

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Технология бетона : учеб.для вузов по строит. специальностям / Ю. М. Баженов. - М.: Изд-во Ассоц. строит.вузов, 2002. – 499 с.
2. Лермит Р. Проблемы технологии бетона / Роберт Лермит; пер. с фр. В. И. Контовта; под ред. и с предисл. А. Е. Десова. – Изд. 3-е. – М.: Изд-во Ассоц. строит.вузов, 2006. – 135 с.

Плотникова Л.Г. – к.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет, E-mail: egogo1980@mail.ru, Пичугин А.П. – д.т.н., профессор, Новосибирский государственный аграрный университет, Веригин Ю.А. – д.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет.

УДК 69 + 624.131.6 (0.8374)

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПРИЧИНЫ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БАРНАУЛА

О.Н. Романенко, Л.Н. Амосова, В.С. Ревякин, А.В. Ван

Приводятся гидрогеологические условия территории и причины повышения уровня грунтовых вод. Возможности ГИС-технологий при исследовании изменений гидрогеологической обстановки на территории города. Рекомендуемые мероприятия по поддержанию санитарного и экологического состояния городских территорий.

Ключевые слова: грунт, подземные воды, уровень грунтовых вод, процесс подтопления, источники питания, водоносный горизонт, геоинформационные системы, геоэкологические исследования.

На территории г. Барнаула выделяют следующие подземные воды, залегающие первыми от поверхности и оказывающие влияние на инженерно-геологические условия:

- подземные воды типа «верховодка»;
- грунтовые воды аллювиальных отложений пойм р.Оби, рек Барнаулки и Пивоварки (aQ_{IV});
- грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ^1_{III});
- грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ^2_{III});
- грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ^3_{II});
- водоносный комплекс красnodубровской свиты ($Q_{I-II} kgd$).

Подземные воды типа «верховодка»

Имеют локальное распространение в зоне аэрации и встречаются на различных элементах рельефа. Они имеются на 2-ой и 3-ей надпойменных террасах р. Барнаулки, в долине р. Пивоварки, на водораздельных пространствах и склонах Приобского плато.

«Верховодки» образуются на участках, где в зоне аэрации водопроницаемые грунты подстилаются грунтами с пониженными фильтрационными свойствами. Питание «верховодки» осуществляется за счет инфильтрации дождевых и талых вод, а также утечек из водонесущих коммуникаций. Интенсивное пополнение запасов «верховодки» происходит весной в период снеготаяния.

В пределах второй и третьей надпойменных террас р. Барнаулки, а также на её левом коренном склоне «верховодка» встречается в песках и приурочена к понижениям рельефа, часто имеющим замкнутый характер. Этому способствует дюнно-рядовой рельеф золотых песков с замкнутыми котловинами. Водоупорами являются суглинки, супеси и пачки песков с частыми прослоями суглинков и супесей (переслаивание)

В долине р. Пивоварки «верховодка» встречается от ул.Северо-Западной вверх по долине. На Приобском плато «верховодка» приурочена к замкнутым понижениям рельефа (западины), где скапливаются талые и дождевые воды. Такие западины

имеются вдоль границы эоловых песков на ул. Молодежной.

Глубина залегания уровня «верховодки» от 0,0 м до 5,0 м. Режим непостоянный, уровень колеблется в пределах нескольких метров. Подземные воды могут полностью просачиваться через слабопроницаемые подстилающие грунты, стекать по наклонному водоупору в нижележащие горизонты, тратиться на испарение. Область питания «верховодки» совпадает с областью её распространения. Воды «верховодки» пресные, минерализация до 1,0 г/л, неагрессивные к бетонам на обычных цементях.

Грунтовые воды аллювиальных отложений пойм рек Оби, Барнаулки и Пивоварки - аQ_{IV}.

