

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

В статті наведені результати робіт з підвищення надійності інженерних рішень цивільного будівництва у випадку складних інженерно-геологічних умов.

В статье приведены результаты работ по повышению надежности инженерных решений гражданского строительства в случае сложных инженерно-геологических условий.

The research results on increasing the reliability of civil engineering approaches in cases of difficult engineering-geological conditions are presented in the paper.

Постановка проблемы. Проектирование зданий и сооружений в сложных условиях относится к решению слабоструктурированных задач. Достаточная точность существующих методов расчета зданий и сооружений зависит от достоверности исходных данных, а погрешность результатов расчетов не превышает допустимых пределов. Подобные вопросы возникают и при реконструкции или изменении функционального назначения зданий. Нередко в практике проектирования и строительства возникает необходимость в оценке геодинамической активности территории, прогнозе происходящих изменений состояния горных пород массива во времени, определении состояния инженерных сооружений и разработки защитных мероприятий по усилению как основания зданий и сооружений, так и строительных конструкций. Проектирование объектов, основанных на использовании слабоструктурированных задач, производится на основании интуитивных представлениях специалистов. Достоверность проектных решений в ряде случаев требует применения комплексных методов, включающих общинженерные методы обследования состояния строительных конструкций, методы механики грунтов, инженерной геологии и геофизики [1].

Строительство крупных объектов промышленно-гражданского, социально-культурного назначения оказывает существенное техногенное воздействие на инженерно-геологические процессы, происходящие в массиве, и нередко активизируют их.

Цель и методика исследований. Целью проводимых исследований являлось повышение надежности инженерных решений при проектировании и строительстве в сложных условиях.

Методика выполненных исследований содержала использование как обычных (традиционных) инженерно-геологических и гидрогеологических, так и специальных методов исследований, выбор которых обуславливался сложностью инженерно-геологических условий, структурно-тектонического строения и общего состояния горного массива, а также особенностями его подработки.

Для количественной оценки роли отдельных природных или инженерных факторов в развитии геологических процессов, для оценки деформации и состояния массива пород и развития инженерно-геологических процессов, а также для прогноза различных неблагоприятных процессов применяются расчетные методы, методы моделирования и др.

Преимущества методов моделирования заключается в возможности охарактеризовать состояние массива в целом как результат действия не одного, а многих факторов. Кроме того, необходимы специальные наблюдения по достаточно большому числу объектов, обобщение опыта строительства и высокая квалификация инженеров-геологов.

Специальные методы исследований включали методы структурного геодинамического картирования, методы технической диагностики строительных конструкций, опытные работы [2].

Геофизические исследования включали сейсморазведку (МОВ), метод азимутального картирования (СГДК-А), метод естественной импульсной электромагнитной эмиссии (ЕИЭМПЗ), радиометрической (эманационной) съемки, электроразведки. При выполнении этого вида работ предварительно выполнялся соответствующий поиск информационного критерия выделения аномальных зон, сопостави-

тельный анализ графиков напряженности магнитного поля и ВЭЗ.

Анализ результатов исследований. Методика применяемых исследований определяется не только целью, но и конкретными инженерно-геологическими условиями участка.

Рассмотрим для примера участок строительства цеха флюат-стекла ООО «Стройстекло» в г. Константиновка Донецкой области. В геоморфологическом отношении участок приурочен к I надпойменной террасе р. Кривой Торец, примыкая с западной стороны к строящемуся цеху проката стекла. Рассматриваемый участок характеризуется развитием значительной по мощности толщей насыпных грунтов, представленных отходами стекольного производства. Грунтовые воды на участке залегают на глубине 4.5...7.0 м. Однако сложность инже-

нерно-геологических условий обуславливается не столько значительной (6...9 м) мощностью насыпных грунтов и высоким уровнем грунтовых вод, сколько резкой изменчивостью литологического состава грунтов по простиранию и в разрезе. В геологическом разрезе территории принимают участие отложения четвертичного и неогенового возраста. Гипсометрическое положение кровли подстилающих неогеновых отложений резко различное вследствие неравномерного размыва.

Указанные обстоятельства вызвали необходимость схематизировать грунтовые условия, которые в целом были приведены к трем типам (рис. 1). Изменчивость литологического состава грунтов обусловлена генетическими условиями образования отложений, изображенных на рис. 1.

