

УДК 622.283.4

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕМНОГО РАСШИРЕНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ КРЕПИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЕВЛОВ ШАХТ**

Барсук Н.Д., аспирант кафедры «Строительство зданий подземных сооружений и геомеханика»

Донецкий Национальный Технический Университет,  
г. Донецк ДНР

Научный руководитель: Борщевский С.В., д.т.н. профессор  
Донецкий Национальный Технический Университет,  
Донецк, ДНР

В процессе эксплуатации вертикальных стволов угольных шахт весьма часто наблюдаются нарушения монолитной бетонной крепи. Одним из наиболее уязвимых мест, являются технологические швы и зоны, прилегающие к ним. Ремонт крепи часто требует значительных затрат средств, времени и в ряде случаев может привести даже к нарушению бесперебойной работы шахты.

Целью данной работы является совершенствование технологии строительства вертикальных стволов по совмещенной технологии на основе обоснования параметров монолитной бетонной крепи стволов в местах технологических швов между соседними заходками.

Проанализировав исследования можно увидеть, что фильтрация воды происходит через трещины, технологические швы и прилегающие к ним зоны, которые составляют 6% от высоты заходки, применяемой при совмещенной схеме проходки ствола [1] т.е. 12-24 см.

Образование таких зон каждые 2-4 метра, приводит к разрывам сплошности бетонной крепи, росту водопритоков, увеличению коррозии, что в свою очередь приводит к снижению безопасности при эксплуатации крепи.

Причинами снижения безопасных условий эксплуатации являются:

1. Развитие усадочных явлений в процессе твердения бетонной смеси;
2. Низкая адгезия к уже затвердевшему бетону;
3. Неполное заполнение стыков между заходками.

В свою очередь, опыт работы треста Донецкшахтпроходка показал, что через технологические швы и неплотности в монолитной бетонной крепи ствола поступает от 30 до 70% остаточных водопритоков.

Помимо воздействия на бетон агрессивных вод, в зоне технологического шва значительное влияние на проницаемость бетона оказывают условия формирования шва при возведении крепи (притоки воды, капёж, статического давления воды на крепь после укладки бетона за опалубку, наличие загрязнённости поверхности шва). [2].

Прочность шва увеличивается в зависимости от площади соприкасаемых поверхностей. Подбор состава бетонной смеси повышает адгезию старого и нового бетонов в 1,2-1,5 раза, однако полностью вопроса плотности шва не решает. Способ укладки и уплотнения бетонной смеси на 10-15% увеличивает прочность и непроницаемость технологического шва. Выбор оптимальной технологии укладки бетона позволяет снизить в 1,3-5 раз проницаемость швов за счёт уменьшения расслаиваемости бетонных смесей. Условия укладки и твердения бетона оказывают отрицательное влияние на качество омоноличивания технологических швов. Однако влажные условия твердения и насыщенность старого бетона водой способствуют улучшению прочности шва на 20-25% за счёт снижения в бетоне усадочных напряжений.

На толщину зоны шва по данным [3] влияет ряд условий: 1) структурообразование (связанное с расслоением смеси); 2) технологические (перерыв в бетонировании и др.); 3) условия твердения (температура, влажность); 4) условия укладки (капёж, потоки и др.).

Для уменьшения влияния первого фактора необходимо применение более пластичных составов бетонной смеси, использование всевозможных добавок в бетон, новых конструкций гасителей скорости и др. Условия твердения обеспечиваются подачей в ствол подогретого воздуха. Снижение влияния перерыва в бетонировании возможно при переходе от совмещённой к параллельной технологии проходки, что к тому же снижает количество технологических швов. Но параллельная схема имеет ряд существенных недостатков, как с точки зрения экономики, так и организации работ, ограничивающих её широкое применение. Поэтому необходима разработка решений по снижению негативного влияния перечисленных факторов для совмещённой схемы проходки.

Решением данного ряда вопросов может явиться применение в шахтном строительстве, и креплении вертикальных стволов в частности, бетонов на основе расширяющихся видов цементов.