Распространены в пределах низких и высоких пойм. Водовмещающими породами служат пески мелкие, средние, местами хорошо отсортированные, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Мощность водоносного горизонта от 2-3 м до 10 м и более в устье р. Барнаулки и в долине р. Оби. Глубина залегания от 0,0 м до 2-3 м. На поверхности пойм имеются озера (старицы) и заболоченные участки. Коэффициент фильтрации песков 9,6-11,1 м/сут. Источники питания - атмосферные осадки, перетекающие подземные воды из гипсометрически более высоко расположенных водоносных отложений надпойменных террас в долине р. Барнаулки. В периоды паводков и половодий питание поступает из рек, с которыми грунтовые воды гидравлически связаны; в остальное время года реки дренируют грунтовые воды. Годовая амплитуда колебания уровня от 0,8-1,65 м до 3,04 м в устье р. Барнаулки. Грунтовые воды пресные, гидрокарбонатно-кальциевые, минерализация до 1,0 г/л, как правило, неагрессивные к бетонам на обычных цементях. Местами минерализация повышается до 1,6 г/л.

Грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки - аQ_I¹_{III}.

Грунтовые воды распространены в пределах первой надпойменной террасы р. Барнаулки, преимущественно на левобережье. Водовмещающими породами являются пески пылеватые, мелкие, средние, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты (региональный водоупор). Глубина залегания от 0,0 м до 2,0 м. Местами в понижениях рельефа грунтовые воды выходят на поверхность, заболачивая участки, обра-

зую небольшие озера. Мощность водоносного горизонта - 3-8 м. Годовая амплитуда колебания уровня воды 0,59-2,15 м.

Источники питания - атмосферные осадки, перетекающие грунтовые воды из гипсометрически более высоко расположенных водоносных отложений второй надпойменной террасы. Грунтовые воды разгружаются в водоносный горизонт отложений поймы или дренируются р. Барнаулкой. Местами наблюдается выклинивание грунтовых вод у подошвы первой надпойменной террасы (район ул. Ядринцевского и к западу от речки Пивоварки (в районе пос. Кировский)). Выклинивание в виде родников и мочажин. Дебит родников незначительный 0,1 - 0,5 л/сек., водообильность горизонта невысокая. Коэффициент фильтрации песков в пределах 1,2-15,1 м/сут.

Грунтовые воды пресные, местами слабосоленые, минерализация 0,7-3,2 г/л, как правило, неагрессивные к бетонам на обычных цементях. Однако, иногда содержание сульфат-иона превышает 250 мг/л и проявляется сульфатная агрессия. Кроме того, по некоторым анализам обнаружено содержание агрессивной углекислоты до 17-26 мг/л.

Грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки - аQ_{II}²_{III}.

Грунтовые воды распространены в пределах второй надпойменной террасы р. Барнаулки, преимущественно на левобережье.

Водовмещающими породами являются мелкие пески, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты (региональный водоупор). Глубина залегания уровня воды от 2-3 м у подошвы террасы до 10-12 м у тылового шва. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод 0,32-0,46 м. Мощность водоносного горизонта 8-13 м. Коэффициент фильтрации песков 2,7-9,8 м/сут.

Источники питания - атмосферные осадки, перетекающие грунтовые воды из обводненных отложений третьей надпойменной террасы, расположенной выше по склону. Водоносный горизонт разгружается в отложения песков первой надпойменной террасы р. Барнаулки, дренируется р. Обью и р. Пивоваркой. В обрывах левого берега р. Оби грунтовые воды выклиниваются по кровле кочковской свиты, о чем свидетельствуют родники и мочажины. В долине р. Пивоварки в её нижнем течении наблюда-

ется водонасыщение грунтов подножий береговых обрывов.