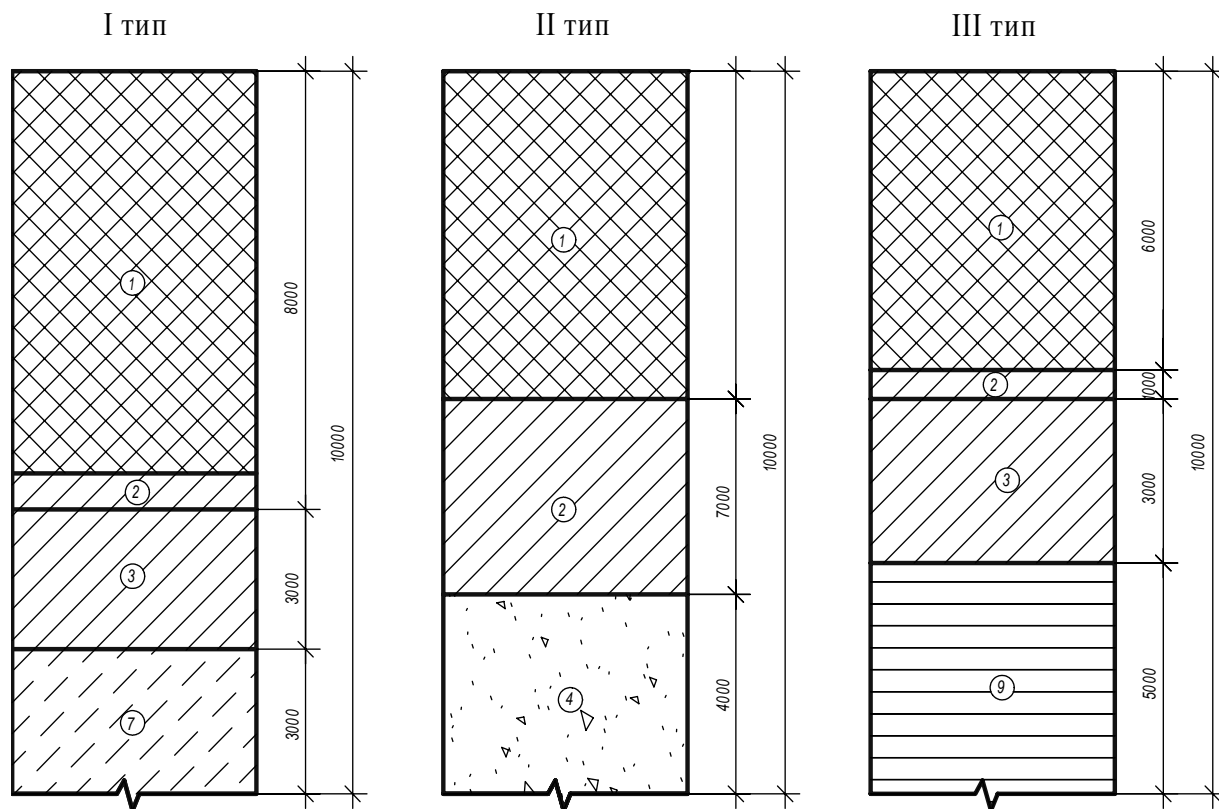


Рис 1. Схематизация грунтовых условий

Проектируемый цех проката имеет размеры 24×120 м и включает дымовую трубу, боров, регенератор и ванную печь.

Типовой проект прокатного цеха предусматривал устройство монолитной фундаментной плиты под все элементы цеха и колонны каркаса толщиной 0.45 м. Глубина заложения подошвы фундаментов составляет 2.5...3.5 м. Цех представляет собой каркасное здание с шагом колонны 6 м и пролетом 12 м и 24 м.

В процессе проектирования с учетом реальных грунтовых условий были приняты следующие типы фундаментов: на участке дымовой трубы – круглый в плане, сплошной, с равномерным расположением по окружности 8 забивных железобетонных свай длиной 10 м сечением 0.35×0.35 м.

На участке строительства регенератора были приняты лентосвайные фундаменты и, наконец, на участке строительства ванной печи бы-

ли приняты свайные фундаменты с подколонниками под металлические колонны высотой 2.4 м.

Глубина заложения подошвы фундаментов на всех указанных участках для упрощения и оптимизации ведения строительных работ была принята 3.5 м в комбинации с подпорной стенкой по периметру участка строительства регенератора.

Окончательный выбор вида и типа фундаментов производился на основе технико-экономического сравнения возможных вариантов фундаментов. Расчетное обоснование несущей способности свай производился с учетом испытаний статическим зондированием и по результатам динамических испытаний свай с определением проектного отказа.

