

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

А. Э. Курилович

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 16 февраля 2009 г.

Аннотация. В процессе проведения изысканий при выделении инженерно-геологических элементов иногда возникают объективные трудности, обусловленные отсутствием геодезических материалов в начальный период камеральных работ. В этом случае для своевременного и качественного выполнения инженерно-геологических изысканий необходимо применение нестандартных методик, основанных на статистической обработке лабораторных данных.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, инженерно-геодезические изыскания, инженерно-геологический элемент, физико-механические свойства грунта, нормативные и расчетные значения, статистическая обработка.

Abstract. This article is devoted to some problems, that result from absence of geodesic information at starting period of cameral work of extracting of engineering geological constituents in the process of engineering geological survey. Here some non-standard methods, based on statistical treatment of laboratory data, are described.

Key words: engineering geological survey, engineering geodesical survey, engineering geological constituent, physical and mechanical properties of ground, average (standard) and designed property values, statistical treatment.

В связи с увеличением объемов экспорта энергоносителей за рубеж в настоящее время в нашей стране развивается массовое строительство как магистральных нефтепроводов, так и газопроводов высокого давления, зачастую находящихся в районах со сложными природными условиями. В период с 2005 по 2008 год автор принимал непосредственное участие в проведении инженерно-геологических изысканий по следующим объектам:

– магистральный нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий Океан», в составе ООО «Аверс-1», 2005 год;

– магистральный нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий Океан-2», ООО «Аверс-1», 2006 год;

– нефтепровод «НПС Калейкино – Нижнекамский НПЗ», Республика Татарстан, ООО «Аверс-1», 2006 год;

– газопровод «Мурманск – Волхов», 1159,5–1270,5 км, ЗАО «ЭНАР», 2008 год.

Для участков размещения таких объектов, представляющих собой комплекс сложных, особо

ответственных сооружений, в основном характерны большая протяженность, изменчивость геоморфологических, геологических, гидрогеологических и гидрологических условий, иногда удаленность и труднодоступность. Основные проблемы при проведении инженерно-геологических изысканий для обоснования проектирования сооружений нефтегазового комплекса в настоящее время, на наш взгляд, возникают ввиду нарушения принятой очередности проведения изысканий в связи с очень сжатыми сроками ввода объектов в эксплуатацию. Известно, что инженерно-геологическим изысканиям предшествуют инженерно-геодезические изыскания, в процессе которых производятся планово-высотная привязка буровых скважин и составление продольных профилей по линейным участкам, а также участкам перехода через поперечные водотоки, автомобильные и железные дороги. Без этих материалов невозможно проведение камеральных работ и составление отчета об инженерно-геологических изысканиях. Однако зачастую эти работы проводятся параллельно, в связи с чем у инженеров-геологов и возникают

объективные трудности. Поэтому для своевременного и качественного выполнения работы инженеру-геологу приходится применять нестандартные решения и подходы.

Такого рода проблемы возникли и при изысканиях стадии РД (рабочая документация) под нефтепровод «НПС Калейкино – Нижнекамский НПЗ». Протяженность трассы 116,7 км. Генеральное направление проектируемой трассы – с юга на север. Трасса расположена в пределах Республики Татарстан и проходит по территории Альметьевского, Сармановского, Заинского, Тукаевского и Нижнекамского районов. В геоморфологическом отношении район работ относится к отрогам Бугульминско-Белебеевской возвышенности, поверхность которой расчленена речными долинами и балками на отдельные гряды. Крупнейшей рекой является Кама. Ее правобережный приток первого порядка – река Степной Зай – пересекается трассой.

