

Essence Meto da and its justification. Moscow. : Gosstrojizdat. 1949. 280 p

5. Grozdov V.T On the strength and deformability of columns reinforced with collars. *Izvestie vuzov. Stroitel'stvo i-arhitektura*. 1989. №3. P. 8-10.

6. Polyakov S.V. The strength of the columns frame buildings under seismic loads. S.V. Polyakov, YU.S. Kul'gin, I.Z. Bacanadze, A.S. Zalesov // *Beton i zhelezobeton*. 1982. – № 11. – P. 12-13.

7. Mosin M. V., Aleksandrov A. A., Ivasyuk I. M., Tishkov E. V. Computer simulation of a tri-axial stress state of the compressed concrete prisms. *Komp'yuternoe modelirovanie trekhnosnogo napryazhennogo sostoyaniya szhatoj betonnoj prizmy*. Tekhnika i tekhnologii stroitel'stva. Dekabr' 2016. pp. 91-97.

8. Stavrov G.N. Calculation of centrally compressed reinforced concrete elements and ring reinforcement sospitalnym. *Beton i zhelezobeton*. 1993. – № 2. – P. 31-32.

9. Tamrazyan A.G. Perfection of methods of calculation of reinforced concrete structures based on structural concrete deformation theory.

Moscow.: MGSU, 1998. – 395 p.

10. Tonkih G.P. Evaluation of technical condition of constructions and structures. *Tomsk: Izdatel'stvo «Pechatnaya manufaktura»*, 2008. – 205 p.

11. SHilin A. A. External reinforcement of concrete structures with composite materials. *Vneshnee armirovanie zhelezobetonnykh konstrukcij kompozitnymi materialami*. Moskva: Strojizdat, 2007. 90-110 pp.

12. YAshin A.V Some features of the deformability of concrete in compression. *sbornik nauchnykh trudov Moscow.: Strojizdat, 1972. – P. 131-137.*

Мосин Максим Владимирович (Омск, Россия) – аспирант кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5); e-mail: maksim.mosin@mail.ru)

Mosin Maxim Vladimirovich post graduate student of the Building structures Department of the Siberian State Automobile and Highway Academy (644080, Omsk, Mira ave., 5, e-mail: maksim.mosin@mail.ru)

УДК 69.034.96

СРАВНЕНИЕ НАТУРНЫХ ДАННЫХ ПО ОБСЛЕДОВАНИЮ ДРЕНАЖА ЗАСТРОЙКИ С АНАЛИТИЧЕСКИМИ РАСЧЕТАМИ НА ПРИМЕРЕ СТРОЯЩЕГОСЯ МИКРОРАЙОНА В ГОРОДЕ ОМСКЕ

О.М. Русанова
Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Россия, г. Омск

Аннотация. В данной статье проведено сравнение значений притока воды к пластовому дренажу, полученных путем расчетов, с фактическими показателями работы дренажной системы, поскольку неточность аналитических формул, применяемых в расчетах дренажных систем, влечет за собой погрешность определения искомым величин, таких как радиус депрессии дренажа и приток воды к дренажному сооружению. Показано, насколько существенна разница между расчетным и фактическим значением расхода. Объектом исследования является пластовый дренаж под жилыми домами в строящемся микрорайоне г. Омска, а также проектные значения расходов линейной дрены.

Ключевые слова: пластовый дренаж, расход, грунтовые воды.

ВВЕДЕНИЕ

Существует ряд методик, на основе которых можно рассчитать требуемые параметры для проектирования дренажного сооружения. В статье [1] мы приводили ряд проблем, связанных с определением притока воды в дре-

нажное сооружение. К ним относятся: схематизация области фильтрации, применение в расчетах формул для упрощенных схем дренажа, неточность исходных данных, предоставляемых для расчета. Неверно определенный водоприток воды в дренаж влечет

