

УДК 622.833.5

**ПОДДЕРЖАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ШАХТЫ В СТЕСНЕННЫХ  
УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Кологривко А.А., канд. техн. наук, доцент, начальник управления  
подготовки научных кадров высшей квалификации,  
доцент кафедры «Горные работы»

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Проектирование строительства вертикальных подземных шахт в стесненных условиях городского строительства осуществляется для конкретного случая индивидуально в соответствии с основным функциональным назначением объекта, его эксплуатационными параметрами, характеристиками грунта [1]. В процессе проектирования таких объектов важным является установление их надежности при строительстве и в период эксплуатации, определяемой на основе исследований и оценки влияния горного давления на контур и крепь сооружения.

Вертикальная технологическая шахта (далее – шахта) представляет собой подземное сооружение, предназначенное в качестве бассейна для водолазной подготовки в городе Минске. Строительство шахты производится после подготовительного периода, включающего планировку поверхности, возведение временных зданий, сооружений и монтаж оборудования; строительство котлована до отметки –3,6 м и транспортного съезда; монтаж буровой площадки, с которой выполняется струйная цементация днища бассейна, бурятся и заливаются бетоном буронабивные сваи, образуя защитный цилиндр до отметки –24,0 м.

Работы начинают после образования защитного цилиндра внутренним диаметром 10600 мм из буронабивных свай диаметром 820 мм в интервале отметок от –3,6 м до –24,0 м и подготовки стройплощадки. По мере выемки грунта производится зачистка буронабивных свай механическим способом, сжатым воздухом и их промывка водой с по-

следующим нанесением по всему контуру свайного ограждения набрызгбетона (или торкрет-бетона) толщиной 50 мм по металлической сетке. После выемки породы на всю глубину выполняют работы по оформлению железобетонного днища технологической шахты. На днище укладывается бетонная подушка толщиной 500 мм, образуя единую конструкцию со струйной цементацией. На набрызгбетон (на днище и стенках) наносят слой гидроизоляции толщиной не менее 3 мм в виде полимерного материала. Гидроизоляция технологической шахты выполняется перед сооружением конструкций железобетонных стен. Их сооружение и сооружение глубоководной чаши бассейна (находящейся в центре шахты и имеющей внутренний диаметр 5000 мм, толщину стен 500 мм) производится параллельно с использованием инвентарной опалубки и строительных лесов и осуществляется снизу вверх. Расстояние между внутренней стенкой шахты и внешней стенкой чаши бассейна составляет 1800 мм. Демонтаж (срезка) буронабивных свай в интервале отметок от – 3,6 м до – 7,4 м выполняется после строительства и оборудования подвального помещения до отметки – 7,4 м.

В геологическом строении участка принимают участие отложения (слои сверху вниз), изученные, в том числе по результатам бурения и опробования скважин ударно-механического (скважины 3с, 5с) и колонкового бурения (скважины 1с, 2с): современные техногенные отложения (thIV), моренные отложения сожского горизонта (gIIIsž), флювиогляциальные отложения днепровско-сожского горизонта (fIIId-sž) [2, 3].

Отсутствие подземных вод до глубины залегания уровня основного водоносного горизонта, отмеченного на глубине 20,4 м, что соответствует абсолютной отметке +184,42 м, позволяет классифицировать гидрогеологические условия строительства до этой отметки как простые. Обводненность пород при строительстве больше скажется на несущей способности пород основания, нежели на общей гидрогеологической обстановке.

Территория участка представляет собой городскую застройку преимущественно промышленного назначения. Условия строительства – стесненные.

Проектные решения ОАО «Белгорхимпром» и изучение геологического строения участка работ по строительству шахты позволяет ис-

следовать влияние горного давления на подземное сооружение как на вертикальный шахтный ствол диаметром в черне 10600 мм, в свету – 9600 мм, глубиной 13,0 м (глубина без котлована составляет 20,4 м). Толщина железобетонной крепи шахты составляет 500 мм (450 мм железобетонная крепь и 50 мм набрызгбетон). За контуром крепи шахты – буронабивные сваи диаметром 820 мм, образующие защитный цилиндр внутренним диаметром 10600 мм, внешним – 12240 мм. Глубина буронабивных свай составляет 24,0 м.

Крепь шахты представляет собой капиталоемкую конструкцию, которая должна обеспечивать необходимый запас своей прочности. Используя комплексный метод прогнозирования горного давления [4], важным является установление области рациональных значений параметров локального воздействия горного давления на контур и крепь шахты в период ее строительства и эксплуатации.

Исследование и оценка влияния горного давления по глубине шахты позволяет принимать основополагающие решения при проектировании, трансформируемые в конкретные инженерные конструкции подземного сооружения. Поддержание оптимального режима строительства шахты в части ее крепления как наиболее сложном технологическом процессе, основывается на гибком реагировании к поведению грунтового массива посредством оперативного регулирования различных его параметров по данным геомеханического мониторинга. Интерпретация результатов исследований и оценка влияния горного давления на временную и постоянную крепь шахты, сооружаемой в стесненных условиях городского строительства и предназначенной в качестве бассейна для водолазной подготовки, позволяет представлять выводы, способствующие эффективному поддержанию оптимального режима в периоды строительства и эксплуатации объекта.

#### Список литературы

1. Корчак, А.В. Методология проектирования строительства подземных сооружений / А.В. Корчак // Сб. избр. трудов ученых Московского государственного горного университета «Научное обоснование подземного строительства» / Под общ. ред. Б.А. Картозии. – М.: издательство Академии горных наук, 2001. – С. 197-227.
2. Отчет по специальным гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям под проектируемое строительство бас-

- сейна с центром водолазной подготовки по ул. Машиностроителей, 25 в Минске. Объект № 14-01-2009 ГИ. – Слуцк, 2010. – 31 с.
3. Дополнения к отчету по специальным гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям под проектируемое строительство бассейна с центром водолазной подготовки по ул. Машиностроителей, 25 в Минске. Объект № 14-01-2009 ГИ. – Слуцк, 2010. – 77 с.
  4. Кологривко, А.А. Методологический подход к исследованию влияния горного давления на стенки вертикальных шахтных стволов / А.А. Кологривко, Д.А. Иголка, Е.М. Лукша // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики : сб. науч. трудов 9-ой междунар. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики, Минск, 29-31 окт. 2013 г. : в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; ред. : А.Б. Копылов, И.А. Басалай. – Минск, 2013. – Т. 1. – С. 234-246.

УДК 620.172.2+622.016.22

## **КРЕПЛЕНИЕ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ ПЕТРИКОВСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

Кологривко А.А., канд. техн. наук, доцент, начальник управления подготовки научных кадров высшей квалификации,  
доцент кафедры «Горные работы»

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Изучение гидрогеологического строения и гидрогеологических условий промышленной площадки (далее – промплощадка) Петриковского горно-обогатительного комплекса (далее – Петриковский ГОК) [1-6] позволяет считать, что она характеризуется по материалам бурения пяти гидрогеологических скважин №1а, 1б, 1в, 1г, 1д и двух контрольно-стволовых скважин №1к, 2к, а также проведенных в 1974, 1980, 2002, 2013 гг. геолого-гидрогеологических и геофизических исследований Петриковского месторождения калийных солей. Анализ геологической и гидрогеологической характеристик участка заложения шахтных стволов позволяет заключить о сложных гидрогеологических условиях рассматриваемой территории – наличие водоносных, неустойчивых пород на глубине порядка 275,0 м. В этой связи прове-