VALSTS
ĢEOLOĢIJAS FONDS
Inv. nr. .....
4147
GALVENAIS EKS.

ĢEOLOĢIJAS
UN ZEMES DZĪĻU AIZSARDZĪBAS
PĀRVALDE
PIE
LATV. PSR MINISTRU PADOMES
Rīgā, Dzirnavu ielā 91

УПРАВЛЕНИЕ
ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР
ПРИ
СОВЕТЕ МИНИСТРОВ ЛССР
Рига, ул. Дзирнаву 91

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по территории строительства здания решёток и станции перекачки канализационного коллектора г. Даугавпилса.

Заказ № 33/63 1963 г. Инвент. № _____
39. tip., Ērgļos 344 5000

Ģeoloģijas un zemes dzīļu aizsardzības
Pārvalde pie Latv. PSR Ministru Padomes
HIDROĢEOLOĢISKĀ EKSPEDĪCIJA № 1
Rīgā, Starta ielā 7 Tālrunis 95800

Управление геологии и охраны недр
при Совете Министров Латв. ССР
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ № 1
г. Рига, ул. Старту 7 Телефон 95800

№_____ «_____» _____ 19 g./г.

Авторы : К.В. АДАМЯН.
А.В. ШМЕЛЬКОВ.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по территории строительства здания решеток и станции перекачки канализационного коллектора г. Даугавпилса.

НАЧАЛЬНИК ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ № 1: /В.КЛЯВИНЬШ/

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР: /В.А. СТРАЗДИНЬШ/

НАЧАЛЬНИК Г/Г ПАРТИИ: /В.Т. АЛЕХИН/

СТАРШИЙ ГИДРОГЕОЛОГ Г/Г ПАРТИИ: /Л.Ф. КОЛОКОЛОВ/

гор. Рига
1963 год.

Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР ГЕОЛФОНД Инв. № 4147 Дата

RP 24. tipografija. Limbažos. 562 10.000

2.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

1. Предисловие 5

П. Гидрогеологическая характеристика участка станции перекачки 6

Ш. Основные расчетные формулы и варианты временного осушения строительной площадки станции перекачки ... 11

1У. Заключение..... 15

У. Список использованной литературы..... 18

С П И С О К

графических приложений

	№№
1. Гидрогеологические разрезы	1
2. Направление потока подземных вод (в тексте)	2
3. План расположения скважин опытного куста (в тексте)	3
4. Лист опытной откачки скважины № 5	4.

Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР
ГЕОЛФОНД
Инв. № 4147
Дата

СПИСОК

текстовых приложений

№№

1. Таблица подсчета коэффициента фильтрации (в тексте) 1

2. Формулы и порядок расчета коэффициента фильтрации 2

3. Сводная таблица гидрогеологических параметров /.в.тексте/ 3

4. Гидрогеологический расчет вертикального дренажа 4

5. Описание скважин 5

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по территории строительства здания решёток и станции перекачки канализационного коллектора гор. Даугавпилс

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с сооружением станции перекачки по ул. Кандавас в г. Даугавпилс был составлен подрядный договор за № 33/63 между Даугавпилсским общестроительным трестом СУ-3 и Гидрогеологической партией Управления геологии и охраны недр при СМ Латв.ССР.

На основании данного договора было пробурено 4 наблюдательных и 1 опытная скважина глубиною 20,0 м с целью выявления литологического состава, стратиграфии пород, мощности и водообильности для проектирования водопонизительных скважин на площадке строительства станции перекачки.

Гидрогеологические работы проводились в две стадии:

I - бурение скважин колонковым способом для получения кернового материала;

II - специальные гидрогеологические работы - пробные и опытные (по кусту), для получения исходных расчетных данных - коэффициента фильтрации, дебита, радиуса влияния и т.д.

По полученным полевым материалам дается гидрогеологическая характеристика участка и расчетные варианты осушения строительной площадки.

II. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА СТАНЦИИ ПЕРЕКАЧКИ

Исследуемая территория расположена в северо-западной части г.Даугавпилса на пойменной террасе правого берега р.Даугавы. Участок сложен четвертичными отложениями различного генетического типа.Отложения, слагающие площадь исследования претерпевают фациальные изменения, т.е. происходит смена пород как в вертикальном, так и горизонтальном направлении (см.приложение № 1). В скв. 1,2,4 и 5 в верхней части разреза вскрываются озерно-болотные отложения - торфы, супесчаные и илистые породы (последние вскрыты только в скв. № 1). Мощность данных образований достигает 9,0 м. В восточном же направлении торфы, супеси и илы сменяются глинистыми породами, мощностью до 2,0 м (по скв. № 3). Ниже по разрезу повсеместно залегают аллювиальные отложения - разнозернистые пески с гравием и галькой, содержание которых колеблется от 20 до 50%. Уменьшение содержания гравийно-галечниковых пород наблюдается с глубины 17,0 - 19,0 м. Вскрытая мощность песков с гравием и галькой 10-16,0 м. Общая же мощность гравийно-галечниково-песчаных образований, по данным ближайших скважин, колеблется от 18 до 25,0 м.

В вышеописанных четвертичных отложениях по условиям залегания подземных вод выделяются:

I - грунтовые воды, приуроченные к супесчаным отложениям, мощностью до 2,0 м;

II - межпластовые воды, залегающие в разнозернистых песках и гравийно-галечниковых породах.

Грунтовые воды залегают сравнительно близко от поверхности земли. Глубина залегания зеркала вод составляет 0,4-0,5 м (ниже поверхности земли). Водоупорными породами для грунтовых вод служат торфы, илы и глины. Водонасыщенные грунты малодебитны и практически не будут влиять на строительные работы на площадке сооружения станции перекачки.