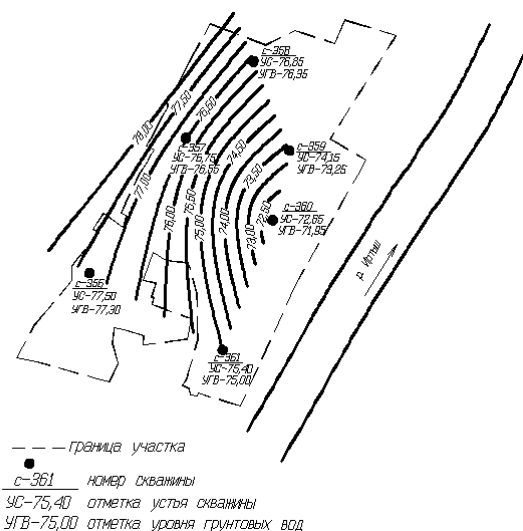


Рисунок 1 – Карта гидроизогипс территории застройки по данным изысканий

за собой неправильно подобранный диаметр водоотводящей дрены, что в свою очередь приводит либо к затоплению системы, когда приток воды значительно больше пропускной способности трубопровода, либо к ее заиливанию, когда скорости течения стоков меньше допустимых значений.

Целью данной статьи является выявить разницу между проектными значениями притока воды в дренаж, полученных путем аналитических расчетов, и фактическими значениями, определенными путем замеров.

ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования работы дренажной системы выбран участок, расположенный на левом берегу реки Иртыш. Территория в административном отношении расположена в Кировском Административном округе города Омска.

На участке проектируется строительство восьми десятиэтажных и четырех шестнадцатиэтажных домов, а также детский сад и многоярусный гараж. Общая площадь участка составляет $\approx 11,017$ га.

Территория входит в пределы высокой поймы реки Иртыш. Рельеф неровный, с уклоном в сторону реки.

Инженерно-геологические изыскания на территории застройки жилого микрорайона производились ООО «ГИТИЗ» в период с 30.05.2012 по 08.06.2012 г.

На участке изыскания было пробурено 6 скважин с целью выяснения геологического строения и гидрогеологических условий

площадки, определения расчётных значений физико-механических характеристик грунтов, коррозионной агрессивности сред, а также получения исходных данных для расчета несущей способности свай. Согласно техническому отчету об инженерно-геологических изысканиях подземные воды типа поровых безнапорных (грунтовых) вскрыты на глубине 0,2...0,9 м. Они приурочены к четвертичным аллювиальным мягкопластинчатым суглинкам. Относительным водоупором служат полутвердые аллювиальные глины четвертичного возраста, вскрытые на глубине 1,5...5,5 м.

Тип режима грунтовых вод – приречный. Питание подземных вод инфильтрационное и водами реки Иртыш, в связи с чем их уровень подвержен сезонным колебаниям. Коэффициент фильтрации водовмещающих мягкопластинчатых суглинков составляет 0,13 м/сут.

В настоящее время на территории участка построено два десятиэтажных дома (жилой дом №1 и №3), а также два дома находятся на стадии монтажа.

ОБСЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПЛАСТОВОГО ДРЕНАЖА

Для представления общей картины о грунтовых водах данной территории по установившемуся уровню воды в скважинах методом интерполяции была получена карта гидроизогипс, представленная на рис. 1.

Территория строительства постоянно подтоплена грунтовыми водами, препятствующими строительству жилых домов. При проектировании инженерной защиты территории от затопления и подтопления необходимо выполнять требования СНиП 2.06.15-85 [2], СП 103.13330.2012 [3], а также СНиП 2.06.03-85 [4].

Застройщиком данного микрорайона является АО «ЗСЖБ №6». В качестве мероприятий по снижению уровня грунтовых вод проектировщиками организации были приняты предупредительные и защитные методы согласно [2]. Предупредительные включают в себя вертикальную планировку существующего рельефа, устройство дождевой канализации для улучшения поверхностного стока, а также гидроизоляция подземных частей конструкций зданий. В качестве защитных методов принято устройство локального пластового дренажа в виде фильтрующей постели в сочетании с линейной дренажной системой. Пластовый дренаж запроектирован под каждым жилым домом, со сбросом дренажных вод в проектируемую ливневую

канализацию микрорайона. Пластовый дренаж является самым надежным из всех типов дренажей [5].

