

УДК 550+624.15 : 624.131.2

О.А. КОРОБОВА, Л.А. МАКСИМЕНКО, Д.О. ГРИГОРЬЕВ

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ОСАДКИ ФУНДАМЕНТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ
НА АНИЗОТРОПНЫХ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЯХ**

Рассмотрены проблемы, связанные с геоэкологическими факторами, имеющими отношение к механике грунтов и фундаментостроению. Выявлена актуальность рассматриваемого вопроса, заключающаяся в том, что в современных условиях в развитии механики грунтов обращается особое внимание на роль и возможность использования геоэкологии в решении задач охраны окружающей среды: в анализе и оценке происходящих изменений под влиянием природных и техногенных воздействий; в рациональном использовании водных, земельных, минеральных и энергетических ресурсов; в обеспечении безопасного проживания людей и уменьшении вредного воздействия на окружающую среду в результате природных и природно-техногенных катастроф и различных катаклизмов. Кроме того, рассмотрено влияние геоэкологических факторов на осадки фундаментов, рассчитанных с учетом деформационной анизотропии грунтов оснований. Учет деформационной анизотропии в расчетах грунтовых оснований, который рекомендуют нормативные документы (СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83), позволяет наиболее полно определять их реальные свойства и, следовательно, более точно и надежно проектировать фундаменты зданий и сооружений, а также прогнозировать работу их оснований под действием нагрузок. Приведены основные виды геоэкологических факторов и негативные последствия их влияния. Проведен анализ влияния подъема и понижения уровня грунтовых вод на несущую способность анизотропных грунтовых оснований и осадки фундаментов. Отмечена роль и необходимость применения экологической экспертизы, а также комплексного метода исследования и прогнозирования развития факторов геологического риска.

К л ю ч е в ы е с л о в а: геоэкологические факторы, механика грунтов, подъем и понижение уровня грунтовых вод, осадки фундаментов, анизотропные грунтовые основания, экологическая экспертиза, мониторинг.

DOI 10.32683/0536-1052-2019-722-2-24-34

В настоящее время, вследствие хозяйственной деятельности человека, неправильной планировки застроенных территорий, недостатков в проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, повсеместно наблюдается изменение геологических и гидрогеологических условий [1–4], что приводит к снижению прочности грунтов оснований, а вследствие этого и к нарушению их устойчивости. Проблемы, связанные с экологическими факторами, занимают важное место в гидрогеологии и геотехнике, особенно это относится к грунтовым основаниям фундаментов [1]. Основными решениями проблем в области геоэкологии можно считать:

– достоверную оценку и анализ происходящих в геосферах изменений влияния природных и техногенных воздействий;

© Коробова О.А., Максименко Л.А., Григорьев Д.О., 2019

– рациональное использование водных, земельных, минеральных и энергетических ресурсов;

– обеспечение безопасного проживания людей и уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

Наиболее типичным фактором, не способствующим этому (с точки зрения механики грунтов), является **нарушение водного баланса поверхностных и подземных вод**, вызванное инфильтрацией утечек технологических, промышленных и хозяйственно-бытовых стоков в грунт, увеличением его влажности, а затем формированием локальных горизонтов подземных вод и, как неизбежное следствие, – **подъемом уровня грунтовых вод**. Такие последствия могут возникнуть в процессе строительства водохранилищ, засыпки dna котлована при производстве планировочных земляных работ, при использовании «мокрых» процессов в производстве, изменении рельефа местности и условий стока атмосферных осадков.

Наиболее значительные изменения гидрогеологических условий региона могут появиться в результате распространения подпора подземных вод от водохранилищ, золоотвалов, хвостохранилищ и других гидротехнических сооружений [5]. Возникающее при этом подтопление приводит к обводнению оснований фундаментов зданий и сооружений, к их дополнительным осадкам и связанными с этим негативными последствиями. Повышение уровня подземных вод до отметки подошвы фундаментов может вызвать увеличение областей с пластическими деформациями грунта под краями фундаментов эксплуатируемых зданий и сооружений, снижение прочностных и деформационных характеристик грунтов, уменьшение несущей способности оснований фундаментов. Это особенно актуально для просадочных, лессовидных грунтов. У них просадки могут проявиться сильнее и достичь катастрофических для зданий и сооружений величин. Для набухающих грунтов в аналогичных случаях характерен подъем поверхности грунта и сооружений.