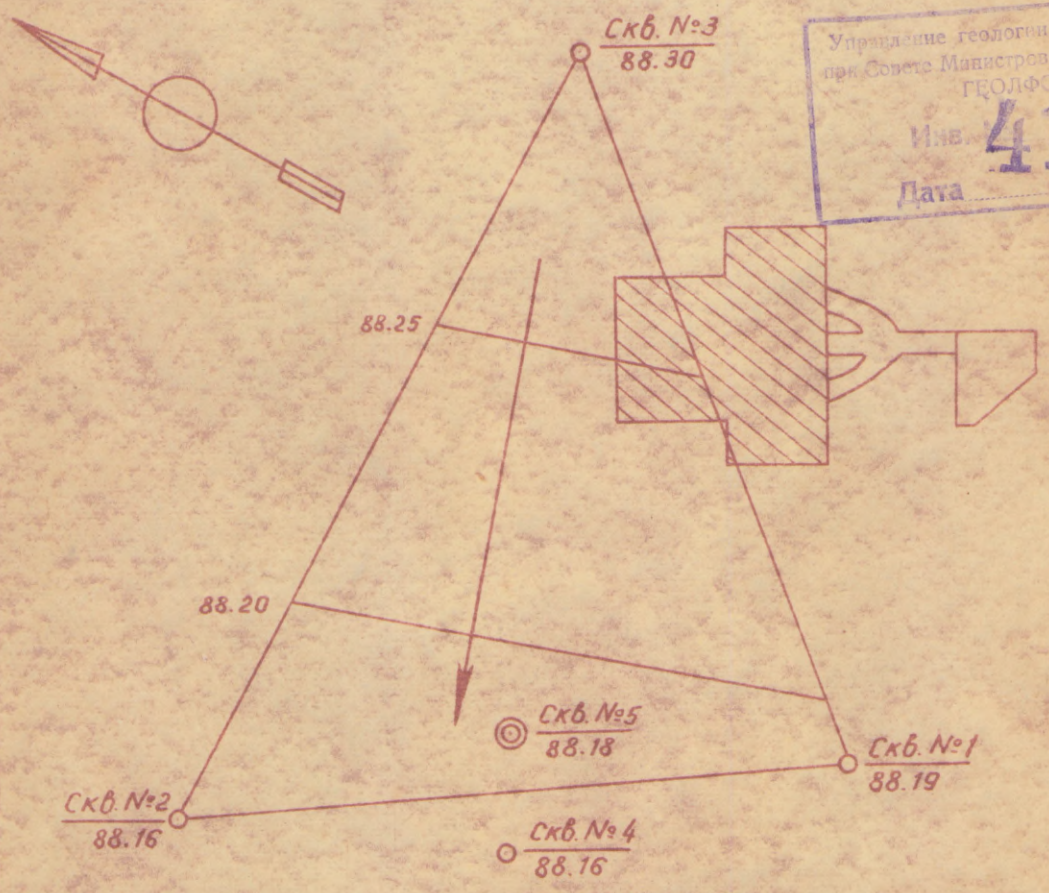
Межпластовые воды, приуроченные к разнозернистым пескам и гравийно-галечникам, обладают местным напором, т.е. при вскрытии их на глубинах от 3,6 до 10,5 м, статический уровень устанавливается на отметках 1,25-2,27 м (ниже поверхности земли). По плану направления движения видна, что дренаж их подземных вод происходит в западном направлении, в сторону р. Даугавы (см.граф.прилож.№2). По химическому составу межпластовые воды относятся к пресным, умеренно-жестким, гидрокарбонатно-кальциевым водам. Сухой остаток не превышает 0,4-0,5 г/л. Для выявления водообильности и характеристики фильтрационных свойств песчано-гравийно-галечниковых пород была произведена откачка на опытном кусте (см.приложен.№ 3).

Приложение № 2

НАПРАВЛЕНИЕ ПОТОКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

(показано стрелкой)

Масштаб 1:500



Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Латвийской ССР
ГЕОЛФОНД
Инв. № 4147
Дата
1

Условные обозначения:

Скв. №2 / 88.16 — номер скважины / отметка статического уровня

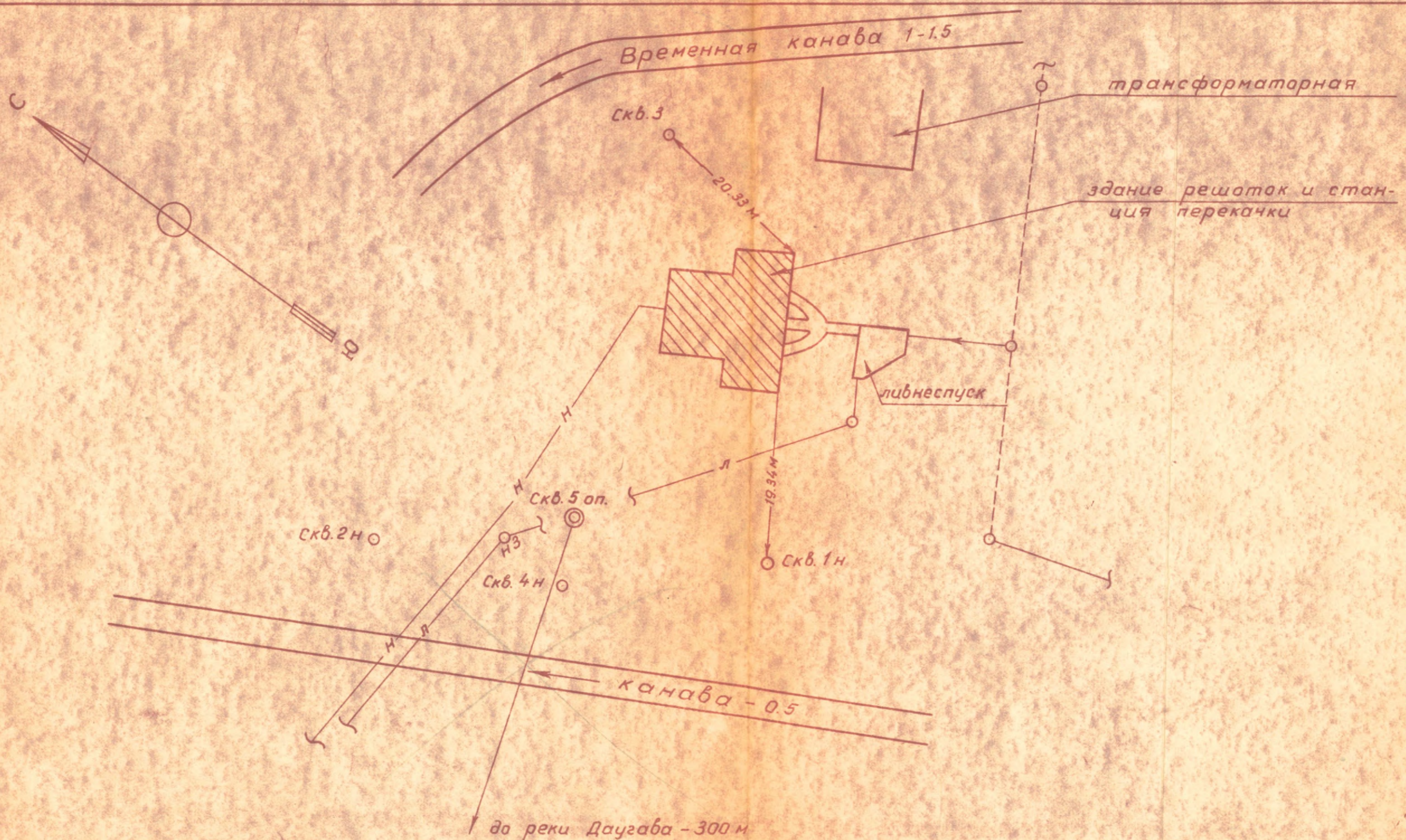
Начальник г/г партии: /Алехин/
Составил: гидрогеолог: /Шмельков/
Проверил: ст. гидрогеолог /Адамян/
Копировала: /Кнабе/

Приложение № 3

ПЛАН РАСПОЛОЖЕНИЯ СКВАЖИН ОПЫТНОГО КУСТА

(Выкопировка с плана ливневого коллектора и напорного трубопровода г. Даугавпилса, шифр V-ВК-31, рабочая стадия)

Масштаб 1:500



Условные обозначения:

Л —— Л —— ливневый коллектор

—— Н —— напорный коллектор

—Л —○— №3 смотр. колодец №3

Скв.2н ○ наблюдательная скважина №2

Скв.5 оп. ◎ опытная скважина №5

Начальник г/г партии: /Алехин/

Составил: гидрогеолог: /Шмельков/

Проверил: ст. гидрогеолог: /Адамян/

Копировала: /Кнабе/

По гидрогеологическим разрезам и сводному листу (приложение № 1 и № 4) видно, что при максимальном понижении уровня воды в опытной скважине № 5 на 5,65 м (S_{III}=5,65 м), в наблюдательных скважинах уровень падает незначительно от 0,98 м (скв. № 4, расположенная на расстоянии 8,05 м) до 0,62 м (скв. № 3, расположенная на расстоянии 45,0 м от скв. № 5). Это зависит в основном от однородности водонасыщенных пород, слагающих участок и их фильтрационных свойств.

