

– в определении сбалансированности объемов работ и сроков их выполнения, имеющимися в распоряжении организации трудовыми ресурсами. Второй этап предназначен для анализа риска, реализации и контроля оценки выполнения строительства объекта в срок;

- в многовариантность путей оптимизации графика за счет разных ресурсов, возможность выбора оптимального пути к достижению поставленных целей определяется последовательность и режимы их реализации. Разработан способ определения возможных режимов реализации проекта и выбора наиболее выгодного из них, основанный на использовании предложенных этапов оценки текущего состояния проекта;

- возможности корректировки процесса реализации в результате многоэтапного контроля и оценки результатов реализации за счет сформулированных рекомендаций управленческих решений;

- в результате работы алгоритма получается план с заданным уровнем достоверности

Алгоритм оптимизированного календарного графика отвечает следующим требованиям:

- гибкость и легкость;  
- действие на весь период реализации проекта;

- максимальная полнота учета исходных данных проекта;

- ясность и наглядность;

- возможность автоматизации всех расчетов.

Перечисленные выше результаты исследований автора являются, на наш взгляд, универсальными средствами моделирования, алгоритмом оптимизации задач календарного планирования реальных проектов и позволяют расширить сферу применения сетевого моделирования для управления строительными проектами в Ираке.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Баскаков А. Я., Туленков Н. В. Методология научного исследования: Учеб. пособие. – Киев, 2004. – 216 с.
2. Управление проектом. Основы проектного управления: Учебник / Под ред. М.Л. Разу. – М.: КНОРУС, 2006. – С. 301.
3. Бешелев С.Д., Гуревич С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Стройиздат, 1974. – 168 с.
4. Олейник П.П. Организация строительства, М.: Профиздат, 2001. – 354 с.
5. Организация строительного производства. Под ред. проф. Шрейбера А.К., М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.
6. Организация строительного производства. Под ред. проф. Цая Т.Н., М.: В.Ш., 1995. – 431 с.
7. Прыкин Б.В. Управление строительными системами. М.: Стройиздат, 1995. – 336 с.

УДК 624.01

**Перепелица Е.А., Гармаш А.А.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ СМОТРОВОЙ ШАХТЫ КАНАЛИЗАЦИОННОГО ТОННЕЛЬНОГО КОЛЛЕКТОРА В г. ХАРЬКОВЕ**

Большая часть канализационных трубопроводов, коллекторов и шахт г. Харькова эксплуатируются несколько десятков лет. Условия эксплуатации характеризуются повышенными концентрациями углекислого газа, аммиака, метана, сероводорода и других агрессивных ве-

ществ. Техническое состояние значительной части конструкций систем водоотведения оценивается как непригодное к дальнейшей нормальной эксплуатации.

Разработан ряд методик по восстановлению и обеспечению безопасной эксплуатации шахтных стволов коллекторов. Методы восстановления и ремонта сетей

водоотведения представлены в работах Гончаренко Д. Ф. [1, 2].

В г. Харькове активно проводятся ремонтно-восстановительные работы шахтных стволов коллекторов с применением материалов устойчивых к коррозии [3].

В ходе данной работы выполнено обследование смотровой шахты тоннельного коллектора в г. Харькове. Шахта прямоугольной формы в плане с внутренними размерами 5,0×5,0 м. Глубина до лотка составляет 16,0 м.

Крепь шахты монолитная железобетонная толщиной 300 мм.

В ходе обследования шахты выявлена коррозия бетона крепи на глубину до 200 мм, коррозия арматуры 60-80% сечения, на отдельных участках до 100%, отслоение и разрушение арматурных сеток.

С целью восстановления смотровой шахты предложено усиление крепи с помощью сборных железобетонных панелей, устанавливаемых внутри шахты. Панели обделки выполнены из бетона с классом прочности на сжатие С25/30, толщина панелей – 300 мм. Внутренняя поверхность панелей для защиты от воздействия агрессивной среды выполнена с покрытием слоем полимербетона толщиной 20 мм. Арматура класса А400С.

Основы расчета подземных сооружений приведены в работе Давыдова С.С. [4], Булычева Н.С. [5]. Примеры расчета несущих конструкций систем водоотведения приведены в работах Добромыслова А.Н. [6], Бергена Р.И. [7].