Наиболее крупными населенными пунктами, расположенными вблизи проектируемых сооружений, являются города Альметьевск, Нижнекамск, Заинск. Большая часть территории занята сельхозугодьями, по ходу трасса пересекает многочисленные линии ЛЭП, коридоры коммуникаций, линии связи, автомобильные и железные дороги различных категорий и назначения. В тектоническом отношении район выполненных изысканий расположен на границе Волго-Уральской антеклизы и Предуральяского краевого прогиба. Данный район характеризуется погружением кристаллического фундамента докембрия на глубину более 2,5 км. Вышезалегающий комплекс образований представлен отложениями палеозоя и кайнозоя.

Коренные породы представлены терригенными осадками казанского яруса верхней перми (P_2kz). В разрезе преобладают глины и алевролиты, а в его основании – песчаники, встречаются и прослой известняков. Для коренных верхнепермских отложений характерна изменчивость их литологического состава с частым замещением и выклиниванием одних пород другими как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях. Коренные суглинки и глины вскрыты скважинами в долине реки Степной Зай под аллювиальными галечниками на глубинах 8,0–10,0 м и отмечены в ряде других районов по трассе проектируемого трубопровода.

Комплекс покровных отложений плейстоцена широко развит на междуречьях, склонах долин и

высоких речных террасах. Преобладают супеси, суглинки и глины: лессовидные, макропористые, иногда просадочные, реже встречаются пески. Мощность отложений изменяется от 1 м на водоразделах до 20 м на склонах крупных долин.

Современные аллювиальные отложения четко разделяются на фации, характеризуются большой мощностью базального слоя и пойменных осадков, большей крупностью русловых песков пристержневой фации и более частой встречаемостью старичных отложений. На участке перехода нефтепровода через р. Степной Зай с поверхности залегают суглинки и глины пойменной, а ниже – гравийно-галечниковые грунты русловой фации аллювия. Общая мощность отложений составляет 7–9 м, подстилаются они пермскими суглинками и глинами.

Бурение разведочных скважин проводилось колонковым способом, установкой УГБ-50м диаметром 132 и 146 мм, а в труднодоступных районах – мотобуром КМ-10 диаметром 76 – 108 мм, глубиной от 3 до 25 м. Всего пробурено 426 скважин. Общий объем бурения составил 1981 п.м. Было отобрано 506 проб грунта, в том числе 349 монолитов и 157 проб грунта нарушенной структуры. По отобраным пробам проведены лабораторные исследования физических и механических свойств грунтов [1].

По требованию заказчика (ОАО «ГИПРОТРУБОПРОВОД») в установленный срок должна была быть разработана таблица нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов как по линейной части трассы, так и по участкам индивидуального проектирования. Для этого, в первую очередь, было необходимо разработать модель грунтовых условий активной зоны основания фундаментов, то есть провести выделение инженерно-геологических элементов (ИГЭ). В связи с тем что инженерно-геологический разрез, необходимый для выделения ИГЭ, ввиду отсутствия геодезических материалов почти по всей трассе можно было построить только по участку перехода через реку Степной Зай, особое внимание было уделено статистической обработке результатов лабораторных анализов грунтов. Результаты 506 анализов грунта были сведены в таблицу Microsoft Excel.

Нами была предложена и использована следующая схема выделения ИГЭ.

Этап I. На участке перехода реки Степной Зай, детально разбуренном девятью скважинами глубиной от 10 до 25 м, планируется разработка инди-

видуального проекта прокладки трубы методом наклонного бурения. В связи с этим, а также ввиду наличия геодезического профиля по данному участку, построение разреза, выделение ИГЭ, определение нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов были проведены обычным способом, согласно требованиям нормативных документов [2–4].

До глубины 25 м выделено 13 ИГЭ, включая почвенно-растительный слой, 10 ИГЭ в современном речном аллювии, два ИГЭ в глинистых грунтах казанского яруса верхней перми. При проведении статистической обработки лабораторных данных были установлены признаки отнесения грунтов к аллювию и коренным отложениям. Для аллювия это присутствие органического вещества или заторфованность, высокие (более 0,5) значения показателя текучести, наличие гравия и гальки и т. д. Для коренных глинистых образований характерны низкие (менее 0,55) значения коэффициента пористости и высокие (более 1,74 г/см³) значения плотности скелета.