Для характеристики фильтрационных свойств водонасыщенных пород были использованы формулы Бабушкина-Гиринского, где

$$K = \frac{0,16 \cdot Q}{l_0 (S_1 - S_2)} \cdot \left(Arsh \frac{l_0}{2x_1} - Arsh \frac{l_0}{2x_2} \right);$$

Контрольная формула Бабушкина-Гиринского -

$$K = \frac{Q}{l_0 (S_0 - S_1)} \left(0,366 \lg \frac{0,66 \cdot l_0}{r_0} - 0,16 \, arsh \frac{l_0}{2x} \right)$$

Условные обозначения к формулам:

Q - дебит скважины, $м^3$/сут.;

l_0 - длина рабочей части фильтра, м;

S_1 - понижение уровня воды в первой наблюдательной скв., м;

S_2 - понижение уровня воды во второй наблюдательной скв, м;

x_1 - расстояние от опытной до первой наблюдательной скв. м;

x_2 - расстояние от опытной до второй наблюдательной скв. м;

S_0 - понижение уровня воды в опытной скважине, м;

r_0 - радиус опытной скважины, м;

К = коэффициент фильтрации, м/сут.;

Ниже проводится таблица подсчета коэффициента фильтрации (см.прилож. № 1).

Из данной таблицы видно, что коэффициент фильтрации вцелом по участку составляет 28,4 м/сут.(или $K_{расч.}$ =28,4 м/сут.). Математические расчеты коэффициента фильтрации даются в текстовом приложении № 2.

Ш. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ И ВАРИАНТЫ ВРЕМЕННОГО ОСУШЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ СТАНЦИИ ПЕРЕКАЧКИ

Проблема выбора методов осушения и посадки здания станции перекачки в г.Даугавпилсе долгое время оставалась нерешенной ввиду сложного геологического и гидрогеологического строения участка. Предполагалось осушение стройплощадки многоярусными иглофильтрами, замораживанием и др.методами и, в частности водопонизительными скважинами. Основываясь на данные по геологическому и гидрогеологическому строению участка и небольшого срока выполнения работ все заинтересованные организации - СУ-3 г. Даугавпилса, Латгипрогорстрой, Оргтехстрой и Управление геологии Латв.ССР пришли к выводу о наиболее рациональном водопонижении площадки строительства станции перекачки водопонизительными скважинами, по типу "большого колодца". Так как до настоящего времени не ясен окончательный контур котлована для расчета (r_0),

Таблица подсчета коэффициента фильтрации (К)

Таблица № 1

Понижения	Выбранные скв. для расчета	Расстояние от опытн. скв. м до I скв. (x_1)	Расстояние от опытн. скв. м до II скв. (x_2)	Дебит скв., $м^3$/сут. (Q)	Длина фильтра, м (l_0)	S_0 - понижение ур. в опытн. скв.	S_1 - пониж. уров. в I набл. скв., м.	S_2 - пониж. уров. в II набл. скв., м.	r_0 - радиус опытной скв., м.	Расст. расстояние скв. - дренажа	Формулы для подсчета коэффициента фильтрации	Полученные знач. коэф. фильтрац. по пунктам, м/сут (K)	Среднее значение коэф. фильтрац. по выд. форм. ($K_{ср}$)	Усредн. знач. коэф. фильтрации по участку	Выбранный коэффициент фильтрации для расчета ($K_{расч.}$)	Примечания
I	4-1	8.05	22.7	501	4.6	2.39	0.45	0.33	0.11		Бабушкина - Гиринского $K = \frac{0.16 \cdot Q}{l_0 (S_1 - S_2)} \left(Arsh \frac{l_0}{2x_1} - Arsh \frac{l_0}{2x_2} \right)$; Условия: скважина несовершенная, горизонт напорный. Для расчета используются две наблюдательные скважины.	27.0	26.3	28.4	28.4	Расчетное значение К принято по результатам вычисления по данным двух наблюдательных скважин равное 28.4 м/сутки.
II	-"-	-"-	-"-	821	-"-	3.99	0.72	0.51	-"-			25.3				
III	-"-	-"-	-"-	1155	-"-	5.65	0.98	0.70	-"-			26.7				
I	4-2	8.05	23.08	501	4.6	2.39	0.45	0.34	0.11			29.6	28.0			
II	-"-	-"-	-"-	821	-"-	3.99	0.72	0.52	-"-			26.6				
III	-"-	-"-	-"-	1155	-"-	5.65	0.98	0.71	-"-			27.8				
I	4-3	8.05	45.0	501	4.6	2.39	0.45	0.29	0.11			30.6	30.7			
II	-"-	-"-	-"-	821	-"-	3.99	0.72	0.45	-"-			29.8				
III	-"-	-"-	-"-	1155	-"-	5.65	0.98	0.62	-"-			31.4				
I	5-4	8.05	-	501	4.6	2.39	0.45	-	0.11		Бабушкина - Гиринского $K = \frac{Q}{l_0 (S_0 - S_1)} \left(0.366 \lg \frac{0.66\, l_0}{r_0} - 0.16\, arsh \frac{l_0}{2x} \right)$; Условия: скважина несовершенная, горизонт напорный. Для расчета используются опытные и наблюдательные скважины.	27.0	26.4	26.4		
II	-"-	-"-	-	821	-"-	3.99	0.72	-	-"-			26.3				
III	-"-	-"-	-	1155	-"-	5.65	0.98	-	-"-			25.9				
I	5-1	22.7	-	501	4.6	2.39	0.33	-	0.11			27.0	26.4			
II	-"-	-"-	-	821	-"-	3.99	0.51	-	-"-			26.2				
III	-"-	-"-	-	1155	-"-	5.65	0.70	-	-"-			25.9				
I	5-2	23.0	-	501	4.6	2.39	0.34	-	0.11			27.1	26.5			
II	-"-	-"-	-	821	-"-	3.99	0.52	-	-"-			26.3				
III	-"-	-"-	-	1155	-"-	5.65	0.71	-	-"-			26.0				
I	5-3	45.0	-	501	4.6	2.39	0.29	-	0.11			26.9	26.3			
II	-"-	-"-	-	821	-"-	3.99	0.45	-	-"-			26.2				
III	-"-	-"-	-	1155	-"-	5.65	0.62	-	-"-			25.9				

в данной главе рассматриваются 6 расчетных вариантов водопонижений, из которых проектировщик может выбрать наиболее оптимальный (см.прилож. № 3).

