Научная статья
Original article
УДК 69

ВИДЫ И СПОСОБЫ ВОДОПОНИЖЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

TYPES AND METHODS OF GROUNDWATER DRAINAGE IN CONSTRUCTION

Обухов Павел Владиславович, Студент 2 курс магистратуры По направлению подготовки 08.03.01 Строительство, Кафедра «Технологии строительного производства», Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Санкт-Петербург
Научный руководитель: Юдина Антонина Фёдоровна

Obukhov Pavel Vladislavovich, 2nd year master student In the direction of preparation 08.03.01 Construction, Department "Technologies of building production", St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, St. Petersburg
Scientific adviser: Yudina Antonina Fedorovna

Аннотация. В статье рассматриваются виды и способы водопонижения грунтовых вод в строительстве. Приводятся факторы, обуславливающие выбор способа понижения уровня грунтовых вод, и классификация способов водопонижения по методу, глубине и времени проведения работ. Выявляются наиболее эффективные способы понижения уровня грунтовых вод и

особенности их действия. Рассматриваются условия и механизм функционирования иглофильтровых установок, приводятся конструкция и специфика лёгких и эжекторных иглофильтров.

Annotation. The article discusses the types and methods of groundwater dewatering in construction. Factors are given that determine the choice of a method for lowering the level of groundwater, and the classification of methods of dewatering according to the method, depth and time of work. The most effective ways of lowering the level of groundwater and the features of their action are revealed. The conditions and mechanism of operation of wellpoints are considered, the design and specifics of light and ejector wellpoints are given.

Ключевые слова: подтопление, грунтовые воды, водопонижение, строительство, иглофильтры.

Key words: flooding, groundwater, dewatering, construction, wellpoints.

Подтопление представляет собой повышение уровня грунтовых вод до критических значений, делающих невозможными безопасное проведение строительных работ и эксплуатацию отдельных зданий и территории в целом [1]. Повышение уровня грунтовых вод приводит к увеличению увлажнения земли, активизации процессов засоления почвы, просадочности отдельных местностей, коррозии металлических конструкции, увеличению водонасыщенности оснований и резкому ухудшению состояния подвальных помещений, что впоследствии приводит к деформации зданий. С целью недопущения таких последствий на время проведения строительных работ осуществляются мероприятия по водопонижению – искусственному понижению пьезометрической либо свободной поверхности грунтовых вод [2]. Существует ряд разновидностей водопонижения, применяемых в зависимости от средовых факторов, свойств грунтов, размеров осушаемой территории и характеристик используемых технических средств. Учёт особенностей каждого из способов позволит сделать рациональный выбор в каждом конкретном случае, что обуславливает значимость исследования

характеристик существующих способов искусственного понижения уровня грунтовых вод.

Целью работы является изучение видов и способов водопонижения грунтовых вод в строительстве. Для её достижения были использованы методы анализа и синтеза научных публикаций и литературных источников по рассматриваемой теме.

Водопонижение используется для временного снижения гидростатического напора грунтовых вод для формирования более благоприятных и безопасных условий проведения строительных работ [3]. Выбор способа понижения уровня грунтовых вод зависит от условий их питания, условий залегания и свойств грунта, водопроницаемости осушаемых грунтов, мощности водоносного горизонта, масштабов осушаемой зоны и доступных технических средств водопонижения.

Все способы водопонижения могут быть классифицированы по следующим признакам [4]:

1. По глубине проведения работ:
   - поверхностное водоотведение, заключающееся в поверхностном бурении скважин вокруг котлована с целью формирования стабильной депрессионной воронки, которая обеспечивает продавливание воды по скважинам вниз;
   - подземное водопонижение, предполагающее бурение скважин со дна выработки и используемое в сложных гидрогеологических условиях;
   - комбинированное понижение уровня грунтовых вод, сочетающее бурение скважин из подземных выработок и с поверхности участка и применяющееся в случае невозможности проведения осушения участка только с поверхности.
2. По времени проведения работ:

- предварительное водоотведение, осуществляемое до начала строительства в случае наличия мощных водоносных слоёв;
- параллельное водопонижение, проводимое одновременно с выкапыванием траншеи или котлована.

