РП «Реконструкция теплотрассы от УТ-44(2) от стыковки с ППУ-ПЭ в районе ул.Байсеитовой, 4 до пер.Куракты, 16 (ул.Суворова), пер.Баркытбел, 28, 2Ду 65-273 мм»

273/28-25/2025-01-29-СВ

Строительное водопонижение.

Пояснительная записка. Расчеты.

г. Астана,
2024г.

1. Общая часть.

Проект строительного водопонижения выполнен в соответствии с требованиями СП РК 5.01-101-2013 на основании:

- Топографической съемки М1:500, выполненная ТОО «KazGeoMaster», 04.03.2025г.;
- Отчета об инженерно-геологических изысканиях выполненный ТОО «А-Геоинжиниринг», в 2025г.;
- Раздела рабочего проекта: «273/28-25/2025-01-29-ТС».

Все расчеты в проекте выполнены с учетом максимального подъема грунтовых вод в паводковый период, т.е. + 1,0 м по отношению к отмеченному на период изысканий. При других показателях УГВ Заказчику необходимо откорректировать объемы и стоимость работ.

2. Характеристика района строительства.

- ***Местоположение. Рельеф.***

Район инженерно-геологических изысканий в правобережной части г.Астаны , район Сарыарка ул. ул.Байсеитовой, 4 до пер.Куракты, 16 до пер.Баркытбел, 28.

- ***Инженерно-геологические и гидрологические условия района строительства.***

На участке изысканий по данным лабораторных исследований выделено четыре инженерно-геологических элемента (ИГЭ), описание которых приведено ниже:

ИГЭ-1. Техногенные отложения представлены насыпным грунтом из суглинка и дресвы, темно-коричневого цвета, твердой консистенции, с включением мелкого щебня и строительного мусора.

ИГЭ-2. Суглинок, коричневого цвета, от твердой до тугопластичной консистенции, с прослойками супеси и песка мелкого мощность до 20 см, с примесью органических веществ до 2,72%.

ИГЭ-3. Суглинок, буро-коричневого и красно-коричневого цветов, полутвердой и тугопластичной консистенции, местами пестроцветный, с пятнами ожелезнения и омарганцевания, с прослойками глины мощностью до 20 см.

Подземные воды на площадке изыскания вскрыты во всех скважинах без исключения на глубинах 2,0 – 2,5 м. Абсолютная отметка установившегося уровня 344,50-345,20 м .

Подземные грунтовые воды подвержены сезонным колебаниям.

Прогнозируемый подъем уровня грунтовых вод на 1,0 м от установившегося.

Водовмещающими грунтами являются все грунты, вскрытые на площадке изысканий.

Коэффициенты фильтрации грунтов следующие:

для четвертичных суглинков - 0,16 м/сутки.

3. Проектные решения по строительному водопонижению.

Проект выполнен для обеспечения надежных условий строительства проектируемых тепловых сетей. Все расчеты в проекте даны с учетом максимального подъема грунтовых вод в паводковый период, т.е. + 1,0 м по отношению к отмеченному на период изысканий. При других показателях УГВ Заказчику необходимо откорректировать объемы и стоимость работ.

В составе рабочего проекта предусматривается реконструкция тепловых сетей с применением труб в ППУ-изоляции с полиэтиленовой оболочкой в соответствии с ГОСТ 30732-2020. Прокладка осуществляется открытым способом в траншеях без крепления стенок.

Траншеи находятся в грунтах с различными характеристиками.

На проектируемом участке было пробурено 5 скважин, в 4 из них было обнаружено поднятие УГВ.

Ниже представлена таблица с расположением УГВ и фильтрационными характеристиками грунтов.

таблица №1

№ скв.	Глубина скв.	Абсолютная Отметка устья	Глубина Залегания УГВ	Хар-ки грунтов в разрезе траншеи			
				Почвенно-растительный грунт, м	ИГЭ 1 - Насыпной грунт, м	ИГЭ 2 - Суглинок, коричневого цвета, м	ИГЭ 3 - Суглинок, твердый тяжелый, м
1	5,0	350,43	2,50	0,20	0,70	2,60	1,50
2	5,0	349,84	2,50	0,20	0,70	2,60	1,50
3	5,0	349,20	2,50	0,20	0,70	2,60	1,50
4	5,0	348,29	2,50	0,20	0,70	2,60	1,50
5	5,0	344,62	2,50	0,20	0,70	2,60	1,50
Среднее	**5,0**	**348,48**	**2,50**	**0,20**	**0,70**	**2,60**	**1,50**

Траншеи для прокладки тепловых сетей находятся в грунтах с различными характеристиками.

