

УДК. 622.674: 539.3

Ф.И. Ягодкин, М.С. Плешко

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕТОННОЙ КРЕПИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

Установлена дальнейшая необходимость совершенствования крепи вертикальных стволов. Рассмотрены основные направления совершенствования. Приведены примеры разработанных составов бетонов, целесообразных для использования в качестве крепи стволов. Сделаны выводы о необходимости комплексной увязки при проектировании параметров крепи, технологии ее возведения и условий эксплуатации.

Ключевые слова: бетонная крепь, пластифицирующий эффект, состав бетона, шахтные стволы.

Семинар № 4

F.I. Jagodkin, M.S. Pleshko IMPROVEMENT OF VERTICAL MINE SHAFTS CONCRETE TIMBERING QUALITY

The further necessity of perfection of vertical trunks timbering is established. The basic directions of perfection are considered. Examples of developed concrete structures, appropriate for use in the capacity of mine shafts timbering are resulted. There are drawn conclusions on the necessity of complex coordination at designing of timbering parameters, technologies of its construction and service conditions.

Key words: concrete timbering, plasticize effect, concrete structure, mine shafts.

В ыполненными ВНИМИ в 80-х годах прошлого века обследованиями состояния крепи вертикальных стволов в Донецком бассейне было установлено, что более 38% из них имеют нарушения, вызванные несоответствием класса бетона по прочности проектному, нарушением технологии приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси, воздействия агрессивной среды и другими факторами.

В связи с этим вопросы повышения качества бетонной крепи вертикальных стволов остаются актуальными.

Рассмотрим основные направления решения этой проблемы.

Повышение класса бетона по прочности и водонепроницаемости, прежде всего, могут быть достигнуты использованием в бетонной смеси цементов высоких марок в количествах не менее 400 кг/м³ с водоцементным отношением не более 0,35, чистого высокопрочного заполнителя, относительно малого содержания песка и введением пластифицирующих поверхностно-активных добавок.

Введение пластифицирующих добавок позволяет увеличить подвижность бетонной смеси при низком водоцементном отношении, тем самым снизить пористость цементного камня и повысить прочность и водонепроницаемость крепи.

Пластифицирующий эффект увеличивается с повышением тонкости помола и расхода цемента. Вместе с

тем пленки из поверхностно-активных веществ замедляют гидратацию клинкерных зерен цемента, что снижает скорость твердения бетона в раннем возрасте.

Среди продуктов специально изготавливаемых промышленностью в качестве химических добавок более перспективными являются суперпластификаторы на основе миламиновых смол, нафталинсульсморлы и модифицированных лигносульфонатов.

Суперпластификаторы вводят в бетонную смесь в количестве 0,2-1,0% от массы цемента. Этим достигается разжижение бетонной смеси, улучшение гидратации и возможность регулирования реологических свойств бетона.

К суперпластификаторам можно добавлять хлорид, нитрат и глюконат кальция, тиосульфат и бикарбонат натрия, полиоксиэтилен, карбоксиметилцеллюлозу, соли винной кислоты, производные сахаров и другие вещества. Введение в суперпластификаторы дополнительных компонентов позволяет регулировать сроки схватывания и темп твердения бетона; уве-

личить сроки сохранения подвижности бетонной смеси; уменьшить водоотделение и расслоение бетонной смеси; регулировать воздухосодержание бетонной смеси, поровую структуру бетона и ее проницаемость. Тем самым обеспечивается заданная морозостойкость; повышается плотность, водонепроницаемость и прочность бетона.

Проведенные исследования ряда составов бетонов с включением современных химических добавок в объеме 0,2% - 1,0% от массы цемента (таблица) говорят о перспективности их применения при креплении вертикальных стволов.

Во всех составах в качестве вяжущего был использован портландцемент ПЦ М500 с расходом 350 кг/м³. Исследованные составы бетона показали ускоренный набор прочности в возрасте 1...3 суток, высокую подвижность бетонной смеси, что позволяет обеспечить быстрое включение крепи в работу, эффективную транспортировку бетона по трубам к забою стола и его укладку за опалубку.

