

УДК 69.035

И.В. Баклашов, Т.О. Дудченко, А.А. Скворцов

**АНАЛИЗ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ ВОДОНЕСУЩЕГО
ТРУБОПРОВОДА ПРИ ЕГО ПОДРАБОТКЕ С УЧЕТОМ
ПОНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД**

Выполнена оценка влияния понижения уровня грунтовых вод на трубопровод при подработке его тоннелем.

Ключевые слова: тоннель, деформации, грунтовый массив, мульда сдвижения, подработка, уровень грунтовых вод.

Строительство транспортных тоннелей, и подземных коллекторов в г. Москве по различным причинам может приводить к деформациям вышележащего грунтового массива и оказывать негативное влияние, как на здания и сооружения, находящиеся на поверхности, так и на подземные инженерные коммуникации [1, 2]. Наиболее уязвимыми при подработке являются водонесущие коммуникации, такие как водосток, канализация и водопровод в связи с особенностями их конструкции и уровнем износа.

В большинстве случаев при подземном строительстве в г. Москве работы ведутся в обводненных грунтах со сложным геологическим строением ниже уровня грунтовых вод. Поэтому при проектировании подземных объектов следует уделять особое внимание гидрогеологическим условиям строительства, так как вода оказывает существенное влияние на физико-механические свойства грунтов.

В данной работе на примере повреждения водонесущего трубопровода рассмотрено влияние понижения уровня грунтовых вод на оседание вышележащих слоев грунта, вмещающих трубопровод.

Существующий железобетонный самотечный трубопровод $D=800$ мм, проложенный в щитовом тоннеле из железобетонных блоков $D=1500$ мм подрабатывается двумя тоннелями диаметром 2500 мм в проходке, сооружаемыми по технологии микротоннелирования и проходящим на расстоянии 2 м друг от друга. Трасса тоннелей пересекает трубопровод под прямым углом, как это показано на расчетной схеме, приведенной на рис. 1, и максимально приближается к границе раздела геологических элементов: песок мелкий обводненный и юрская глина, являющаяся водоупором.

При проходке на данном участке рабочим органом ТПМК был выбран перекрывающий слой водоупорного грунта, и часть грунтовой воды ушла в зону забоя, что привело к образованию депрессионной воронки в водовмещающем слое мелкого песка. Для количественного определения степени влияния водопонижения на оседание подрабатываемого трубопровода была смоделирована геомеханическая ситуация с учетом и без учета водопонижения. Подрабатываемый трубопровод состоит из железобетонных секций (колец) длиной 1 м и жестко заделан в стенку смотрового колодца,

