

Катаев В.Н. Суффозионные деформации в зоне влияния городского канализационного коллектора // Экология города. Материалы региональной научно-практической конференции / Пермский ун-т. Пермь, 1998. С. 71-74.

В.Н. Катаев  
Пермский университет

### **Суффозионные деформации в зоне влияния городского канализационного коллектора**

Суффозионные деформации в пределах городской территории явление широко распространенное. Морфологически деформации чаще всего представлены блюдцеобразными понижениями, реже в виде конусообразных воронок и провалов цилиндрической или мешкообразной формы. Деформации поверхности распределены повсеместно, но чаще всего локализованы вдоль фундаментов зданий и сооружений, вдоль проезжей части дорог и тротуаров, у канализационных колодцев. Деформационные формы могут быть одиночными и линейно сгруппированными.

Развитие и распределение суффозионных форм в пределах территории г. Перми обусловлено рядом причин, подразделяемых на две группы: природные и техногенные. К природным в первую очередь относится геологическое строение территории, в котором аллювиально-делювиальный комплекс четвертичных отложений распространен практически повсеместно. Комплекс сложен чередованием или замещением супесей, суглинков, песков, гравийных грунтов, являющихся суффозионными в различной степени. Наши исследования показали, что коэффициенты неоднородности гранулометрического состава в супесях колеблются около значения 15, в песках около значения 3.5, в гравийных грунтах около значения 62.5. Важная в данном случае особенность этого разреза заключена в том, что он практически не содержит протяженных водоупоров, а в результате порово-трещинные воды четвертичного аллювиально-делювиального комплекса отложений и трещинно-пластовые воды верхнепермских аргиллитов и песчаников образуют единый водоносный горизонт. Вынос и аккумуляция мелкодисперсной фракции в природных обстановках как правило происходит в местах разгрузки подземных вод (родники в долинах реки Камы и ее притоков. Не исключен и вариант вымывания тонкообломочного грунта в трещинное пространство коренных пород. В любом случае суффозионные явления, вызванные природными факторами в условиях территории г.Перми, имеют ограниченное распространение (не освоенные в целях строительства площади) и не имеют катастрофического характера.

Решающую роль в возникновении суффозионных явлений в пределах городской территории играют техногенные факторы, обуславливающие изменения природного сложения грунтов, появление новых техногенных типов грунтов, недоуплотненных и неоднородных по составу (от грубообломочных до тонкодисперсных), изменения гидродинамического режима грунтовых вод и устройство подземных сооружений, около которых примыкающее пространство и они сами часто выполняют роль коллекторов для приема выносимой мелкодисперсной фракции природных и техногенных грунтов. Среди наиболее значимых факторов суффозионных явлений техногенного характера являются: а) наличие старых горных выработок (районы Городских Горок, Балатово); б) наличие водоводов в траншеях и тоннелях с разуплотненным грунтом (скрытый дренаж левобережных притоков р.Камы, водопроводы большого диаметра, городской канализационный коллектор, система ливневой канализации и др.); в) локальные относительно резкие изменения гидродинамических параметров грунтового потока (прорывы центральных водоводов, утечки бытовых стоков, свободное поглощение грунтами временных водотоков и др.); г) комплекс вышеперечисленных причин.

Картирование деформационных явлений в пределах левобережной части городской территории, проведенное сотрудниками кафедры инженерной геологии и охраны недр ПГУ в 1997 году, наши исследования в пределах квартала 855 (Индустриальный район), выявили зональность в распределении суффозионных деформаций. Их максимальное проявление с условной плотностью 10 форм/1 га зафиксировано: 1. В районе Городских Горок (ул.Крупской, ул.Уральская); 2. Вдоль ул.Коммунистическая и 3.По линии ш.Космонавтов-Ц.рынок-ул.Революции.

Линейная зона суффозионных деформаций по линии ш.Космонавтов-ул.Революции пространственно приурочена к трассе строящегося городского канализационного коллектора. Здесь зафиксировано 137 деформационных форм различных размеров: от 12 до 1м в поперечнике, глубиной от 0.1 до 3м. В большинстве своем это просадки блюдцеобразной формы, но встречаются и провальные формы с вертикальными стенками.

В пределах зоны плотность суффозионных деформаций не является равномерной. Выделено несколько участков отличающихся максимальным проявлением плотности форм (до 10шт/1га): ул.Малкова-ул.Рабочая; ул.Рабочая-ул.Плеханова; ул.Куйбышева-ул.К.Маркса.