В зависимости от очередности строительства домов были проведены геологические изыскания под каждым домом.

В результате геологических изысканий, которые проводились на территории строительства жилого дома №1 с 31.01.2013 г. по 15.02.2013 г., было пробурено четыре скважины. Максимальный уровень грунтовых вод, который установился в скважине на период изысканий, составил 76,5 метра в абсолютных отметках. Максимальный уровень воды устанавливается в мае, июне, минимальный – в сентябре, численные значения которого соответственно равны 77,2 и 76,2 метра.

На территории строительства жилого дома №3 изыскания проводились в период с 21.08.2012 г. по 30.08.2012 г. Было пробурено три скважины. Максимальный уровень грунтовых вод, который установился в скважине на период изысканий, составил 75,4 метра в абсолютных отметках. Максимальный уровень воды устанавливается в мае, июне, минимальный – в сентябре, численные значения которого соответственно равны 76,4 и 75,4 метра.

Ситуационная схема расположения домов приведена на рис. 2. Расстояние от жилого дома №3 до реки Иртыш составляет около 200 м.

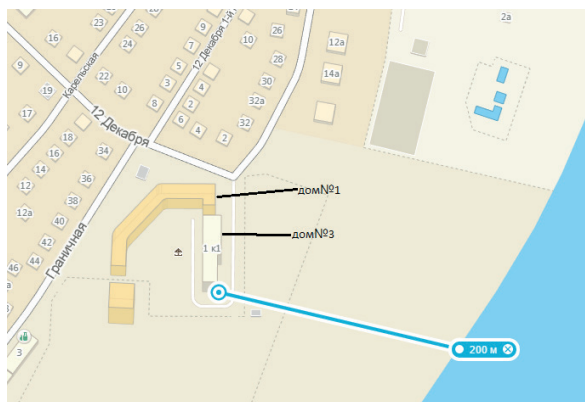


Рисунок 2 – Ситуационная схема расположения жилых домов №1 и №3

На основании вышеприведенных данных проектировщиками были выполнены гидрогеологические расчеты и запроектирован пластовый дренаж с линейной дренажной трубой под каждым домом. Пластовый дренаж представляет собой двухслойную постель, верхний водопроницаемый слой которой выполнен из щебня крупностью 3-20 мм, а нижний слой – песок крупнозернистый фракцией 1-2 мм. Трубчатые

дрены сопрягаются с дренажной постелью пластового дренажа несовершенного типа и укладываются на дренажную обсыпку. Трубчатая дренажная труба прокладывается под жилым домом. Проектные схемы пластового дренажа приведены на рисунке 3. На поворотах дрены установлены смотровые колодцы ДК1... ДК11. Сброс дренажных вод осуществляется в систему ливневой канализации (колодцы ЛК1 и ЛК2), что не противоречит требованию СНиП [2].

Наиболее подробно методы расчета прогноза подтопления грунтовыми водами застраиваемых и застроенных территорий, необходимого для проектирования предупредительных и защитных мероприятий, представлены в справочном пособии к СНиП [6]. При проектировании пластового дренажа проектировщики пользуются также типовой серией 8.005-1 «Конструкции пластовых дренажей» [7] и «Дренажи для городских территорий и защиты подземных сооружений» [8].

Для сравнения значений притока воды в дренаж в сезон максимального (май) и минимального (сентябрь) уровня грунтовых вод, а также в момент проведения изысканий, нами была использована аналитическая формула, приведенная в [7]:

$$Q = \pi k S \cdot \left(\frac{S}{\ln \frac{r_d}{r}} + \frac{2 \cdot r}{F_{пл.др.}} \right), \frac{м^3}{сут}, \quad (1)$$

где k – коэффициент фильтрации, м/сут; S – понижение уровня подземных вод, м; r_d – радиус депрессии дренажа, м; r – приведенный радиус дренажа, м; $F_{пл.др.}$ – показатель гидравлического сопротивления.