Понижение уровня грунтовых вод, например, при откачке через скважины нефти, газа и воды, разработке полезных ископаемых, устройстве глубоких открытых карьеров и шахт, при работе водозаборных скважин приводит к деформации земной поверхности и значительному изменению направления и интенсивности действия фильтрационных сил. В этом случае, кроме загрязнения, изменяется напряженное состояние горных массивов и нарушается их устойчивость. Добыча и использование полезных ископаемых с учетом геоэкологических факторов требуют пересмотра всей стратегии их производства и должны служить мощным стимулом сохранения природных ресурсов и более рационального использования.

Строительство промышленных комплексов, городов, их интенсивная застройка, возведение уникальных высотных зданий приводит к необратимому изменению положения горизонта подземных вод. По мере развития городской инфраструктуры и эксплуатации промышленных объектов в местах ранее высокого уровня подземных вод повсеместно наблюдается их снижение и наоборот, там, где подземные воды находились глубоко, а иногда даже практически отсутствовали, происходит их появление, обводнение грунтов и повышение уровня подземных вод.

Понижение горизонта уровня подземных вод вызвано уменьшением инфильтрации осадков в грунтовые основания. Это может происходить вследствие застройки поверхности территории, асфальтирования, устройства дренажных систем, дренирования грунта канализационными коллекторами, различными подземными коммуникациями и даже подземными линиями метрополитена и различными другими причинами. Понижение уровня подземных вод во всех случаях вызывает осадки грунтовых оснований и построенных на них зданий и сооружений. Осадки еще большей величины могут возникнуть в том случае, когда толща грунтов образовалась под водой и никогда раньше не осушалась [5].

Можно также отметить сброс различных неочищенных промышленных и сельскохозяйственных вод, **загрязнение поверхностных вод**, атмосферы, грунтов и подземных вод. Это приводит к изменению гидродинамического режима, уменьшению запаса пресных вод, развитию суффозии (выноса с фильтрующей водой мелких частиц грунта), карста и др.

В эксплуатации каналов, водохранилищ очень часто происходит **затопление их откосов**, а это снижает коэффициент устойчивости и нередко нарушает их устойчивость. При обеспечении устойчивости откосов наиболее негативным является быстрое снижение воды в водохранилище или канаве, особенно когда грунты откоса обладают малой водопроницаемостью. В этом случае откос находится в состоянии практически полного водонасыщения, и в результате фильтрации воды из откоса возникают значительные фильтрационные силы, сдвигающие откос и снижающие его устойчивость.

В результате **неорганизованного размещения отходов** (твердых, намыльных, наливных и др.), свалок, отсутствия инженерных и природоохранных мероприятий по подготовке мест складирования и утилизации пищевых и промышленных отходов на поверхности Земли городские свалки превращаются в очаги активного загрязнения атмосферы и ухудшают санитарное состояние городских территорий. В сельском хозяйстве также требуется перерабатывать, удалять или утилизировать большое количество твердых отходов. Любая деятельность человека оказывает влияние на природную среду. Особое внимание следует уделить искусственным объектам, к которым можно отнести здания и сооружения, мелиоративные системы, дороги и др. Эти объекты являются длительно действующими и непосредственно контактирующими с окружающей природой.

Немаловажный негативный вклад вносят: **густая сеть водопроводных и канализационных труб**, которые время от времени протекают, что приводит к подъему подземных вод, **сплошная сеть застройки** городов, где происходит откачка подземных вод, в результате чего почти все крупные города находятся в так называемых «депресссионных воронках», **возведение различных инженерных сооружений**, строительство метро, **прокладка** автомобильных и железных **дорог**, нефте- и газопроводов, линий электропередач и др. – все эти факторы можно отнести к факторам, воздействующим на окружающую нас природу.