Несомненно, что на протяжении всей зоны проявления суффозионных деформаций условия реализации процесса суффозии меняются, а соответственно меняется роль тех или иных факторов, но по нашему мнению, ведущим остается фактор влияния ложа и самого тела коллектора. Искусственное (строительное) понижение уровней подземных вод в целях безаварийной проходки тоннеля; относительно резкие изменения гидродинамических параметров грунтового потока, связанные с принудительным поддержанием низких водных уровней в случаях прорывов подземных вод в забой; само тело коллектора, барражирующее воды наиболее водообильной нижней части четвертичных отложений вдоль разуплотненного ложа - вот не полный перечень причин нарушения сложившегося гидродинамического режима грунтового массива, в котором прокладывается тоннель коллектора. Наши расчеты, выполненные для условий слаботеррасированного склона (квартал между ул.Стахановская и Красноармейская), показали, что в условиях современной депрессионной воронки грунтовых вод, возникшей в результате техногенного поддержания уровней, скорости грунтового потока могут достигать 3.7м/сут при критических скоростях суффозионного выноса на границе слоев песка и гравийных отложений 2.0-2.5м/сут. Суффозионный вынос грунтов происходит не только в разуплотненные грунты ложа коллектора, но и в забойное пространство, при этом в последнем случае происходит вынос не только тонкообломочного материала (водообильные пески типа пльвунов).

Факт локально-зонального проявления суффозионного процесса обуславливает рассмотрение зоны гидродинамического влияния коллектора как территории повышенной опасности, территории потенциально подготовленной к возникновению аварийных и катастрофических ситуаций. Территории, где устойчивость оснований зданий и сооружений нарушена. Очевидно, что в большинстве своем отдельно взятая суффозионная форма в силу ее незначительных плановых и глубинных размеров редко представляет опасность для устойчивости инженерного объекта. Вместе с тем, существует понятие критической плотности наземных деформаций, при которой деформации наземных частей зданий и сооружений переходят из разряда случайных в разряд закономерных, что наиболее опасно в городских кварталах с плотной застройкой, где деформации могут быть скрыты непосредственно под зданиями. Негативное влияние оказывает и приобретенная агрессивность вод (локальное увеличение содержания  $SO_4$  в 100 раз,  $Cl$  в 7 раз и более) проявляющаяся в выщелачивании карбонатной составляющей как грунтов, так и фундаментов.

В сложившейся обстановке совершенно очевидным является не просто периодическая фиксация новых деформационных форм и слежение за развитием «старых» (часто это

невозможно по причине «ликвидации» форм: отсыпка, планировка и т.д.), но создание городской службы контроля и прогноза катастрофических ситуаций, связанных с инженерно-геологическими процессами, в данном случае суффозионными. В этой службе должны действовать по единой программе инженеры-геологи, гидрогеологи, специалисты-фундаментчики, топографы. В обязанности такой службы должны быть вменены а) восстановление сети наблюдательных гидрогеологических скважин для целей организации и ведения режимных наблюдений за гидродинамическими и гидрохимическими изменениями в грунтовой толще территории города вообще и трассы коллектора в частности; б) обследование зданий и сооружений на участках развития деформационных явлений и территории самих участков в целях своевременной оценки характера и генезиса возникающих в них деформаций, выработки противодеформационных мероприятий и мероприятий по локализации и ликвидации деформационных процессов; в) создание параметрической прогнозной модели влияния отдельных инженерно-геологических процессов или их комплексов на устойчивость городской территории.