Гидрогеологический расчет вертикального дренажа дается по формуле Абрамова-Чарного, применяемый для несовершенных скважин, при условии, что водоносный горизонт напорный.

$$Q_0 = \frac{2\pi \cdot K \cdot m \cdot S}{\ln\left[\frac{R^n}{n \cdot r_0^{n-1} \cdot m}\right]} \cdot \frac{\beta}{1+\beta}; \quad \text{где } \beta = \frac{N}{\xi};$$

$$N = \ln\left[\frac{R^n}{n \cdot r_0^{n-1} \cdot m}\right]; \quad \xi = \frac{m}{2l}\left\{2\ln\frac{4m}{r_c} - f\left(\frac{l}{m}\right) - 1{,}38\right\};$$

Высота понижения напора в центре участка (котлована) определяется по формуле П.П.Аргунова.

$$h_{max} = H - \frac{n \cdot Q_0}{2\pi \cdot K \cdot m} \cdot \left[\frac{m-l}{l}\left(\operatorname{Arsh}\frac{l}{r_0} - \operatorname{Arsh}\frac{l}{R}\right) + \ln\frac{R}{r_0}\right]$$

Условные обозначения к данным формулам:

Q_0 - дебит каждой скважины кольцевой группы, M^3/сут.;

K - коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут.;

m - мощность напорного водоносного пласта в м;

S - понижение уровня в несовершенных скважинам, м;

R - радиус депрессии при работе дренажа можно принять равным 300 м, т.к. расстояние до р.Даугава = 300 м

n - число скважин в дренаже;

r_0 - радиус кольцевого контура м;

r_c - радиус скважин, м;

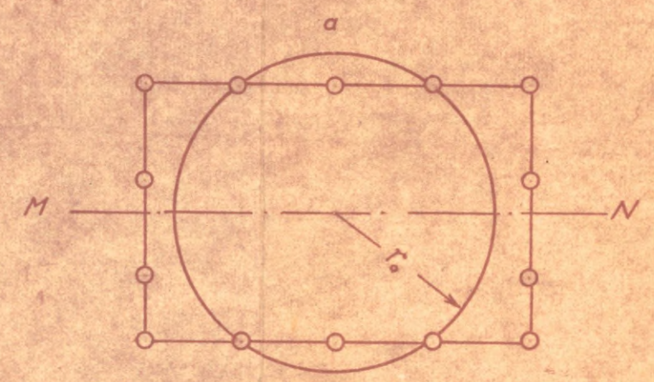
l - длина рабочей части фильтра, м;

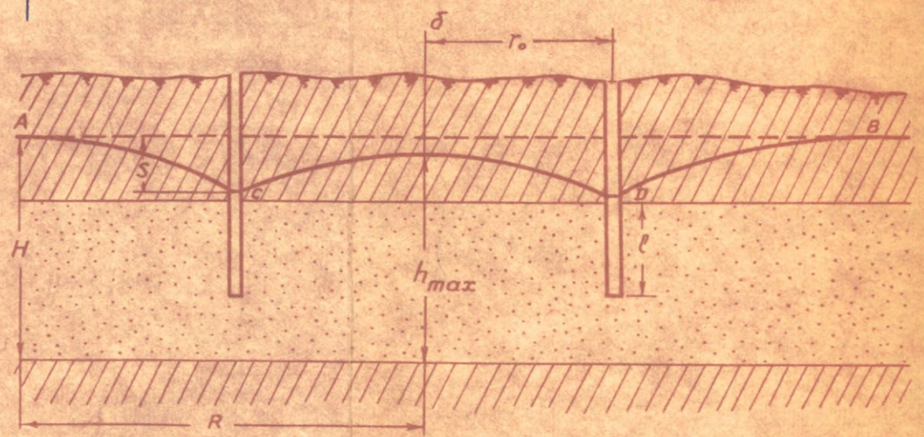
H - высота непониженного пьезометрического уровня подземных вод над водоупором, м;

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

№ варианта	Количество скважин (n) в шт.	Радиус круга (r_0) в м	Дебит каждой скважины (Q_0) в м³/сутки	Суммарный дебит всех скважин ($Q_{общ.}$) в м³/сутки	Относительн. отметки		Абсолютные отметки		Величина понижения уровня воды в центре котлована	Заложение понижения в опыт. скважинах
					Высота напора (H) в м	Высота сниженного напора (h_{max}) в м	Высота напора (H) в м	Высота сниженного напора (h_{max}) в м		
I	4	12	1561.3	6245.2	26.3	18.59	88.18	80.47	7.71	12
II	4	25	1680.7	6722.8	26.3	20.6	88.18	82.48	5.70	12
III	6	25	1429.4	8558.4	26.3	19.03	88.18	80.91	7.27	12
IV	10	40	1215.9	12159	26.3	18.31	88.18	80.19	7.99	12
V	12	40	1091.1	13093.2	26.3	17.69	88.18	79.57	8.61	12
VI	16	40	909.4	14550.4	26.3	16.76	88.18	78.64	9.54	12
VII	15	16	782.0	11.730	26.3	15.20	88.18	77.18	11.0	12

Расчетная схема кольцевого дренажа из несовершенных колодцев при их работе в напорных водах





(а - план, б - разрез по MN)
AB - непониженный пьезометрический уровень подземных вод;
ACDB - пониженный пьезометрический уровень подземных вод

h_{max} = высота сниженного пьезометрического уровня в центре участка под нижним водоупором.

Функция $f\left(\frac{l}{m}\right)$ = 4,85 (определяется по графику).

Расчетная схема и результаты расчета по формулам Абрамова-Чарного и П.П. Аргунова приводится в сводной таблице гидрогеологических параметров по 6 вариантам (прило. № 3). В таблице даются различные схемы расположения скважин в зависимости от радиуса круга Продолжительность откачки и стоимость работ зависит от радиуса котлована и числа скважин. Наиболее удобными и выгодными можно считать 1, Ш и 1У варианты. Математические вычисления по данным вариантам приводятся в приложении № 4.

1У. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Участок строительства станции перекачки расположен в сравнительно сложных геолого-гидрогеологических условиях из-за фациальной изменчивости слагающих участок четвертичных пород, что усложнит посадку и рытье котлована и будет влиять на продолжительность откачек.
   Супесчаные породы являются неустойчивыми и в процессе углубления котлована будут давать большо относ - 15-20°, что затруднит строительные работы.

2. Водосодержащие породы обладают напором, статический уровень колеблется от 1,25 до 2,27 м (ниже поверхн. земли), величина же напора составляет порядка 3-6,0м

3. Удельный дебит скважин варьирует от 2,2 до 2,4 л/сек

4. По химическому составу воды пресные и неагрессивные, с сухим остатком не более 0,4-0,5 г/л.

5. Коэффициент фильтрации по участку составляет 28,4 м/сут.