Важнейшей проблемой геоэкологии является **сохранение природных ресурсов**, которые обеспечивают существование и развитие биосферы – это вода, биопродуктивная почва, минералы и руды, носители энергии и теплоты

(нефть, газ, уголь, торф и др.). Запасы и состояние ресурсов нашей планеты вызывают серьезную озабоченность ввиду постоянного роста ресурсопотребления и недостаточного, а часто некачественного применения ресурсосберегающих и ресурсоохранных мероприятий. В первую очередь это можно отнести к ресурсам вод – основного источника питьевого водоснабжения. В настоящее время более 50 % пресных вод загрязнены. Наиболее часто подземные воды загрязняются соединениями азота, сульфатами, хлоридами, нефтепродуктами и другими отходами различных видов промышленных производств. Велико загрязнение токсичными элементами, опасными своей устойчивостью и миграционной способностью. В наилучшем положении находятся и земельные ресурсы, а также почвенный покров. В результате водной, ветровой эрозии, загрязнения и истощения почв повсеместно наблюдается деградация сельскохозяйственных земель. В Западной Сибири особенно быстро развивается процесс опустынивания пастбищных земель в связи с добычей нефти и газа.

При оценке повреждений фундаментов подземными водами особенно важно уметь правильно анализировать происходящие явления, что должно привести к созданию методик исследований и прогнозирования [6]. Основным методом анализа, применяемым в геоэкологии, служит системный анализ, основанный на экологической оценке всеобщих связей процессов и явлений. В настоящее время уже выявлены наиболее часто встречающиеся виды разрушений и явлений, заслуживающих пристального внимания в конкретных геотехнических, климатических и гидрогеологических условиях. Подземные воды могут оказывать вредное воздействие на фундаменты непосредственно или косвенно. Непосредственное воздействие связано с прямым контактом или воздействием грунтового потока, косвенное воздействие проявляется в том случае, когда уровень подземных вод находится ниже подошвы фундамента. При анализе многочисленного количества сооружений [7] была составлена табл. 1, где оценена роль факторов, вызывающих повреждения сооружений, а также отражены причины и повторяемость типовых разрушений. Данные, приведенные в табл. 1, позволяют утверждать, что

Таблица 1. Факторы, вызывающие повреждения сооружений

Причина повреждения	Воздействие подземных вод	Частота повреждений, %
Колебание зеркала подземных вод	Прямое	2,9
Дренаж	—»—	2,7
Промерзание грунта	—»—	0,7
Повреждение канализации	Косвенное	25,1
Повреждение водопроводных труб	—»—	10,6
Вода из водосточных труб	—»—	15,2
Технологические воды	—»—	2,7
Поверхностные воды	—»—	10,6
Изменение объема грунта (набухание)	—»—	8,2
Прочие причины	—»—	21,3

подземные воды являются решающим фактором в повреждении около 80 % всех зданий и сооружений, причем 6 % повреждений вызвано прямым воздействием подземных вод и 72 % косвенным.

В связи с этим необходим более достоверный и точный прогноз возможных изменений гидрогеологического режима, что можно достичь, учитывая в том числе и анизотропию грунтов основания. Как было выявлено, учет анизотропии грунтов [8, 9] еще более усугубляет негативные последствия, вызванные нарушением равновесия в режимах природы. Так, по данным экспериментально-теоретических исследований грунтов Новосибирска и Барнаула [8] была проведена оценка влияния изменения режима грунтовых вод на несущую способность анизотропных грунтовых оснований и осадки фундаментов. Как известно, повышение уровня грунтовых вод связано с обводнением грунтов. Исследованиями было установлено, что повышение горизонта грунтовых вод непосредственно у подошвы и в пределах заглубления фундаментов приводит к увеличению областей пластических деформаций под их краями. Эти данные хорошо согласуются с результатами исследований других авторов (например, П.Л. Иванова) [5], занимавшихся проблемами подтопления территорий и обводнения массивов изотропных грунтов. В случае анизотропных грунтов эта закономерность становится еще более очевидной.