Вдоль подножья второй надпойменной террасы наблюдается пластование грунтовых вод, которое с перерывами прослеживается с запада на восток от пер. Колхозного до проспекта Красноармейского. Выклинивание в виде мочажин, заболоченности, некоторые из них дают начало ручейкам. Один из таких ручейков протекает по ул. Циолковского, другой - по ул. Ядринцевского. Дебит ручьев до 0,5 л/сек. в летнюю межень, до 3-4 л/сек. - весной (май месяц). Грунтовые воды пресные, минерализация 0,5-1,1 г/л, как правило, не агрессивны к бетонам на обычных цементах. По некоторым анализам обнаружена сульфатная агрессия, содержание сульфат-иона 250-370 мг/л.

Грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки - аQ₃^{II}.

Грунтовые воды распространены в пределах третьей надпойменной террасы р. Барнаулки, преимущественно на левобережье. Водовмещающие породы - мелкие, средние пески и супеси, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Глубина залегания более 10-ти метров, за исключением отдельных участков, где грунтовые воды залегают на глубинах 2-5 м.

Мощность водоносного горизонта до 10-15 метров. Источники питания - атмосферные осадки и перетекающие подземные воды из пород краснодубровской свиты. Водоносный горизонт третьей надпойменной террасы р. Барнаулки разгружается в отложения пород второй надпойменной террасы и дренируется р. Обью и р. Пивоваркой в нижнем течении. В долине р. Оби разгрузка происходит по цоколю (кровля кочковской свиты), выступающему над урезом воды в реке. Выклинивание пластование в виде многочисленных родников и мочажин. Расход родников от 0,1 до 0,4-0,5 л/сек. в летнюю межень. Грунтовые воды пресные, минерализация 0,3-1,0 г/л, иногда до 1,2 г/л, не агрессивны к бетонам на обычных цементах.

Водоносный комплекс краснодубровской свиты - Q₁₋₂^{krd}.

Водоносный комплекс распространен повсеместно, за исключением долины р. Оби и тех участков долины р. Барнаулки, где аллювий ложится непосредственно на кочковскую свиту. Водовмещающими породами являются пески краснодубровской

свиты, залегающие в виде сложнопостроенной системы слоев, пачек, крупных линз, гидравлически связанных между собой.

В долине р. Оби отложения краснодубровской свиты вскрыты эрозией на полную мощность до подстилающих суглинков и глин кочковской свиты, которая является региональным водоупором. По кровле кочковской свиты происходит разгрузка подземных вод краснодубровской свиты и вдоль берега реки наблюдаются многочисленные выходы подземных вод в виде родников и мочажин.

Глубина залегания подземных вод краснодубровской свиты на Приобском плато - более 10-20 м, в бортах долин рек Оби и Барнаулки - 40-50 и более метров. Подземные воды пресные 0,7-0,9 г/л до 1,1 г/л гидрокарбонатно - хлоридно - кальциево - магниевые, гидрокарбонатно - хлоридно - кальциевые. Область питания находится, в основном, за пределами изучаемой территории. Водоносный комплекс разгружается в аллювиальные отложения р. Барнаулки и дренируется р. Обью.

Техногенное воздействие на грунтовые воды.

На освоенных территориях селитебной и промышленной зон г. Барнаула находится развитая сеть водонесущих коммуникаций: водопроводы питьевого и промышленного водоснабжения, тепловые сети, канализация. В процессе эксплуатации неизбежно происходят утечки воды, которые попадают в грунты зоны аэрации и при определенных условиях образуется «верховодка». При длительных и значительных утечках аварийные воды, инфильтруясь вниз, достигают поверхности грунтовых вод и повышают их уровень.

На площадке ТЭЦ-3 г. Барнаула в период изысканий (70-е годы 20 столетия) уровень грунтовых вод краснодубровской свиты залегал на глубинах 29-30 м. В процессе эксплуатации происходили утечки из водонесущих коммуникаций и в районе градиент уровень грунтовых вод поднимался до глубины 1,8-2,0 м от поверхности земли.