Ниже представлена таблица по участкам сети, прокладываемой открытым способом с указанием глубины траншеи, расположением УГВ и фильтрационными характеристиками грунтов.

Таблица №2

Инж. сеть	Длина участка, м	Ср. глубина на уч-ке, м	Глубина залегания расчетного УГВ, м	Хар-ки грунтов в разрезе траншеи			
				Почвенно-растительный грунт, м	ИГЭ 1 - Насыпной грунт, м	ИГЭ 2 - Суглинок, коричневого цвета, м	ИГЭ 3 - Суглинок, твердый тяжелый, м
				Кф.= 0,16 м/сутки.			
Сети ТС	1431,2	1,72	2,50	0,20	0,70	2,60	1,50

3.1 Выбор способа водопонижения.

Для защиты котлованов и траншей от подземных вод применяются различные способы, к которым относятся скважинный водозабор, иглофильтровый способ, дренажи, лучевой водозабор и открытый водоотлив. При выборе схемы дренажа следует руководствоваться следующими условиями:

- инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями;
- глубиной выемки и уровнем водопонижения.

Открытые (соединенные с атмосферой) гравитационные водозаборные скважины могут быть эффективно применены в проницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сут при требуемой глубине водопонижения более 4 м. В основном такие скважины оборудуются погружными электрическими насосами, работающими под заливом.

Иглофильтровый способ в зависимости от параметров осушаемых грунтов, требуемой глубины понижения и конструктивных особенностей оборудования подразделяется на:

- Иглофильтровый способ гравитационного водопонижения, применяемый в проницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 50 м/сут, в неслоистых грунтах при понижении одной ступенью до 4 - 5 м (большая величина в менее проницаемых грунтах);
- иглофильтровый способ вакуумного водопонижения, применяемый в малопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 0,2 м/сут при понижении одной ступенью 5 - 7 м;

при необходимости способ при меньшей эффективности может быть применен в грунтах с коэффициентом фильтрации до 5 м/сут;

- иглофильтровый эжекторный способ водопонижения, применяемый в малопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 0,2 м/сут при глубине понижения уровня подземных вод до 10 - 12 м, а при определенном обосновании - до 20 м.

Дренажи строительного назначения могут быть линейными или пластовыми с включением в конструкцию последних дренажей линейного типа. Линейные дренажи осуществляют осушение грунтов путем отбора подземных вод при помощи перфорированных труб с песчано-гравийной (щебеночной) обсыпкой с отводом отобранных вод в зумпфы, оборудованные погружными насосами. Эффективная глубина осушения линейными дренажами - до 4 - 5 м. Линейные дренажи могут устраиваться внутри котлована, в основании откосов земляных выработок, на территориях, окружающих строительный объект.

таблица №3

Участок	Траншея	Длина трубопровод, м	Способ водопонижения	Н тр, м	Глубина расч. УГВ, м	Кф, м/сутки
1	Сети ТС	1431,2	Поверхностный водоотлив	1,72	1,50	0,16
	ИТОГО	**1431,2**		**1,72**	**1,50**	**0,16**

Как видно из таблицы №1, №2, №3, средняя глубина залегания УГВ составляет 2,5 м. Как отмечают авторы инженерно-геологического отчета, грунтовые воды подвержены сезонным колебаниям, поэтому для расчетов принимаем УГВ с учетом поднятия на +1,0 м.

В результате проведенного анализа инженерной геологии рассматриваемого участка видно, что траншеи расположены в толще почвенно-растительного грунта, насыпного грунта, суглинка коричневого цвета и твердо-тяжелого, где капиллярное поднятие имеет величину 1,0 м (согласно СП РК 5.01-101-2013 п. 4.3.1.10), поэтому понижение уровня воды принимаем на 1,0 м ниже дна траншеи.

В данном случае наиболее подходящий метод водопонижения будет открытый водоотлив. Данный способ в основном применяют при не глубоких траншеях и котлованах для осушения верхних слоев грунта (смотри пункт 5.2.7 СН РК 5.01-01-2013), при этом схема дренажа не должна приводить к чрезмерному поступлению загрязненных вод в выемку (смотри пункт 4.2.4 СП РК 5.01-101-2013).

4. Продолжительность строительства.

Согласно СП РК 5.01-101-2013 п. 4.2.19 водопонизительная система после ввода в эксплуатацию должна работать непрерывно в течение всего срока строительства. Для подсчета объемов работ по водопонижению определим нормативный срок строительства.