При организации скоростных про-

№ состава	Состав бетона (тип и расход)			Осадка конуса, см	Прочность бетона при сжатии, МПа, в возрасте, сут		
	Щебень Песок, кг/м ³	Вода, л/м ³ (В/Ц)	Добавка, (%)		1	3	28
1	$\frac{1050}{750}$	$\frac{168}{(0,48)}$	С-3 (0,5%)	20	13,2 (0,39)**	14,8 (0,44)	33,8
2	$\frac{1050}{750}$	$\frac{161}{(0,46)}$	Ареал (0,5%)	18	9,5 (0,27)	15,4 (0,44)	34,7
3	$\frac{1000}{700}$	$\frac{185}{(0,54)}$	Реламикс Т-2 (0,6%)	22	12,6 (0,22)	34,2 (0,61)	56,1
4	$\frac{1000}{700}$	$\frac{175}{(0,5)}$	Biseal SCC (0,8%)	20	17,6 (0,37)	36,5 (0,78)	47,0
5	$\frac{1000}{700}$	$\frac{175}{(0,5)}$	SikaViscoC rete (1,0%)	18	15,9 (0,30)	41,2 (0,78)	52,6

Примечания: * - масса добавки в процентах от массы цемента; ** - значение отношения прочности бетона в рассматриваемом возрасте к проектной прочности.

ходок к скорости твердения крепи предъявляет еще более жесткие требования. Применяемые бетоны должны позволять провести распалубку уже через 2–4 часа после укладки бетонной смеси и начать работы по уборке породы через 1,5 часа после окончания бетонирования.

При разработке составов быстротвердеющих бетонов, как правило, исходят не из их проектного класса по прочности, а из заданного времени выдержки бетона до распалубки, при котором прочность бетона должна составлять не менее 0,8 МПа. В связи с этим быстротвердеющие бетоны должны иметь повышенный класс по прочности, что может быть обеспечено в частности применением в стволах специальных бетонов: сталефибробетонов, полимербетонов, шлакощелочных бетонов и др.

При введении в бетонную смесь полимерных добавок более 2% от массы цемента получают цементно-полимерные бетоны, отличающиеся высокой прочностью на сжатие и изгиб, а также водонепроницаемостью.

Выполненные исследования показали, что введение в бетон композиций из полимерных добавок в количестве 15–30% от веса цемента увеличивают прочность бетона на изгиб примерно в 3 раза и в 2 раза на растяжение. Полученные бетоны обладают повышенной адгезией к различным материалам, хорошим сопротивлением к ударным воздействиям и стойкостью к химической агрессии.

Используя доменные шлаки и низкомолекулярное жидкое стекло можно получить высокоактивный шлакощелочной бетон классов В10–В100. Этот материал обладает высокой водонепроницаемостью, морозостойкостью, повышенными адгезионными свойствами, устойчив к воздействию

сульфатных агрессивных вод. Благодаря использованию в составе бетона отходов производства уменьшается его себестоимость.

Армированный фибробетон можно возводить методом торкретирования, что позволит исключить необходимость применения опалубки. В сравнении с обычным набрызгбетоном он имеет значительно большую несущую способность и может применяться в широком диапазоне условий.

Вместе с тем следует учитывать, что эти бетоны практически не проявляют заметной ползучести, включая ранний возраст, из-за быстрого формирования жесткого каркаса с малой деформационной способностью под нагрузкой.

В целом эффективность применения того или иного состава бетона будет во многом определяться технологией ведения работ по креплению ствола.

Так значительное влияние на качество бетона оказывает способ приготовления, транспортировки и укладки бетонной смеси за опалубку.

Наилучшее качество бетонной смеси достигается при приготовлении ее на приствольных бетонорастворных узлах, оборудованных массовыми дозаторами для цемента и заполнителей, массовыми или объемными дозаторами для воды и растворов химических добавок. Такие установки дают возможность уменьшить подвижность бетонной смеси, повысить ее однородность, применить быстротвердеющие бетоны и обеспечить непрерывную подачу смеси за опалубку.

В настоящее время спуск бетонной смеси в ствол в большинстве случаев производится по трубам.

Однако такой способ спуска бетонной смеси имеет ряд существенных недостатков.

Так, например, подвижность бетонной смеси к моменту спуска по трубопроводу при глубине до бетонированной

заходки 200 м должна приниматься 9 - 11 см и увеличиваться на каждые последующие 150 м глубины ствола на 1 см. Для придания такой подвижности бетонной смеси необходимо вводить избыточное количество воды (до 50 - 60%) от массы цемента. В то время как для полной гидратации цемента необходимо всего 20 - 30% воды от его массы, что значительно повышает пористость бетона и снижает его прочность. Кроме того, при спуске бетонной смеси по трубам на большие глубины (более 400 - 500 м) наблюдается значительное ее расслоение, снижающее однородность бетона.

