

**ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБОВ СТРОИТЕЛЬСТВА
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВОДО- И ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ
БЕТОННОЙ КРЕПИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Розглянуті ефективні засоби підвищення експлуатаційної надійності гірничих виробок і заглиблених споруд

**APPLICATION OF SPECIAL METHODS OF BUILDING FOR LOWERING
OF HYDRO- AND AEROPERMEABILITY OF MINING WORKINGS
TIMBERING FROM CONCRETE**

Effective methods rise exploitation of mining workings and sunken constructions

Особенностью работы капитальных горных выработок является весьма продолжительный срок их службы, поэтому при их эксплуатации имеет место физический износ и моральное старение бетона или железобетона, накопление в них различных дефектов, что приводит к разрушению крепи.

Наличие во вмещающих породах водоносных горизонтов усложняет сооружение капитальных выработок и негативно проявляется при их эксплуатации. Вскрытие толщи пород выработками вызывает дренирующее действие на водоносные горизонты, а наличие полости выработки является причиной миграции вод, сопровождающихся образованием зон гидроразгрузки, водопонижения и интенсификацией водопритоков в капитальные горные выработки с выносом литосреды. Эти процессы существенно усиливаются в условиях гравитационных воздействий при проявлении горного давления в выработках, когда под влиянием воды понижается прочность пород, развиваются реологические эффекты в массивах. Проявление адсорбционного явления существенно снижает сцепление пород по слоям пород, а уменьшение напоров в водоносных горизонтах приводит к сжатию и осадке пород. В совокупности все это интенсифицирует нагрузки на крепь, смещение пород в полость выработок и фильтрацию воды через бетонные и железобетонные конструкции крепи. Таким образом, совместное взаимовлияние на охранную выработку гравитационных и гидравлических факторов способствует развитию флюидодеструктивных явлений, как в породном массиве, так и в крепи, что неизбежно сопровождается коррозией бетона и арматуры, уменьшением грузонесущей способности и водонепроницаемости материала крепи.

Повреждения бетона в основном связаны с разрыхлением структуры, ее поризованностью, повышением водопроницаемости снижением прочности, отторжением защитного бетонного слоя. Первоначально прослеживается образование каверн на поверхности, а затем отмечается трещинообразование в глубь массива с разрушением глубинных слоев бетона и коррозией арматуры. Все это в условиях проявления горного давления и водопритоков в выработку частично или полностью вызывает потерю эксплуатационного состояния охранной конструкции. Применительно к сооружениям рассматриваемого типа коррозионное

разрушение бетона и конструкций, находящихся в породных и грунтовых массивах, называют подземной коррозией [1].

Особую актуальность приведенные выше факторы приобретают при строительстве и эксплуатации заглубленных вентиляционных каналов, поскольку качество бетонной крепи существенно влияет на водоприток и подсос воздуха, что отрицательно сказывается на работе не только вентиляторной установки, но и всей шахтной вентиляции в целом. Сооружение выработок в обводненных горных породах представляет собой сложную инженерную задачу трудноразрешимую без применения специальных способов, являющихся нередко единственно возможными и экономически целесообразными в деле повышения эффективности и качества горнопроходческих работ, надежности и экологической безопасности сооружения.

Применение при строительстве подземных сооружений специальных способов приводит к некоторому их удорожанию. Однако, отечественный и зарубежный опыт показывает, что такие затраты оправданы и быстро окупаются за счет снижения эксплуатационных и ремонтных затрат. Кроме того, при выборе способов строительства все большую значимость приобретают эксплуатационная надежность и экологическая безопасность объекта.

Характерным примером насущной необходимости применения специальных способов является строительство вентиляционного канала восточного вентиляционного ствола № 1 шахты им. А.А. Засядько. Оценка возможных технических решений выполнялась с учетом того, что вентиляционный канал относится к 1-й категории горных выработок.

В связи с изменением вентиляционных параметров шахтной вентиляционной сети предусмотрена замена существующей вентиляционной установки ВЦЦ-31,5 М на ВЦД-47,5 УМ (500 об/мин.). Привод вентилятора с шахтным электродвигателем СДС3-17-76-12У4. Для размещения вентиляторной установки сооружено новое здание вентилятора. Между зданием вентилятора и восточным вентиляционным стволом пройден вентиляционный канал.

Вентиляционный канал примыкает к стволу на глубине 19,9 м. Выработка пройдена по наносным породам (глина, суглинок) с $f = 0,9 \div 2$ (по шкале проф. Протодряконова). Канал закреплен металлобетонной крепью КОЗУ-22 в бетоне. Плотность установки рам крепи - 3 рамы на 1 п.м. выработки. Площадь поперечного сечения канала $S_d = 20,55$ м. Угол наклона выработки - 22° .

