

УДК 624.191.8.042

В.И. Петренко

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СБОРНОЙ ОБДЕЛКИ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ВЫРАБОТКЕ

Розроблено методику розрахунку збірної обробки з урахуванням сил, які діють при продавлюванні опускного колодезя шахтного стовбура під час будівництва метрополітену. Показано, що розрахунок обробки на міцність виконується на максимальні критичні навантаження, що виникають під час експлуатаційної стадії. Причому максимальні стискаючі зусилля, що діють вздовж вісі стовбура, виникають у верхніх кільцях обробки при повному занурюванні конструкції.

THE METHODS CALCULATION OF COMBINED PROCESSING IN A VERTICAL MAKE

The technique of account modular lining is developed in view of forces working at forcing trough of lowering shaft well of a mine trunk at construction of underground. Is shown, that the account lining on durability is carried out on the maximal critical loadings arising in an operational stage. And, the maximal compressing efforts working along an axis of a shaft arise in the top rings lining at complete immersing of a construction.

Обычно продавливаемые вертикально конструкции или опускные колодцы рассчитывают по первой и второй группам предельных состояний как на стадии строительства так и на стадии эксплуатации. Расчеты на стадии строительства включают определение требуемых усилий для погружения конструкции в грунтовой массив и, соответственно, прочностных характеристик особенно при входе ее в плотные связные грунтовые прослойки. Данное положение в настоящее время рассмотрено недостаточно.

Основными факторами, учитываемыми при расчетах эксплуатационных нагрузок, являются проверка на прочность конструкции наружной оболочки и устойчивости опускного сооружения против всплытия. Наиболее существенным при этом является расчет стен опускного колодца или ствола на действие бокового давления грунта с учетом гидростатического давления (при наличии водоносных пластов) и давления бентонитового раствора, если опускание или продавливание выполняется в тиксотропной рубашке.

При строительстве стволов Сырецко - Печерской линии Киевского метрополитена применяется специальная технология проходки, включающая обычный горный способ со сборной крепью из железобетонных тубингов со связями растяжения и способ продавливания обделки в тиксотропной рубашке с гидравлическим пригрузом выше уровня водоносного горизонта.

В соответствии с принятой технологией грунт разрабатывается при помощи грейфера подводным способом. По мере его разработки при помощи гидроцилиндров, расположенных на границе кольцевой ниши, производится задавливание сборной крепи.

При опускании крепи путем продавливания гидроцилиндрами между обделкой и грунтом постоянно поддерживается на уровне промежуточного оголовника нахождение бентонитовой суспензии (тиксотропного раствора). Ее применение обеспечивает существенное снижение сил трения по внешней поверхности набираемых последовательно колец обделки. В то же время в стволе постоянно поддерживается уровень воды ниже кольцевой штольни, создавая гидравлический пригруз при проходке ствола.

Следовательно, сборная обделка находится в жидкой среде и при расчете нужно учитывать условие ее взвешенности при продавливании на определенную глубину.

Как известно [1], при выполнении расчетов обделки стволов принимают, что интенсивность нагрузок изменяется с глубиной по линейному закону. Причем, для опускного сооружения, состоящего из сборных элементов, в качестве расчетного звена принимают кольцо обделки, находящееся в упругой или податливой среде. Однако данный подход для ряда реальных условий является весьма упрощенным. Для более точного определения действующих нагрузок вид этой зависимости (давления от глубины) следует принимать нелинейной или кусочно-линейной функцией.

Очевидно, что расчет сборной обделки на прочность должен выполняться на максимальные критические нагрузки, возникающие в период строительства и в эксплуатационной стадии. Причем, необходимо принимать, что максимальные сжимающие усилия вдоль оси ствола возникают в верхних кольцах обделки при полном погружении конструкции крепи до водоупора за счет действия гидроцилиндров опускания. При этом гидроцилиндры устанавливаются в специальной кольцевой штольне, находящейся выше уровня грунтовых вод основного горизонта, либо крепятся к специальной конструкции, которая в свою очередь крепится к внешней предохранительной обделке, состоящей из буронабивных секущих свай. Причем, конструкция возводится после выемки грунта внутри цилиндра (ствола) из свай.

Примем, что наибольшие сжимающие и изгибающие усилия, действующие в кольце обделки (поперек оси), возникают от всестороннего сжатия в самых нижних кольцах при сравнительно однородных грунтах. При наличии грунтовых водонасыщенных пластов данные напряжения могут возрасти за счет максимального гидростатического давления. С учетом этого определим усилия продавливания гидроцилиндрами, установленными в кольцевой штольне или на специальной конструкции по следующей формуле:

$$P_{np} = k_H \pi D_H \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i t g^2 \left(45 - \frac{\varphi_i}{2}\right) \mu_i + \pi D_H S + g \gamma_{взв} \left[\sum_{j=1}^m h_j - \sum_{i=1}^n (1 - \mu_i) h_i \right] \quad (1)$$

где k_H – коэффициент неравномерности бокового давления, принимаемый равным 1,1-1,3 [2]; D_H – наружный диаметр кольца обделки; γ_i – удельный вес

