

ДОСТИЖЕНИЕ БАЛАНСА ЦЕНЫ И КАЧЕСТВА. ИЗ КАНАДСКОГО ОПЫТА ИЗЫСКАНИЙ



Продолжая обсуждение вопроса о связи между качеством инженерных изысканий и общей стоимостью реализации проекта строительства, вновь обращаемся к зарубежному опыту с учетом большого технического, технологического и нормативно-правового отставания российской изыскательской отрасли от Запада. В данной заметке рассматриваются некоторые материалы из проекта рекомендаций Канадского геотехнического общества «Характеристика площадки с учетом рисков», составленного П.К. Робертсоном.

Аналитическая служба

Вроде бы ни для кого не секрет, что стоимость инженерных изысканий составляет малую часть от всех затрат на строительство, но что при надлежащем выполнении они могут дать значительную экономию. Однако заказчики, а зачастую и генподрядчики обычно стремятся минимизировать свои траты и найти самого «дешевого» исполнителя. При этом они часто не видят или не хотят видеть взаимосвязи между качеством результатов изыскательских работ и стоимостью реализации проекта. А ведь при экономии на инженерных изысканиях высок риск удорожания всего строительства и последующей эксплуатации объекта в связи с необходимостью исправления ошибок и ликвидации аварийных ситуаций. Компенсация ошибочных выводов изыскателей в денежном выражении может оказаться гораздо выше обоснованной цены изыскательских работ, установленной добросовестными организациями. При этом именно заказчики вынуждены в итоге нести финансовые потери в миллионы рублей.

Продолжая обсуждение этой проблемы на страницах журнала «ГеоИнфо», начатое с целью привлечения внимания инвесторов и органов государственной власти, вновь обратимся к зарубежному опыту с учетом большого технического, технологического и нормативно-правового отставания российской изыскательской отрасли от Запада. Рассмотрим некоторые материалы из проекта рекомендаций Канадского геотехнического общества (Canadian Geotechnical Society – CGS) «Характеристика площадки с учетом рисков», составленного П.К. Робертсоном (P.K. Robertson) в 1998 году.

О важности оценки риска

В своей работе Робертсон отмечает, что грунтовыми условиями площадок строительства всегда присущи риски и неопределенности и они никогда полностью не устраняются, поскольку только очень небольшая часть грунтового основания может быть проверена во время даже самых исчерпывающих изысканий.

Однако различные проекты имеют разные уровни риска, которые зависят от многих факторов, и это должно учитываться при определении состава и объема изыскательских работ.

В соответствии с формулировкой Канадской ассоциации стандартов (Canadian Standards Association – CSA), анализ рисков дает ответ на три основных вопроса:

1. «Что может пойти не так?»;
2. «Насколько это вероятно?»;
3. «Каковы последствия этого?».

На первый вопрос можно ответить путем определения потенциальных опасностей для того или иного проекта.

Все проекты можно разделить на три категории – с низким, средним и высоким уровнем риска в зависимости от вероятности столкнуться с соответствующими опасностями и получить неблагоприятные последствия. К первой категории можно отнести проекты с небольшим количеством опасностей, низкой вероятностью их наличия (возникновения) и ограниченными последствиями, к третьей – проекты со многими опасностями, высокой вероятностью их наличия (возникновения) и серьезными последствиями.

Оценка уровня совокупного риска проекта требует предварительной характеристики площадки строительства. Для этого необходимо понимание рамок проекта и тщательное предварительное камеральное исследование всех доступных данных и материалов по данному участку. При этом *более высокая квалификация* выполняющего оценку инженера-геолога (геотехника) и *более широкий опыт* его предыдущих работ на площадках с аналогичными инженерно-геологическими условиями для аналогичных проектов понижают общий риск проекта.

Далее Робертсон описывает предлагаемые подходы к изысканиям для геотехнических проектов с разными совокупными уровнями риска.

Для проектов *с низким уровнем риска* инженерно-геологические изыскания и анализ их результатов могут основываться на простом подходе с использованием бурения, полевых испытаний и некоторых базовых лабораторных исследований, проводимых на представительных образцах нарушенного сложения из основных инженерно-геологических элементов. Выбор методов полевых испытаний зависит от грунтовых условий и местной практики. Обычно применяются динамическое зондирование (standard penetration tests – SPT) и статическое зондирование (cone penetration tests – CPT). В зависимости от местных грунтовых условий и наличия оборудования могут также

использоваться прессиометрические испытания в предварительно пробуренной скважине (pre-bored pressuremeter tests – PMT), испытания плоским дилатометром (flat plate dilatometer tests – DMT) или зондирование крыльчаткой (field vane tests – FVT). Для исследований в твердом грунте могут применяться методы геофизических исследований в скважинах.

Для проектов *со средним уровнем риска* сначала могут проводиться исследования с использованием простых методов, основанных на бурении, полевых испытаниях и базовых лабораторных испытаниях, как и для проектов с низким уровнем риска. Затем для подтверждения или получения более подробных данных о грунтовых условиях и ожидаемом поведении грунта могут потребоваться дополнительные полевые и лабораторные испытания. Образцы ненарушенного сложения получать обычно сложно и дорого, поэтому образцы грунта скорее всего будут иметь нарушенную структуру. Для их отбора в рассматриваемом случае обычно используют трубчатые грунтоносы, которые часто имеют довольно толстые стенки. Состав и объем лабораторных испытаний выбираются для подтверждения результатов полевых испытаний и обеспечения бóльшей достоверности ключевых геотехнических параметров (прочности на сдвиг, характеристик изменения объема и др.). Далее находят сайт-специфические корреляции между результатами лабораторных и полевых испытаний для экстраполяции полученных данных для всей площадки будущего строительства.