После окончания возведения монолитной конструкции, остаточные водопритоки в вентиляционном канале превышали $3,4$ м³/час. Состояние крепи вентиляционного канала не исключало возможности резкого повышения притоков воды и прососов воздуха при включении вентиляционной установки.

Для оценки технического состояния и разработки мероприятий по повышению эксплуатационной надежности выработки проведен комплекс специальных исследований [2]. При выполнении исследований использовались следующие методы: визуальные наблюдения с документированием выявленных аномалий, виброакустическая диагностика с целью выявления скрытых пустот в заоболочечном пространстве, а также электрометрия земной толщи в окрестности вен-

тиляционного канала. При анализе данных учитывались также результаты геологических предпроектных изысканий на месте заложения ствола.

Для привязки выявленных аномалий различного вида предварительно была выполнена разбивка вентканала с шагом 2 м в продольном направлении по всей его длине и на 10 секторов в поперечном направлении. По данным визуальных наблюдений основные источники водопритоков расположены с правой стороны (по уклону) выработки или в ее своде. Расположение водопритоков по длине: 8,10,13, 16, 17, 24, 26, 36, 44 метры с начала уклона. Из них в своде выработки течи наблюдаются на 17, 26, 44 метрах. Наблюдается также увлажнение правой стенки выработки непосредственно на стыке с подошвой и на участках, непосредственно не смачиваемых расположенными на стенках источниками фильтрации.

Анализ технической документации, визуальный осмотр поверхности, колодцев, люков не выявил источников водопоступления техногенного характера. Для более детального изучения состояния грунтовой толщи была использована электроразведка. Ее глубинность в принятом варианте составляла порядка 10 м. Электроразведочные профили охватили как участок земной толщи, расположенный над вентканалом, так и площадки по обе его стороны. В результате измерения кажущегося электрического сопротивления грунта в точках профиля зафиксировано явную асимметрию указанного показателя относительно оси вентканала. С правой стороны (направление - от начала вентканала к стволу) оно значительно ниже, чем слева. Характерной особенностью является снижение электрического сопротивления грунта по мере приближения к фундаментам зданий. Механизм возникновения водонасыщенных слоев вблизи обделки вентканала представляется следующим. Рельеф местности справа способствует концентрации сточных вод атмосферных осадков под стенами здания вследствие того, что фундамент на значительном протяжении достигает естественного водоносного горизонта. Двигаясь вдоль стены здания вентилятора в сторону естественного уклона, геофильтрационные потоки продолжают свой путь, пересекая, справа под острым углом в зоне умеренно водопроницаемых пород вентиляционный канал. Непосредственное взятие пробы грунта в заоболочечном пространстве показало, что толщина сильно увлажненного слоя аргиллитоподобных глин на границе с бетонным экраном составляет порядка 20 см. Это оценочная глубина возможных пустот.

Для выявления пустот в заоболочечном пространстве была выполнена виброакустическая диагностика по сетке 2 м x 2 м с продольным расположением базы и по сетке 4 м x 4 м с продольным и поперечным расположением базы. По данным вибродиагностики установлено следующее:

- наиболее нарушенной является подошва выработки, где наличие неплотного контакта с подстилающей толщей выявлено примерно на 30 % площади;
- значительное число участков неплотного контакта с грунтом наблюдается в кровле выработки(0-2 м, 14- 16 м, 18-24 м, 30-36);
- выделяется продолжительная зона неплотности на левой стороне выработки вблизи сопряжения с подошвой в интервале от 16 до 30 м;

- выделена зона неплотности в узкой приторцевой области левой части выработки непосредственно перед породной пробкой.

Анализ полученных данных показал, что необходим комплекс дополнительных специальных строительных работ для устранения наблюдаемых водопритоков в выработку. Он включает: тампонаж закрепного пространства в зонах выявленных неплотностей контакта бетонной оболочки с налегающей толщей и в зонах разжижения прилегающего к оболочке грунта; очистку поверхности канала от наносов, снятие разрушенного приповерхностного слоя; гидроизоляцию внутренней поверхности вентканала путем выполнения многослойного набрызгбетонирования с использованием специальных добавок.

На базе полученных данных о техническом состоянии был разработан проект производства тампонажных и набрызгбетонных работ по гидроизоляции вентиляционного канала. Проектом предусмотрено, для повышения герметичности и эксплуатационной надежности выработки, выполнить следующие виды работ: ликвидацию пустот в закрепном пространстве; стабилизацию вмещающих приконтурных пород; выполнение гидроизоляции и коррозионной защиты бетонной крепи.