Процессы подтопления приняли массовый характер и на многих участках территории г. Барнаула. На развитие процессов подтопления влияют факторы:

- конденсация и накопление влаги под зданиями и асфальто-бетонными покрытиями под влиянием изменения температурного режима в горизонтах;

- вследствие уменьшения величины испарения;
- нарушение естественного рельефа и поверхностного стока;
- инфильтрация поливных вод и производственных стоков;
- барражирующее воздействие фундаментов зданий и сооружений на грунтовый поток.

На территории города преобладает естественно-техногенный режим грунтовых вод. Гидрогеологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой характеризуются наличием 6 горизонтов подземных вод, относительно выдержанных по простиранию и мощности, с близким химическим составом подземных вод, местами с неоднородным химическим составом. *Гидрогеологические условия оцениваются как средние по сложности.*

Подтопление территорий.

В Барнауле подтопление территорий наблюдается как развивающийся процесс и осуществляется по 2-м схемам:

- подъем уровня грунтовых вод в старой части города, в пределах надпойменных террас р. Барнаулки и в долине р. Пивоварки;
- повышение влажности грунтов и формирование нового подвешенного водоносного горизонта в верхней части покровных лессов в пределах застроенной территории Приобского плато или подъем уровня грунтовых вод на этой территории.

На территории города, которая находится в пределах плато, в широком масштабе, отмечается повышение влажности лессовых грунтов. Основная причина - утечки вод из инженерных коммуникаций, а также уменьшение испарения влаги из грунтов вследствие застройки и асфальтированию поверхности.

Наибольшее развитие получили эти процессы на территории северной промзоны в северной части города. Верхняя часть разреза представлена здесь просадочными лессами, подстилаемыми непросадочными суглинками и супесями краснодубровской свиты. Грунтовые воды находятся на глубине 30-50 м.

Эта промзона застраивалась, начиная с 1941 г. на протяжении 65 лет до настоящего времени. На всех заводах этой промплощадки сейчас существуют зоны грунтов повышенной влажности и замоченных грунтов, приуроченных к производственным

корпусам и трассам инженерных коммуникаций. Размер их в поперечнике от 20 до 300 м. Глубина замачивания от нескольких метров до 15-20 м, изредка достигая больших глубин. Эти зоны обычно имеют куполовидную форму. На отдельных предприятиях они слились и образовали единое поле замоченных грунтов (ТЭЦ-1, мясокомбинат). Замоченные грунты отмечаются или с поверхности, или с некоторой глубины (5-10 м).

При природной влажности лессовых грунтов, обычно 0,10-0,15, при замачивании она повышается до 0,16-0,27. Вместо твердой и полутвердой консистенции грунты становятся тугопластичными, мягкопластичными, текучепластичными и местами приобретают текучую консистенцию.

На территориях отдельных предприятий (шинный завод, ОАО «Химволокно», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, заводы геологоразведочного оборудования и технического углерода) отмечены подземные воды типа «верховодки» техногенного происхождения.

Как пример, приводится описание замоченных грунтов ТЭЦ-2. В результате утечек из водосодержащих и водонесущих систем, за 50 лет её эксплуатации (с 1955 г.) сформировалась зона замоченных грунтов. Верхняя граница её, в основном, находится на глубине 7-10 м, но на отдельных участках, характеризующихся повышенным поступлением в грунт производственных вод, она находится на меньшей глубине, 4-5 м. На глубину эта зона прослеживается до 45 м, смыкаясь с первым подземным водоносным горизонтом (уровень грунтовых вод на отметке 175 м абс.). Степень замачивания грунтов различна. Если, в основном для грунтов этой зоны характерна тугопластичная консистенция, то отдельные участки её имеют мягкопластичную или полутвердую консистенцию.

Увлажнение северной промзоны в этой части Барнаула формируется на протяжении 20-60 лет, но некоторые из них появились и сравнительно недавно (5-15 лет).

Скорость формирования зон замоченных грунтов зависит от объема инфильтрующих промстоков.

