
ПК506	64.89	100	1200	15.3	чугун
ПК508	64.05	200	1200	15.3	чугун
к.10.1	64.16	105.8	1200	10	сталь
к.8.1	64.21	8.5	1200	10	сталь

3. Анализ

3.1 Анализ на гидроудар при внезапной остановке насосов (отключении электропитания).



На графике видно, что при внезапной остановке насосов, колебания давления находятся в допустимом диапазоне не превышая рабочего давления.

3.2 Анализ трубопроводов на условия заполнения, опорожнения и на предотвращение образования воздушных карманов показывает необходимость установки воздушных клапанов как на насосной станции, так и в определённых Точках трубопроводов.



4.0 Рекомендации:

На основе моделирования, можно рекомендовать использование следующего оборудования:

1.1 Насосная станция

Тип и Размер Изделия	Кол-во	Место Установки
D-060-NS DN200	4	По одному клапану после каждого насоса между обратным клапаном и коллектором

1.2 Водопровод

Камера/Точка	Тип и Размер Изделия	Кол-во
к.8.1	D-060 DN200	1
ПК505	D-060 DN200	1
ПК474	D-060 DN200	1
ПК458	D-060 DN200	1
ПК441	D-060 DN200	1
ПК435	D-060 DN200	1
ПК426+50	D-060 NS DN200	1
ПК418	D-060 DN200	1
ПК412	D-060 DN200	1
ПК404+73	D-060 NS DN200	1
ПК395+61,4	D-060 NS DN200	1
ПК383	D-060 DN200	1
ПК365	D-060 DN200	1
ПК355	D-060 DN200	1
ПК341	D-060 DN200	1
ПК333	D-060 DN200	1
ПК327	D-060 DN200	1
ПК322	D-060 DN200	1
ПК308	D-060 DN200	1
ПК302	D-060 DN200	1
ПК297+5,8	D-060 DN200	1

Камера/Точка	Тип и Размер Изделия	Кол-во
ПК294+93,4	D-060 DN200	1
ПК278	D-060 NS DN200	1
ПК257	D-060 DN200	1
ПК227+85	D-060 DN200	1
ПК214	D-060 DN200	1
ПК198	D-060 DN200	1
ПК192	D-060 DN200	1
ПК179+1,8	D-060 DN200	1
ПК157+77,4	D-060 DN200	1
ПК146	D-060 DN200	1
ПК122+47,3	D-060 DN200	1
ПК112	D-060 DN200	1
ПК98	D-060 DN200	1
ПК72	D-060 DN200	1
кам.20 ПК52+90,5	D-060 NS DN200	1
кам.17 ПК40+56,7	D-060 DN200	1
кам.15 ПК38+33,7	D-060 DN200	1
кам.12 ПК24+13,9	D-060 DN200	1
кам.8 ПК10+30	D-060 DN200	1
кам.1 ПК1	D-060 DN200	1
т.1	D-060 DN200	1

В общей сложности список необходимого оборудования:

Изделие	Тип и Размер	Количество
Комбинированный воздушный клапан высокой производительности	D-060 DN200	37
Противогидроударный комбинированный воздушный клапан повышенной производительности	D-060 NS DN200	9