Продолжительность строительства сетей определена согласно СП РК 1.03-102-2014 часть - II и составляет 5,0 мес согласно расчету, представленному в ПОС стр.8.

В связи с тем, что строительное водопонижение выполняется на отдельных участках, для дальнейших расчетов определим продолжительность строительства 1.п.м. трубопровода.

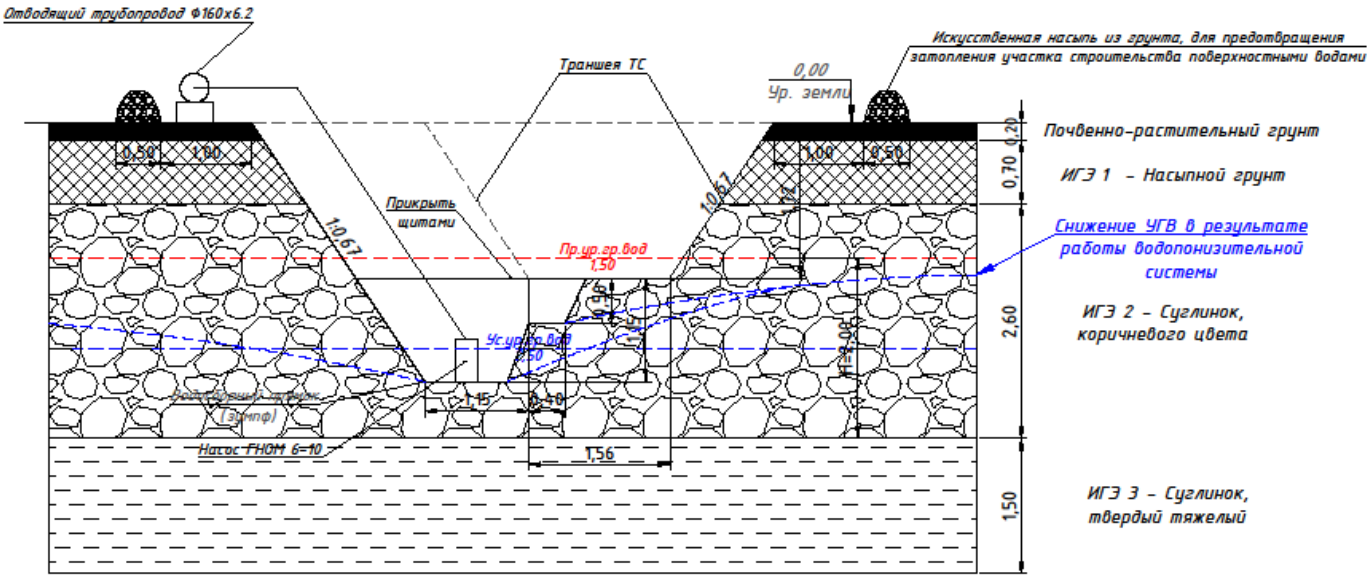
При общей продолжительности строительства 5,0 месяцев и протяженности трубопроводов 1431,2 м, продолжительность строительства 1 п.м. составит:

$$t_{1\text{п.м.}} = \frac{T_{\text{н}}.}{L} = \frac{5{,}0\ \text{мес} * 30\ \text{сут}}{1431{,}2\ \text{м}} = 0{,}1\ \text{п. м/сут.}$$

5. Расчеты.

5.1 Расчет поверхностного водоотлива.

Расчетная схема



Строительство сетей с открытым водоотливом рекомендуется вести с использованием насосов ГНОМ.

Для сбора грунтовых вод в траншее устраивается дренажная канавка (h=0.5м) с уклоном в сторону водоприемного колодца. Колодцы устраиваются на расстоянии 50,0м друг от друга, а также в местах проектируемых колодцев. Для предотвращения засорения водосборного колодца входные отверстия канавок перекрываются металлической сеткой.

Из колодцев откачиваемая вода по водосбросному трубопроводу из полиэтиленовых труб отводится во временные емкости, устанавливаемые в непосредственной близости от места работ с последующим вывозом ассенизаторскими машинами на основании договора с эксплуатирующей организацией.

Размеры водосборных колодцев в плане в целях удобства их очистки принимают не менее 1х1 м, а глубину в зависимости от требуемой глубины погружения водоприемного рукава насоса.

Минимальные размеры колодца назначают из условия обеспечения непрерывной работы насоса в течение 10 мин. Для водоотлива примем погружной насос ГНОМ 6-10 производительностью 6м3/час, напор Н=10,0м, N=0,6кВт

Примем размер колодца в плане 1,15мх1,15м.