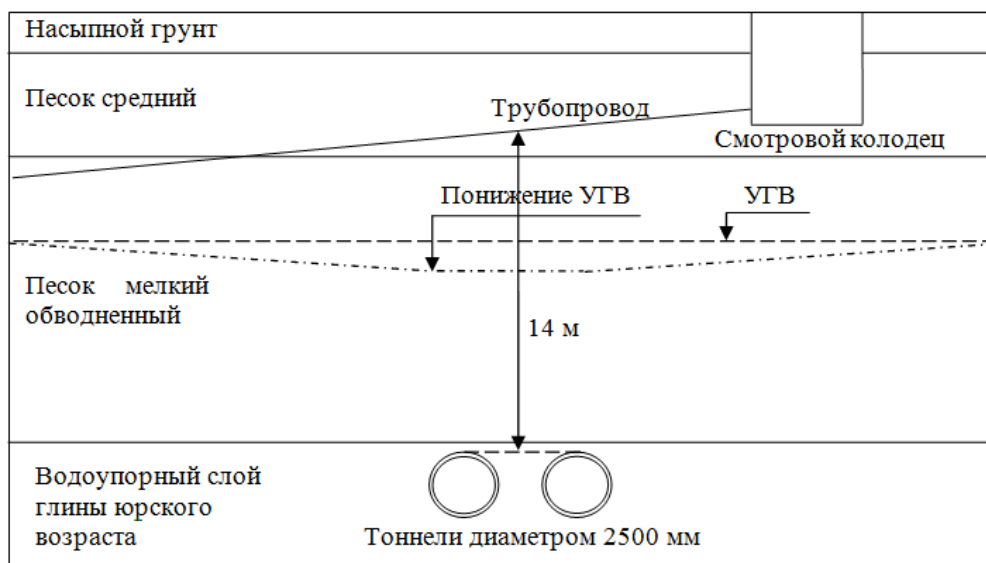


Рис. 1. Расчетная схема

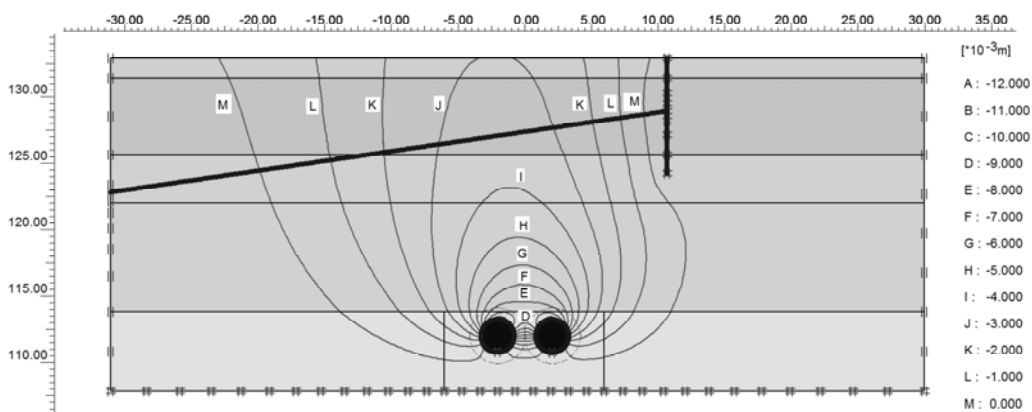


Рис. 2. Распределение смещений в грунтовом массиве

находящегося на расстоянии 11 м от оси трассы строящихся тоннелей. Для упрощения компьютерной модели и анализа результатов моделирования вертикальные и горизонтальные смещения колодца были приняты равными нулю.

На первой стадии моделирования рассчитывались оседания грунтового массива и существующего трубопро-

вода от подработки его двумя строящимися тоннелями. Результаты моделирования приведены на рис. 2 и рис. 3.

Максимальное оседание трубопровода от подработки его двумя тоннелями составило 4,6 мм при заполнении строительного зазора на 70 %, без учета влияния понижения уровня грунтовых вод.

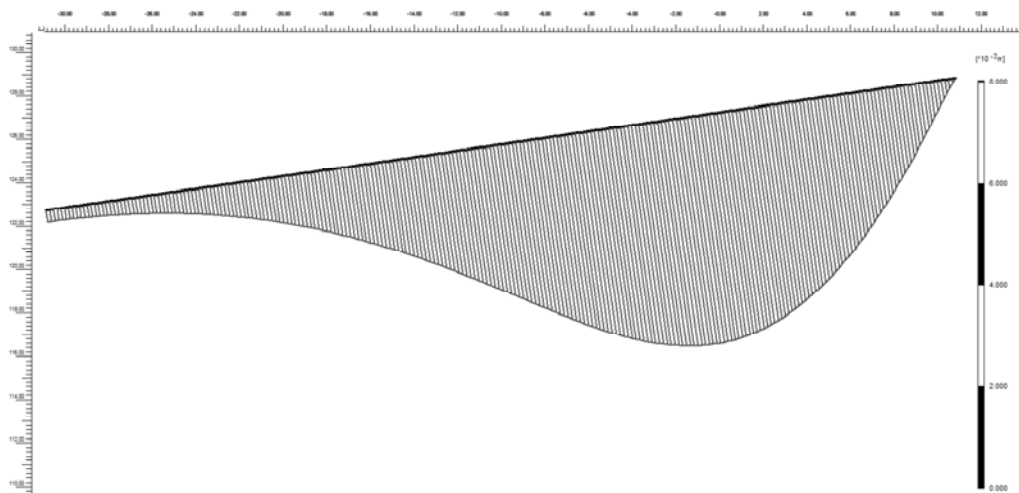


Рис. 3. Оседание трубопровода от подработки строящимися тоннелями (тах 4,6 мм)