При таком способе спуска бетонной смеси используют дорогостоящие трубы из углеродистой или легированной стали с наружным диаметром 168 мм и толщиной стенки 8 - 12 мм. По фактическим данным средний расход труб на крепление ствола диаметром в свету 7,5 м и глубиной 800 м монолитной бетонной крепью толщиной 500 мм составляет 1600 м или 56,5 т, а затраты труда на монтаж и демонтаж бетонопроводов достигают 1800 чел-м.

В связи с приведенными выше недостатками способа спуска бетонной смеси по трубам большой практический интерес представляет контейнерная доставка смеси.

В отечественной практике такой способ не нашел в свое время широкого применения из-за необходимости использования для спуска бетонной смеси высокопроизводительных подъемных установок и повышения трудоемкости работ на погрузочно-разгрузочных операциях.

Оснащение современных проходок высокопроизводительными подъемными установками с большими конечными нагрузками создают предпосылки к возвращению на новом технологическом уровне к контейнерной доставке бетонной смеси в ствол.

Имеется положительный длительный опыт зарубежных шахтостроительных фирм, транспортирующих бетонные смеси в ствол в специальных бадах-контейнерах. Этим достигается сокращение количества используемых лебедок, уменьшение расхода труб и значительное повышение качества бетона за счет снижения водоцементного отношения, исключения расслоения и повышения однородности бетонной смеси.

Значительное влияние на качество бетонной крепи оказывают технологические схемы проходки ствола. Так при применении совмещенной схемы заходки бетонной крепи в призабойной зоне подвергаются неоднократному динамическому воздействию буровзрывных работ. В следствии этого образуются трещины, вывалы, смятия, нарушения структуры бетона, особенно в местах стыков между заходками. Кроме того, создаются крайне неблагоприятные условия для набора конечной прочности бетона из-за интенсивного нагружения крепи на ранних этапах твердения бетонной смеси.

В этих условиях целесообразно применение бетонов с повышенными деформационными свойствами.

Параллельная технологическая схема свободна от этих недостатков и позволяет использовать жесткие бетонные смеси со спуском их в ствол в специальных контейнерах, создавая тем самым предпосылки для широкого применения высокопрочных бетонов.

Резюмируя выше сказанное, следует сделать вывод о необходимости проектирования крепи вертикальных стволов с учетом комплекса факторов, включая горно-геологические и гидрогеологические условия проходки, технические требования к крепи в период эксплуатации, технологические схемы проходки ствола, технологию приготовления, транспортиро-

вания и укладки бетонной смеси за опалубку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баженов Ю.М.* Технология бетона: Учебник для вузов / М.: Изд-во АСВ, 2003 – 500 с.
2. *Гончаров В.И., Шабартовский В.С.* Монолитная крепь стволов шахт из высокопрочного шлакощелочного бетона // Шахтное строительство. – 1987. – № 1. – С. 19-20.
3. *Докукин О.С., Косков И.Г., Друцко В.П., Бернштейн С.А.* Бетоны и растворы для подземного шахтного строительства. – Недра, 1989. – 216 с.
4. *Жмонов К.С.* К вопросу применения высокопрочных бетонов в шахтном строительстве. // Совершенствование технологии сооружения горных выработок. Сб. науч. тр. / Кузбасс. политехн. ин-т. – Кемерово. – 1981. – С. 37-40.
5. *Косков И.Г.* Основные направления совершенствования техники и технологии сооружения шахтных стволов // Шахтное строительство. – 1986. – № 3. – С. 1-3.
6. *Ягодкин Ф.И., Сыркин С.П.* Повышение технико-экономической эффективности и качества крепления вертикальных стволов // Научно-технические проблемы шахтного строительства. Сб. науч. тр. Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2000. – С. 74-78. **ИДБ**

Коротко об авторах

Ягодкин Ф.И. – доктор технических наук, профессор, директор НТЦ «Наука и практика», (г. Ростов-на-Дону), профессор кафедры «Подземное, промышленное, гражданское строительство и строительные материалы» ШИ(ф) ЮРГТУ(НПИ), г. Шахты, Россия, pauprak@aaaanet.ru.

Плешко М.С. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Подземное, промышленное, гражданское строительство и строительные материалы» Шахтинского института (филиала) Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института), г. Шахты, Россия, siurgtu@siurgtu.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
АБСАТАРОВ Сергей Хабибулович	Геологическое обеспечение комплексного использования пород рудовмещающей толщи железорудных месторождений КМА	25.00.16	к.т.н.