

УДК 624.130

ПОСЛОЙНОЕ ИНЬЕКЦИОННОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ НАСЫПНЫХ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

С.Р. Артеменко, студентка гр.ФП-101, V курс

Научный руководитель: С.М. Простов, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева
г. Кемерово

За прошедший год был проведен патентно-технический поиск с 1933 по 2013 гг. по материалам официального интернет-сайта Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, в результате, которого было выявлено 113 технических решений по физическим методам закрепления грунтового массива.

Из полученного банка данных следует, что одним из наиболее распространенных способов закрепления является инъекция цементных растворов. Одним из направлений инъекции является послойное закрепление; когда рыхлые грунты закрепляются сначала густыми растворами, а потом более жидкими.

Для условий угольных разрезов Кузбасса при строительстве объектов на насыпных грунтовых основаниях следует применять способ послойной инъекции патент № 2209267 [1], включающий инженерно-геологические работы с определением количества, порядка залегания толщины и свойств геологических элементов в геологическом разрезе массива грунта. В случае выявления наличия среди слоев грунта геологического элемента с наибольшими просадочными свойствами в нем возводят буронабивную сваю с использованием обсадной трубы путем полного замещения грунта бетонной смесью, а в остальных геологических элементах возводят грунтоцементные сваи по струйной технологии. В зависимости от порядка залегания слоев грунта в геологическом разрезе происходит чередование различных этапов закрепления грунта (осуществление заходок) – по струйной технологии или возведением буронабивной сваи. Каждую следующую заходку осуществляют после того, как свая, возведенная предыдущей находкой, наберет прочность, достаточную для удержания, закрепляемого при последующей заходке грунта. Буронабивные и грунтоцементные сваи возводят соосно.

Для ликвидации аварийных состояний эксплуатирующихся сооружений целесообразно использовать способ восстановления фундаментов по патенту №2199628, включающий выполнение через фундамент буроинъекционных скважин с последующим заполнением их цементирующим раствором. Бурение скважин ведут вначале без выхода из тела фундамента с последующим порционным закачиванием цементирующего раствора короткими нисходящими заходками, омоноличивающей тело фундамента, после чего через об-

разованный цементный камень бурят скважины с выходом в грунт и создают второй защитный слой порционным нагнетанием цементирующего раствора с невысокими значениями вязкости с регулированием объема нагнетания, давления и концентрации растворов путем их загущения, уплотняя при этом грунт в зоне контакта «фундамент – грунт». (рис.1).

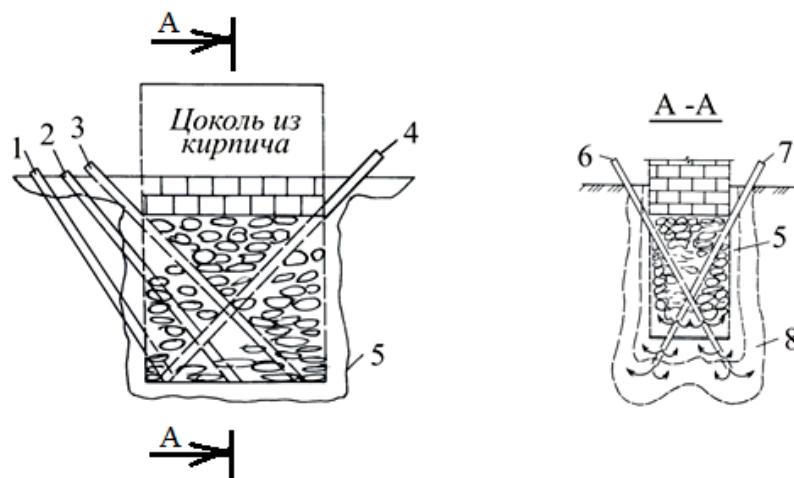


Рис. 1. Схема цементации фундамента:

1, 2, 3, 4 – скважины без выхода из тела фундамента, 5 – цементный камень, 6, 7 – скважины с выходом в грунт, 8 – защитный цементный слой

Для реализации описанных способов необходима информация о размерах и расположении в насыпных грунтовых основаниях разуплотненных, ослабленных, влагонасыщенных зон. Поэтому планированию укрепительных работ должны предшествовать инженерно-геологические изыскания с использованием комплекса методов геоконтроля.