При проектировании объектов на территории Донбасса приходится учитывать влияние не только процессов сдвижения на подрабатываемых территориях, но и других, часто параллельно протекающих процессов: суффозионных, карстовых, оползневых, просадочных процессов. В сложных гидрогеологических условиях приходится нередко прибегать к проектированию комбинированных дренажей, позволяющих создавать требуемое водопонижение. Примером этому может служить проект дренажа на участке строительства торгового центра «Метро кэш энд кэри» в г. Донецке.

Нечеткая и неквалифицированная интерпретация инженерно-геологических и гидрогеологических условий участка привела к разработке комбинированного проекта дренажа с устройством отводных и нагорных канав, подпорных стен.

В геологическом строении территории до глубины 20 м принимают участие отложения четвертичного и неогенового возраста, литологически представленные гумусированными суглинками, желто-бурыми и красно-бурыми твердыми суглинками и пестроцветными отложениями, представленными песками, супесью, глинами. Грунтовые воды на участке отмечались по материалам изысканий на глубине 1.3...2.6 м. Таким образом, на участке отмечался один водоносный горизонт, представляющий грунтовый поток, направленный в сторону балки Водяная. Это обстоятельство и потребовало проектирования подпорных стен для предотвращения оползания грунта (высота врезки от планировочной отметки составляла +3.8 м) с северной и восточной сторон площадки протяженностью около 400 м. Возведение подпорной стенки должно было производиться под защи-

той водоотводящих канав длиной около 1 км, что существенно затруднило бы процесс производства строительных работ [3].

На втором этапе выполнения защитных мероприятий предполагалось выполнить основной этап водопонижения на глубину до -2.6 м от планировочной отметки по торговому центру. И, наконец, на третьем этапе работ предусматривалось устройство вертикального дренажа на участке возведения спринклерной ванны (отметка заложения подошвы фундамента составляет -8.3 м) и устройство нагорной канавы. Такая последовательность осуществления указанных мероприятий обеспечивала бы постепенное и ярусное понижения уровня грунтовых вод. Более тщательный анализ инженерно-геологических условий участка позволил уточнить гидрогеологические условия участка, а вместе с тем и принятые проектные решения. Выяснилось, что на рассматриваемой территории следует выделять три водоносных горизонта: «верховодка», ненапорные грунтовые воды четвертичных отложений и слабонапорный водоносный горизонт неогеновых отложений. Все водоносные горизонты имеют гидравлическую связь (рис. 2). Верхний водоносный горизонт («верховодка») представляет собой зону водонасыщения, формирующейся над постоянным горизонтом в периоды интенсивных дождей или снеготаяния. Кроме того, формированию «верховодки» способствовал затрудненный отток воды с восточной стороны ул. Взлетной.

Устройство наружных сетей (канализации, дренажа, ливневки и водопровода) предшествовало устройству фундаментов торгового центра. При проведении планировочных работ и проходки траншей для устройства сетей было установлено, что уровень грунтовых вод находится на глубине 1.8...2.0 м от планировочной отметки. Это позволило отказаться от устройства подпорной стенки и водоотводных канав. Однако устройство фундаментов требовало проведения откачки воды из траншей с отводом ее за пределы участка.

Отвод воды за пределы участка производился по водоотводящим трубам горизонтального дренажа через прокол длиной 35 м под ул. Взлетной в балку Водяная.

Дренажная система выполнена в виде горизонтального дренажа несовершенного типа с элементами пластового дренажа. Отпала необходимость и в выполнении вертикального дренажа, т.к. сроки сдачи объекта в эксплуатацию были существенно меньше расчетного времени осушения массива.

Вместо вертикального дренажа на участке строительства спринклерной ванны был пройден котлован 30×30 м вначале до уровня грунтовых вод, а затем, после устройства двух

зумфов в диаметрально противоположных точках и непрерывной откачки воды, производилось доуглубление его дна до проектной отметки.

