

*Евстафьев Алексей Александрович*

*Студент (магистратуры) промышленное и гражданское строительство:*

*технологии и организация строительства*

*Чувашский Государственный университет им. И.Н. Ульянова*

*(Россия, г. Чебоксары)*

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОПОНИЖЕНИЯ И ДРЕНАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОТЛОВАНОВ**

*Аннотация:* Эффективное управление грунтовыми водами и осушение строительных котлованов являются неотъемлемыми компонентами успешной реализации многих строительных проектов. Потенциальные риски, связанные с высоким уровнем грунтовых вод, включают затопление котлованов и структурные повреждения. Однако, применение адекватных методов водопонижения и осушения позволяет минимизировать эти риски и обеспечить стабильность строительного процесса. Данная публикация посвящена анализу ключевых принципов и преимуществ водопонижения и осушения строительных котлованов, а также роли квалифицированных специалистов в обеспечении их эффективности.

*Ключевые слова:* водопонижение грунтовых вод; водоотлив; дренаж; иглофильтры; водопонизительные скважины; строительная площадка; здания и сооружения; поверхностный, подземный и комбинированный способы.

*Annotation:* Effective groundwater management and the drainage of construction excavations are integral components of the successful implementation of many construction projects. The potential risks associated with high groundwater levels include the flooding of excavations and structural damage. However, the use of appropriate water-retention and drainage techniques can minimize these risks and ensure the stability of the construction process. This article aims to analyze the key principles and benefits of water-retention and drainage in construction excavations, as well as the role of skilled professionals in ensuring their effectiveness.

*Keywords: groundwater lowering; water pumping; drainage; needle filters; water-lowering wells; construction site; buildings and structures; surface, underground, and combined methods*

## **Принципы водопонижения и осушения**

Водопонижение грунтовых вод основано на принципе управления уровнем воды в котловане. Для этого применяются различные методы, включая использование дренажных систем и осушительных установок. Дренажные системы позволяют собирать и отводить излишки грунтовых вод, предотвращая их накопление в котловане. Осушительные установки, такие как иглофильтры и водопонижение скважинами, активно снижают уровень грунтовых вод.

Одним из наиболее распространенных методов водопонижения является использование иглофильтров. Иглофильтры — это трубчатые элементы, которые вставляются в грунт и позволяют пропускать воду через себя, задерживая частицы грунта. Они эффективно снижают уровень грунтовых вод, предотвращая их подъем и затопление котлована. Иглофильтры могут быть установлены на разных глубинах и варьироваться в размерах в зависимости от требований проекта.

Помимо иглофильтров, водопонижение скважинами также широко используется для снижения уровня грунтовых вод в котлованах. Этот метод заключается в активном откачивании грунтовых вод через скважины с помощью насосных систем. Водопонижение скважинами эффективно снижает уровень грунтовых вод на больших глубинах и обеспечивает стабильный контроль над уровнем грунтовых вод в котловане. Преимуществом водопонижения скважин является его эффективность даже в условиях высокого подземного давления. Кроме того, этот метод позволяет более точно регулировать уровень воды и адаптироваться к изменениям в грунтовых условиях.

Комбинированный подход, сочетающий использование иглофильтров и скважин, часто применяется для достижения оптимальных результатов. Это позволяет использовать преимущества обоих методов и эффективно справляться с различными условиями грунта и уровнями воды. Комбинация иглофильтров

и скважин дает возможность более глубокого и полного осушения котлована, обеспечивая безопасные и стабильные условия для строительства.

### **Преимущества водопонижения и осушения котлованов**

Водопонижение и осушение обеспечивают безопасность и устойчивость работ на стройплощадке. Снижение уровня грунтовых вод предотвращает оползни, обвалы и другие нежелательные геологические явления, создавая безопасные условия для работников и оборудования.

Также эти технологии помогают предотвратить повреждение строительных конструкций и затопление котлованов. Грунтовые воды могут негативно влиять на фундаменты зданий, подвесные конструкции и другие элементы инфраструктуры. Правильное осушение грунта гарантирует сохранность конструкций и предотвращает потери, связанные с ремонтами и восстановлением.

Кроме того, применение технологий водопонижения способствует увеличению производительности строительства и сокращению времени выполнения проекта. Благодаря созданию оптимальных условий для строительных работ, эти методы позволяют ускорить процесс строительства, сократить время ожидания и улучшить планирование. Это особенно важно в случаях, когда соблюдение жестких сроков является критическим фактором для успеха проекта.

Дополнительным преимуществом является снижение затрат на ремонт и поддержание условий работы. Предотвращение затопления и повреждения конструкций значительно сокращает расходы, связанные с восстановлением и внесением изменений в уже выполненные работы. Кроме того, устранение проблем, связанных с грунтовыми водами, уменьшает необходимость в постоянном обслуживании и поддержании систем, что экономит ресурсы и улучшает долгосрочную экономическую эффективность проекта.

### **Роль профессионалов и инженеров при водопонижении и осушении**

Для успешного водопонижения и осушения строительных котлованов необходимо обращаться к опытным профессионалам и инженерам. Профессиональное проектирование и планирование являются ключевыми факторами при выборе оптимальных методов водопонижения и осушения. Компетентные специалисты учитывают геологические условия, характеристики грунта и требования проекта, чтобы разработать наиболее эффективную стратегию водопонижения.

Инженерные исследования и анализ грунтовых условий также являются неотъемлемой частью процесса водопонижения и осушения. Грунтовые исследования позволяют получить информацию о гидрогеологическом состоянии местности, определить уровень грунтовых вод, идентифицировать особенности грунта и прогнозировать его поведение при осушении. Эти данные помогают инженерам принимать обоснованные решения и создавать наиболее эффективные системы водопонижения и осушения.

Сотрудничество с компаниями, специализирующимися на водопонижении, является важным аспектом для успешной реализации проектов. Они обладают необходимыми знаниями, опытом и специализированным оборудованием для эффективного выполнения задач по водопонижению и осушению котлованов. Компетентные специалисты смогут разработать индивидуальный план осушения, подобрать оптимальные методы и обеспечить надежное функционирование системы водопонижения.

Кроме того, профессионалы в области водопонижения могут предоставить консультации и сопровождение на протяжении всего процесса строительства. Они будут контролировать и анализировать уровень грунтовых вод, осуществлять регулировку системы и вносить необходимые корректировки в случае изменения условий. Это поможет избежать проблем и минимизировать риски, связанные с грунтовыми водами.

## **Методы водопонижения**

Выбор оптимального метода или их комбинации зависит от конкретных геологических и гидрогеологических условий на объекте строительства. Далее мы подробно рассмотрим особенности каждого из распространенных способов водопонижения на строительной площадке.

### **Подземный метод**

Основан на откачке избыточной воды из водоносных слоев грунта. Для этого используются водопонижительные скважины и насосное оборудование.

Скважины бурятся в непосредственной близости от строящегося сооружения. Их глубина определяется залеганием водоносных пластов. В скважины опускаются погружные насосы, откачивающие воду на поверхность.

Благодаря откачке создается воронка пониженного уровня грунтовых вод вокруг котлована или траншеи. Это позволяет вести строительство «всухую», без затопления грунтовыми водами.

Подземный метод водопонижения широко применяется при строительстве подвальных этажей, фундаментов глубокого заложения, тоннелей и других подземных объектов. Он эффективен в плотных грунтах с высокими фильтрационными свойствами.

Еще один эффективный подземный способ - использование дренажей. Суть его заключается в размещении в грунте специальных труб с отверстиями или прорезями, через которые происходит отвод избыточной влаги из почвы. Эта вода стекает внутрь дренажных труб и направляется по ним к местам сбора и откачки.

Такие дренажные системы располагаются на определенной глубине под землей. Благодаря их применению удастся эффективно контролировать уровень грунтовых вод в зоне строительства зданий и предотвращать затопление подземных помещений. Дренажи позволяют быстро отводить избыток влаги из почвы, не допуская подтопления территории. Это особенно актуально при возведении фундаментов и подвалов.

### **Комбинированный метод водопонижения**

Комбинированный подход к водопонижению подразумевает одновременное использование разных технологий для максимально эффективного снижения уровня грунтовых вод на строительной площадке.

Суть этого подхода заключается в том, чтобы подобрать оптимальную комбинацию систем дренажа, вертикального и наклонного бурения скважин, вакуумирования, электроосмоса и других методов, учитывая специфику геологических условий конкретного участка.

Применение сразу нескольких взаимодополняющих технологий позволяет получить наибольший синергетический эффект в борьбе с избытком грунтовой влаги. Это особенно актуально при реализации масштабных проектов в сложных городских условиях, где традиционные одиночные методы часто оказываются недостаточно эффективными.

Комбинированный метод водопонижения способствует сокращению сроков строительства, повышению безопасности работ и снижению рисков, связанных с неожиданным притоком грунтовых вод на площадку. Грамотное сочетание технологий - залог успешной реализации сложных инфраструктурных проектов в зонах с непростыми гидрогеологическими условиями.

#### Поверхностный метод водопонижения

Поверхностный способ основан на создании системы открытого дренажа для отвода избыточной воды с поверхности строительной площадки или прилегающей территории. Для этого применяют различные решения - канавы, кюветы, водоотводящие трубы, насосные станции. Происходит изменение направления движения поверхностных и грунтовых вод, что приводит к снижению их уровня.

Достоинства метода - экономичность и относительная простота. Эффективность зависит от соблюдения всех требований к проектированию системы дренажа с учетом особенностей местности. При правильном применении поверхностный метод позволяет избежать проблем из-за избытка грунтовых вод - эрозии, заболачивания, снижения несущей способности грунта.

Актуален для строительства, горнодобывающей промышленности, сельского хозяйства.

### **Водопонижение с помощью иглофильтров**



Основано на применении специальных тонких пористых пластиковых труб, которые погружаются в проблемные участки грунта. Благодаря высокой пористости стенок этих труб происходит эффективная фильтрация и отвод избыточной влаги из почвы.

Достоинством этого метода является возможность локального воздействия на зоны с повышенным уровнем грунтовых вод без нарушения поверхности участка. Система иглофильтров монтируется быстро и проста в эксплуатации. Она обеспечивает надежное снижение уровня воды за счет большой площади фильтрации через множество труб. При этом метод абсолютно экологичен, так как не сопряжен с вредными выбросами.

Иглофильтры широко применяются при возведении фундаментов, подземных конструкций, для защиты от подтопления территорий. Этот метод

демонстрирует высокую эффективность в задачах водопонижения в самых разных условиях.

#### **Закрытые или подземные системы водопонижения**

Предназначены для управления уровнем грунтовых вод, не нарушая при этом ландшафта поверхности. Их главное предназначение - эффективно отводить избыточную влагу из почвы, сохраняя естественный облик местности и не нанося ущерба окружающей среде.

Одним из примеров таких скрытых систем является дренажная канализация - сеть труб с прорезями, уложенных под землёй на определённой глубине. Они обеспечивают равномерный отвод воды из грунта без локальных перегрузок.

Главные достоинства закрытых систем в сравнении с открытыми дренажами - сохранение ландшафта, большая безопасность, снижение риска повреждения окружающей среды. Кроме того, они обладают большим сроком службы при грамотном проектировании. Закрытые системы водопонижения - современный высокотехнологичный метод, обеспечивающий надёжный контроль грунтовых вод.

#### **Электроосмос**

Представляет собой инновационный метод водопонижения, основанный на использовании электрических полей для удаления влаги из грунта.

Принцип действия этого метода заключается в следующем: в проблемный грунт погружают электроды и подключают их к источнику постоянного тока. Под воздействием электрического поля поляризованные ионы в воде начинают активно перемещаться от анода к катоду сквозь поры грунта. Это движение ионов и вызывает фильтрацию лишней влаги, осушая грунт.

Главные преимущества электроосмоса как метода водопонижения - экологичность, визуальная скрытность, низкое энергопотребление, возможность управления в режиме реального времени. Однако для эффективного применения требуется точный расчёт параметров системы с учётом грунтовых условий. При грамотном подходе электроосмос демонстрирует высокую результативность и

является перспективным направлением в области строительного водопонижения.

### **Чем обоснована популярность водопонижения иглофильтрами**

Во-первых, этот метод водопонижения на строительной площадке отличается высокой результативностью в понижении уровня грунтовых вод за счет обширной площади фильтрации через многочисленные трубки-фильтры. Во-вторых, система иглофильтров технологична и проста в монтаже, не требует сложного дополнительного оборудования.

Еще одно достоинство - возможность локального воздействия только на проблемную зону с избыточным уровнем воды. Кроме того, этот метод экологичен и позволяет не нарушать поверхность грунта. С экономической точки зрения применение иглофильтров также выгодно благодаря относительно невысоким затратам.

Наконец, иглофильтры демонстрируют универсальность, их можно эффективно использовать для решения разнообразных задач водопонижения. Таким образом, совокупность преимуществ делает этот метод востребованным и конкурентоспособным.

### **Выбираем способ водопонижения**

В первую очередь, необходимо учитывать геологические и гидрогеологические особенности конкретной площадки: типы грунтов, глубину залегания и характер движения подземных вод. Это определяет применимость тех или иных технологий строительного водопонижения.

Также важно оценить требуемый уровень понижения воды и общий объем предстоящих работ. От этого зависит производительность системы водопонижения. Немаловажны технические возможности и бюджет проекта, которые накладывают ограничения на применение дорогих сложных методов.

Наконец, выбор технологии водопонижения определяется временными рамками, экологическими рисками и другими особенностями объекта. Учет всех этих факторов позволяет подобрать оптимальное решение для успешного осуществления проекта.

Если земляные и другие строительные работы производятся заблаговременно, подготовленные водопонижительные системы должны обеспечить возможность ввода в действие водопонижительных устройств, установок и средств с определенным опережением развития водопонижения по сравнению с развитием земляных и других строительных работ. С другой стороны, при производстве земляных работ должна предусматриваться подготовка, в первую очередь, берм и площадок, на которых производится погружение иглофильтров, забуривание скважин и размещение насосных установок, устройство зумпфов и (после ввода в действие насосных станций открытого водоотлива) разработка передовых траншей и водоотводных канав. Последние разрабатываются обычно драглайнами или канавокопателями в направлении от зумпфов к водораздельным точкам. Эти устройства в крупных и долго существующих котлованах должны совмещаться с сетью ливнеотводов и водосборников, предназначенных для поверхностных вод.

Водопонижительные установки и устройства, включая сеть водостоков, зумпфов и водосборников, должны размещаться так, чтобы не создавать стеснений для работы землеройного и другого строительного оборудования и транспорта, не препятствовать строительству и эксплуатации соседних сооружений, разработкам полезных ископаемых и т.п.

В то же время при устройстве съездов в котлованы, транспортных коммуникаций и размещении строительного оборудования следует учитывать необходимость эффективного расположения водопонижительных устройств.

Во избежание лишних непроизводительных затрат все строительные работы, которые ведутся с применением водопонижения, должны выполняться без перерывов и в минимальные сроки.

При подводной разработке грунтов вместе с ними удаляется то или иное (в зависимости от метода работ) количество воды; это приводит к соответствующему притоку в котлован подземных вод и некоторому снижению их уровня. В глубоких котлованах для обеспечения возможности их разработки зеркало воды в них приходится специально понижать с помощью открытого

водоотлива. Необходимость в этом возникает и при осушении котлована для производства дальнейших работ. Такая откачка должна вестись равномерно и соответствовать темпам развития водопонижения в окружающем котлован грунтовом массиве. При необходимости ускорения процесса осушения котлована (понижения зеркала воды в нем) во избежание нарушения устойчивости его откосов и дна следует дополнительно применять иглофильтры, вакуумные или открытые водопонизительные скважины.

Необходимо осуществлять также взаимоувязку работ на соседних объектах, так как при производстве водопонизительных работ понижение уровня подземных вод развивается далеко за пределы того объекта, для которого оно непосредственно предназначено. Это обстоятельство следует по возможности использовать при строительстве соседних подземных сооружений. Но иногда оно может и ухудшить условия строительства смежных объектов, если там, например, будут осушены грунты, разрабатываемые методами гидромеханизации. В другом случае разрабатываемый подводным способом котлован, представляющий собой открытый водоем, может послужить причиной увеличения притока в соседние котлованы, разрабатываемые насухо.

Мероприятия для предотвращения всех вышеуказанных отрицательных последствий производства работ должны отвечать особенностям застройки и состоянию сооружений в районе работ. Должны приниматься меры защиты и непосредственно для самих сооружений. Для этого перед началом работ по водопонижению необходимо обследовать техническое состояние зданий и сооружений, находящихся в зоне работ, а также уточнить расположение подземных коммуникаций.

Обследование зданий, сооружений и подземного хозяйства следует производить, в основном, перед составлением проекта водопонижения. В результате должны быть получены сведения, необходимые для принятия решения о мерах по обеспечению сохранности всех промышленных и гражданских объектов в зоне водопонизительных работ в процессе их производства. Надлежащее внимание должно быть уделено и объектам

водоснабжения, питающимся подземными водами, уровень которых предполагается понизить.

Одновременно необходимо получить согласие и разрешение соответствующих организаций на производство буровых и водопонизительных работ.