Выполнен поверочный расчет усиленной крепи шахты сборными железобетонными панелями на нагрузки от собственного веса конструкций шахты, активного горизонтального давления грунта (удельный вес грунта  $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$ , угол внутреннего трения  $\phi=36^\circ$ ), горизонтального давления от временной распределенной нагрузки.

Расчет выполнен в программном комплексе ЛИРА с использованием модуля ГРУНТ.

Крепь шахты смоделирована пластинчатыми КЭ тип 41 – универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

К модели крепи шахты с помощью модуля ГРУНТ подключена модель грунта с заданными инженерно-геологическими условиями. В модуле ГРУНТ выполнена триангуляция и экспорт в основную расчетную схему трехмерного грунтового массива, см. рис. 1, 2.

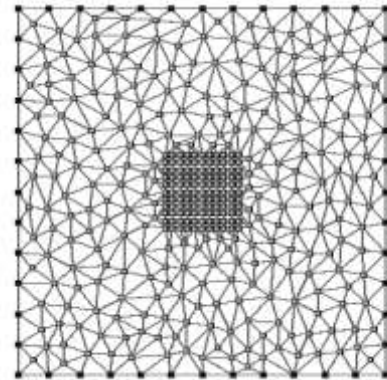


Рис. 1. Расчетная схема. Трехмерный грунтовый массив. Вид в плане.

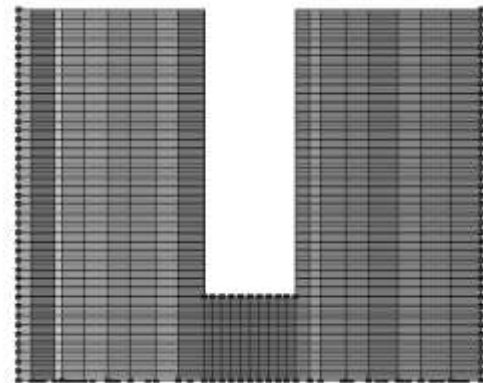


Рис. 2. Расчетная схема. Трехмерный грунтовый массив. Разрез.

Грунтовый массив смоделирован с использованием КЭ тип 276 – физически нелинейный объемный 8-узловой изопараметрический КЭ грунта (произвольный гексаэдр).

Расчет выполнен в нелинейной постановке. Метод расчета – простой шаговый.

Эпюры внутренних усилий представлены на рис. 3 – 6.

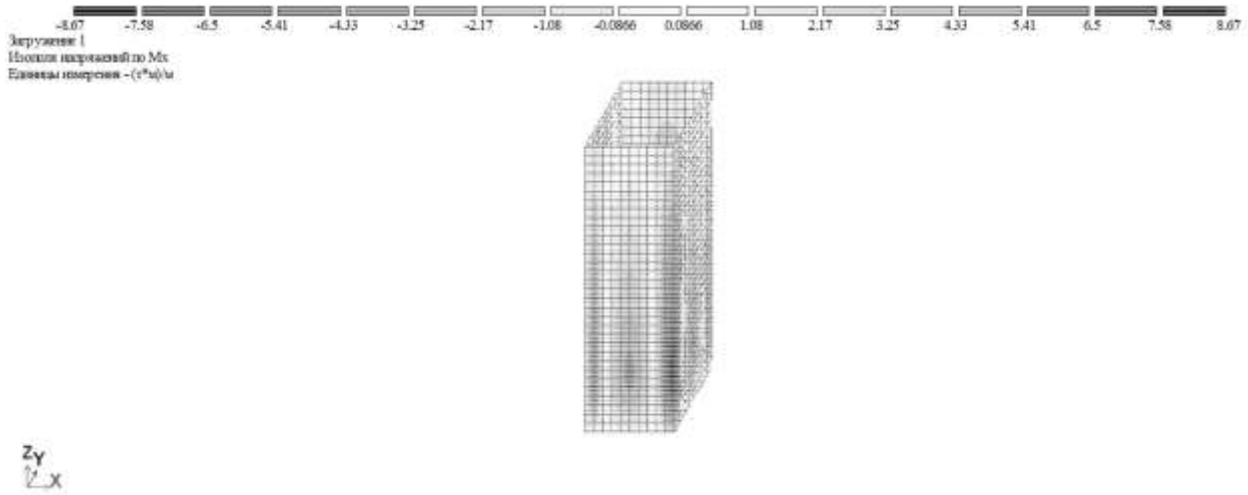


Рис. 3. Ізополя изгибающего момента  $M_x$ , т·м/м.