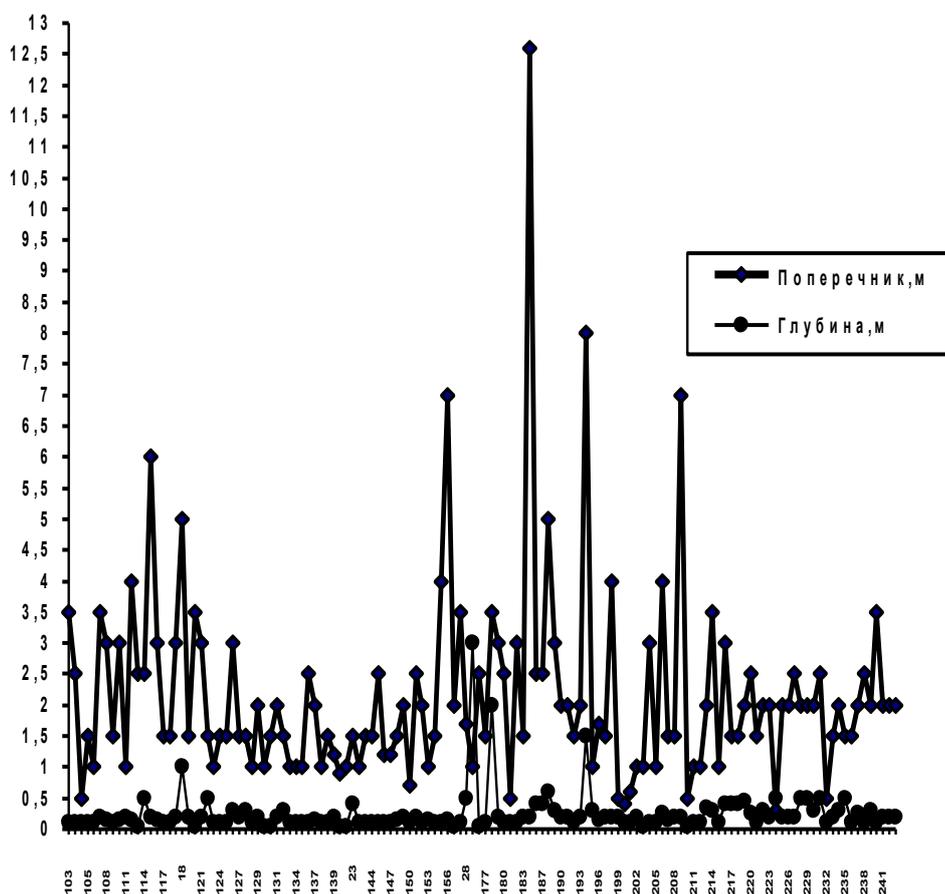


Рис. Графики изменения поперечных размеров и глубины суффозионных деформаций в зоне гидродинамического влияния коллектора по линии ш.Космонавтов-ул.Революции. Отметки 103-153 - участок ограниченный ул.Куйбышева и ул.К.Маркса; отметки 154-198 - участок ограниченный ул.Мильчакова и ул.Плеханова; отметки 199-243 - участок ограниченный ул.Плеханова и ул.Малкова. Пики графиков в районе т.т.112-120 соответствуют участку пересечения трассы коллектора с Комсомольским проспектом. Пики графиков в районе т.т. 181-194 соответствуют пересечению трассы коллектора и долины р.Данилихи

**Суффозионные провалы в зоне примыкания к городскому  
канализационному коллектору (положение на июль 1997г)**

№	Местоположение	Размер в плане (м)	Глубина (м)	Примечание
103	Революции, 50	3.5x1.5	0.1	в 10 м от дороги
104	Революции	2.5x1.8	0.1	в 12 м от здания
тн1 7	Революции	0.5x0.5	0.1	по ширине дороги серия мелких провалов
105	Революции	1.5x0.5	0.1	
106	угол Куйбышева и Революции	1.0x1.0	0.1	
107	Революции,56	3.5x0.7	0.2	
108	Революции,56	3.0x1.5	0.15	в 5 м от здания
109	Революции,56	1.5x1.0	0.1	провал под углом здания столовой
110	Революции,56	3.0x3.0	0.15	
111	Революции,56	1.0x1.0	0.2	в 4 м от здания
112	Революции,56	4.0x2.5	0.15	в 20 м от здания
113	Революции,56	2.5x1.0	0.05	
114	Революции,56	2.5x1.5	0.5	в 11 м от дороги
115	Революции,56	6.0x2.0	0.2	на тротуаре в 5 м от дороги
116	Революции,56	3.0x1.5	0.15	в 18 м от дороги
117	Революции,54	1.5x1.0	0.1	в 7 м от дороги
118	Революции	1.5x2.0	0.1	перекресток дорог
тн1 9	Революции,44	3.0x2.5	0.2	в 3 м от здания «Пермэнерго»
тн1 8	Революции	5.0x2.0	0.1	территория больницы
119	район школы № 9	1.0x1.5	0.2	спорт.площадка
120	Куйбышева	3.5x1.0	0.05	в 6 м от здания школы
121	Куйбышева	3.0x1.5	0.2	около здания школы
122	Куйбышева	1.5x0.8	0.5	
123	Швецова,41	1.0x0.5	0.1	вдоль стены здания
124	Швецова	1.5x1.5	0.1	у подъезда здания
125	Швецова	1.5x1.0	0.1	у канализ.колодца
126	Комсомольский пр.	3.0x1.5	0.3	в 7 м от здания
127	Революции,40	1.5x1.0	0.2	в 10 м от дороги