В зависимости от способа воздействия на изучаемый массив различают прямые и косвенные методы контроля. Сущность прямых методов заключается в непосредственном изучении состояния и свойств массива, к таким методам можно отнести: визуальные наблюдения за осадками грунтов, изучение физико-механических свойств массива, определение прочностных и деформационных характеристик грунтов. Отличительной особенностью косвенных методов геоконтроля является исследование свойств массива посредством изучения физических полей, сформировавшихся в процессе ведения укрепительных работ.

В практике производства укрепительных работ в основаниях горнотехнических сооружений основную роль отводят прямым методам изучения массива (рис.2), однако косвенные геофизические методы позволяют значительно повысить информативность и снизить затраты на мониторинг.



Рис. 2 Классификация методов геоконтроля
процессов укрепления грунтов

Технология контролируемого послойного закрепления насыпного грунтового основания была использована при ликвидации аварийной ситуации на проблемном участке строительства обогатительной установки “Краснобродского угольного разреза” (поле “Вахрушевское”).

По инженерно-геологическим изысканиям было проведено маршрутное обследование, в ходе которого на поверхности площадки в северо-восточной части выявлены трещины отрыва оползневого характера, свидетельствующие о частичном смещении грунтовых масс в сторону незакрепленного откоса. Образование трещин объясняется тем, что с северо-восточной стороны площадки насыпные грунты не имеют подпора, откос насыпи при высоте 15-17 м не укреплен, поэтому в северо-восточном направлении происходит разуплотнение грунтового массива и смещение грунтовых масс. Схема оползнеобразования на участке приведена на рис.3.

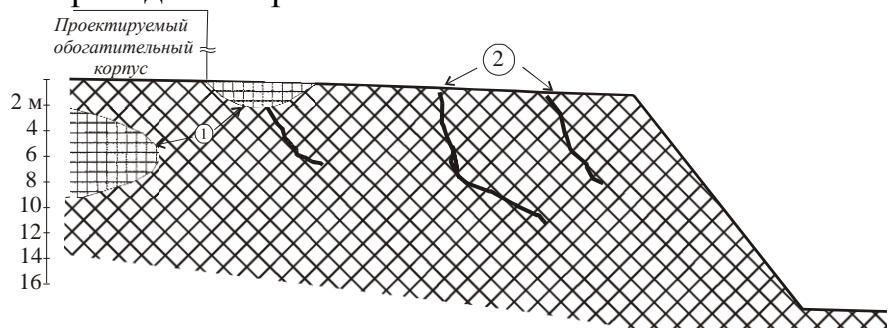


Рис. 3 Схема процесса оползнеобразования:
1 - зона интенсивного разуплотнения; 2 - трещины отрыва

Для разработки мероприятий по ликвидации опасных процессов, было принято решение о проведении геофизических работ по выявлению и оконтуриванию аномальных разуплотненных зон.

Геофизические изыскания были разделены на следующие этапы:

- предварительная оценка расположения аномальных зон методом георадиолокации;
- дополнение и подтверждение георадиолокационных данных, изучение электрофизических свойств массива методом вертикальных электрических зондирований.

Для обработки данных георадиолокационного мониторинга и электрических зондирований использовались программные комплексы Geoshan и IPI2WIN.

Данные ВЭЗ подтвердили расположение аномальных низкоомных разуплотненных грунтов в районе обогатительного корпуса, и высокоомных грунтов, представленных трещиноватыми и крупнообломочными насыпными грунтами, в северо-восточной части площадки. Полученные результаты позволили выявить границы распространения аномальных зон в плане и по глубине, оконтурить зону развития оползневых процессов.

В качестве примера на рис.4 представлен геоэлектрический разрез, на котором зоны 1 и 2 с удельным электросопротивлением $\rho = 22 - 46 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ соответствуют уплотненным грунтам, зона 3 ($\rho = 60 - 80 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) – разуплотненным насыпным грунтам, а зона 4 ($\rho > 110 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) – скальным крупнообломочным вскрышным грунтам.