Для исследования величины расширения образцов различного состава в разных условиях твердения была разработана специальная установка, показанная на рис. 1.

Установка представляет собой стенд для определения объёмного расширения бетонной смеси в процессе гидратации, которая состоит из:

1. Емкости с герметичной крышкой;
2. Стеклой трубки со шкалой позволяющая измерять объем вытесняемой из емкости жидкости;
3. Образцов цилиндрической формы, высотой 100 мм, диаметром 50 мм.

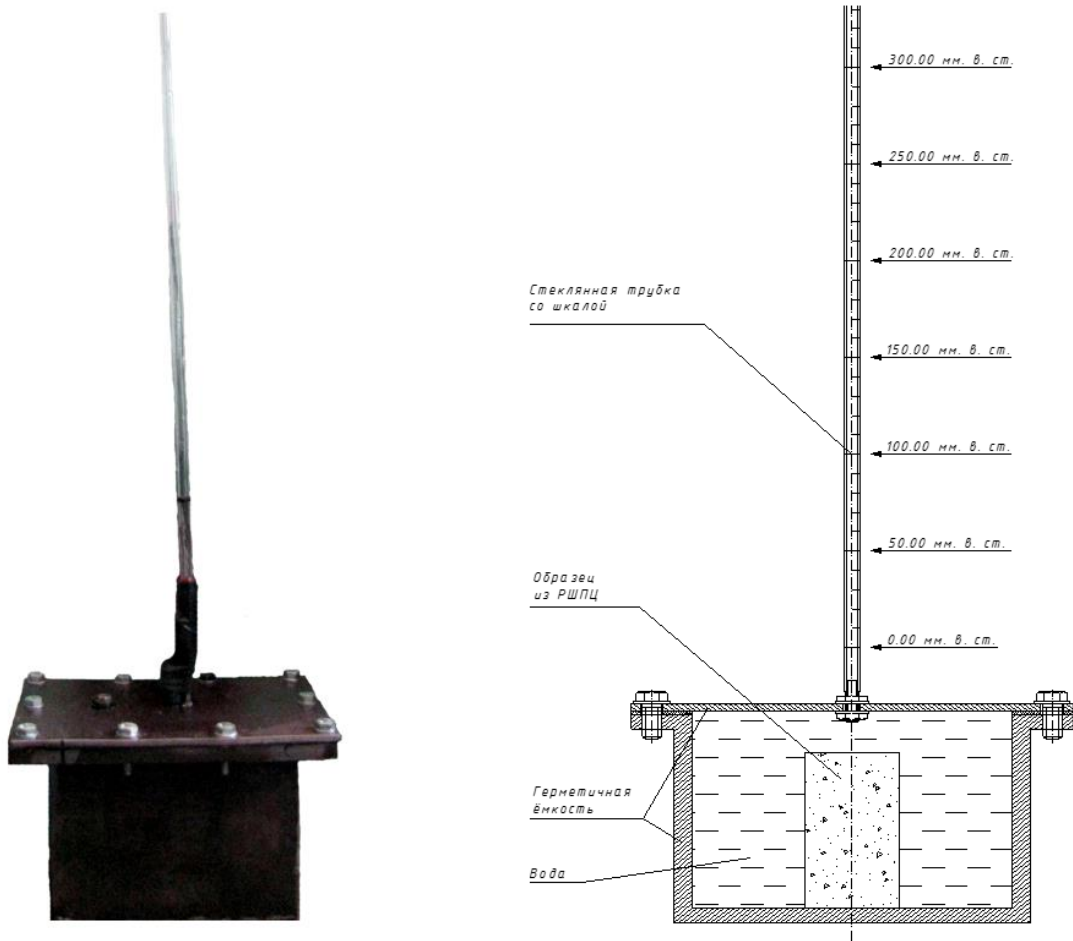


Рис. 1. Установка для определения объёмного расширения бетонной смеси

Увеличение уровня воды в трубке на 1 мм вод. ст. свидетельствует о расширении образца на 0,05 %. В начальном периоде застывания (12 часов) показания снимаются каждый час, в последующий период – каждые 4 часа.