3. По методу:

- открытый метод, предполагающий защиту котлована сплошными укрепляющими откосы шпунтовыми либо свайными стенками, обеспечивающими поступление воды точечно в водосборники, расположенные на уровне дна;
- закрытый способ, заключающийся в бурении на территории строительной площадки приёмных колодцев, из которых по мере наполнения откачивается вода с использованием гравитационного или вакуумного метода;
- уплотнение грунта, могущее осуществляться посредством цементации, заморозки, битумизации, силикатизации и электросиликатизации и являющееся долговечным для всех способов, кроме заморозки;
- пневматическое водоотведение, предполагающее нагнетание давления в глубине грунта, что позволяет быстро и эффективно отводить воду по вертикали и горизонтали, однако результат получается краткосрочным;
- электроосмотическая фильтрация, основанная на эффекте устремления воды к расположенному в грунте отрицательно заряженному катодному электроду при пропускании постоянного электрического тока через пористый материал или обводнённый грунт [5];
- с применением иглофильтровых установок, погружающихся в грунт гидравлическим способом и обеспечивающих откачку воду, могущую содержать различные примеси.

Самыми эффективными являются два последних способа водопонижения. Так, электроосмос обеспечивает не только понижение уровня грунтовых вод, но и существенно повышает несущую способность грунта и уменьшает его растворимость водой. Иглофильтровые установки наиболее широко используются в случае значительного притока грунтовых вод [6]. Они могут использоваться на песчаных, супесчаных, песчано-гравелистых и глинистых грунтах с коэффициентом фильтрации от 1 до 50 м/сут и в траншеях глубиной до 8,5 м.

Иглофильтр представляет собой металлическую трубу диаметром 45-60 мм, устье которой перфорировано и содержит режущий наконечник длиной около 1 м. [7]. Он помещается непосредственно в водоносный грунт, снабжаясь латунной сеткой либо капроновой тканью с целью недопущения попадания через отверстия в процессе всасывании воды частиц грунта. До начала монтажа иглофильтровых установок выполняется следующий комплекс работ [8]:

- разбиение оси всасывающего коллектора;
- определение места расположения насосных агрегатов;
- перемещение иглофильтровых установок в зону работ;
- в случае отсутствия водопровода – выбор источника водоснабжения для насосной станции и погружения иглофильтров;
- подготовка труб, лотков и канав для отвода откачиваемой воды;
- рытьё траншеи для размещения всасывающего коллектора.

На практике для водопонижения применяются лёгкие и эжекторные иглофильтры [9]. Понижение уровня грунтовых вод при помощи лёгких иглофильтров основано на формировании и поддержании вакуума самовсасывающими насосами имеющей широкое разветвление сети иглофильтров, погружаемых в грунт и соединяемых с коллектором резиновыми шлангами. Фильтры засасывают грунтовую воду во всасывающий коллектор, из которого она откачивается насосами за границы

осушаемого участка. Во всасывающем коллекторе при работе насосного агрегата иглофильтровой установки поддерживается вакуум на уровне 500-700 мм рт. ст.

Лёгкий иглофильтр имеет вид колонны труб длиной до 8,5 м и диаметром 46-50 мм. В нижней части колонны расположено фильтровое звено, состоящее из наружной и внутренней труб. Вся поверхность наружной трубы равномерно покрыта распределёнными отверстиями и обмотана спиралью, на которую натягивается фильтрационная сетка. Внутренняя труба снабжена открытым нижним концом. Фильтровое звено оканчивается наконечником с шаровым клапаном. Погружение каждого иглофильтра в грунт осуществляется на глубину 7-9 м посредством гидроподмыва, с использованием давления струи воды.

Лёгкие иглофильтры используются для водопонижения на глубину до 4-5 м [10]. В случае необходимости понижения уровня грунтовых вод более чем на 5 м может использоваться метод многоярусного расположения лёгких иглофильтров либо водопонижение при помощи эжекторных иглофильтров. Применение последних также целесообразно в грунтах, характеризующихся небольшим коэффициентом фильтрации (0,1-5 м/сут), при близком расположении водоупора (2-3 м от дна траншеи) и при откачке газонасыщенных грунтовых вод. Часть эжекторных иглофильтров эффективна при щитовой проходке, когда в грунтах с коэффициентом фильтрации 3-50 м/сут требуется понижение уровня грунтовых вод до 15-16 м от земной поверхности.

Эжекторные иглофильтры снабжены эжектором, представляющим собой водоструйный насос, обеспечивающий подъём воды. Принцип их работы основан на действии водоструйного насоса: струя воды захватывает с нижнего уровня некоторое количество воды и поднимает его на более высокий уровень. Эжекторы иглофильтров хорошо функционируют и в случае размещения выше уровня воды. Подбор иглофильтров осуществляется в зависимости от высоты подъёма и коэффициента фильтрации грунта.