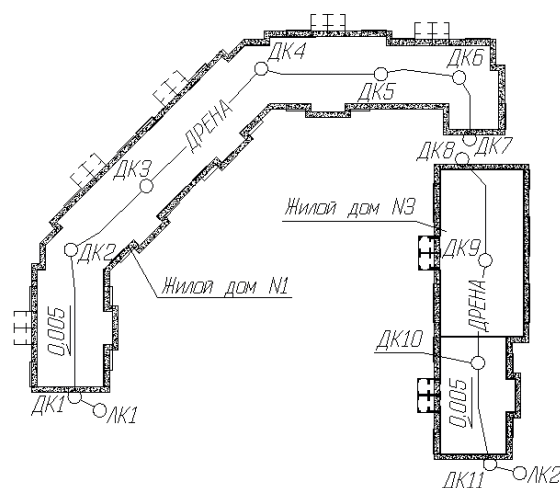


Рисунок 3 – Проектная схема пластового дренажа жилых домов №1 и №3

РАЗДЕЛ III. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Таблица 1 – Сравнение расчетного расхода воды линейной дрены

Показатель	Расход дрены, л/с (Жилой дом №1)	Расход дрены, л/с (Жилой дом №3)
$q_{\text{фактический}}^{\text{январь}}$ $q_{\text{расчетный}}^{\text{январь}}$	0,1047 1,108	- 0,5334
$q_{\text{фактический}}^{\text{май}}$ $q_{\text{расчетный}}^{\text{май}}$	0,2608 2,7778	0,0355 1,9511
$q_{\text{фактический}}^{\text{сентябрь}}$ $q_{\text{расчетный}}^{\text{сентябрь}}$	0,2083 0,3865	0,0105 -
$q_{\text{проектный}}$	0,58	0,22

Для получения фактических значений расходов нами было проведено обследование работы пластового дренажа жилых домов, которое заключалось в измерении расходов линейной собирательной дрены в колодцах ДК1 и ДК11 (рис. 3). Замеры производились с декабря 2014 года по ноябрь 2015-го. В колодце ДК1 расход наблюдался в течение всего измерительного периода, в колодце ДК11 – начиная с апреля 2015 года. Полученные замеры были обработаны и представлены в данной статье в виде графика изменения расхода линейной дрены в течение года.

Максимальный расход наблюдается в период с мая по июнь. Численные значения равны 0,2608 (дом №1) и 0,0355 (дом №3) л/с. Разница между значениями расходов дрены под домом №1 и №3 обусловлена местоположением относительно реки Иртыш, а также влиянием дренажа под домом №1 на работу дренажа под домом №3. Анализируя график и полученную карту гидроизогипс, можно сделать вывод, что грунтовые воды питают реку.

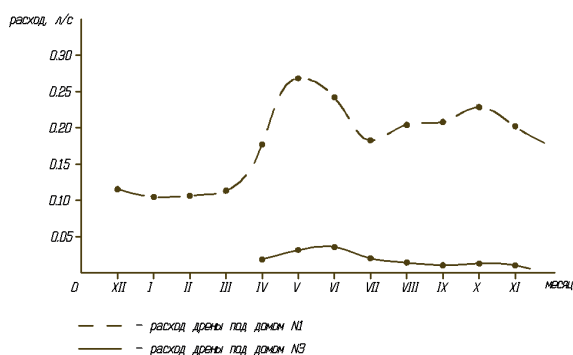


Рисунок 4 – График изменения расхода линейной дрены

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Имея данные натурных исследований работы дренажа жилых домов, результаты ана-

литических расчетов, а также проектные значения расходов воды, можно провести анализ разницы между этими значениями. Результаты сравнения приведены в табл. 1:

Анализируя приведенную таблицу, можно сделать вывод, что фактические значения расходов отличаются от проектных и от значений, полученных путем аналитических расчетов. Процент погрешности проектного значения относительно фактического составляет 55% для дома №1 и 84% для дома №3. Процент погрешности расчетного значения (определенного по формуле (1)) относительно фактического (май) составляет 91% для дома №1 и 98% для дома №3.