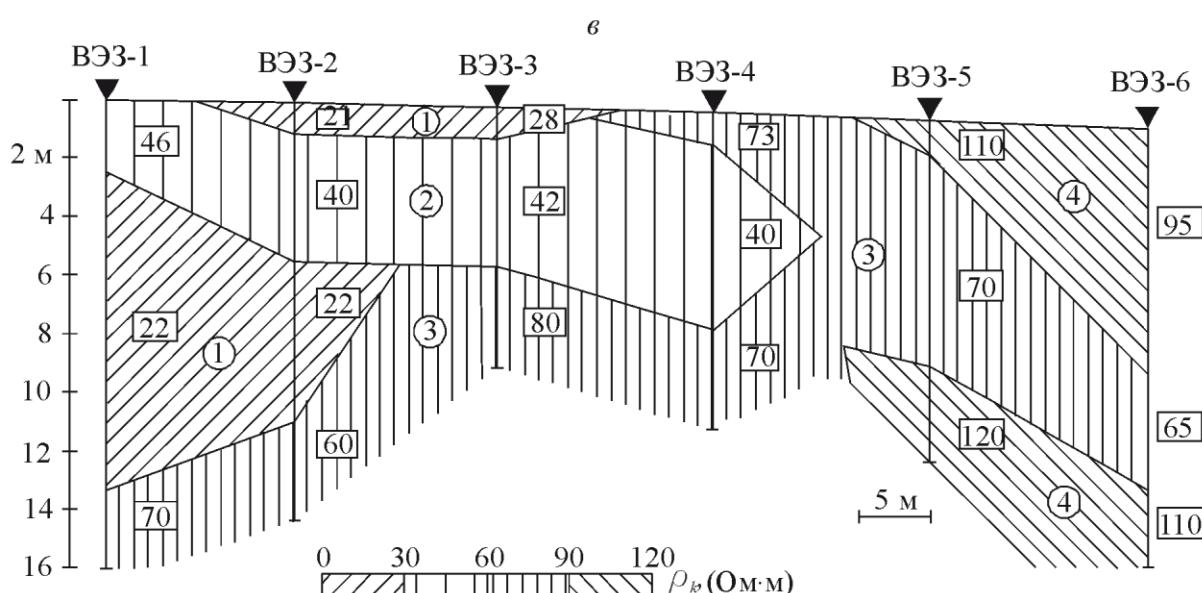


Рис. 4. Геоэлектрический разрез, полученный путем комплексной интерпретации ВЭЗ по профилям 1-6:

[42] - величина УЭС; 1-4 - зоны геоэлектрического разреза

Для обеспечения устойчивости грунтового массива и предотвращения дальнейшего развития опасных процессов локального разуплотнения рекомендовано выполнить следующие мероприятия:

- укрепить откос насыпи в северо-восточной части площадки с помощью пойрусной отсыпки с целью предотвращения процессов оползания;
- провести послойные упрочнение грунтов под фундаментами методом напорной инъекции цементно-песчаных растворов с целью снижения влияния оползневых процессов и разуплотнения грунтов в основании сооружения.

Таким образом, применение геофизических методов геомониторинга для выявления разуплотненных зон в комплексе с послойным упрочнением грунтов позволит предотвратить опасные деформации в основаниях технических сооружений

Список литературы:

1. Патент на изобретение № 2209267 C1(RU), МПК E02D3/12, E02D5/34, E02D5/36, E02D5/46. Способ закрепления грунта / А. В. Черняков, О. В. Богомолова, С. Д. Каешков [и др.]. – №2001135354/03; Заявл. 27.12.2001; Опубл. 27.07.2003.
2. Патент на изобретение № 2199628 C1(RU), МПК E02D35/00, E02D37/00. Способ восстановления фундаментов / А. И. Агапов, Ф. П. Егорова. – № 2001134591/03; Заявл. 24.12.2001; Опубл. 27.02.2003.