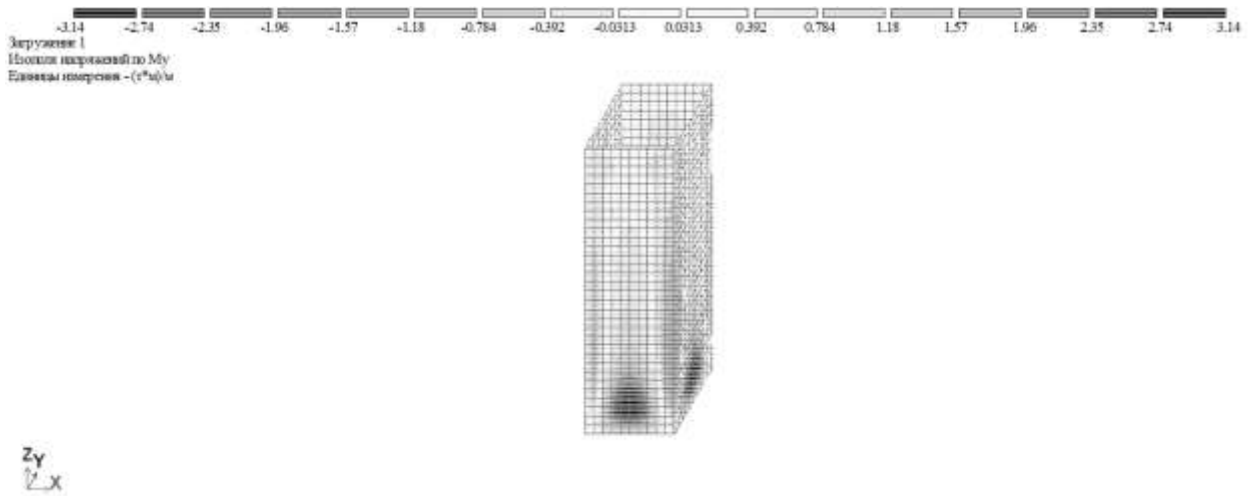


Рис. 4. Ізополя изгибающего момента  $M_y$ , т·м/м.