6. Вышеприведенные варианты расчетов вертикального дренажа скважинами можно считать принятыми как окончательный расчет по участку строительства станции перекачки по улице Кандавас г.Даугавпилс.

7. Продолжительность осушения водоносного пласта зависит от выбранного варианта. Достижение заданного понижения в центре котлована можно ожидать через 8-10 суток. Общая продолжительность откачки "большого колодца" зависит от продолжительности строительных работ.

8. Целесообразно сооружать ~~[illegible]~~ скважины с начальным диаметром 12-14" с фильтровой колонкой 8'; желательно фильтр посадить в гравийно-галечниковые породы. Для данных пород подходящим фильтром является сетчатый.

9. Проектная глубина скважин не менее 200 м. Учитывая, что из каждой скважины придется выкачивать от 10

15-20 л/сек воды, необходимо запроектировать глубинные насосы соответствующих мощностей типа 8-АП; 10-АП и др.

10. Как видно из сводной таблицы гидрогеологических параметров, в процессе откачки суммарно со всехб скважин придется отбирать не менее 100 л/сек воды, поэтому необходимо выбрать участок для сброса воды на расстоянии не меньше 150 м от опытного объекта (стройплощадки).

Ст.гидрогеолог (АДАМЯН)

Гидрогеолог (ШМЕЛЬКОВ)

С П И С О К

использованной литературы

1. Л.Н.ВОРОБКОВ, В.М.ГАВРИЛКО, П.В.ЛОБАЧЕВ, В.М.ШЕСТАКОВ - Водопонижение в гидротехническом строительстве. Госиздат. Москва, 1960 г.

2. В.М.ГАВРИЛКО - Фильтры водозаборных, водопонизительных и гидрогеологических скважин. Гостехиздат. Москва, 1932 г.

3. Л.Ф.КОЛОКОЛОВ, В.П.ОЗОЛИНЬШ, А.И.ШМЕЛЬКОВ - Отчет о гидрогеологических изысканиях источников водоснабжения гор.Даугавпилса. Рига-1962 г.Машинопись.Фонды УГ Латв.ССР.

4. Коллектив авторов - Справочник гидрогеолога. Госгеолтехиздат, Москва, 1962 г.

5. А.И.СКАБАЛЛАНОВИЧ - Методика опытных откачек. Госгеолтехиздат, Москва, 1960 г.

ТЕКСТОВЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 2

Формулы и порядок расчета коэффициента фильтрации

1. Расчет по двум наблюдательным скважинам по формуле Бабушкина-Гиринского:

$$K = \frac{0,16\,Q}{\ell_0 (S_1 - S_2)} \cdot \left(\mathrm{Arsh}\,\frac{\ell_0}{2x_1} - \mathrm{Arsh}\,\frac{\ell_0}{2x_2}\right);$$

где: Q - дебит скважины, $м^3$/сутки;

ℓ_0 - длина фильтра, м;

S_1 - понижение уровня воды в первой наблюдательной скважине, м;

S_2 - понижение уровня воды во второй наблюдательной скважине, м;

x_1 - расстояние от опытной до первой наблюдательной скважины, м;

x_2 - расстояние от опытной до второй наблюдательной скважины, м;

Подставляя в формулу исходные данные, приведенные на графф приложении № 4 (Таблица основных данных откачки), получим:

- при первом понижении по данным наблюдательных скважин 4 и 1:

$$K_1 = \frac{0,16 \cdot 501}{4,6(0,45-0,33)} \cdot \left(\mathrm{Arsh}\,\frac{4,6}{2 \cdot 8,0} - \mathrm{Arsh}\,\frac{4,6}{2 \cdot 22,7}\right) = 27,0$$

$м^3$/сутки;

- при втором понижении:

$$K_{11} = \frac{0,16 \cdot 821}{4,6(0,72-0,51)} \cdot \left(Arsh\frac{4,6}{2,8} - Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 22,7}\right) = 25,3 \text{ м}^3/\text{су}$$

– при третьем понижении:

$$K_{Ш} = \frac{0,16 \cdot 1155}{4,6(0,98-0,70)} \cdot \left(Arsh\frac{4 \cdot 6}{2 \cdot 8} - Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 22,7}\right) = 26,7 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

$$K_{ср_I} = \frac{27,0 + 25,3 + 26,7}{3} = 26,3 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

При первом понижении по данным наблюдательных скважин 4 и 2.

$$K_1 = \frac{0,16 \cdot 501}{4,6(0,45-0,34)} \cdot \left(Arsh\frac{4,6}{2,8} - Arsh\frac{4,6}{2,23}\right) = 29,6 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

при втором понижении:

$$K_{П} = \frac{0,16 \cdot 821}{4,6(0,72-0,52)} \cdot \left(Arsh\frac{4,6}{2,8} - Arsh\frac{4,6}{2x23}\right) = 26,6 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

при третьем понижении:

$$K_{Ш} = \frac{0,16 \cdot 1155}{4,6(0,98-0,71)} \cdot \left(Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 8} - Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 23}\right) = 27,8 \text{ м}^3/\text{сутки},$$

$$K_{ср_{II}} = \frac{29,6+26,6+27,8}{3} = 28,0 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

При первом понижении по данным наблюдательных скважин 4 и 3:

$$K_1 = \frac{0,16 \cdot 501}{4,6(0,45-0,29)} \cdot \left(Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 8} - Arsh\frac{4,6}{2,45}\right) = 30,6 \text{ м}^3/\text{сутки};$$

при втором понижении

$$K_{П} = \frac{0,16 \cdot 821}{4,6(0,72-0,45} \cdot \left(Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 8} - Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 45}\right) = 29,8 \text{ м}^3/\text{сутки};$$

при третьем понижении

$$K_{Ш} = \frac{0,16 \cdot 1155}{4,6(0,98-0,62)} \cdot \left(Arsh\frac{4,6}{2 \cdot 8} - Arsh\frac{4,6}{2,45}\right) = 31,4 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

$$K_{ср_{III}} = \frac{30,6+29,8+31,4}{3} = 30,7 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

Средний К по трем лучам найдем из выражения:

$$K_{ср} = \frac{26,3+28,0+30,70}{3} = 28,4\ М^3/сутки.$$

Для контрольной проверки расчета коэффициента фильтрации подсчет дается по формуле Бабушкина-Гиринского. Условия: опытная и наблюдат.скважина.

$$K = \frac{Q}{l_0(S_0 - S_1)}\left(0,366\,lg\,\frac{0,66\,x\,l_0}{r_0} - 0,16\,Arsh\,\frac{l_0}{2x}\right);$$

где: S_0 - понижение уровня воды в опытной скважине, в м

r_0 - радиус фильтра опытной скважины в м;