ВЫВОД

Разброс значений существенен и не допустим в практике проектирования. Методику расчета необходимо совершенствовать, поскольку ошибки в расчетах могут повлечь некорректное проектирование дренажа. А от эффективности его работы зависит безопасность конструкций зданий и сооружений, надежность функционирования инженерных коммуникаций, а также санитарно-гигиеническое состояние территории. В качестве совершенствования проектирования нами предложено вместо аналитических формул использовать моделирование дренажных сооружений методом электронных таблиц, позволяющее учесть те или иные особенности территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антолик О. М. Проблемы проектирования дренажных сооружений / О. М. Антолик, В. И. Сологаев // ВЕСТНИК Омского Государственного Аграрного Университета – 2014. – №1 (13). – С. 49-51.
2. СНиП 2.06.15-85 Инженерная защи-

та территории от затопления и подтопления: Введ. 01.07.1986. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 20 с.

3. СП 103.13330.2012 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод. Актуализированная редакция СНиП 2.06.14-85: Введ. 01.01.2013; Взамен СНиП 2.06.14-85. – М.: ФАУ «ФЦС», 2012. – 70 с.

4. СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения: Введ. 01.07.1986. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 47 с.

5. Сологаев В. И. Фильтрационные расчеты и компьютерное моделирование при защите от подтопления в городском строительстве: Монография / В. И. Сологаев. – Омск: Изд-во

СибАДИ, 2002. – 416 с.

6. Прогнозы подтопления и расчёт дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях: Справочное пособие к СНиП / А. Ж. Муфтахов и др. – М.: Стройиздат, 1991. – 272 с.

7. Типовые конструкции. Изделия и узлы зданий и сооружений. Серия 8.005-1. Конструкции пластовых дренажей. Выпуск 0. Материалы для проектирования. – М.: Фундаментпроект, 1986. – 40 с.

8. Дренажи для осушения городских территорий и защиты подземных сооружений. Альбом №84. – М.: МОСИНЖПРОЕКТ, 1963. – 113 с.

COMPARISON OF DATA ON NATURAL DRAINAGE CONSTRUCTION SURVEY WITH THE EXAMPLE ANALYTICAL CALCULATIONS NEWLY BUILT NEIGHBORHOOD IN THE CITY OF OMSK

O.M. Rusanova

Abstract. *The inaccuracy of analytical formulas used in the calculations of drainage systems entails the error in the determination of the unknown quantities, such as the radius of the drainage depression and water flow to the drainage facilities. In this article, a comparison of the values of the water inflow to the reservoir drainage, obtained by calculation, the actual performance of the drainage system. It is shown how essential difference between the estimated and actual consumption value. The object of the research is bedded drainage under the residential buildings under construction in the district of Omsk, as well as the design values of linear drains expenses.*

Keywords: *Formation drainage, flow, groundwater.*

REFERENCES

1. Antolik O.M., Sologae V.I. Problems of designing drainage structures. VESTNIK Omskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta, 2014, no1 (13), pp. 49-51.

2. SNiP 2.06.15-85 Injenernaja zashita territorii ot zatopenija i podtoplenija [CNR 2.06.15-85 Engineering protection of territories against flooding and waterlogging]. Moscow, CИTP Gosstroja SSSR, 1986. 20 p.

3. SP 103.13330.2012 Zashita gornyh vyrabotok ot podzemnyh i poverhnostnyh vod. Aktualizirovannaja redakcija SNiP 2.06.14-85 [SR Protection of mining on groundwater and surface water. The updated edition of CNR 2.06.14-85]. Moscow, FAY «FCS», 2012. 70 p.

4. SNiP 2.06.03-85 Meliorativnye sistemy i sooruzhenija [CNR 2.06.03-85 Drainage systems and facilities]. Moscow, CИTP Gosstroja SSSR, 1986. 47 p.

5. Sologae V.I. Filtracionnyie raschety i komputernoe modelirovanie pri zashite ot podtoplenija v gorodskom stroitelstve [Filtration calculations and computer modeling in the protection against flooding in urban construction]. Omsk, SibADI, 2002. 416 p.