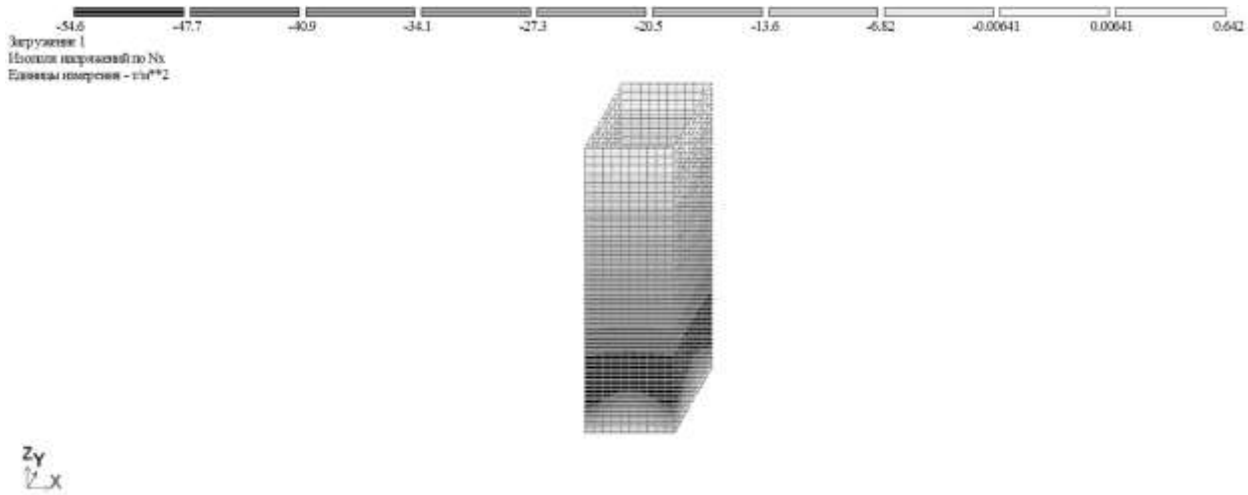


Рис. 5. Ізополя напружений от продольных сил  $N_x$ , т/м<sup>2</sup>

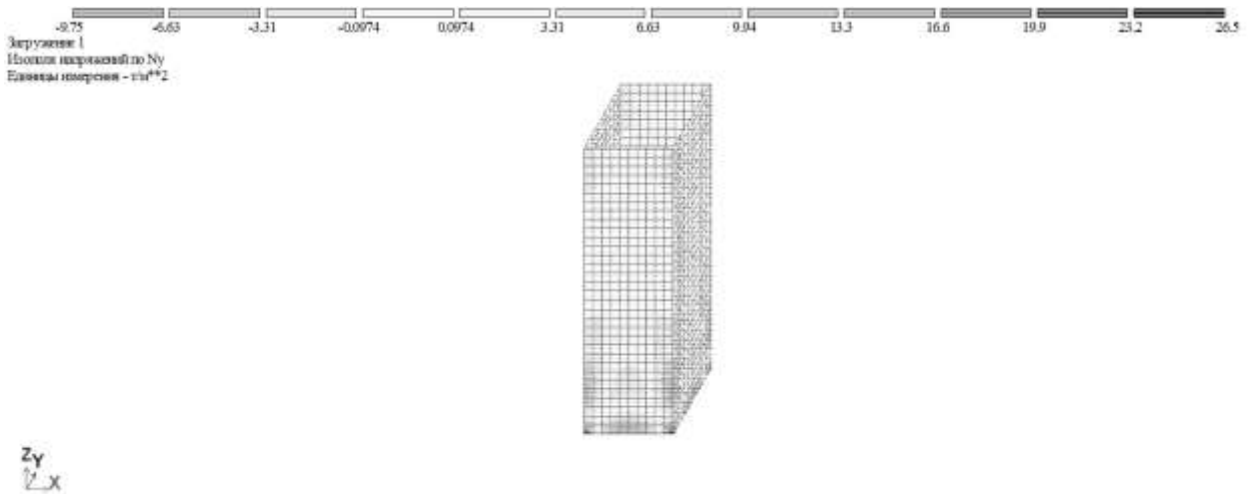


Рис. 6. Изополя напряжений от продольных сил  $N_y$ , т/м<sup>2</sup>

По результатам расчета предложено панели армировать двумя сетками, расположенными у внутренней и наружной грани. Продольная (вертикальная) арматура сеток Ø12 А400С с шагом 200 мм (либо Ø10А400С с шагом 150 мм), поперечная (горизонтальная, окружная) арматура сеток Ø18 А400С с шагом 200 мм (либо Ø16 А400С с шагом 150 мм) – см. рис. 7.

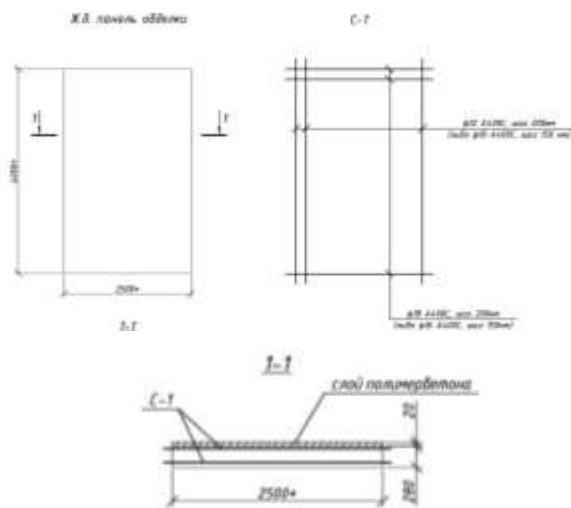


Рис. 7. Схема армирования железобетонной панели

По контуру сборных панелей предусмотрены арматурные выпуски для устройства стыков. Равнопрочные стыки арматуры выполнены на сварке, узлы стыков омоноличены.

