



**Рис. 1. Общая схема чувствительного элемента установки магнитного метода неразрушающего контроля ферромагнитных материалов: зеленый – намагничиваемая скоба; красный – индуктивный датчик; серый – трубопровод**

Таким образом, существуют методы для обнаружения карстовых воронок, а также способы прогнозирования и мониторинга роста полостей и защиты трубопроводов от их негативного воздействия. Несмотря на это, карст до сих пор является проблемой номер один для некоторых регионов. К сожалению, еще нет такого решения, которое бы удовлетворило все потребности человека в сфере нефтедобычи и нефте- и газотранспортировки. Карстопроявление остается серьезным вызовом для соблюдения норм экологии и промышленной безопасности в нефтяном и газовом бизнесе, поэтому исследования карста продолжают во всем мире. Изучение влияния природных факторов на устойчивость трубопроводов в карстовых районах имеет огромное значение для развития нефтяной промышленности на трудноосваиваемых территориях, а также привлекает инвестиции в наукоемкие области производства. В заключение, анализируя все методы, которые были упомянуты здесь, можно сказать, что способ на основе эффекта Баркгаузена является лучшим способом контроля деформаций трубопроводов. Этот способ действительно обеспечивает оптимальный температурный режим и эффективный мониторинг трубопроводных аварий.

#### Литература

1. Пат. 2316630 Россия № 2316630. Способ защиты трубопроводов от аварийных ситуаций, вызванных карстовыми провалами. Е.Б. Аль-Сайяль, Т. С. Ширяева. Заявлено 2008.02.10.
2. Cullity, B.D. 1972. Introduction to magnetic materials. USA: Addison-Wesley Pub. Co.
3. Strokova, L.A., Ermolaeva, A.V. 2015. Natural features of construction of the main gas pipeline «The Power of Siberia» on a site Chayandinskoye oil and gas field - Lensk. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University 327(1): in press.
4. Teterin, E.A., Strokova, L.A. Methods for forecasting and protection pipelines from karst collapse. Proc. intern. symp.: Environmental safety and construction in karst areas, Perm, May 26 - 29 April 2015. Perm: PSU: in press.

### ХАРАКТЕРИСТИКА НАБУХАЕМОСТИ ГРУНТОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.В. Шрамok**

Научный руководитель доцент В.В. Крамаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Проблема строительного освоения территорий, сложенных набухающими грунтами, в настоящее время является весьма актуальной. Недооценка их набухания является причиной повреждения многих сооружений. Несмотря на то, что процессы набухания существенно осложняют строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, районы их распространения интенсивно осваиваются.

Вопросы строительного освоения территорий, сложенных набухающими грунтами, не могут быть правильно решены без одновременного учета природы процесса набухания и особенностей проектируемых объектов. Проблема оценки опасности процессов набухания грунтов основания и вопросы, связанные с защитой зданий и сооружений от данных процессов, должны быть учтены еще на стадии проектирования.

Набухание проявляется обычно при содержании глинистых частиц в количестве более 40-60%, плотности - более 1,5-1,7 г/см<sup>3</sup>, влажности - менее 0,20-0,30 [1]. Так как в глинистых грунтах редко встречается естественная влажность менее указанных значений, особый интерес представляют методики выявления и прогноза набухающих грунтов и конечно их классификации.

Целью данной работы является выявление распространения склонных к набуханию грунтов на территории Томской области. В задачи входило обзор ранее проведенных исследований для подтверждения присутствия минералов групп смектита и гидрослюд, систематизация методик прогноза и определения характеристик набухания, классификаций набухающих грунтов, а также создание базы данных грунтов, склонных к набуханию.

В соответствии с действующими методиками [2], испытания, на определение склонности грунтов к набуханию, проводят для определения показателей, характеризующих изменение объема глинистых грунтов:

свободное набухание  $\varepsilon_{sw}$ , набухание под нагрузкой  $\varepsilon_{swp}$ , давление набухания  $p_{sw}$ , влажность грунта после набухания  $w_{sw}$  и характеристики усадки  $\varepsilon_{sh}$ , влажность на пределе усадки  $w_{sh}$ .

Все образцы (218 проб грунта) были обследованы на склонность к свободному набуханию согласно методике, приведенной в [3]. По данной методике, для определения относительной деформации набухания грунта используют образцы ненарушенного сложения с природной влажностью или с заданными значениями плотности и влажности. Свободное набухание определяется испытанием образца грунта дважды. Так, сухой грунт в количестве 3 г просеивается через сито 0,5 мм, а затем засыпается в мерную колбу объемом 10 мл. После грунт заливается дистиллированной водой и тщательно перемешивается или взбалтывается, чтобы не осталось пузырьков воздуха. В колбе должна находиться вода в объеме 10 мл. Грунт выдерживается в течение суток при комнатной температуре, после чего определяется его объем после набухания, выраженное в процентах или в долях единицы. Величина относительной деформации образца, или относительная деформация набухания, с погрешностью 0,001 определяется по следующей формуле и выражается в процентах или долях единицы:

$$I_{sw} = 100 \cdot \Delta h / h,$$

где  $\Delta h$  - разница между исходным объемом и результатом набухания, мл,  
 $h$  - исходный объем грунта, мл.

Данная методика позволяет оценить способность грунта, к набуханию начиная от его сухого состояния, а не от состояния природной влажности при отборе образца, которая в приповерхностных слоях изменяется с изменением уровней грунтовых вод и инфильтрацией осадков.

Создавая базу набухающих грунтов, для отобранных образцов грунта, помимо относительной деформации набухания без нагрузки  $\varepsilon_{sw}$ , были определены: естественная влажность ( $w$ ), влажность на границе раскатывания и текучести ( $w_L$  и  $w_p$ ) для органоминеральных грунтов, зольность ( $D_{as}$ ) и содержание органики ( $I_o$ ) в соответствии с методиками, приведенными в действующих нормативных документах.

Определение относительной деформации набухания было произведено для 218 проб грунта, представленных глинами и суглинками. По относительной деформации набухания без нагрузки глинистые грунты были определены согласно классификации Гиббса и Хольца [4] (таблица 1).

Таблица 1

Классификация Гиббса и Хольца		Кол-во образцов грунтов
Индекс набухания	Степень набухания	
> 30	очень высокая	77
20-30	высокая	27
10-20	средняя	33
<10	низкая	81

Таким образом, анализируя полученные результаты, очевидно, что грунты, на территории Томской области склонны к набуханию. 35 % из исследуемых образцов грунтов имеют очень высокую степень набухания, 12 % высокую степень набухания, 15 % среднюю степень набухания. Свойства склонных к набуханию грунтов как оснований сооружений далеко не всегда учитываются изыскателями и проектировщиками, что приводит к нежелательным последствиям в период эксплуатации сооружений. Результаты исследований отражают необходимость определения индекса набухания и степени набухаемости грунтов в Томской области, при инженерно-геологических изысканиях наряду с другими физическими свойствами грунтов. В составе инженерно-геологических изысканий следует определять не только характеристики свободного набухания, но и набухание под нагрузкой, давление набухания.

#### Литература

1. СП 11-105-97 Часть 3. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов.
2. ГОСТ 12248-10 «Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости».
3. Египетский кодекс механики грунтов и фундаментов в разработке и реализации № 202. 2001 г. Научно-исследовательский центр для жилищного строительства.
4. Engineering properties of expansive clays. Transactions, American Society of Civil Engineers, vol. 121.