На заводе технического углерода у котельной образовался купол замоченных грунтов за 2 года (с 1973 по 1975 г.г.). Вершина его находилась на глубине 6 м, до глубины 30 м он был изучен. Ширина купола сверху 20 м, внизу - 60 м. Грунты приобрели консистенцию от туго - до текучепла-

стичной. Влажность грунтов повысилась от 0,12-0,18 до 0,19-0,28. Нарушение баланса влаги в пределах активной зоны, увеличение степени водонасыщенности лессов существенно сказывается на изменении физико-механических свойств грунтов и устойчивости сооружений.

В связи с увеличением влажности, ослабляются структурные связи грунтов, в связи с чем ухудшаются деформационные и прочностные свойства грунтов: угол внутреннего трения уменьшается от $22-27^{\circ}$ до $15-20^{\circ}$, удельное сцепление - от 24-30 кПа до 5-15 кПа, модуль деформации - от 10-15 МПа до 1-8 ПМа. Как результат этого, при неравномерном замачивании происходит неравномерная просадка грунтов под фундаментом, что обуславливает деформации сооружений.

Замачивание грунтов обуславливает и то, что лессы, являясь практически непучинистыми грунтами при природной влажности, становятся сильнопучинистыми при водонасыщении. Процессы пучения наблюдались на ряде объектов.

Формирующиеся воды «верховодки» нередко обладают агрессивными свойствами к бетонам, разлагая последние. Так, подобные воды техногенного происхождения, обладающие агрессивными свойствами к бетонам и металлическим конструкциям, были зафиксированы на площадках насосной станции и очистных сооружений шинного завода.

Здания с деформациями имеются практически на всех заводах этой промзоны: на шинном, станкостроительном, трансмаше, техуглерада, моторном, ГРО и других. Так, на ОАО «Барнаулмясо» к 1978 г. на всех наружных стенах 4-х этажного главного корпуса появилась масса трещин: от волосяных до 2-5 см шириной. Западная стена у перекрытия отошла от здания на 30 см. Создалась опасность её обрушения. Встал вопрос о полной замене западной и северной стен (они не несущие). Внутренние колонны осели, часть из них оказалась перекошенными.

Зоны замоченных грунтов имеются также и на предприятиях Власихинской промзоны. Почти сплошные поля замоченных грунтов наблюдаются на ТЭЦ-3 и пивзавода. На ТЭЦ-3 грунты промочены до глубины 30 м и здесь зона замоченных грунтов сомкнулась с водоносным горизонтом подземных вод. Зоны замоченных грунтов формируются не только на территориях

промышленных объектов, но и на некоторых участках жилой застройки. Процессы подтопления активном развиваются на пос. Южном, где под многими зданиями зафиксированы замоченные грунты. Примером замачивания грунтов на отдельном участке может служить зона водонасыщенных грунтов, сформировавшаяся на площадке протяженного 9-ти этажного жилого здания по ул. Юрина, 208, где в течение ряда лет в техподполье стояла вода из-за утечки из водопроводящих коммуникаций. Столб воды достигал высоты 0,5 м. Замоченные грунты были отмечены от дома на расстоянии до 80 м.

Процессы подтопления продолжают и в настоящее время. Как правило, имеют тенденцию прогрессировать во времени из-за старения водопотребляющих объектов и инженерных коммуникаций.

Прогнозируя дальнейшее изменение инженерно-геологических и гидрогеологических условий территорий промзон на Приобском плато, можно предположить, что имеющиеся зоны замачивания будут расширяться по площади и на глубину, и в конечном счете, сольются, образуя единые поля замоченных грунтов на территориях предприятий. На глубину они захватят грунты до первого водоносного горизонта. Существующие купола развития «верховодки» со временем будут расширяться, будут иметь не временный, а постоянный характер и затем также образуют единый горизонт грунтовых вод. Уровень грунтовых вод будет повышаться и возникнет угроза подтопления фундаментов и подвалов грунтовыми водами. Будут так же развиваться процессы подтопления и в селитебных зонах. В старой части города, как указывалось выше, процессы подтопления развиваются в иных инженерно-геологических условиях.