Полученные результаты можно объяснить тем обстоятельством, что сжимающие напряжения от собственного веса грунта уменьшаются, вследствие взвешивающего действия воды (так как грунт находится в обводненном состоянии).

$$P_{1/4} = \pi (\gamma h + 0,25b\gamma + c/\operatorname{tg}\varphi) / (\operatorname{ctg}\varphi - \pi/2 + \varphi) + \gamma h, \quad (1)$$

$$R = \gamma_{c1}\gamma_2/k (M_\gamma k_z b\gamma_{sb} + M_q h\gamma^1 + M_c c), \quad (2)$$

где $P_{1/4}$ – критическая краевая нагрузка при допущении развития области предельного напряженного состояния на глубину $z_{\max} = b/4$ (b – ширина фундамента);

R – расчетное сопротивление грунта основания.

При возможном обводнении грунта основания величина γ в зависимостях (1) и (2) заменяется на γ_{sb} [5].

Зависимость (2) записана в виде, представленном в СП 22.13330.2016¹. В рассмотренном выше случае, а также при наличии пригрузки грунта, величина расчетного сопротивления R значительно снижается [6]. Если грунт обладает деформационной анизотропией, то при подстановке в формулы (1) и (2) вместо b – ширины подошвы фундамента, расположенного на изотропном грунте, значения b_α – ширины подошвы фундамента, расположенного на анизотропном основании, величина R еще более уменьшится. В результате обводнения грунта наблюдается снижение прочностных характеристик, что приводит к уменьшению расчетного сопротивления в 1,9–2,0 раза, а в целом и к снижению несущей способности оснований. Учет анизотропии оказывает существенное влияние на величину расчетного сопротивления грунтового основания R , изменяя его значение в 1,5–3,0 раза. Для лессовидных просадоч-

¹ СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83.

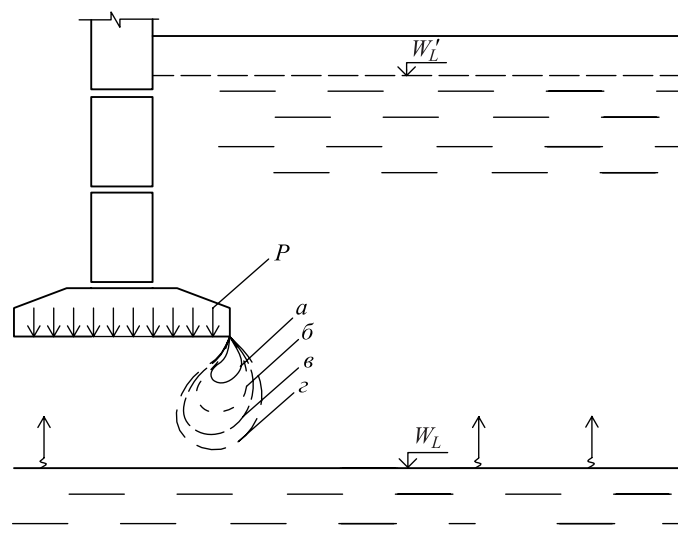


Рис. 1. Развитие областей пластических деформаций
 а – грунт в естественном состоянии; б – обводненный грунт;
 в – анизотропный грунт; г – лессовидный просадочный грунт

ных грунтов эта тенденция еще более усугубляется. Развитие областей пластических деформаций показано на рис. 1.

Заметно влияние повышения уровня грунтовых вод и на осадки фундаментов, причем, как это было показано ранее [6], при учете деформационной анизотропии, например, для лессовидного просадочного грунта, с увеличением влажности грунта происходит уменьшение значений модулей деформаций как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, а также снижение величины показателя деформационной анизотропии. Результаты исследования представлены в табл. 2 (где E_z и E_x – модули деформации грунта в вертикальном и горизонтальном направлениях).