грунта i -го пласта, кН/м^3 ; φ_i – угол внутреннего трения грунта i -го пласта, град; S – удельное усилие вдавливания ножевой секции на 1 м длины ее периметра (определяется экспериментальным путем); g – масса 1 м крепи, кг; h_j – мощность j -го водонасыщенного пласта, м; μ_i – коэффициент трения материала обделки о грунт в i -м пласте; $\gamma_{\text{взв}}$ – удельный вес грунта в j -м водонасыщенном пласте с учетом взвешивающего действия воды, определяемый как:

$$\gamma_{\text{взв}} = \gamma_{\text{об}} - \gamma_{\text{в}} \quad (2)$$

где $\gamma_{\text{об}}$ – удельный вес обделки, кН/м^3 ; $\gamma_{\text{в}}$ – удельный вес воды, $\gamma_{\text{в}} = 10 \text{ кН/м}^3$.

Усилия в отдельных звеньях опускного сооружения кольцеобразной в плане формы согласно [3] могут быть найдены из следующих выражений:

$$N = qR_n [1 + k_1(k_n - 1)] \quad (3)$$

$$M = k_2 q R_n^2 (k_n - 1) \quad (4)$$

где q – величина бокового давления грунта на обделку; N – сжимающие усилия в поперечном сечении кольца обделки; M – изгибающие моменты в сечениях обделки; R_n – наружный радиус кольца обделки; k_1 и k_2 – эмпирические коэффициенты, определяемые согласно [2].

С учетом того, что q будет иметь максимальное значение в нижней части ствола, пересекающего разнородные грунтовые пласты, выражения (3) и (4) примут следующий вид

$$N = R_n [1 + k_1(k_n - 1)] \left[\sum_{i=1}^n \gamma_i h_i t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_i}{2} \right) + \sum_{j=1}^m \gamma_{\text{в}} h_j \right] \quad (5)$$

$$M = k_2 R_n (k_n - 1) \left[\sum_{i=1}^n \gamma_i h_i t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_i}{2} \right) + \sum_{j=1}^m \gamma_{\text{в}} h_j \right] \quad (6)$$

Расчет обделки на прочность выполняется на максимальные критические нагрузки, возникающие в эксплуатационной стадии. Причем максимальные сжимающие усилия, действующие вдоль оси ствола, возникают в верхних кольцах обделки при полном погружении конструкции за счет действия гидроцилиндров при задавливании крепи до водоупора. Наибольшие изгибающие моменты возникают от действия сил всестороннего сжатия в самых нижних кольцах при сравнительно однородных грунтах. При наличии грунтовых водонасыщенных слоев изгибающие моменты могут возрасти в зонах максимального гидростатического давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тоннели и метрополитены / В.Г. Храпов, Е.А. Демешко, С.Н. Наумов и др. – М.: Транспорт, 1989. – 383 с.
2. Маковский Л.В. Городские подземные транспортные сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 439 с.
3. Ширай Г.Т., Щепетков А.П., Литинский Ю.В. Проходка шахтных стволов с применением опускных сооружений. – М.: Недра, 1984. – 260 с.

УДК 622.235

Косенко В.И.

УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ВЗРЫВНОГО ИМПУЛЬСА ПРИ РАЗРУШЕНИИ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД.

Представлені результати досліджень імпульсів вибуху різноманітних конструкцій зарядів і геометричних параметрів фронту детонаційних хвиль. Приведені результати руйнування міцних порід зарядами з торцевою лінійною кумулятивною виїмкою. Результати наукових досліджень впроваджені на гранітних кар'єрах України.

CONTROL OF BLAST IMPULSES PARAMETERS IN STRENGTH ROCK DESTRUCTIONS.

The investigation of different construction charge blast impulses and geometric parameter detonation front waves are presented. Results of strong rock destructions with linear-end hollow shaped charge are demonstrated. Obtained investigation results in Ukraine granite quarry are applied.

Применение энергии взрыва при разрушении крепких горных пород в условиях открытых и подземных разработок полезных ископаемых, несмотря на его низкий коэффициент полезного действия, остается пока единственным эффективным технологическим способом дробления горного массива. Острота проблемы получения кондиционной кусковатости горной массы при взрывной отбойке как на железорудных предприятиях так и на карьерах строительных материалов, осталась на прежнем уровне.

Основным элементом в комплексе буровзрывных работ является конструкция скважинного заряда, которая должна обеспечить получение взрывного импульса с оптимальными параметрами, достаточными для надежного разрушения горного массива. Однако в последние годы наблюдается устойчивая тенденция производства и перехода на эмульсионные и гелеобразные ВВ, применение которых сопряжено с невозможностью использования традиционных методов управления параметрами взрывного импульса, например, метода воздушных промежутков при механизированном зарядании скважин.

Усложнение горно-геологических условий разработки при понижении уровня горных работ, уменьшение параметров рабочих площадок и количества взрываемых рядов скважин приводит к ухудшению качества взрывного дробления горного массива.

На многих карьерах наблюдаются частые случаи некачественной проработки подошвы уступа и выхода значительного количества негабаритных кусков горной массы, как правило, из верхней части уступа. Поэтому необходим системный подход к изучению процессов взрывного нагружения горного массива в