128	Революции,38	1.5x1.5	0.3	в 6 м от дороги
тн2 0	Революции,40	1.0x1.0	0.1	в 4 м от дороги
129	Революции,38	2.0x0.5	0.2	у здания
тн2 1	Революции	1.0x0.8	0.05	серия мелких провалов
130	Швецова	1.5x1.0	0.05	в 5 м от дороги
131	Пушкина	2.0x2.0	0.2	
132	Пушкина	1.5x1.5	0.3	
133	Пушкина	1.0x1.0	0.1	в 20 м от дороги
134	Революции	1.0x1.0	0.1	
135	Революции	1.0x1.0	0.1	
136	Революции	2.5x1.5	0.1	около канал.люка
137	Революции	2.0x1.0	0.15	наполовину засыпан
138	Революции,26	1.0x1.0	0.1	у подъезда №1
тн2 2	Революции,28	1.5x1.0	0.1	серия провалов
139	Революции,30	1.2x1.0	0.2	
140	Революции,28	0.9x0.5	0.05	между подъездами №2 и №3
141	Революции,28	1.0x0.8	0.05	в 18 м от дороги
тн2 3	Революции,28	1.5x1.0	0.4	серия провалов
142	Революции,29	1.0x0.7	0.1	
143	Революции,29	1.5x0.8	0.1	в 7 м от здания
144	Революции,29	1.5x1.0	0.1	
145	Революции,26	2.5x1.0	0.1	около здания
146	Революции	1.2x1.0	0.1	на тротуаре
147	Революции	1.2x1.0	0.1	на тротуаре
148	25 Октября	1.5x1.5	0.15	
149	Революции,46	2.0x1.5	0.2	провал во всю ширину дороги
150	25 Октября,47	0.7x0.6	0.10	в 10 м от здания
151	Горького,54	2.5x2.5	0.2	около канализюлюка
152	левый склон берега р.Егошихи	2.0x1.0	0.1	напротив детского сада
153	Революции	1.0x0.9	0.15	в 6 м от дороги
154	ш.Космонавтов	1.5x1.0	0.1	в 15 м от дороги
155	ш.Космонавтов	4.0x1.0	0.1	в 25 м от дороги
156	ш.Космонавтов	7.0x2.5	0.15	в 20 м от дороги
157	ш.Космонавтов	2.0x1.0	0.05	в 20 м от дороги
158	ш.Космонавтов	3.5x1.0	0.1	
тн2 8	ш.Космонавтов	1.0x1.7	0.5	серия провалов

159	ш.Космонавтов	1.0x1.0	2-3.0	под углом здания
160	ш.Космонавтов	2.5x1.0	0.05	
177	Мильчакова,35	1.5x1.5		провал ликвидирован
178	Мильчакова	3.5x2.0	0.2	на дорожном покрытии
179	Вильвенская,5	3.0x2.5	0.2	вдоль бордюра
180	Вильвенская,5	2.5x1.0	0.1	на тротуаре
181	Крисанова,77	0.5x0.5	0.1	провал ликвидирован
182	Крисанова,75	3.0x2.0	0.1	в 6 м от здания
183	Крисанова,73	1.5x1.0	0.2	вдоль бордюра
185	Левый берег р.Данилихи	12.6x7.5	0.2	
186	ш.Космонавтов	2.5x1.0	0.4	
187	ш.Космонавтов	2.5x1.5	0.4	в 10 м от дороги
188	ш.Космонавтов	5.0x2.0	0.3-0.6	в 4 м от дороги
189	ш.Космонавтов	3.0x1.0	0.3	
190	ш.Космонавтов	2.0x0.8	0.2	
191	Полевая,2	2.0x1.0	0.2	в 8 м от здания
192	пересечение ул.Данилихинская и Коммунаров	1.5x1.5	0.1	на дороге
193	Данилихинская,1	2.0x2.0	0.2	в 20 м от здания
194	Крылова, напротив дома №34	8.0x4.2	1.5	провал завален бытовым мусором
195	Полевая,18	1.0x1.0	0.3	на автодороге
196	Полевая,18	1.5x1.7	0.15	на автодороге
197	Уральских партизан,18	1.2x1.5	0.2	на автодороге
198	ш.Космонавтов,80	4.0x3.0	0.2	вдоль дороги
199	ш.Космонавтов	0.5x0.4	0.2	в 5 м от дороги
200	ш.Космонавтов,84	0.4x0.3	0.1	в 5 м от дороги
201	Плеханова,73	0.6x0.5	0.1	в 15 м от дороги
202	ш.Космонавтов	1.0x1.0	0.2	
203	ш.Космонавтов	1.0x1.0	0.05	в 6 м от здания
204	ш.Космонавтов	3.0x1.0	0.1	вдоль бордюра
205	ш.Космонавтов,90	1.0x1.0	0.1	около подъезда №6
206	ш.Космонавтов,90	4.0x3.0	0.25	около подъезда №3 в 7 м
207	ш.Космонавтов	1.5x1.0	0.15	вдоль бордюра
208	Рабочая,1	1.5x1.0	0.2	на углу здания
209	Рабочая,1	7.0x2.5	0.2	на углу здания
210	ш.Космонавтов,108	0.5x0.5	0.05	
211	ш.Космонавтов	1.0x0.5	0.1	в 10 м от здания
212	ш.Космонавтов	1.0x0.6	0.1	в 3 м от угла здания