Таблица 2. Влияние естественной влажности на деформационную анизотропию грунта

Давление σ , МПа	Естественная влажность W , д.е.	Модуль деформации		Показатель анизотропии $\alpha = E_z/E_x$
		E_z , МПа	E_x , МПа	
0,3	0,13	6,36	4,16	1,53
0,3	0,23	4,36	3,22	1,35
0,3	0,28	4,03	3,12	1,29

Уменьшение модуля деформации обводненного грунта приводит к увеличению деформаций оснований зданий: так, для одного из предприятий Новосибирска осадка грунта при естественной влажности составила $s = 0,040$ и $0,030$ м, а при обводнении грунта – $s^{обв} = 0,078$ и $0,055$ м. Осадки фундаментов в случае обводненного грунта увеличились приблизительно на 50 % по отношению к осадкам грунта естественной влажности. Изменение осадки оснований при повышении уровня грунтовых вод показано на рис. 2.

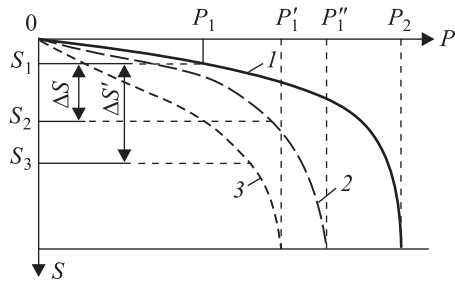


Рис. 2. График «осадка-нагрузка»

1 – грунт в естественном состоянии; 2 – обводненный грунт; 3 – анизотропный грунт

При учете деформационной анизотропии (особенно при показателе анизотропии $\alpha > 1$) расчетная осадка может намного превысить предельно допустимую по СП 22.13330.2016, что и произошло в рассматриваемом случае, причем относительная разность осадок также значительно превысила предельно допустимую по СП 22.13330.2016: $(\Delta s/L) = 0,0072 > (\Delta s/L)_u = 0,002$.

В случае подтопления и обводнения лессовидных просадочных грунтов дополнительные осадки или просадки проявляются еще сильнее, а если учесть ярко выраженную анизотропию их деформационных свойств (например, для исследованных лессовых грунтов Барнаула показатель анизотропии $\alpha = 1,97$) [6], то в этом случае деформация основания может привести здание или сооружение в аварийное состояние.

Нельзя не отметить тот факт, что по мере развития городов и в процессе эксплуатации промышленных предприятий на территориях, где когда-то наблюдался высокий уровень грунтовых вод, происходит повсеместное его понижение. Понижение горизонта грунтовых вод может быть вызвано уменьшением инфильтрации осадков в грунт в результате асфальтирования и застройки территории, дренированием толщи грунта канализационными коллекторами, различными подземными коммуникациями, линиями метрополитена, а также при работе водозаборных скважин, разработке нефтяных и газовых месторождений, устройстве шахт и карьеров и др. [5]. Во всех случаях понижение уровня грунтовых вод вызывает деформации зданий и сооружений, находящихся на поверхности. В этом случае в грунтовом основании происходит процесс, обратный описанному выше, т.е. взвешивающее действие воды исчезает, в результате чего напряжения от собственного веса грунта (в пределах снижения горизонта грунта) возрастают примерно в 2 раза. При учете анизотропии грунта деформации увеличиваются, как показывают исследования, от 10 до 40 % (рис. 3).