По данным опытной и 4 наблюдательной скважины при первом понижении

$$K_1 = \frac{501}{4,6(2,39-0,45)}\cdot\left(0,366\,lg\,\frac{0,66.4,6}{0,11} - 0,16\,Arsh\,\frac{4,6}{2.8}\right) =$$

$$= 27,0\ М^3/сутки;$$

при втором понижении:

$$K_{II} = \frac{821}{4,6(3,99-0,72)}\cdot\left(0,366\,lg\,\frac{0,66.4,6}{0,11} - 0,16\,Arsh\,\frac{4,6}{2.8}\right) =$$

$$= 26,3\ М^3/сутки;$$

при третьем понижении:

$$K_{III} = \frac{1155}{4,6(4,65-0,98)}\cdot\left(0,366\,lg\,\frac{0,66.4,6}{0,11} - 0,16\,Arsh\,\frac{4,6}{2.8}\right) =$$

$$= 25,9\ М^3/сутки,$$

$$K_{ср_1} = \frac{27,0+26.3+25.9}{3} = 26,4\ М^3/сутки.$$

По данным опытной и 1-ой наблюдательной скв. при первом понижении:

$$K_1 = \frac{501}{4,6(2,39-0,33)}\cdot\left(0,366\,lg\,\frac{0,66.4,6}{0,11}\ 0,16\ Arsh\ \frac{4,6}{2,22.7}\right)$$

$$= 27,0\ М^3/сутки;$$

при втором понижении:

$$K_{II} = \frac{821}{4,6(3,99-0,51)} \cdot \left(0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} - 0,16 \operatorname{Arsh} \frac{4,6}{2,22,7}\right) =$$

$$= 26,2 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

при третьем понижении:

$$K_{III} = \frac{1155}{4,6(5,65-0,70)} \cdot \left(0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} - 0,16 \operatorname{Arsh} \frac{4,6}{2.22,7}\right) =$$

$$= 25,9 \text{ м}^3/\text{сутки.}$$

$$K_{ср_{II}} = \frac{27.0+26,2+25,9}{3} = 26,4 \text{ м}^3/\text{сутки.}$$

При первом понижении опытной и 2 наблюдательной скважины:

$$K_{I} = \frac{501}{4,6(2,39-0,34)} \cdot \left(0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} - 0,16 \operatorname{Arsh} \frac{4,6}{2,23}\right) =$$

$$= 27,1 \text{ м}^3/\text{сутки;}$$

при втором понижении:

$$K_{II} = \frac{821}{4,6(3,99-0,52)} \cdot \left(0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} - 0,16 \operatorname{Arsh} \frac{4,6}{2,23}\right) =$$

$$= 26,3 \text{ м}^3/\text{сутки;}$$

при третьем понижении:

$$K_{III} = \frac{1155}{4,6(5,65-0,71)} \cdot \left(0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} - 0,16 \operatorname{Arsh} \frac{4,6}{2,23}\right) =$$

$$= 26,0 \text{ м}^3/\text{сутки;}$$

$$K_{ср_{III}} = \frac{27,1+26,3+26,0}{3} = 26,5 \text{ м}^3/\text{сутки.}$$

При первом понижении по данным опытной и 3 наблюдательной скважины

$$K_{I} = \frac{501}{4,6(2,39-0,29)} \cdot \left(0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} \quad 0,16 \operatorname{Arsh} \quad \frac{4,6}{2,45}\right) =$$

$$= 26,9 \text{ м}^3/\text{ сутки;}$$

при втором понижении:

$$K_{П} = \frac{821}{4,6(3,99-0,45)} \cdot (0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} - 0,16 \, Arsh \, \frac{4,6}{2.45}) =$$

$$= 26,2 \text{ м}^3/\text{сутки};$$

при третьем понижении:

$$K_{Ш} = \frac{1155}{4,6(5,65-0,62)} \cdot (0,366 \lg \frac{0,66 \cdot 4,6}{0,11} - 0,16 \, Arsh \, \frac{5,6}{2,45})$$

$$= 25,9 \text{ м}^3/\text{сутки};$$

$$K_{ср_{IV}} = \frac{26,9+26,2+25,9}{3} = 26,3 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

$$K_{ср} = \frac{26,4+26,4+26,5+26,3}{4} = 26,4 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

Приложение № 4

Гидрогеологический расчет вертикального дренажа для каждой взаимодействующей скважины определяется по формуле Чарного-Абрамова:

$$Q_0 = \frac{2\pi \cdot K \cdot m \cdot S}{\ln\left[\frac{R^n}{n \cdot r_0^{n-1} m}\right]} \cdot \frac{\beta}{1+\beta},$$

где $\beta = \frac{N}{\xi}$; $N = \ln\left[\frac{R^n}{n \cdot r_0^{n-1} m}\right]$; $\xi = \frac{m}{2\ell}\left\{2\ln\frac{4m}{r_c} - f\left(\frac{\ell}{m}\right)\right\} - 1.38$

Высота сниженного напора в центре участка (котлована) определяется по формуле П.П.Аргунова:

$$h_{max} = H - \frac{n \cdot Q_0}{2 \cdot \pi K m} \cdot \left[\frac{m-\ell}{\ell}\left(\mathrm{Arsh}\,\frac{\ell}{r_0} - \mathrm{Arsh}\,\frac{\ell}{R}\right) + \ln\frac{R}{r_0}\right].$$

В вышеприведенных формулах приняты следующие обозначения:

Q - дебит каждого колодца кольцевой группы;

K - коэффициент фильтрации водоносного пласта;

m - мощность напорного водоносного пласта;

S - понижение уровня в несовершенных колодцах;

R - Радиус депрессии при работе дренажа;

n - число колодцев в дренаже;

r_0 - радиус кольцевого контура;

ℓ - длина рабочей части фильтра;

H - высота непониженного пьезометрического уровня подземных вод над водоупором;

h_{max} - высота сниженного пьезометрического уровня в центре участка над нижним водоупором;

Функция $f\left(\frac{\ell}{m}\right)$ =4,85 (находится по графику).

1 вариант - $r_0 = 12,0$ м; $n = 4$ скважинам.

Определим величины N, ξ, β

$$N = \ln\left[\frac{300}{4.12^3.20}\right] = 2.3\ (4\lg 300 - \lg 4 - 3\lg 12 - \lg 20) =$$

$$= 2,3\ (4.2,4771 - 0,6021 - 3.1,0792 - 1,3010) =$$

$$= 2.3(9,9084 - 0,6021 - 3,2376 - 1,3010) =$$

$$= 2,3(9,9084 - 5,1407) = 2,3.4,7677 = 10,9657$$

$$\xi = \frac{20}{2.4,6}\ (2\ln\frac{4.20}{0,11} - 4,85) - 1,38 = 2,174(4,6\lg 727,3 -$$

$$-4,85) - 1,38 = 2,174(4,6.2,8617 - 4,85) - 1,38 =$$

$$= 2,174(13,164 - 4,85) - 1,38 =$$

$$- 2,174\ .\ 8,314 - 1,38 = 16,695$$

$$\beta = \frac{N}{\xi} = \frac{10,9657}{16,695} = 0,6568 = 0,657$$

$$Q = \frac{2.3,14.28,4.20.12}{10,9657}\ .\ \frac{0,657}{1+0,657} = \frac{42804,5.0,4}{10,9657} =$$

$$= \frac{17121,8}{10,9657} = 1561,3\ \text{м}^3/\text{сутки};$$

$$Q_{общ} = 1561,3.4 = 6245,2\ \text{м}^3/\text{сутки};$$

$$h_{max} = 26,3 - \frac{6245,2}{2,3,12.28,4.20}\left[\frac{20-4,6}{4,6}\ (\text{Arsh}\frac{4,6}{12} - \frac{4,6}{300}) + \ln\frac{300}{12}\right] = 26,3 - \frac{6245,2}{3567,0}\left[3,35\ (\text{Arsh}0,383 - \text{Arsh}0,015) + 2.3\lg 12\right] =$$

$$= 26,3 - 1,75\left[3,35(0,3709 - 0,015) + 2,3.1,3979\right] =$$

$$= 26,3 - 1,75\left[3,35.0,356 + 3,215\right] = 26,3 - 1,75.4,4076$$

$$= 26,3 - 7,71 = 18,59\ \text{м}; \quad S = 7,71\ \text{м}.$$

S - снижение уровня подз.вод в центре котлована.

