

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
НА ЛЕССОВЫХ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ**

**ТОМ 3. ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ НА ЛЕССОВЫХ
ГРУНТАХ**

**(Тезисы докладов к республиканской
научно-практической конференции)**

Барнаул, 1980

Совет экономического и социального развития
при Алтайском крайкоме КПСС
НИИ оснований и подземных сооружений Госстроя
СССР им.Н.М.Герсеванова.

Алтайский политехнический институт
им.И.И.Ползунова

Алтайский филиал Географического общества СССР
Главалтайстрой Минстроя СССР

АлтайТИСМЗ объединения Стройизыскания

Алтайгражданпроект

Алтайский ЦНТИ

Алтайский краевой совет НТО

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ЛЕССОВЫХ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

ТОМ 3. ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
НА ЛЕССОВЫХ ГРУНТАХ

Тезисы докладов к республиканской
научно-практической конференции

Барнаул, 1980

В сборнике публикуются тезисы докладов участников конференции, посвященные вопросам уплотнения и закрепления оснований современными методами. Рассматривается опыт строительства, эксплуатации и организации геодезических наблюдений за деформациями зданий и сооружений на лессовых просадочных грунтах. Приводятся рекомендации по технико-экономическому сравнению вариантов и устройству новых типов фундаментов.

Материалы сборника представляют научный и практический интерес для работников высших учебных заведений, научно-исследовательских, проектных и строительных организаций, интересующихся современными вопросами строительства на просадочных грунтах.

Редакционная коллегия

Г. И. Евецов, канд. техн. наук, доцент /ответственный редактор/;
В. С. Арефьев, канд. геол.-минерал. наук, доцент /зам. отв. редактора/;
Т. А. Горбунова, канд. геол.-минерал. наук, доцент;
А. Д. Слободян /секретарь/; Г. С. Госькова; Б. В. Варнаков.

Т.Г.Шимко, В.А.Королев, В.И.Сергеев (МГУ)

ОПЫТ ХИМИЧЕСКОГО ИНЪЕКЦИОННОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ РАЙОНА г.ДУШАНБЕ

В связи с интенсивным строительством в г.Душанбе, освоением новых территорий и прилегающих к городу районов, характеризующихся широким распространением просадочных лессовых грунтов, возникла необходимость закрепления залегающих в основании сооружений лессовых грунтов и устранения их просадочных свойств. В настоящее время для повышения несущей способности лессовых грунтов и устранения их просадочных свойств широко применяются методы химического инъекционного закрепления, в том числе различные виды силикатизации.

Силикатизация лессовых грунтов в основании некоторых сооружений г.Душанбе показала, что несмотря на получаемый в целом положительный эффект имеется ряд проблем, решение которых должно рассматриваться как необходимое условие дальнейшего развития этого способа в г.Душанбе и прилегающих районах. Проведенные наблюдения за ходом инъекционных работ на некоторых объектах в г.Душанбе показали, что сложность инъекционного закрепления лессовых грунтов в основании промышленных и гражданских сооружений определяется прежде всего низкой проницаемостью пород, в результате чего не всегда удается достигнуть параметров закрепления этих пород предусматриваемых проектом.

Таковыми объектами, в частности, являются редакционно-издательский корпус (РИК) Госкомиздата Таджикской ССР и институт математики АМ (ИМАН) Таджикской ССР. Здания расположены в восточной части города на третьей правобережной террасе р.Каферниган, сложенной современными и верхнечетвертичными аллювиально-пролювиальными лессовидными суглинками.

Исследование химико-минерального состава лессовых грунтов показало, что они сложены обломочным материалом, состоящим из зерен кварца, полевых шпатов, кальцита и рудных минералов с размером зерен от 0.01 до 0.005 мм, среди которого распределен глинистый цемент, состоящий из гидрослюда (45-50 %). Са-монтмориллонита (40%), хлорита (10-15 %) и примеси каолинита (5-10 %). Содержание карбонатов

в породе колеблется от 2,46 до 17,8 % и уменьшается с глубиной. Емкость обмена грунтов по адсорбции красителя металлического голубого составляет 4.5-6,9 мг-экв на 100 г., а "емкость поглощения" определяемая по методу В.Соколовича составила 15-35 мг-экв на 100 г. Рассматриваемые грунты представлены в основном тяжелыми суглинками и легкими глинами, влажность их колеблется от 7,8 до 23 %, Плотность равна 1600-1830 кг/м³ при пористости от 40 до 51,5 %. Несмотря на довольно высокую пористость, коэффициент фильтрации лессовых грунтов имеет низкие значения и составляет всего 0,01-0,02 м/сут. Коэффициент относительной просадочности при давлении 0,2 МПа равен 0.05-0.07. Сцепление пород изменяется в пределах 0,025-0,04 МПа, а угол внутреннего трения равен 31-33°.