По данному участку разработана таблица нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов.

Этап II. По согласованию с заказчиком в пределах остальной трассы, включая все участки индивидуального проектирования, статистическая обработка лабораторных данных проводилась совместно.

А. Для выделения образцов, относящихся к современному аллювию, была проведена сортировка данных по значениям показателей свойств, установленных на участке реки Степной Зай. Кроме того, путем анализа топоосновы и описания скважин результаты сортировки были скорректированы. Дальнейшее выделение ИГЭ в пределах выделенного стратиграфо-генетического комплекса проведено согласно ГОСТам [2; 3].

Б. Образцы, относящиеся к полускальным грунтам (известняки и алевролиты верхнепермского возраста), отсортированы по некоторым специфическим свойствам: высоким (более 2 г/см³) значениям плотности, определению предела прочности на одноосное сжатие, содержанию СаСО₃, и т. д. Дальнейшее выделение в этих грунтах ИГЭ проведено согласно ГОСТам [2; 3].

В. Образцы песков, не причисленных к аллювию и имеющих на исследуемой территории ограниченное распространение, отнесены к элювиаль-

но-делювиальным, реже к коренным отложениям. Дальнейшая статистическая обработка проведена согласно ГОСТам [3].

Г. Оставшееся после проведенной сортировки наибольшее количество образцов глинистого грунта различного вида и консистенции пермского и четвертичного возраста было разделено на два стратиграфо-генетических комплекса. Сначала была сформирована выборка из результатов анализов образцов коренных глинистых пород. Критерием являлись характерные значения коэффициента пористости и плотности скелета, установленные для глинистых грунтов казанского яруса верхней перми на участке перехода нефтепровода через реку Степной Зай. Согласно ГОСТам [2; 3] для глинистых грунтов были выделены ИГЭ, относящиеся к коренным отложениям.

Д. После исключения коренных глинистых образований оставшиеся в анализируемой выборке образцы были отнесены к верхнеплейстоценовым элювиально-делювиальным отложениям. При этом по результатам статистической обработки были выделены ИГЭ. Кроме того, по значениям относительной деформации просадки были обособлены грунты, обладающие просадочными свойствами.

Таким образом, была составлена таблица нормативных и расчетных значений показателей свойств грунтов по всей трассе проектируемого нефтепровода. В целом, в пределах участка изысканий было выделено 33 ИГЭ.

При построении инженерно-геологического разреза после выноса на геодезический профиль буровых скважин, стратиграфических и геологических границ, мест отбора образцов границы между выделенными инженерно-геологическими элементами были уточнены. Однако конечные результаты выделения ИГЭ и статистической обработки показателей свойств грунтов в корректуре не нуждались.

Тем не менее очевидно, что при проведении изысканий по возможности необходимо предусматривать достаточный резерв времени между сроками сдачи инженерно-геодезических и инженерно-геологических материалов. Предварительное выделение ИГЭ и построение полевых инженерно-геологических разрезов необходимо осуществлять непосредственно в процессе буровых работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения : ГОСТ 30416-96. – М. : Госстрой РФ, 1997.
2. Грунты. Классификация : ГОСТ 25100-95. – М. : Госстрой РФ, 1996.

А. Э. Курилович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, Воронежский государственный университет; тел.: (4732) 208-980; e-mail: alkurae@mail.ru

3. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний : ГОСТ 20522-96. – М. : Госстрой РФ, 1997.
4. Справочник по инженерной геологии / под ред. М. В. Чуринова. – М. : Недра, 1981. – 325 с.

A. E. Kurilovich, Candidate of Geology-Mineralogical Sciences, Associate Professor, Chair of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology, Voronezh State University; tel.: (4732) 208-980; e-mail: alkurae@mail.ru