Откачка воды из скважин, добыча нефти и газа также приводит к развитию осадок поверхности грунта, зданий и сооружений [5]. При этом (под действием фильтрационных сил) создаются дополнительные сжимающие напряжения, вызывающие уплотнение грунта и осадку поверхности вокруг скважин, т.е. кроме снижения уровня грунтовых вод развивается фильтрация воды в глубине зоны откачки. Необходимо отметить, что грунты территории Барнаула [6] обладают хорошо выраженной анизотропией фильтрации и сжимаемости, ко-

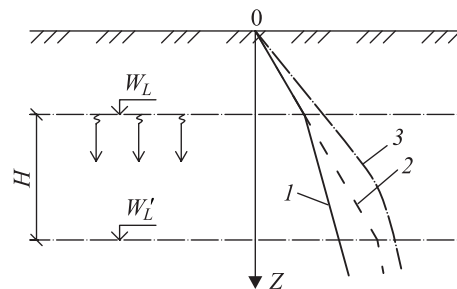


Рис. 3. Распределение напряжений при понижении грунтовых вод

1 – напряжение от собственного веса грунта до понижения; 2 – то же, после понижения; 3 – дополнительные сжимающие напряжения от действия фильтрационных сил

которые оказывают существенное влияние на несущую способность и деформируемость оснований.

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что прогнозирование влияния геоэкологических условий на несущую способность грунтовых оснований и осадки фундаментов в настоящий момент является актуальным и своевременным. Проблемы, связанные с грунтовыми водами, занимают важное место в гидрогеологии и геотехнике. Тем не менее до сих пор как теоретическое развитие, так и практическое применение этих двух наук происходило в относительной изоляции. Гидрогеология занимается, главным образом, прогнозом уровней воды, например, во время весенних паводков или в течение вегетационного периода. Задачи геотехники (осушение подземных пространств, горных выработок, устройство дренажной сети, изменение физических свойств грунтов с изменением уровня воды и т.п.) определяют заинтересованность в прогнозах максимального и строительного уровней воды, уровней воды в морозный период, в определении направления течения грунтовых вод и самого благоприятного с точки зрения осушения, времени строительства. Статистические исследования показали, что 80 % поврежденных зданий, вызванных геометрическими причинами, связано с положением или колебаниями уровня грунтовых вод.

К настоящему времени уже начаты исследования, которые наилучшим образом соответствуют методам анализа и задачам геотехники и составляют основу геотехнической методологии. Исследования в значительной степени могут быть облегчены благоприятной ситуацией: плотность сети буровых скважин обеспечивает точную информацию о ряде характеристик грунтовых вод (положение уровней воды, направление течения, уклоны зеркала грунтовых вод, химический состав, пространственное положение водоносного слоя и т.п.) на площадке проектируемого объекта. Возрастающий интерес к проблемам, связанным с промышленным и гражданским строительством, постоянно растущее влияние деятельности человека на водный режим, уже имеющиеся значительные временные ряды наблюдений по скважинам, внедрение в практику теории вероятностей и использование компьютерной техники означают, что на современной стадии развития знаний настоятельно необходимы свежие идеи и обобщения. Решение задач на более высоком уровне требует в то же время постепенного слияния как понятий, так и методов двух наук и возрастающего применения научных знаний в смежных областях: геологии, почвоведении и метеорологии.

Учет анизотропии необходим также и при решении проблемы утилизации и хранения различного вида отходов, так как характерной чертой всех ее форм (свалок, отвалов, хранилищ и т.п.) является их неоднородность по плотности, составу и, как следствие, по прочности и деформируемости. В этих случаях естественно ожидать значительного проявления анизотропии.

В нашей стране введена экологическая экспертиза как система комплексной оценки возможных экологических и социально-экономических последствий всех осуществляемых проектов, в том числе и по реконструкции различных объектов и сооружений [10], которая проводится в соответствии с утвержденными инструкциями и правилами. Как показывает опыт работы разных авторов [5] в комиссиях по различным катастрофам и авариям, свя-

занным с нарушением прочности грунтов оснований и устойчивости зданий и сооружений, они, как правило, не объясняются какой-либо одной причиной, а являются одновременным действием группы факторов, поэтому должен использоваться только всесторонний комплексный анализ с привлечением широкого диапазона специалистов.