На площади I надпойменной террасы, слагающие её пески мелкие (реже пылеватые) лежат на глинах и суглинках кочковской свиты, являющихся водоупором. Сформировавшийся в песках водоносный горизонт питается за счет атмосферных осадков и подземных вод, перетекающих из водоносных комплексов II и III надпойменных террас и водоносных горизонтов красnodубровской свиты Приобского плато. Определенную роль в его питании играют воды, теряющиеся из инженерных коммуникаций. В последние десятилетия, в связи со строительством в старой части города многоэтажных домов, возросло водопотребле-

ние, а значит и утечки вод. В связи с этим стал подниматься уровень грунтовых вод на I террасе. Этому способствовал и еще ряд причин: барражный эффект от фундаментов зданий, особенно свайных, уменьшение испаряемости влаги из грунтов ввиду увеличившихся заасфальтированных площадей, засорения систем ливневой канализации, конденсации влаги под зданиями и сооружениями и др. В результате, за последние десятилетия уровень грунтовых вод поднялся на 1-2 м.

Режимные наблюдения оползневой станции за уровнем грунтовых вод по скв. 393 за период 1976-1990 гг. показали, что он неуклонно поднимался с глубины 3,93 м до глубины 2,94 м. То есть за 14 лет уровень грунтовых вод поднялся на 1 м.

В настоящее время территория I террасы оказалась подтопленной. Глубина залегания грунтовых вод на большей её части составляет 0,0-2,0 м. Местами грунтовые вод выходят на поверхность, обуславливая заболачиваемость участков. В результате подтопляются подвалы и фундаменты зданий, инженерные коммуникации, замачиваются стены (из-за капиллярного поднятия воды). В частности, в 80-х годах стали затопливаться подвалы зданий горисполкома (ныне администрация города) и краевого архива (ныне Знаменской церкви), построенные в прошлом веке и ранее не затопляющиеся.

Подтопление территорий обуславливает ухудшение физико-механических свойств грунтов (резко снижаются прочностные характеристики), повышает их пучинистость. В результате ряд зданий получили деформации (трещины в фундаментах и стенах), к примеру, здание краевой поликлиники. Затопление подвалов приводит к порче хранящихся в них имущества и продуктов, делает невозможным их использование по функциональному назначению.

Замачивание инженерных коммуникаций значительно осложняет их эксплуатацию и ремонт. На II и III надпойменных террасах уровень грунтовых вод залегает относительно глубоко и почти не влияет на инженерные сооружения (за исключением приобводочной полосы II террасы). Но здесь в связи с подземными водами, возникает другая проблема: влияние «верховодки» на строительство и эксплуатацию сооружений.

В составе песков II-ой и III-ей надпойменных террас часто встречаются прослойки и линзы супесей и суглинков мощностью от

0,5 до 3-4 м, не имеющие сплошного распространения. Над ними формируется «верховодка», залегающая на глубинах от 2 до 8 м ввиду того, что мощность этого горизонта минимальна, а слой суглинков залегает субгоризонтально.

Изыскания, проведенные на одних и тех же участках в разные годы, до 1985 г. не показали сколько-нибудь существенного повышения уровня «верховодки». Но в последние 10-15 лет в связи с многоэтажной застройкой площади этих террас и возросшим объемом утечек вод, время существования «верховодки» начинает увеличиваться, водообильность её возрастает. Она может обусловить затопление подвалов и подземных коммуникаций. Так, в микрорайоне № 17 уже затопливаются техподполья в доме № 63. При проектировании и строительстве сооружений необходимо учитывать наличие «верховодки».

Застройка новых микрорайонов в северо-западной части города, неупорядочивание поверхностного стока, заиливание русла р. Пивоварки обусловили повышение уровня грунтовых вод в долине этой речки и в районе, прилегающему к ней. В результате оказались подтопленными фундаменты свыше 400 частных домов, вода затопила подвалы. Грунты приобрели пучинистые свойства, ряд домов получил деформации. Встал вопрос о сносе домов и переселении семей в новые здания.