II вариант - r_0 = 25м; n = 4 скважины

Определяем величины N, ξ и β

$$N = \ln\left[\frac{300^4}{4.25^3.20}\right] = 2.3\ (4\lg 300 - \lg 4 - 3\lg 25 - \lg 20) =$$

$$= 2.3\ (4.2771 - 0,6021 - 3.1,3979 - 1,3010) =$$

$$= 2,3\ (9,9084 - 0,6021 - 3,2376 - 1,3010) = 2,3(9,9084 -$$

$$- 6,0968) = 2,3.3,8116 = 8,76668.$$

$$\xi = 16,695; \quad \beta = \frac{N}{\xi} = \frac{8,767}{16,695} = 0,525$$

$$Q_0 = \frac{2.3,14.28,4.20.12}{8,767} \cdot \frac{0,525}{1+0,525} = \frac{42804,5.0,344}{8,767} =$$

$$= \frac{14734,7}{8,767} = 1680,7 \text{ м}^3/\text{сутки}; \quad Q_{общ} = 1680,7.4 = 6722,8 \text{ м}^3/$$

/ сутки,

$$h_{max} = 26,3 - \frac{6722,8}{3567,0}\left[3,35\ \left(\text{Arsh}\frac{4,6}{25} - \text{Arsh}\frac{4,6}{300}\right) + \ln\frac{300}{25}\right] =$$

$$= 26,3 - 1,88\left[3,35\ (\text{Arsh}\ 0,184 - \text{Arsh}\ 0,015) + 2,3\lg 12\right]$$

$$= 26,3 - 1,88\left[3,35\ (0,179 - 0,015) + 2,3.1,0792\right] =$$

$$= 26,3 - 1,88\left[3,35.0,164 + 2,482\right] = 26,3 - 1,88 \cdot$$

$$\left[0,548 + 2,482\right] = 26,3 - 188.3,03 = 26,3 - 5,70 = 20,6 \text{ м}$$

$S = 5.70$ S - снижение уровня подземных вод в центре котлована

III вариант - r_0 = 25 м; n = 6 скважин.

Определяем величины N и β, ξ - найдена при 1 варианте

$$N = \ln\left[\frac{300^6}{6.25^5.20}\right] = 2,3\ (6\lg 300 - \lg 6 - 5\lg 25 - \lg 20) =$$

$$= 2.3\ (6.2,4771 - 0,7782 - 5.1,3979 - 1,3010) =$$

$$= 2.3(14,8626 - 0,7782 - 6,9895 - 1,3010) = 2,3(14,8626 -$$

$$- 9,0687) = 2,3.5,7939 = 13,32597 = 13,326;$$

$\xi = 16,695; \qquad \beta = \frac{N}{\xi}$

$= \frac{13,326}{16,695} = 0,797 \approx 0,80$

$Q_0 = \frac{2.3,14.28,4.20.12}{13,326} \cdot \frac{0,80}{1+0,80} = \frac{42804,5.0,445}{13,326} =$

$= \frac{19048,0}{13,326} = 1429,4$ м^3/сутки

$Q_{общ} = 1429,4.6 = 8558,4$ м^3/сутки,

$h_{max} = 26,3 - \frac{8558,4}{3567,0}\left[3,35\left(\mathrm{Arsh}\,\frac{4,6}{25} - \mathrm{Arsh}\,\frac{4,6}{300}\right) + \ln\frac{300}{25}\right] =$

$= 26,3 - 2,4\left[3,35\,(0,179 - 0,015) + 2,3\,\lg 12\right] =$

$= 26,3 - 2,4\left[3,35.0,164 + 2,482\right] = 26,3 - 2,4.$

$\left[0,549 + 2,482\right] =$

$= 26,3 - 2,4.3,03 = 26,3 - 7,24 = 19,03$ м

$S = 7,27;$

S – снижение уровня подземных вод в центре котлован

1У вариант; $r_0 = 40$; $n = 10$ скважин.

Определяем величины: N и β, $\xi = 16,695$,

$N = \ln\left[\frac{300^{10}}{10.40^{9}.20}\right] = 2,3\,(10\lg 300 - \lg 10 - 9\lg 40 - \lg 20) =$

$= 2.3\,(10.2,477 - 1 - 9.1,6021 - 1,3010) = 2,3(24,771 - 1 -$

$14,419 - 1,3010) = 2.3(24,771 - 16,72) = 2,3.8,051 = 18,517$

$\beta = \frac{N}{\xi} = \frac{18,517}{16,695} = 1,109,$

$Q_0 = \frac{2.3,14.28,4.20.12}{18,517} \cdot \frac{1,109}{1+1,109} = \frac{42804,5.4.0,526}{18,517} =$

$= \frac{22515,2.3}{18,517} = 1215,9$ м^3/сутки

$Q_{общ} = 1215,9.10 = 12159$ м^3/сутки,

$$h_{max} = 26,3 - \frac{12159}{3567.0}\left[3,35\left(Arsh\frac{4,6}{40} - \frac{4,6}{300}\right) + \ln\frac{300}{40}\right] =$$

$$= 26,3 - 3,409\ (3,35.0,1+2,01) = 26,3-3,409.2,345$$

$$= 26,3 - 7,99 = 18,31 \text{ м.}$$

$S = 7,99$ м,

S - снижение уровня воды в центре котлована.

У вариант; $r_0 = 40$ м; $n = 12$ скважин.