После 72 часов твердения в воде, на образцах из цементного теста вследствие значительного объёмного расширения (до 25,50%) образуются трещины. На образцах из цементно-песчаного теста в пропорциях 1:1 и 1:3 и бетона трещинообразования не наблюдалось, а максимальный показатель объёмного расширения составил 14,7%; 6,10% и 2,25% соответственно (рис. 2).

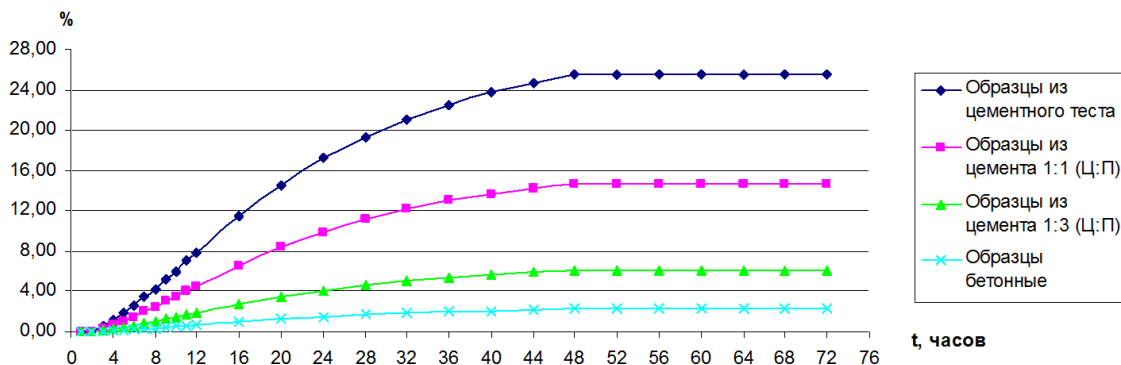


Рис. 2. График расширения образцов на РШПЦ

На следующем этапе исследований определялись линейные расширения образцов различного состава, шлакопортландцемента (РШПЦ) (рис.3, 4).



Рис. 3. Измерение линейных деформаций образца



Рис. 4. Образцы различного состава

Была выведена зависимость линейного расширения различных образцов (рис. 5).

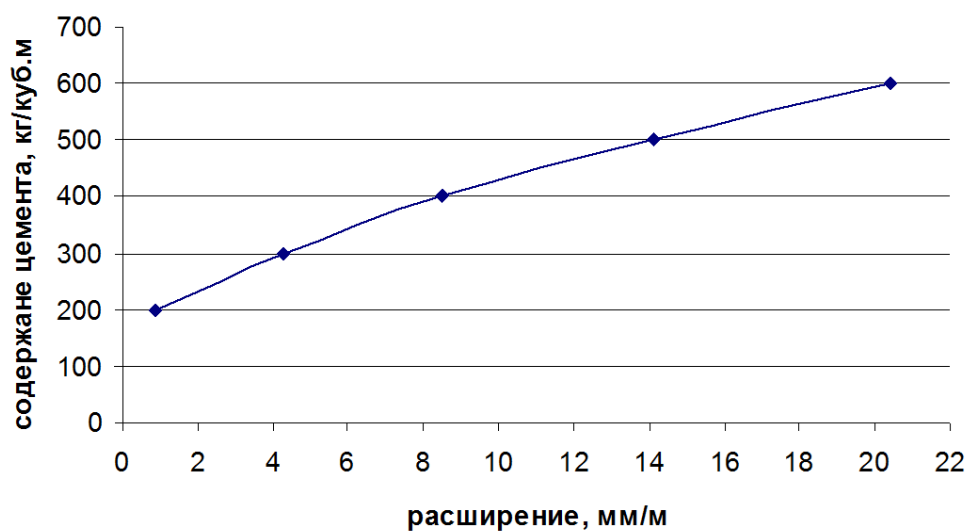


Рис. 5. График линейного расширения в зависимости от содержания расширяющегося вяжущего в бетоне

На основании исследований была выведена зависимость линейного расширения различных образцов (рис. 5), проанализировав которую можно сделать вывод о том, что расширение бетонов на расширяющемся шлакопортландцементе прямо пропорционально показателю расширения на образцах из цементного теста и содержания вяжущего в бетоне.