В целом, процессы подтопления в Барнауле получили значительное развитие. Общая площадь подтопленных и подтопляемых земель составляет 2100 га. Материальный ущерб значителен. Потенциальная пораженность этим видом ОПП на Приобском плато, пойме и I надпойменной террасе - 100%, на II и III террасах - 2-3%.

Последнее время геоинформационные системы (ГИС) получили широкое распространение в практике геоэкологических исследований. Активное применение ГИС-технологий в решении задач, которые связаны с оптимизацией систем управления различных территорий, рациональным использованием природных ресурсов. Использование и внедрение ГИС-технологий в структуры управления позволит, даже не подготовленному пользователю, объединять и обрабатывать разнородную информацию на основе ее координатной привязки. В результате этого возникает возможность совместного использования независимых информационных потоков различных

ведомств. Все исследования в рамках создания автоматизированных систем, которые связаны со сбором, хранением и анализом информации вылились в отдельное направление, которое основано на использовании средств гидрогеологического моделирования и ГИС- технологий. Это позволило бы получать прогнозные характеристики развития процесса подтопления и оценивать его влияние на геологическую среду города, для своевременной разработки защитных мероприятий. Данный метод прогнозирования позволил бы учесть большое количество факторов при изменении их во времени, поэтому необходимо вести постоянные наблюдения за состоянием геологической среды.

Такая система разработана и применяется различными организациями (ТГУ, ТЦ "ТОМСКГЕОМОНИТОРИНГ", ТОО НПО "Сибгеоинформатика", НИИ ББ и др.) при исследовании процессов техногенного подтопления на территории города Томска. Особенность методики исследования изменений гидрогеологической обстановки на территории города заключается в реализации нескольких методических приемов гидрогеологического и геоинформационного направлений. В настоящее время наиболее прогрессивные методики оперативного управления городскими агломерациями лежат в области внедрения МГИС (Муниципальных геоинформационных систем).

В НПО «Сибгеоинформатика» в сотрудничестве с главным управлением архитектуры и градостроительства, на основе массовой оцифровки картографических материалов масштабов 1:10000 и 1:5000 создана электронная карта г. Томска с несколькими тематическими слоями. Созданная система используется в структуре муниципального управления города для широкого круга задач, которые решаются в соответствующих подсистемах:

- выбор и предоставление земельного участка под проект и строительство;
- разрешение и контроль строительства;
- подготовка архитектурно-планировочных заданий на генплан и микрорайон;
- выдача справок и другой информации в пределах компетенции системы.

В ТГУ создана ГИС, позволяющая накапливать, систематизировать и передавать потребителю сведения геоэкологического характера. На электронную карту города вынесено два тематических слоя экологи-

ческого содержания: выпуски стоков и свалки бытовых и производственных отходов.

Работы ТЦ "Томскгеомониторинг" направлены на решение прикладных задач мониторинга геологической среды территорий Томской области и участие в проведении комплексных геоэкологических исследований на основе широкого использования информационно-компьютерной системы. Функционально эта система включает следующие подсистемы:

1. Специализированная база данных интегрированной информации о состоянии геологической среды, формируемая целенаправленными наблюдениями по разноразмерной сети пунктов наблюдений, имеющих географическую привязку.

2. Средства картографической поддержки в актуальном состоянии географически распределенных данных на основе современных полнофункциональных ГИС.

3. Комплекс программных средств для математической обработки фактографической и картографической информации, включающий вероятностно-статистический анализ и прогноз. Использование постоянно действующих разномасштабных гидрогеомиграционных моделей для подземных вод.