Вывод. Необходима разработка комплексных методов исследования факторов геологического риска территорий промышленных центров, а также создание единой системы мониторинга природной среды Западной Сибири. Это направление требует дальнейших научных исследований и имеет большое практическое значение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антипова В.А. Влияние микрорельефа на изменение свойств лессовидных суглинков окрестностей Томска // Основания, фундаменты и подземные сооружения: Сб. трудов. М.: Высш. шк., 1967. С. 62–68.
2. Арефьев В.С., Горбунова Т.А. Влажность лессовых пород района г. Барнаула // Водные ресурсы Алтайского края и их комплексное исследование: Тез. науч. конф. Барнаул, 1971. С. 19–24.
3. Арефьев В.С. Геоэкологические исследования // Вестн. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 2000. № 1. С. 82–84.
4. Рященко Т.Г., Акулова В.В. Проблемы лессоведения юга Восточной Сибири и сопредельных территорий (опыт регионального анализа) // Лессовые просадочные грунты: исследования, проектирование и строительство: Докл. пленар. заседания Междунар. науч.-практ. конф. / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Барнаул, 1997. С. 26–45.
5. Иванов П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений. Механика грунтов. М.: Высш. шк., 1991. 447 с.
6. Коробова О.А. Расчет осадок лессового грунта с учетом деформационной анизотропии // Лессовые просадочные грунты: исследования, проектирование и строительство: Докл. пленарного заседания Междунар. науч.-практ. конф. / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Барнаул, 1996. С. 59–69.
7. Ретхати Л. Грунтовые воды и строительство. М.: Стройиздат, 1989. 430 с.
8. Коробова О.А., Бирюкова О.А. Лабораторные исследования деформационной анизотропии грунтов при инженерно-геологических изысканиях // Инженерные изыскания. 2012. № 6. С. 24–32.
9. Коробова О.А., Maksimenko L.A., Grigoriev D.O. On the calculation of the soil bases, taking into account their deformation anisotropy // International Conference on Recent Advances in Engineering, Technology and Applied Sciences: Scientific public organization «Professional science» / USA. Detroit, 2017. P. 6–16.
10. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Высш. шк., 1997. 319 с.

Коробова Ольга Александровна, д-р техн. наук, профессор;

E-mail: oakorobova@mail.ru

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Максименко Любовь Александровна, канд. техн. наук, доцент;

E-mail: maksimenko_la@mail.ru

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск

Григорьев Дмитрий Олегович, студент

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Получено после доработки 25.01.19

Korobova Olga Aleksandrovna, DSc, Professor; E-mail: oakorobova@mail.ru
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia
Maksimenko Lyubov Aleksandrovna, PhD, Ass. Professor;
E-mail: maksimenko_la@mail.ru
Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk
Grigoriev Dmitriy Olegovich, Student
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF GEOECOLOGICAL FACTORS ON PRECIPITATION OF FOUNDATIONS LOCATED ON ANISOTROPIC SOIL BASES

The article considers the problems associated with geoeological factors related to soil mechanics and foundation engineering. The relevance of the issue under consideration is revealed, which consists in the fact that in modern conditions in the development of soil mechanics special attention is paid to its role and the possibility of using genecology in solving environmental problems: in analyzing and assessing the changes taking place under the influence of natural and man-made impacts; in the rational use of water, land, mineral and energy resources; in ensuring the safe living of people and reducing the harmful effects on the environment as a result of natural and man-made disasters and various disasters. In addition, the influence of geoeological factors on the precipitation of the foundations, calculated taking into account the deformation anisotropy of base soils, is considered. Accounting for the deformation anisotropy in the calculations of the soil foundations that regulatory documents recommend (SP 22.13330.2016. Set of rules. Grounds for buildings and structures. Updated version SNiP 2.02.01–83) allows you to more fully take into account their real properties, and therefore more accurately and reliably design the foundations of buildings and structures and to predict the work of their bases under the influence of loads. The main types of geoeological factors and the negative consequences of the influence of these factors are given. The analysis of the effect of raising and lowering the level of groundwater on the carrying capacity of anisotropic soil foundations and precipitation of foundations was carried out. The role and necessity of using environmental impact assessment, as well as a comprehensive method of research and forecasting the development of geological risk factors, are noted.