Лабораторное и полевое опробование проницаемости лессовых грунтов г.Душанбе показало, что низкая проницаемость лессовидных суглинков является характерным признаком значительной части литологических разностей пород этого региона. Исходя из этого, анализ и выяснение особенностей инъекционного процесса на указанных объектах может оказаться весьма полезным при проектировании подобных работ в сходных инженерно-геологических условиях.

Повышение несущей способности грунтов в основании выше-названных зданий выполнялось по проекту института Гидроспецпроект в соответствии с рекомендациями НИИОПС. Проектом предусматривалось закрепление грунта способом газовой силикатизации. Углекислый газ и раствор жидкого стекла вводился в грунт через перфорированные трубы-инжекторы, погруженные на требуемую глубину. При этом, объем реагентов, инъецируемых в толщу грунта, должен был обеспечить радиус закрепления 0,8 м (в отдельных случаях - 0,6 м). Проектом предусматривались предельные давления инъекции для различных интервалов глубин. Для нижних зон (глубины 8-12 м от подошвы фундамента) - 5 атм, для верхних - 3 атм, и 1 атм. В ходе работ максимальная величина давления была снижена до 3 атм, однако, при таких давлениях неизбежно образование полостей разрывных нарушений в массиве грунта. В подтверждение этого достаточно проанализировать режим инъекции при наличии обратного сброса на

инъекционных скважинах как в основании РИК, так и в основании ИМАН. В таблице для примера представлены данные, полученные в ходе обработки грунта в интервале глубин 10-12 м одной из рабочих скважин первой очереди.

Таблица

Режим инъекции по скв. № 7-13-65

Время замера, мин	Расход, л/мин	Давление инъекции, атм	Время замера, мин	Расход, л/мин	Давление, инъекции, атм
5	3,4	0,4	40	2,72	1,0
10	0	0,4	45	0,68	1,0
15	0,68	0,6	50	0,68	1,0
20	0	0,6	55	11,22	1,2-0,4
25	2,72	0,8	60	17,00	0,4
30	0,68	0,8	65	17,00	0,4
35	0,34	0,8			

Анализ материалов таблицы показывает, что расход силикатного раствора при максимально допустимом давлении, когда еще не образуется разрыв ($P=1$ атм), составляет 0,68 л/мин. Нетрудно подсчитать, что при таком режиме для введения в грунт 700 л раствора силиката натрия (проектная норма) потребуется 42 часа, а 1400 л — в два раза больше. Если принять во внимание, что в ходе инъекции жидкого стекла проницаемость грунта падает и весьма существенно, то необходимое время инъекции возрастает еще больше. Из этого следует, что выполнить требование проекта относительно объема закачиваемого в каждую зону раствора можно только путем повышения давления инъекции, а следовательно, с образованием разрыва сплошности породы.

Из приведенного выше анализа режима инъекционных работ можно сделать вывод, что при закреплении лессовых грунтов низкой проницаемости пропитка идет через разрывные полости, что исключает равномерное закрепление по радиусу от инъектора. Контрольные шурфы в основании РИК и института математики подтвердили предположение о том, что инъекция идет с образованием разрывных полостей. Полости разрывов в шурфах имели вертикальное направление и имели в длину несколько метров. Раскрытие полостей составляло от 2-3 мм до 1 см. Во всех случаях они были заполнены гелем силикатного раствора. Закрепление от полости разрыва на глубине, например, 6,7 м на РИК составляло 25-30 см. Максимальное значение прочности наблюдалось вблизи полости разрыва. При равномерном распределении напряжений в массиве закрепляемого грунта полости разрывов располагаются в основном под углом 120° в плане. В случае нарушения равномерного распределения напряжений характер формирования направления полостей изменяется. В общем случае начальная ориентация плоскостей разрывов определяется: конструкцией инъектора, характером изменения напряженного состояния грунта у инъектора в результате его внедрения в грунт и общим напряженным состоянием массива на участке работ.

Таким образом, исследования показали, что в условиях лессовых пород района г. Душанбе можно применять химическое инъекционное закрепление пород с целью устранения их просадочных свойств, однако при этом в технических проектах следует учитывать малую проницаемость рассматриваемых пород и возможность применения разрывной инъекции.