Определяем величины: N и β, $\xi = 16,695$

$$N = \ln\left[\frac{300^{12}}{12.40^{11}.20}\right] = 2,3\ (12\lg 300 - \lg 12 - 11\lg 40 - \lg 20) =$$

$$= 2,3\ (12.2,4771-1,0792-11.1,6021-1,3010) =$$

$$= 2,3\ (29,7252-1,0792-17,6231-1,3010) =$$

$$= 2,3\ (29,7252-20,0033) = 2,3.9,7219 = 22,36$$

$$\beta = \frac{N}{\xi} = \frac{22,36}{16,695} = 1,34$$

$$Q_0 = \frac{2.3,14.28,4.20.12}{22,36} \cdot \frac{1,34}{1+1,34} = \frac{42804,5.0,57}{22,36} =$$

$$= \frac{24398,6}{22,36} = 1091,1 \text{ м}^3/\text{сутки;}$$

$Q_{общ} = 1091,1.12 = 13093,2$ м^3/сутки,

$$h_{max} = 26,3 - \frac{13093,2}{3567,0}\left[3,35\left(Arsh\frac{4,6}{40} - Arsh\frac{4,6}{300}\right) + \ln\frac{300}{40}\right] =$$

$$= 26,3 - 3,67\left[3,35(Arsh\,0,115 - Arsh\,0,015) + 2,3\lg 7,5\right] =$$

$$= 26,3 - 3,67\left[3,35(0,115-0,015) + 2,3.0,875\right] =$$

$$= 26,3-3,67\left[3,35.0,1+2,01\right] = 26,3 - 3,67$$

$$0,335+2,01 = 26,3-3,67.2,345 = 26,3-8,61 = 17,69 \text{ м}$$

$S = 8,61$ м

S - снижение уровня подземн.вод в центре котлована

У1 вариант:

$r_б = 40$ м; $n = 16$ скважинам.

Определяем значение N, ξ, β

$$N = \ln\left[\frac{300^{16}}{16.40^{15}.20}\right] = 2,3\ (16\lg 300 - \lg 16 - 15\lg 40 - \lg 20) =$$

$$= 2.3\ (16.2,4771 - 1,2041 - 15.1,6021 - 1,301) =$$

$$= 2.3\ (39,6336 - 1,2041 - 24,0315 - 1,301) = 2,3$$

$$(39,6336 - 26,5366) = 2,3.13,097 = 30,123$$

$$\xi = 16,673 \qquad \beta = \frac{N}{\xi} = \frac{30,123}{16,673} = 1,80$$

$$Q_0 = \frac{2,3,14.28,4.20.12}{30,123} \cdot \frac{1,80}{1+180} = \frac{42804,5.0,64}{30,123} =$$

$$= 909,4\ м^3/сутки,$$

$$Q_{общ} = 909,4.16 = 14550,4\ м^3/сутки$$

$$h_{max} = 26,3 - \frac{16.909.4}{3567,0}\left[3,35\ (0,115 - 0,015) + 2,01\right] =$$

$$= 26,3 - \frac{14550,4}{3567,0}\left[3,35.0,1 + 2,01\right] =$$

$$= 26,3 - 4,08.2,345 = 26,3 - 9,57 = 16,73$$

№ слоя	Глубина залег. слоя От	До	Мощн. слоя	Описание пород
1	2	3	4	5
				Скважина № 1
				Абс.отм.конца трубы 90,07 Абс.отм.поверхн.земли 89,44 Статический уровень 1,25 м
1.	0	1,20	1,20	Почвенный слой с корнями растений черный, с глубины 0,70 м насыщен. водой.
2.	1,20	1,90	0,70	Супесь серая влажная
3.	1,90	3,60	1,70	Торф темно-коричневый,хорошо разложившийся, влажный.
4.	3,60	7,40	3,80	Ил темно-серый с небольшой примесью глины,слюдистый,влажный.
5.	7,40	20,00	12,60	Песок серо-коричневый,разнозернистый с гравием и галькой до 50 % водонасыщенный. Скважина оборудована сетчатым фильтром на перфорированном каркасе диаметром 89 мм. Рабочая часть фильтра длиной 5,50м установлена в интервале от 14,0 до 19,50 м.
				Скважина № 2
				Абс.отм.конца трубы 90,03 м. Абс.отм. поверхн.земли 89,43 м. Статический уровень 1,27 м.
1.	0	0,70	0,70	Почвенный слой с корнями растений, черный,с глубины 0,40 м насыщен водой.

1	2	3	4	5
2.	0,70	2,00	1,30	Супесь серовато-коричневая, с глубины 1,10 м темно-серая, влажная.
3.	3,40	10,30	6,90	Супесь темно-серая, влажная.
4.	10,30	20,00	9,70	Песок серо-коричневый, разнозернистый с гравием и галькой до 50 %, насыщен водой.
				Скважина оборудована сетчатым фильтром на перфорированном каркасе ø 89 x 3,75 мм.
				Рабочая часть фильтра длиной 6,00 м установлена в интервале от 12,00 м до 18,00 м.
				Скважина № 3
				Абс.отм.конца трубы 90,90 м. Абс.отм. поверхн.земли 90,57 м Статический уровень 2,27 м.
1.	0,0	0,80	0,80	Н а с ы п ь
2.	0,80	1,70	0,90	Почвенный слой черный с корнями растений, очень влажный.
3.	1,70	3,60	1,90	Глина серовато-коричневая, плотная влажная.
4.	3,60	6,00	2,40	Песок серовато-коричневый, среднезернистый с гравием, насыщен водой
5.	6,00	13,50	7,50	Песок серовато-коричневый, разнозернистый с гравием и галькой до 50% насыщен водой.

1	2	3	4	5
6.	13,50	20,00	6,50	Песок серовато-коричневый,мелкозернистый,насыщен водой.
				Скважина оборудована сетчатым фильтром на перфорированном каркасе ø 89 x 3,75 мм.
				Рабочая часть фильтра длиной 5,5 м установлена в интервале от 8,00 м до 13,50 м.
				Скважина № 4
				Абс.отм.конца трубы 90,41 м Абс.отм.пов.земли 89,69 м Статический уровень 1,54 м.
1.	0	1,30	1,30	Почвенный слой с корнями растени с глубины 0,40 м насыщен водой.
2.	1,30	2,50	1,20	Супесь темно-серая,очень влажная
3.	2,50	3,80	1,30	Торф темно-коричневый,хорошо разложившийся,очень влажный.
4.	3,80	9,20	5,40	Супесь темно-серая,очень влажная
5.	9,20	20,00	10,80	Песок серовато-коричневый,разнозернистый с гравием и галькой до 50%, насыщен водой.
				Скважина оборудована сетчатым фильтром на перфорированном каркасе ø 89 x 3,75 мм.
				Рабочая часть фильтра длиной 5,50 м установлена в интервале от 12,00 до 17,50 м.

1	2	3	4	5
				Скважина № 5
				Абс.отм.конца трубы 90,75 м Абс.отм.поверхн.земли 90,15 м Статический уровень 1,97 м.
1.	0	1,40	1,40	Почвенный слой с корнями растений с глубины 0,70 м насыщен водой.
2.	1,40	2,70	1,30	Супесь темно-серая с примесью глины, очень влажная.
3.	2,70	3,60	0,90	Торф темно-коричневый,хорошо разложившийся, очень влажный.
4.	3,60	8,30	4,70	Супесь темно-серая с примесью глины, очень влажная.
5.	8,30	17,80	9,50	Песок серовато-коричневый,разно-зернистый с гравием и галькой до 50%, насыщен водой.
6.	17,80	20,00	2,20	Песок серовато-коричневый,средне-зернистый,насыщен водой.
				Скважина оборудована сетчатым фильтром на перфорированном каркасе ø 219 мм. Рабочая часть фильтра длиной 7,50 м установлена в интервале от 10,20 до 17,70 м.