**Выводы.** Выполнено обследование смотровой шахты канализационного тоннельного коллектора в г. Харькове. В результате обследования установлено, что конструкции шахты находятся в состоянии непригодном к нормальной эксплуатации (категория III).

Разработан метод восстановления шахты с помощью сборных железобетонных панелей с защитным покрытием из полимербетона.

Выполнен расчет сборных панелей методом конечных элементов с учетом взаимодействия конструкций шахты и грунтового массива.

Учет работы существующих конструкций крепи не выполнен ввиду потери сечения крепи до 67%. Потеря сечения крепи достигла предельных значений.

Восстановление шахты с помощью сборных железобетонных панелей позволит полностью восстановить несущую способность шахты. Принятые решения по восстановлению позволят обеспечить нормальную эксплуатацию шахты в течении 20 лет.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: Монографія // Х.: Консум, 2007. – 520с.
2. Гончаренко Д. Ф. Выбор конструктивных и технологических решений строительства смотровых шахт на действующих сетях водоотведения глубокого заложения / Д. Ф. Гончаренко, Д. Ю. Олейник, Д. А.

- Бондаренко. // Вода и экология: проблемы и решения. – 2014. – №4. – С. 59–68.
3. Перепелица Е. А. Обследование шахты №10 канализационного тоннельного коллектора 761-го микрорайона в г. Харькове / Е. А. Перепелица, Ю.Н. Яровой, Д. Ф. Гончаренко, А.А. Гармаш // Науковий вісник будівництва. – 2016. – Т.86, №4. – С. 94–97.
  4. Давыдов С.С. Расчет и проектирование подземных сооружений / С.С. Давыдов. – М.: Стройиздат, 1960. – 376 с.
  5. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов / Н.С. Булычев. – М.: Недра, 1989. – 270 с.
  6. Добромислов А. Н. Примеры расчета конструкций железобетонных инженерных сооружений / А. Н. Добромислов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 269 с.
  7. Инженерные конструкции / Р. И. Берген, Ю. М. Дукарский, В. Б. Семенов, Ф. В. Расс; Под ред. Р.И. Бергена. – М.: Высшая школа, 1989. – 415 с.

УДК 625.7/8.004 (075.8)

**Стороженко М.С., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М.**  
*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

**УЛУЧШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ  
 АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ УСТРОЙСТВОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ**

**Введение**

Производительность автомобилей, себестоимость перевозок, сохранность грузов, комфортные условия и безопасность движения в значительной степени зависят от потребительских свойств проезжей части автомобильных дорог, основными показателями которых являются ее транспортно-эксплуатационные показатели, включающие ровность и сцепные качества дорожных покрытий. Эти показатели подвергаются наибольшему изменению в процессе эксплуатации дороги. В результате проезда автомобилей на покрытиях постепенно появляются нараста-

ющие деформации, их поверхность становится неровной и более скользкой, что отражается на эффективности работы транспорта, скорости и безопасности дорожного движения. Наиболее частыми причинами дорожно-транспортных происшествий (ДТП) являются скользкость и недостаточная ровность [1]. Чем выше скорость движения, тем чаще эти причины проявляются. Более полное представление о роли проезжей части дают специальные обследования дорог с анализом причин возникновения ДТП. Удельный вес основных недостатков дорог представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Удельный вес основных недостатков дорог, %

Показатели	Дороги государственного значения			Дороги областные и районные	В среднем по дорогам
	международные и национальные	региональные	территориальные		
Скользкость покрытия	65,3	50,7	48,2	35,9	45,0
Неровность покрытия	6,9	16,9	18,8	26,2	20,5
Прочие недостатки	27,8	32,4	33,0	37,9	34,5

Прочие недостатки включают: недостаточную видимость; отсутствие, недостаточная ширина или плохое состояние

обочин; отсутствие тротуаров и пешеходных дорожек в населенных пунктах; малый радиус кривой в плане; большой