Перед обследованием следует предварительно ознакомиться с проектной и исполнительной документацией по сооружениям в зоне работ. В отдельных случаях могут потребоваться специальные работы для уточнения трасс сетей, некоторых элементов конструкций каких-либо ответственных или ценных в культурно-историческом отношении зданий и сооружений (например, шурфовочные и обмерные работы и т.п.). Проведение указанных обследований и получение разрешения на производство работ входит в обязанности основного заказчика, программу необходимых обследований следует согласовывать с проектной организацией.

Данные, полученные в результате обследования зданий и сооружений, должны приниматься во внимание при составлении проектов производства работ. При этом строительная организация должна проверить соответствие действительного состояния зданий, сооружений и коммуникаций принятому за основу в проекте и установить возможность соблюдения действующих правил техники безопасности, в частности:

- а) бурения и прокладки трубопроводов вблизи существующих кабелей и трубопроводов, проложенных в земле;
- б) безопасного приближения буровых установок с высокими мачтами к воздушным ЛЭП и др.

Началу производства работ должны предшествовать планировка и расчистка территории (от леса, мусора и т.п.) для возможности свободного применения предусмотренных машин и механизмов.

Необходимо осуществлять взаимоувязку водопонизительных, земляных и других общестроительных работ так, чтобы обеспечивалась их высокая эффективность. В то же время при комплексной организации строительства

следует создавать благоприятные условия для ведения водопонижительных работ. При необходимости внесения изменений в принятую методику тех или других работ приоритет должны иметь более эффективные решения.

### **Заключение**

Водопонижение и осушение строительных котлованов необходимы для обеспечения безопасности, стабильности и эффективности строительных проектов. Они позволяют снизить риски повреждения конструкций, предотвратить затопления и увеличить производительность работ. Сотрудничество с опытными профессионалами и использование современных методов и технологий водопонижения гарантируют успешную реализацию проекта и достижение поставленных целей.

### Список литературы:

1. Абрамов С. К. Гидрогеологические расчеты вертикальных дренажей при осушении угольных месторождений. Углетехиздат, 1955.
2. Абрамов С. К. Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве. Стройиздат, 1967.
3. Абрамов С. К., Скиргелло О. Б. Осушение шахтных и карьерных полей. «Недра», 1968. Абрамов С. К., Семенов М. П., Чалнцев А. М. Водозаборы подземных вод. Госстройиздат, 1956.
4. Аверьянов С. Ф. Горизонтальные дренажи при борьбе с засолениями орошаемых земель. Сельхозгиз, 1959.
5. Аргунов П. П., Ярцев В. К. Понижение грунтовых вод при производстве строительных работ. Академия архитектуры УССР, 1955.
6. Арутюнян Р. Н., Казаков Б. М., Клейман Д. Б. Скважины для вакуумного водопонижения в слоистых грунтах. «Основания, фундаменты и механика грунтов», 1965, № 3.
7. Боголюбов К. С. Опыт применения установки вакуумного водопонижения УВВ-1. «Основания, фундаменты и механика грунтов», 1966, № 4.
8. Бочеввер Ф. М., Веригин Н. Н. Методическое пособие по расчетам эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения. Госстройиздат, 1961.
9. Бочеввер Ф. М. Приближенные гидрогеологические расчеты крупных водозаборов и водопонизительных установок (обобщенные системы взаимодействующих скважин). Изд. ВНИИ ВОДГЕО, 1961.
10. Бочеввер Ф. М., Гармонов Н. В., Лебедев А. В., Шестаков В. М. Основы гидрогеологических расчетов. «Недра», 1965.
11. Бочеввер Ф. М., Язвин Л. С. Неустановившееся напорно-безнапорное движение подземных вод к водозаборам. «Вопросы гидрогеологических расчетов водозаборов и дренажей», сб. № 5. Стройиздат, 1968.

## АНКЕТА АВТОРОВ

<b>Анкета авторов</b>	<b>Автор</b>
Фамилия, имя, отчество автора (полностью)	Евстафьев Алексей Александрович
Город	Чебоксары
Место работы или учебы (полностью)	ФГБОУ ВО «Чувашский Государственный университет им. И.Н. Ульянова», строительный факультет
Должность или курс с указанием кафедры или подразделения	ЗСМ-01-24 Кафедра промышленное и гражданское строительство: технологии и организация строительства
Ученая степень, ученое звание (при наличии)	Магистрант
Нужен ли сертификат о публикации	<b>да</b>
E-mail	Sf14011996@mail.ru
Контактный телефон	<b>нет</b>