Key words: geoeological factors, soil mechanics, rising and lowering of the groundwater level, foundation settlements, anisotropic soil bases, environmental assessment, monitoring.

REFERENCES

1. A n t i p o v a V.A. Vliyanie mikrorel'efa na izmenenie svoystv lessovidnykh suglinkov okrestnostey Tomsk [The effect of microrelief on the change in the properties of loess-visible loams in the Tomsk region]. Osnovaniya, fundamenty i podzemnye sooruzheniya: Sbornik trudov [Bases, foundations and underground structures: Coll. Proceedings]. Moscow, 1967. Pp. 62–68. (in Russian)
2. A r e f ' e v V.S., G o r b u n o v a T.A. Vlazhnost' lessovykh porod rayona g. Barnaula [Humidity of loess rocks of the district of the city of Barnaul]. Vodnye resursy Altayskogo kraia i ikh kompleksnoe issledovanie: Tezisy nauchnoy konferentsii [Water resources of the Altai Territory and their complex research: Proc. scientific conf.]. Barnaul, 1971. Pp. 19–24. (in Russian)
3. A r e f i e v V.S. Geoekologicheskie issledovaniya [Geoeological studies]. Vestnik AltGTU im. I.I. Polzunova [Bulletin of AltGTU im. I.I. Polzunova]. Barnaul, 2000. No. 1. Pp. 82–84. (in Russian)

4. Ryashchenko T.G., Akulova V.V. Problemy lessovedeniya yuga Vostochnoy Sibiri i sopredel'nykh territoriy (opyt regional'nogo analiza) [Problems of forest science in the south of Eastern Siberia and adjacent territories (the experience of regional analysis)]. Lessovye prosadochnye grunty: issledovaniya, proektirovanie i stroitel'stvo: Doklady plenarnogo zasedaniya Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / AltGTU im. I.I. Polzunova [Loss-forest subsidence soils: research, design and construction: Dokl. plenary session of the Intern. scientific-practical conf. / AltSTU them. I.I. Polzunov]. Barnaul, 1997. Pp. 26–45. (in Russian)
 5. Ivanov P.L. Grunty i osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. Mekhanika gruntov [Soils and bases of hydraulic structures. Soil mechanics]. Moscow, 1991. 447 p. (in Russian)
 6. Korobova O.A. Raschet osadok lessovogo grunta s uchetom deformatsionnoy anizotropii [Calculation of the sediment of loess soil taking into account the deformation anisotropy]. Lessovye prosadochnye grunty: issledovaniya, proektirovanie i stroitel'stvo: Doklady plenarnogo zasedaniya Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / AltGTU im. I.I. Polzunova [Loess subsidence of the soil: research, design and construction: Dokl. plenary session of the Intern. scientific-practical conf. / AltSTU them. I.I. Polzunov]. Barnaul, 1996. Pp. 59–69. (in Russian)
 7. Rethati L. Gruntovye vody i stroitel'stvo [Groundwater and construction]. Moscow, 1989. 430 p. (in Russian)
 8. Korobova O.A., Biryukova O.A. Laboratornye issledovaniya deformatsionnoy anizotropii gruntov pri inzhenerno-geologicheskikh izyskaniyakh [Laboratory studies of the deformation anisotropy of soils during engineering and geological surveys]. Inzhenernye izyskaniya [Engineering surveys]. 2012. No. 6. Pp. 24–32. (in Russian)
 9. Korobova O.A., Maksimenko L.A., Grigoriev D.O. On the calculation of the soil bases, taking into account their deformation anisotropy. International Conference on Recent Advances in Engineering, Technology and Applied Sciences: Scientific public organization «Professional science» / USA. Detroit, 2017. Pp. 6–16.
 10. Shvetsov G.I. Inzhenernaya geologiya, mekhanika gruntov, osnovaniya i fundamenti [Engineering geology, soil mechanics, foundations and foundations]. Moscow, 1997. 319 p. (in Russian)
-