Заглубление колодца относительно водосборных канавок рассчитывается из условия непрерывной работы насоса в течении 10 минут:

6м3/час /60мин = 0,10м3/мин;

Vпр = 0,10м3/мин х10 мин = 1,0м3.

При площади колодца 1,15х1,15=1,32м2 минимальное заглубление относительно дна канавок Н=1,0:1,32+0,15 (уровень отключения согласно техн. характеристикам) = 0,91м. ≈ 1,0м.

Принятые размеры колодца:
Ширина - А=1,15м;
Длина - Б=1,15м;
Глубина - Н тр +1,0м = 1,72+1,0 = 2,72м.
Разработка грунта для водосборных колодцев и канавок производится экскаватором.
Объем водосборного колодца.
Vк =1,15х1,15х2,72 = 3,60 м3.
При протяженности сети 1431,20 м и расстоянии между водосборными колодцами 50,0м.
Количество колодцев n = 1431,20м : 50,0м = 28,6 ≈ 29,0 кол.
Общий объем земляных работ при устройстве колодцев составит:
Vкол= 3,60 х 29 = **104 м3.**
Объем водосборных канавок.
Lтр = 1431,20 м.
Vкан. = Lтр х 0,4 х 0,5 = 1431,20 х 0,4 х 0,5 = 286,2 м3. ≈ **286 м3.**

Расчет открытого водоотлива выполняется по объему притока грунтовой воды в котлован. Для начала находим среднюю глубину фильтрационного потока h и радиус депрессии r_d по формулам (72) и (83.4) «пособие к СНиП 2.06.14-85. Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод»:

$$h = \frac{2H-S}{2} = \frac{2*2,0-1,22}{2} = 1,39 \text{ м.} \qquad y = H - S = 2,0 - 1,22 = 0,78 \text{ м.}$$

где: k - коэффициент фильтрации;
H - непониженный напор подземных вод в водоносном слое;
S - требуемое понижение;
y - напор в расчетной точке, м;
p - интенсивность инфильтрации поверхностных вод, м/сут;
r - приведенный радиус водопонизительной системы, применяемый, в данном случае приведенный радиус водопонизительной системы определяется по формуле (74):

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{50 * 1,56}{3,14}} = 4,98 \text{ м.}$$

где: А – площадь, ограниченная водопонизительными устройствами.

$$r_d = r + H\sqrt{k/(2p)} = 4,98 + 2,0\sqrt{0,16/(2 * 0,046)} = 7,62 \text{ м.}$$

Далее находим значение функции темпа снижения уровня по формуле (10.1) в соответствии с таблицей 46 схемы 10 «пособие к СНиП 2.06.14-85. Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод»:

$$Ф = \frac{h}{\left[\frac{S}{2(r_d - b) - \frac{\beta^2 S^2}{2(r_d - b)}} + \frac{y}{r_d - b + 0,44y}\right] l}$$

где: b - половина ширины дна траншеи, м;

β – заложение откоса.

$$Ф = \frac{1{,}39}{\left[\frac{1{,}22}{2(7{,}62-0{,}78)-\frac{0{,}67^2*1{,}22^2}{2(7{,}62-0{,}78)}}+\frac{0{,}78}{7{,}62-0{,}78+0{,}44*0{,}78}\right]*50} = 0{,}13$$

Приток подземных вод к водопонизительной системе определяем в зависимости от требуемого понижения уровня подземных вод в расчетной точке по формуле (70):

в данном случае приток на одну захватку будет:

$$Q = \frac{khS}{Ф} = \frac{0{,}16*1{,}39*1{,}22}{0{,}13} = 2{,}1\ м3/сут.\ или\ 0{,}1\ м3/час.$$

Согласно полученным данным подбираем насос необходимой мощности, в данном случае вполне подойдет насос марки ГНОМ 6-10 производительностью 6 м3/час и мощностью электродвигателя 0.6 кВт, или его аналог.