6. Muftahov A.J., Korinchenko I.V., Grigoreva N.M., Sologae V.I., Shevchik A.P. Prognozy podtoplenija i raschet drenajnyh system na zastroivaemyh i zastroennyh territorijah: Spravochnoe posobie k SNiP [The forecasts of flooding and calculation of drainage systems in built-up and built-up areas: handbook to the CNR]. Moscow, Stroiizdat, 1991. 272 p.

7. Tipovye konstrukcii. Izdelija i uzly zdaniij i sooruzhenij. Serija 8.005-1. Konstrukcii plastyovyh drenazchej. Vipusk 0. Materialy dlja proektirovanija [Typical designs. Products and components of buildings. Series 8.005-1. Construction of reservoir drainage. Issue 0. Materials for Design]. Moscow, Fundamentproekt, 1986. 40 p.

8. Drenajy dlja osyshenija gorodskih territorii I zashity podzemnyh sooruzhenii. Album №84 [Drains for draining urban areas and protection of underground facilities. Album №84]. Moscow, MOSINJPROEKT, 1963. 113 p.

Русанова Ольга Михайловна (Омск, Россия) – аспирант кафедры Природообустройства, водопользования и охраны водных ресурсов ФГБОУ ВО ОмГАУ им. П.А. Столыпина

(644008, г. Омск, ул. Физкультурная, 2, e-mail: 2535999@mail.ru).

Olga M. Rusanova (Omsk, Russian Federation) – graduate student of the department of environmental engineering, water use and protection of water resources, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (644008, Fizkulturnaja street, 2, Omsk, Russian Federation, e-mail: 2535999@mail.ru).



УДК 69.034.96

О МОДЕЛИРОВАНИИ НАПОРНО-БЕЗНАПОРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ В ГОРОДСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.И. Сологаев

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), Россия, г. Омск

Аннотация. *В статье рассмотрена методология моделирования напорно-безнапорной фильтрации воды в городском строительстве. Особенностью такого процесса является наличие ползущей границы свободной поверхности воды в трещиновато-пористой среде, если рассматривать реальные нестационарные течения в зависимости от времени. Рассмотрен простейший одномерный случай напорно-безнапорной фильтрации воды. Изложена гипотеза теории фильтрации, которая позволяет вывести её на новый уровень представлений о движении воды в трещиновато-пористых средах с напорно-безнапорными течениями. В отличие от традиционной точки зрения, давление при нестационарной фильтрации на отрывающейся от водоупорной кровли свободной поверхности воды некоторое время остаётся в состоянии вакуума, то есть ниже атмосферного В качестве инструмента моделирования предложен авторский метод электронных таблиц. Движение ползущей границы предложено реализовывать с помощью условного оператора программирования. Указаны направления дальнейшего развития предложенной методологии.*

Ключевые слова: *теория фильтрации, напорно-безнапорные течения, подтопление.*

ВВЕДЕНИЕ

Теория фильтрации подразделяется на гидравлическую и гидродинамическую [1, 2]. Связь гидродинамической и гидравлической теорий фильтрации и способы их линеаризации при исследовании вопросов подтопления территорий грунтовыми водами аналитическими методами исследовал Н.П. Куранов [3]. Гидравлическая теория фильтрации воды, по терминологии П.Я. Полубариновой-Кочиной [4], подразумевает осреднение потока воды по высоте. При этом движение воды происходит по порам и трещинам, подчиняясь закону Дарси [5]. Гидравлическая теория фильтрации воды находит широкое применение в гидрогеологии, водоснабжении, при защите от подтопления городов и сельскохозяйственных

территорий [6]. Её основной принцип состоит в том, что движение подземных вод упрощают до одномерного. Практика защиты от подтопления показывает, что детерминированный подход доминирует среди инженеров и гидрогеологов. Толщину фильтрационного потока гидрогеологи обычно называют мощностью водонасыщенного слоя, что не имеет ничего общего с понятием мощности, принятым в физике. Мощность фильтрационного потока – это толщина или высота слоя грунта или искусственного трещиновато-пористого материала, считая от водоупорной подошвы внизу этого слоя до верхней высотной отметки слоя с водой. В зависимости от этой верхней отметки поток может быть напорным или безнапорным. В первом случае, если на отметке верха водонасыщенного слоя давление в воде