Работы выполнялись специалистами НПП Технополис “Экоиндустрия”.

Ликвидацию пустот, источников воды, повышение водонепроницаемости оболочки осуществляли методом тампонажа закрепного пространства, а стабилизацию вмещающих приконтурных пород – путем отжима воды жесткими цементно-песчаными растворами под избыточным давлением. После схватывания раствора выполняли омоноличивание конструкции нагнетанием водоцементного раствора. Тампонаж и цементацию выполняли многоцелевой бетоноукладочной машиной МБМ через шпуров диаметром 42 мм, пробуренные в бетоне крепи и герметизируемые инъекторами. Усредненный состав тампонажного раствора следующий: цемент М400 – 600 кг; песок – 862 кг; вода – 574 кг. В процессе тампонажа наблюдался отжим воды и вынос разжиженных глинистых пород через контрольные шпуров и дефектные зоны монолитного бетона. Максимальный расход тампонажного раствора через 1 шпур составил 3,6 м³.

Очистку поверхности бетонной крепи выполняли механическим способом и гидроразмывом. После удаления с поверхности выработки наносов, в бетонном слое почвы выработки обнажились полости глубиной до 0,4 м различной ширины и протяженности. Полости заполняли набрызгбетонированием по “сухому” способу. Максимальный размер крупного заполнителя – 20 мм. После выравнивания почвы выполнили 5 слоев набрызгбетона по “сухому” способу. Для повышения прочности и водонепроницаемости бетона в его состав ввели добавку «Adi Con». Толщина каждого слоя – 5-7 мм. При нанесении бетон в слоях поочередно модифицировали добавками жидкого стекла или полимерной добавкой «Spray Con». Выдержка после бетонирования каждого слоя составляла 12-24 часа.

Для обеспечения гидроизоляции и антикоррозионной защиты бетонной крепи канала выполнено набрызгбетонирование по “мокрому” способу с применением модифицирующих добавок. В состав раствора для гидроизоляции входит

добавка «Spray Con» - сухой порошок, состоящий из полимеров, других химических компонентов и армирующих волокон, придающих бетону устойчивость к растрескиванию, химическую стойкость, водонепроницаемость и повышает адгезию набрызгиваемого раствора. Толщина нанесенного защитного слоя – 25 мм.

Лабораторные исследования показали, что прочность защитного слоя составляет 60 МПа, а пористость, газо- и водонепроницаемость не превышают установленных норм. В результате проведенных работ общий водоприток в выработку снижен на 90%. Вентиляционный канал принят в эксплуатацию.

Анализ примененных технических решений и технологий их реализации показывает их надежность и эффективность, а также применимость не только при строительстве новых капитальных выработок, но и для капитального ремонта бетона подземных и заглубленных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усаченко Б.М., Шевченко А.В. задачи эксплуатационной защиты шахтных бетонных (железобетонных) конструкций при горнокапитальных ремонтах// Геотехническая механика – Сб. научн. трудов ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск. – 2000. – Вып. 23. – С. 203 – 209.

УДК 550.8.07/.08:681.518.54:622.02

Т.А. Паламарчук, В.Б. Усаченко

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВИБРОДИАГНОСТИКИ РАССЛОЕНИЯ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ ПОТОЛОЧИН ПОДЗЕМНЫХ КАМЕР ГИПСОВЫХ ШАХТ

Приведено теоретичні основи вібродіагностики розшарування складноструктурних стелін підземних камер гіпсових шахт.

THEORETICAL FUNDAMENTS OF WIBRODIAGNOSTIC OF GYPSOUS-MINE UNDERGROUND COMPLEX STRUCTURAL STRATIFICATION

Theoretical fundamentals of vibrodiagnostic of gypsous-mine underground complex structural stratification are described

Развитие деформационных процессов в породном массиве в камерных выработках, больших пролетах, их сопряжениях, а также в лавах сопровождается формированием балочных конструкций, консолей и плит различных размеров и с различными условиями их зацепления. В связи с этим с целью теоретического обоснования применения виброакустического метода для оперативного контроля состояния горных выработок, а также выявления наиболее информативных параметров метода рассмотрим в первом приближении нормальный удар упругого шара (в нашем случае ударника) об упругую плиту (кровлю). Время, в течение которого происходит удар, можно разбить на два периода. В течение первого периода шарик сплющивается, а плита под ним прогибается. Благодаря