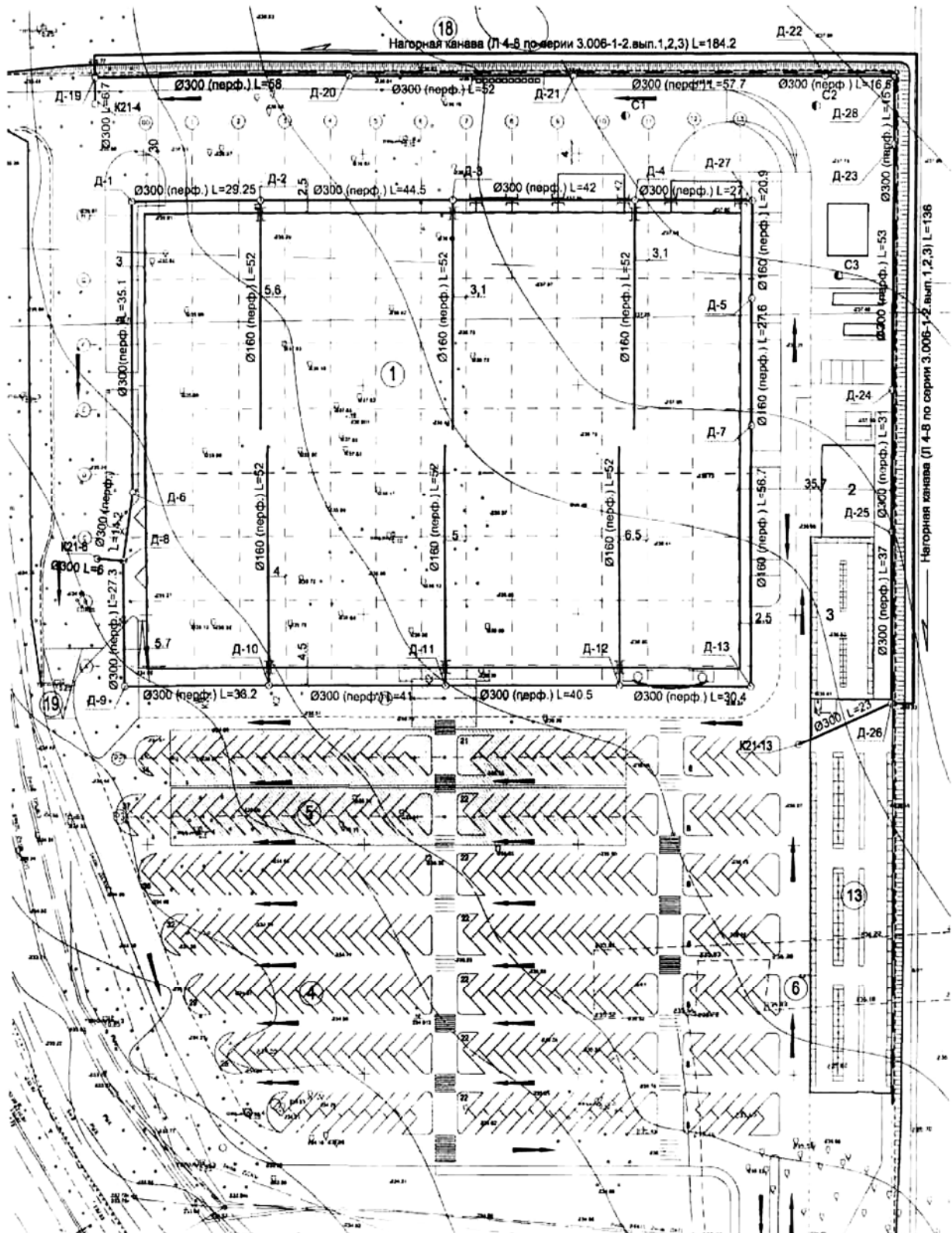


Рис. 2. Схема расположения дренажа и нагорной канавы

Выводы. Приведенные примеры являются небольшой частью объектов строительства, на которых применяемые проектные решения непосредственно зависят и определяются качеством проводимых инженерных изысканий. Основными факторами, влияющими на качество инженерных изысканий, являются:

- полнота исследований строительной площадки с привлечением различных методов исследований, в частности, обследования состояния инженерных сооружений, методов механики грунтов и геофизики, полевых методов исследования грунтов и моделирования;

- квалификация и опыт специалиста, который позволяет учитывать возможные изменения в напряженно-деформированном состоянии природного массива и происходящих инженерно-геологических процессов;

- обоснованность принятых проектных решений по выбору типа и вида оснований и фундаментов проектируемых сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золотарев Г. С., Калинин Э. В., Минервин А. В. Учебное пособие по инженерной геологии / Г. С. Золотарев, Э. В. Калинин, А. В. Минервин. –: Изд-во Московского университета, 1970. – 382 с.
2. Таранец В. И. Комплексная оценка строительных площадок. // Научные труды ДонТУ, сер. «Горно-геологическая», вып. 111, том 1 / В. И. Таранец, В. Ф. Оглоблин – Донецк, 2006.
3. Оглоблин В. Ф. Проектирование водопонижительных систем в сложных условиях. / В. Ф. Оглоблин, М. Ю. Бадекин. – Мат. науч.-практ. конф. «Современные проблемы строительного основания территории со сложными инженерно-геологическими и техногенными условиями», АР Крым, г. Гурзуф, 2006. – С. 98.

Поступила в редколлегию 22.10.2007.