Количество работы насосов находим согласно продолжительности строительства (переводной коэффициент взят согласно расчету на стр.4-5):

$$t = l * t_{1п.м.} = 1431{,}20 * 0{,}1 = 143\ сут. \quad П = 24 * t = 24 * 143 = 3432\ маш/час.$$

Для удобства все расчеты сведем в нижеследующую таблицу:

таблица №5

Инж. сеть	Длина участка, м	Кол-во захва-ток	S, м	h, м	r_d, м	Q на одну захватку, м3/сут	$t_{раб}$, сут	К-во м/час работы насоса
ТС	1431,20	29	1,22	1,39	7,62	2,1	143	3432

Сброс воды при производстве водоотлива на участке строительства производится в отводящий трубопровод, далее во временные емкости, устанавливаемые в непосредственной близости от места работ с последующим вывозом ассенизаторскими машинами и сбросом в ливневую канализацию расположенную по улице Конституции согласно технических условий ГКП на ПХВ «Elorda Eco System» акимата города Астаны за №11-07/2871от 17.11.2025г.

Для фиксации объема стоков, сбрасываемых в ливневую канализацию проектом предусмотрен расходомер-счетчик электромагнитный SMF.

На сбросном трубопроводе предусматривается установка пескоуловителя.

6. Организация производства работ.

До начала производства работ по водопонижению должно быть уточнено расположение и состояние подземных коммуникаций, осмотрено состояние зданий и сооружений, расположенных

в зоне расчетной депрессионной воронки, оформлено разрешение на производство работ, связанных с вскрытием земной поверхности.

Участок производства работ в пределах городской застройки необходимо оградить забором.

Земляные выработки должны быть ограждены от поступления поверхностных вод.

Устройства, необходимые для отвода поверхностных вод, выполняются до начала земляных работ.

До начала производства работ по должны быть размечены на местности трассы напорных коммуникаций, места установки насосных агрегатов.

Оборудование, бывшее в употреблении, должно быть проверено на соответствие его характеристик паспортным данным. В случае необходимости должен быть произведен соответствующий ремонт или оборудование должно быть снабжено актом, уточняющим его характеристики в связи с износом.

7. Техника безопасности и охрана труда.

При производстве водопонизительных работ следует руководствоваться СП РК 1.03-106-2012 по технике безопасности.

Все оборудование с электроприводом и пусковая аппаратура должны быть заземлены в соответствии с требованиями действующих правил устройства электроустановок, правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ) и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ).

Рабочие должны пройти производственный инструктаж по технике безопасности. В дальнейшем проверка знаний правил техники безопасности производится ежегодно.

При обнаружении неисправностей, которые могут повлечь за собой аварию, остановку механизмов или несчастный случай, старший по смене должен немедленно поставить об этом в известность начальника смены или начальника участка (производителя работ) и одновременно принять меры к устранению неисправностей, а также сообщить об этом следующей смене и сделать соответствующую запись в журнале приема-сдачи смен.

При приеме смены необходимо тщательно осмотреть насосные агрегаты, положение задвижек на всасывающих и нагнетательных трубопроводах, проверить показания всех контрольно-измерительных приборов, наличие масла в подшипниках, достаточность затяжки сальников уплотнений, установить отсутствие перегрева подшипников насосов и электродвигателей, состояние сливных, напорных и всасывающих трубопроводов.

Территория производства работ по водопонижению должна быть ограждена. Запрещается нахождение посторонних лиц на стройплощадке.

Все открытые движущиеся части оборудования должны быть закрыты металлическими ограждениями.

Работа со снятыми или неисправными ограждениями запрещается.

Площадки, рабочие места и проходы у насосов и трубопроводов должны содержаться в порядке. Пролитое масло необходимо убирать.

В местах перехода через трубопроводы должны оборудоваться переходные мостики с перилами.

При любых неисправностях в электроустановках и сети необходимо прекратить работу и сообщить о неисправностях дежурному электрику или представителю технадзора.

Запрещается производство работ в ночное время при неисправном освещении.

Исправлять и ремонтировать насосы на ходу, закреплять и затягивать болты на движущихся частях и на трубопроводе под давлением запрещается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. «Справочник проектировщика. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации под ред. А.К. Перешивкина. «Стройиздат»». М. 1988 г.;

2. СН РК 2.03-05-2013 и СП РК 2.03-103-2013. «Защита горных выработок от подземных вод»;

3. «Пособие по проектированию защиты горных выработок от подземных и поверхностных вод и водопонижения при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений (к СНиП 2.06.14-85 и СНиП 2.02.01-83). М. 1991 г.»;

4. РД 39-0147103-397-87. «Методика расчета параметров водопонижения»;

5. СН РК 5.01-01-2013 и СП РК 5.01-101-2013. «Земляные сооружения, основания и фундаменты»;

6. СН РК 5.01-02-2013 и СП РК 5.01-102-2013. «Основания зданий и сооружений»;

7. СП РК 1.03-102-2014. «Продолжительность строительства и задел в строительстве».