Несмотря на развитие и использование автоматизированных систем геоэкологической направленности различными научными институтами и центрами, в настоящее время, для г. Барнаула ничего подобного не разработано. Мероприятия по снижению дополнительного питания грунтовых вод и содержания санитарного и экологического состояния городских территорий должны включать:

1. введение оплаты за воду по счетчикам и тарифам, стимулирующим экономию воды;
2. обязательную очистку поверхностного стока перед сбросом в водоемы;
3. оборудование бытовой канализации индивидуальной застройки;
4. расчистку русел рек с удалением слоя загрязненного ила;
5. экологические программы.

Необходимо поддерживать санитарное и экологическое состояние городских территорий, что не замедлит сказаться и на состоянии грунтовых вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет ОАО «АлтайТИСИЗ» по теме «Инженерно-геологические условия территории г. Барнаула» от 01.06.2006 г.

2. Кузеванов К.И., Е.М. Дутова, Д.С. Покровский. Использование геоинформационных технологий при исследовании процессов техногенного подтопления урбанизированных территорий (на примере г. Томска). // Известия Томского политехнического университета 2004 Т. 307. № 7. - С. 30–35.

Романенко О.Н. – старший преподаватель, **Амосова Л.Н.** – к.т.н., доцент, **Ревякин В.С.** – д.г.н., профессор, Алтайский государственный технический университет, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.; **Ван А.В.** – д.г.-м.н., профессор, Сибирская государственная геодезическая академия.

УДК 625.72

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ФАКТИЧЕСКОЙ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА

В.Л. Свиридов

Предложена методика расчета фактической несущей способности дорожных одежд нежесткого типа в наиболее неблагоприятный по условиям увлажнения земляного полотна весенний период, в течение которого влияние автомобильного движения на работу дорожной конструкции является наиболее существенным, так как прочность дорожных конструкций в это время достигает минимальных значений.

Ключевые слова: влажность, дорожная одежда, модуль упругости, нагрузка, ограничение движения, прочность, условия эксплуатации.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что значительная часть существующих автомобильных дорог общего пользования в настоящее время не отвечает требованиям современного движения и нуждается в комплексе мероприятий, повышающих качество дорог и безопасность дорожного движения.

В условиях недостаточной прочности дорожных одежд и ограниченного финансирования дорожных работ сезонное ограничение движения тяжеловесных транспортных средств по осевым нагрузкам является важнейшим мероприятием для обеспечения сохранности автомобильных дорог в процессе эксплуатации.

Потребность в сезонном ограничении движения возникает в случаях, когда дорожные конструкции либо не рассчитаны на пропуск тяжеловесных нагрузок, либо их несущая способность не отвечает требованиям, предъявляемым по условиям движения и нет возможностей для своевременного осуществления ремонта или усиления дорожной одежды.

Решение о введении временного ограничения движения транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования принимается органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Утверждается порядок введения и сроки действия временного ограничения движения. При-

нятое решение доводится до заинтересованных лиц с помощью средств массовой информации. Дорожные организации разрабатывают схемы организации движения, согласовывают их с органами ГИБДД, обеспечивают установку дорожных знаков, ограничивающих осевые нагрузки транспортных средств, и организуют весовой контроль на соответствующих участках дороги. Ограничение движения, как правило, не распространяется на рейсовые автобусы и автомобили, перевозящие скоропортящиеся продукты питания и медицинские препараты, а также автомобили аварийной, пожарной и медицинской служб.

Начало и конец периода ограничения движения определяют по результатам ежедневных испытаний дорожной одежды на контрольных точках, сопоставляя фактически измеренные прогибы конструкции с предельно допускаемыми значениями по условиям движения. Период снижения несущей способности дорожных конструкций, когда их фактические прогибы превышают допустимые значения, соответствует периоду ограничения движения тяжеловесных транспортных средств.

Значение предельно допускаемого прогиба устанавливается расчётом в соответствии с отраслевыми дорожными нормами ОДН 218.1.052-2002 или приближённо, проведением испытаний нагрузкой в одних и тех же кон-