Таким образом, водопонижение грунтовых вод с применением лёгких и эжекторных иглофильтровых установок является оптимальным методом по скорости монтажа и запуска оборудования, финансовым затратам и времени осушения. Этот способ показывает наибольшую эффективность при значительном притоке грунтовых вод и отличается адаптивностью, поскольку при необходимости возможно увеличение либо уменьшение количество иглофильтров или насосов.

Список литературы

1. Татембаев С.Е., Мусабаев Т.Т. Проблема грунтовых вод в городе Астана // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 21 (103). – С. 22-24.
2. Клиорина Г.И. Инженерное обеспечение строительства. Дренаж территории застройки: учеб. пособие для вузов / Г.И. Клиорина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2022. – 181 с.
3. Шуплик М.Н. Анализ специальных способов строительства подземных сооружений в городских условиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № S1. – С. 523-546.
4. Игидов Т.Ш. Водопонижение грунтовых вод как необходимая задача начального этапа строительства // Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур (SAFETY2017): сборник материалов международной конференции. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Строительный институт; НИЦ Надёжность и ресурс больших систем и машин УрО РАН; Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union; MARUEEB. – 2017. – С. 349-355.
5. Сологаев В.И. О применении электроосмоса при защите от подтопления земель // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (27). – С. 122-129.

6. Хамзин С.К., Карасев А.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие для строит. спец. вузов. – М.:ООО «БАСТЕТ», 2006. – 216 с.
7. Клиорина Г.И. Инженерная подготовка городских территорий: учеб. для СПО / Г.И. Клиорина, В.А. Осин, М.С. Шумилов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2022. – 331 с.
8. Лазарев Ю.Г. Строительство наружных сетей водопровода и канализации: учеб. пособие / Ю.Г. Лазарев, М.П. Клековкина; СПбГАСУ. – СПб., 2014. – 105 с.
9. Игошева Л.А., Гришина А.С. Обзор основных методов укрепления грунтов основания // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 5-21.
10. Обследование и усиление оснований и фундаментов зданий и сооружений при реконструкции: метод. указания. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Е.Г. Пахомова, 2017. – 26 с.

Bibliography

1. Tatembaev S.E., Musabaev T.T. The problem of groundwater in the city of Astana // Problems of modern science and education. - 2017. - No. 21 (103). - S. 22-24.
2. Kliorina G.I. Engineering support of construction. Drainage of the building area: textbook. allowance for universities / G.I. Kliorin. - 2nd ed., Rev. and additional – M.: Publishing house Yurayt, 2022. – 181 p.
3. Shuplik M.N. Analysis of special methods for the construction of underground structures in urban conditions // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). - 2014. - No. S1. - S. 523-546.
4. Igidov T.Sh. Dewatering of groundwater as a necessary task of the initial stage of construction // Problems of safety of building critical infrastructures (SAFETY2017): collection of materials of the international conference. Ural Federal University the first President of Russia B.N. Yeltsin, Construction

Institute; Research Center Reliability and resource of large systems and machines of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Co-funded by the Erasmus+ Program of the European Union; MARUEEB. - 2017. - S. 349-355.

5. Sologaev V.I. On the use of electroosmosis in the protection against flooding of land // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. - 2017. - No. 3 (27). - S. 122-129.
6. Khamzin S.K., Karasev A.K. Construction technology. Course and diploma design: textbook. allowance for construction. specialist. universities. - M.: LLC "BASTET", 2006. - 216 p.
7. Kliorina G.I. Engineering preparation of urban areas: textbook. for free software / G.I. Kliorina, V.A. Osin, M.S. Shumilov. - 2nd ed., Rev. and additional – M.: Publishing House Yurayt, 2022. – 331 p.
8. Lazarev Yu.G. Construction of external networks of water supply and sewerage: textbook. allowance / Yu.G. Lazarev, M.P. Klekovkin; SPbGASU. - St. Petersburg, 2014. - 105 p.
9. Igosheva L.A., Grishina A.S. Review of the main methods of strengthening the foundation soils // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Construction and architecture. - 2016. - V. 7, No. 2. - S. 5-21.
10. Inspection and strengthening of foundations and foundations of buildings and structures during reconstruction: method. instructions. - Kursk: South-West. state un-t; comp. E.G. Pakhomova, 2017. - 26 p.

© Обухов П.В., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Обухов П.В., ВИДЫ И СПОСОБЫ ВОДОПОНИЖЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В СТРОИТЕЛЬСТВЕ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.