Для проектов *с высоким уровнем риска* рекомендуется поэтапный подход. Первоначальные изыскания должны выявить потенциально критические для проекта зоны с использованием методов, аналогичных таковым для проектов с низким и средним уровнями риска. Если такие зоны обнаружены, для них могут потребоваться более детальные изыскания, включающие подробные и тщательные полевые испытания с использованием более сложных методов, а также детальный и тщательный отбор образцов грунта – по возможности с ненарушенной структурой. Лабораторные испытания полученных высококачественных образцов должны выполняться с использованием соответствующих данному проекту уровней нагрузок. Затем должны быть найдены сайт-специфические корреляции между результатами лабораторных и полевых испытаний для экстраполяции полученных данных для всей площадки.

Далее Робертсон приводит примеры общего характера, помогающие проиллюстрировать последовательность и состав работ для описания инженерно-геологических условий площадки на основе уровня риска проекта (в конкретных случаях детали могут варьировать в зависимости от требований проектов и условий площадок).

В качестве *примера инженерно-геологических изысканий для проекта с низким уровнем риска* Робертсон приводит изыскания для строительства малоэтажного склада для хранения неопасных продуктов в промышленном районе крупного города. Местные инженерно-геологические условия здесь достаточно хорошо известны и не имеют больших опасностей. Инженер-геолог, ответственный за проведение изысканий, имеет обширный местный опыт работы для строительства сходных объектов на сходных грунтовых основаниях. Изыскания в данном случае могут включать проходку небольшого количества скважин с использованием имеющейся местной практики бурения и проведением динамических испытаний с отбором проб грунта. Испытания для определения базовых геотехнических параметров будут выполняться на образцах нарушенного сложения. Для оценки геотехнических параметров для проектирования фундамента будут использоваться локальные корреляции. В случае подходящих грунтовых условий могут быть выполнены статические испытания для построения непрерывных грунтовых профилей. Если

существует обширный местный опыт по СРТ, то буровые скважины могут не потребоваться.

В качестве *примера инженерно-геологических изысканий для проекта со средним уровнем риска* приводятся изыскания для строительства описанного в предыдущем примере объекта, но на площадке, расположенной далеко от урбанизированных территорий (например, в удаленном северном регионе) и не имеющей строительной предыстории. Местные инженерно-геологические условия сходны с условиями предыдущего случая, но хуже понятны в отношении некоторых потенциальных геологических опасностей (например, многолетней мерзлоты). У инженера-геолога, ответственного за изыскания, есть небольшой опыт работ на данной территории на площадках с подобными инженерно-геологическими условиями. Изыскания в этом случае будут включать бурение большего, чем в предыдущем примере, количества скважин с проведением динамических испытаний с использованием специализированных методов бурения и с более тщательным надзором. Для классификации грунтов будут выполнены базовые лабораторные испытания образцов нарушенного сложения, отобранных при SPT. Будет получено также некоторое количество образцов ненарушенного сложения для оценки ожидаемого поведения грунта на основе лабораторных испытаний. При подходящих грунтовых условиях могут быть выполнены дополнительные испытания СРТ для построения непрерывных грунтовых профилей. Для облегчения классификации грунтов, необходимого из-за отсутствия местного опыта, следовало бы пробурить скважины рядом с некоторыми точками СРТ.

В качестве *примера инженерно-геологических изысканий для проекта с высоким уровнем риска* Робертсон приводит изыскания для строительства объекта, сходного с описанным в предыдущих примерах, но в этом случае склад будет предназначен для хранения высокотоксичного или радиоактивного материала и расположен в крупном городском районе с большой строительной предысторией. Местные инженерно-геологические условия здесь хорошо понятны, но присутствуют некоторые геологические опасности, например угроза возникновения сейсмических воздействий. В этом случае возможны значительные последствия с возникновением аварийных ситуаций, поэтому вполне оправданными будут более тщательные и всесторонние изыскания. Первоначальные исследования будут включать бурение скважин, динамические испытания и лабораторные исследования образцов для выявления потенциально критических зон на площадке. При подходящих грунтовых условиях полевые работы могут также включать статические испытания для получения непрерывных грунтовых профилей. На основе результатов первоначальных исследований будут проводиться более детальные изыскания, которые могут включать бурение дополнительных скважин с проведением специализированных полевых испытаний (например, геофизических исследований, испытаний самоввинчивающимся прессиометром, зондирования крыльчаткой и др.). Их выбор будет зависеть от грунтовых условий и требований проекта. При необходимости в потенциальных критических зонах может быть выполнено дополнительное выборочное опробование с получением образцов ненарушенного сложения для тщательных лабораторных испытаний. Далее будут найдены сайт-специфические корреляции между результатами лабораторных и полевых испытаний и выполнена экстраполяция полученных данных для всей площадки изысканий.

Робертсон подчеркивает, что во всех трех описанных случаях полевые испытания, отбор проб и лабораторные исследования носят взаимодополняющий характер. Каждый из

этих видов работ играет свою роль в изысканиях в зависимости от уровня риска, ограничений проекта и инженерно-геологических условий площадки.

Использование рассмотренного общего подхода к составлению программы изысканий на основе тщательной предварительной оценки уровня риска проекта вполне может поспособствовать достижению баланса между стоимостью изысканий и риском дополнительных затрат и задержек из-за непредвиденных опасностей, связанных с грунтовым основанием.