213	Голева	2.0x1.5	0.35	в 4 м от здания
214	ш.Космонавтов	3.5x2.0	0.3	в 10 м от здания
215	Блюхера,17	1.0x1.0	0.1	в 1.5 м от здания
216	Блюхера,18	3.0x3.0	0.4	в 12 м от здания
217	Блюхера	1.2x1.5	0.4	
218	ш.Космонавтов	1.5x1.0	0.4	
219	ш.Космонавтов	2.0x1.5	0.45	
220	Блюхера	2.5x1.2	0.25	
221	Вавилова,4	1.5x1.0	0.1	в 10 м от здания военкомата
222	ш.Космонавтов, маг. «Букинист»	2.0x1.5	0.3	
223	ш.Космонавтов, маг. «Мода»	2.0x1.5	0.2	завален мусором
224	ш.Космонавтов	0.3x0.15	0.5	около стены здания, завален мусором
225	Малкова,24	2.0x1.0	0.2	вдоль фундамента здания
226	Малкова,26	2.0x1.0	0.2	
227	ш.Космонавтов,74	2.5x1.0	0.2	
228	Блюхера,3	2.0x1.0		заполнен мусором
229	Блюхера,3	2.0x1.0		заполнен мусором
230	Блюхера,5	2.0x1.0	0.3	вдоль бордюра
231	Блюхера,7	2.5x2.0	0.5	провал ликвидирован
232	Блюхера,7	0.5x0.5	0.1	около канал.колодца
233	ш.Космонавтов,84	1.5x1.0	0.2	около стены здания
234	ш.Космонавтов	2.0x1.5	0.3	на спорт.площадке
235	ш.Космонавтов	1.5x0.5	0.5	
236	ш.Космонавтов,88	1.5x1.0	0.1	на углу здания
237	ш.Космонавтов,90	2.0x1.2	0.25	на углу здания
238	Блюхера,73	2.5x1.0	0.1	вдоль бордюра
239	ш.Космонавтов,88	2.0x1.0	0.3	на углу здания
240	Рабочая,5	3.5x1.5	0.1	вдоль бордюра
241	Рабочая,3а	2.0x1.5	0.2	под фундаментом
242	Рабочая,3а	2.0x1.5	0.2	под фундаментом
243	Блюхера	2.0x1.0	0.2	
244	ул.Революции, между ул.Куйбышева и Комс.пр.	2.0x1.9	1.1	
245	ул.Куйбышева, между ул.Луначарского и Пушкина	0.7x0.8 и 1.8x2.2	0.4	в 3.8 м от канал. люка
246	ул.Островского, между ул.1 Красноармейской и	1.1x1.5	0.4	

	<b>Белинского</b>			
<b>247</b>	<b>пересечение ул.Ленина и Плеханова</b>	<b>1.0x1.5</b>	<b>0.8</b>	
<b>248</b>	<b>пересечение ул.Ленина и Борчанинова</b>	<b>0.5x0.7</b>	<b>2.0</b>	<b>над стоком труб ливневой канализации</b>

**провалы №№244-248 зафиксированы в апреле-мае 1991 года**