Для ликвидации проникновения воды через технологические швы авторы рекомендуют устраивать специальный уступ (рис. 6).

Это создает возможность обеспечивать плотное заполнение и водонепроницаемость крепи на участке шва. Устройство такого уступа осуществляется с помощью поддона, прикрепляемого к нижней части опалубки (рис. 6).

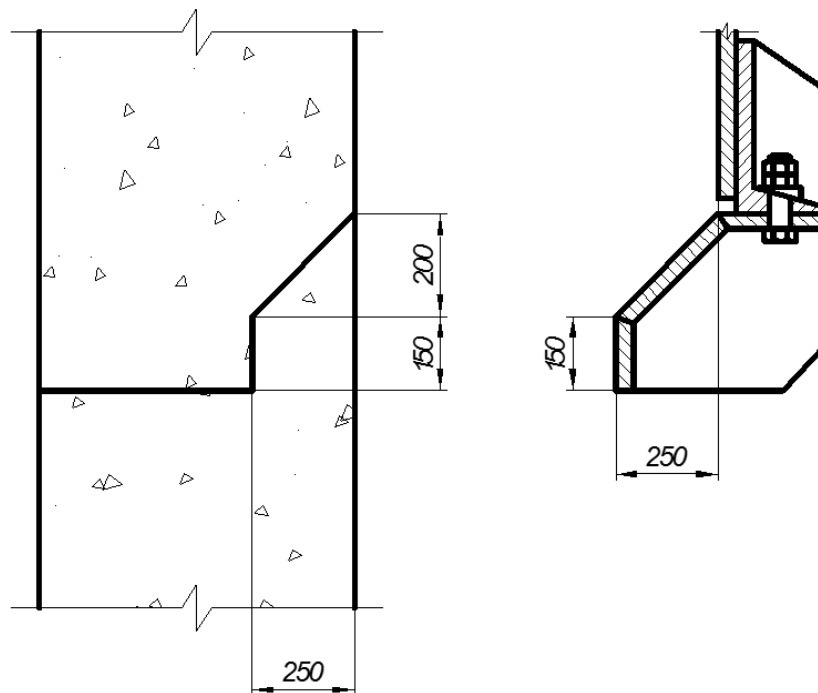


Рис. 6. Рекомендуемая стыковка между заходками  
а – шов с уступом; б – поддон

За счет уменьшения расслаиваемости частиц, бетонная смесь, прошедшая повторное перемешивание, позволяет снизить в 1,3–5 раз проницаемость технологических швов.

На поверхности или в пристольном БРУ ведется приготовление бетонной смеси на основе быстротвердеющего портландцемента, который через бетонопровод укладывается за опалубку. Рациональное использование составов быстротвердеющих бетонов позволяет совместить процессы бетонирования и погрузки породы.

Снятие опалубки, при обычных способах проходки производится не менее чем через 6 часов.

Расчёт сметной стоимости работ по ремонту бетонной крепи ствола показал, что затраты по креплению в месте технологического шва расширяющейся бетонной смесью примерно в 1,4 раза меньше затрат по ремонту монолитной крепи, возведённой по существующей совмещённой технологии.

### **Список литературы:**

1. Гузеев А.Г. Технология строительства горных предприятий / А. Г. Гузеев, А. Г. Гудзь, А. К. Пономаренко. – Донецк: Высшая школа, 1986. – 392 с.
2. Борщевский С.В. К вопросу повышения водонепроницаемости монолитного железобетонного армирования вертикальных стволов большого диаметра // Проблемы подземного строительства и направления развития тампонирувания и закрепления горных пород: Материалы научно-практической конференции. / С.В. Борщевский, А.А. Дрюк, А.Ж. Сирачев. – Луганск: Издательство ВУН им. В. Даля, 2006. С. 152–162.
3. Кравченко И.В. Расширяющиеся цементы. "НИИЦЕМЕНТ"/ И.В. Кравченко. М: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. – 89 с.