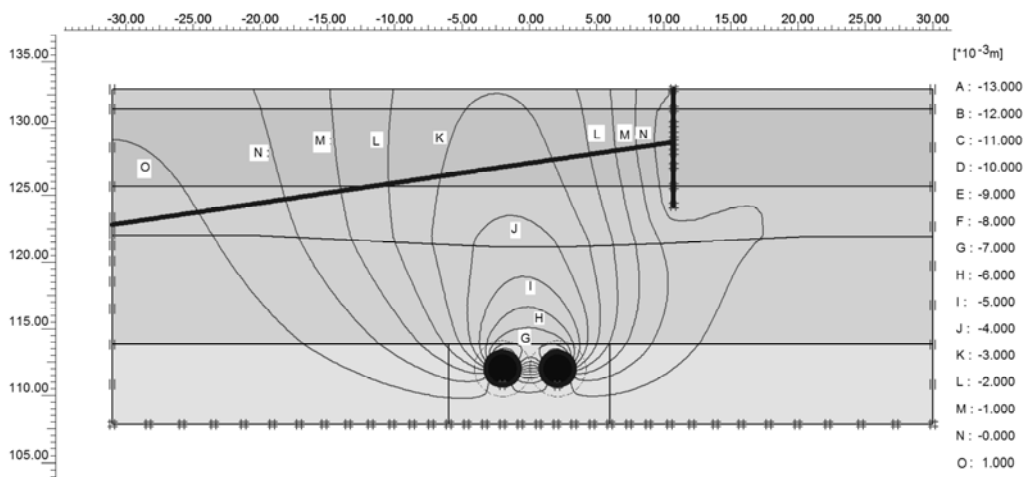


Рис. 4. Распределение смещений в грунтовом массиве

На второй стадии моделирования в расчетной схеме (рис. 1) было учтено влияние водопонижения на деформации грунтового массива. Для приблизительной оценки параметров депрессионной воронки были приняты положения о том, что на данном участке (максимально приближенном к кровле водоупора) с учетом скорости проходки работы велись на протяжении нескольких часов, за это время в зону забоя

ушло небольшое количество грунтовых вод и максимальная глубина депрессионной воронки составила 1 м (рис. 1). С учетом коэффициента фильтрации мелкого песка ($K_{\phi} = 1$ м/сутки) радиус депрессионной воронки будет равен около 50 м из расчета, что средний уклон депрессионной воронки в мелких песках составляет 0,02 [3]. Результаты моделирования приведены на рис. 4 и рис. 5.

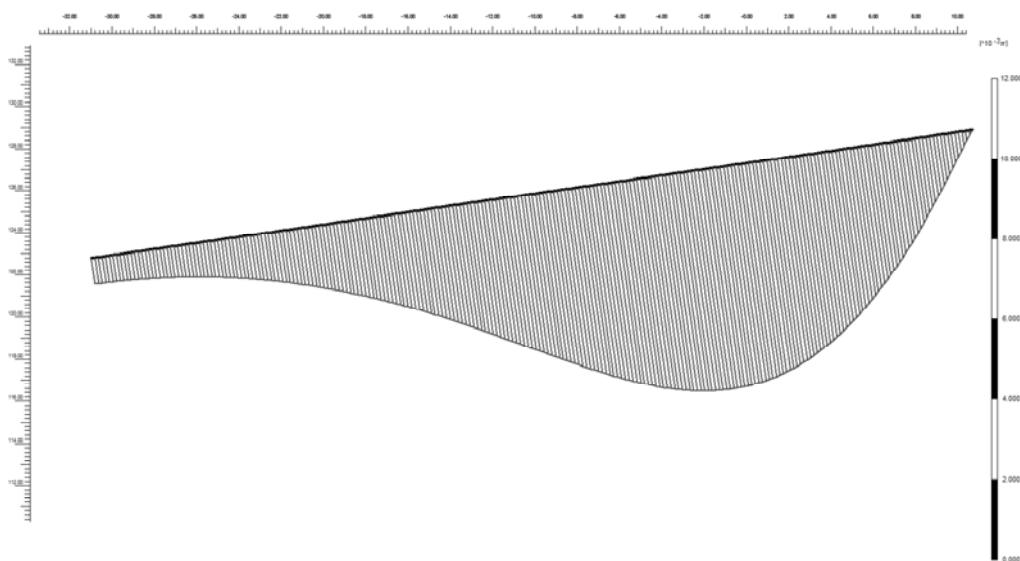


Рис. 5. Оседание трубопровода от подработки строящимися тоннелями (max 5,8 мм)

Таким образом, максимальное оседание трубопровода от подработки его двумя тоннелями с учетом влияния водопонижения и образования депрессионной воронки составило 5,8 мм. Из приведенных выше результатов моделирования видно, что разница в максимальных смещениях тру-

бопровода составила 1,2 мм, т.е. 26 % от первоначального значения. Следовательно, даже небольшое понижение уровня грунтовых вод оказывает существенное влияние на величину деформаций грунтового массива и водонесущего трубопровода, что увеличивает вероятность аварийной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Инструкция* по наблюдениям за сдвигами земной поверхности и расположенными на ней объектами при строительстве в Москве подземных сооружений, М.: ИПКОН РАН, 1997.
2. СНиП 2.01.09-91. Здания и сооружения на подрабатываемых

- территориях и просадочных грунтах.
3. *Пособие* по проектированию земляного полотна и водоотлива железных и автомобильных дорог промышленных предприятий (к СНиП 2.05.07-85). **ГИАБ**

Коротко об авторах

Баклашов Игорь Владимирович – профессор, доктор технических наук, Московский государственный горный университет, geomeh62@yandex.ru
Дудченко Тимур Олегович – аспирант, Московский государственный горный университет.
Скворцов Алексей Александрович – студент, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru