

УДК 622.281.424

Г.Н. Волченко<sup>1</sup>, Б.Д. Исахаров<sup>1</sup>, В.Н. Фрянов<sup>2</sup>, Н.Г. Волченко<sup>2</sup>, Е.А. Волков<sup>3</sup>, В.В. Приб<sup>3</sup><sup>1</sup>Сибирская инжиниринговая компания «СИБКОМ»<sup>2</sup>Сибирский государственный индустриальный университет<sup>3</sup>Горно-Шорский филиал ОАО «Евразруда»

## ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СТВОЛА ОБЕСПЫЛИВАЮЩЕГО НАБРЫЗГБЕТОНИРОВАНИЯ *TERMITON X4*

Разработка Сибирской инжиниринговой компанией ООО «СИБКОМ» инновационного продукта – ствола (торкрет-сопла) второй модификации СНБ-2, описанного в работе [1], направлена на замену серийно выпускаемых стволов на новые с получением экономического, социального и экологического эффекта при набрызгбетонировании ([www.sibcom-eng.ru](http://www.sibcom-eng.ru)).

Изделие СНБ-2 постоянно конструктивно совершенствовалось с учетом специфики условий применения, эргономики, новых материалов и др. [2] и получило четвертую модификацию СНБ-4 под торговой маркой *TERMITON X4* (рис. 1, 2). Разработка направлена на импортозамещение, замену серийно выпускаемых стволов и получение экономического, экологического и социального эффекта при сухом набрызгбетонировании за счет повышения эффективности затворения сухой смеси.

Промышленные испытания инновационной разработки проведены 23 сентября 2014 г. при выполнении подрядной организацией «Звездный»

г. Магадан набрызгбетонирования подземной горной выработки наклонного съезда +115/+185 м участка «Подрусловый» Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда» (см. таблицу).

Большое пылеобразование – крупнейший недостаток сухого набрызгбетонирования. Пыль, в основном, образуется вследствие неполноты смачивания (затворения) сухой смеси в стволе и представлена в большей своей части отскочившими от поверхности набрызгбетонирования плохозатворенными частицами используемой сухой смеси. Поэтому важнейшим элементом ствола для набрызга бетона служит узел затворения.

Анализ патентных решений и результаты лабораторных исследований показали, что лучшее, более полное затворение и смачивание частиц скоростного пневмопотока бетонной смеси можно достигнуть не путем подачи на пневмопоток диспергированной воды из отверстий, а из специальных форсунок, поскольку их работа превращает воду в



Рис. 1. Общий вид и дизайн торговой марки ствола обеспыливающего набрызгбетонирования СНБ-4

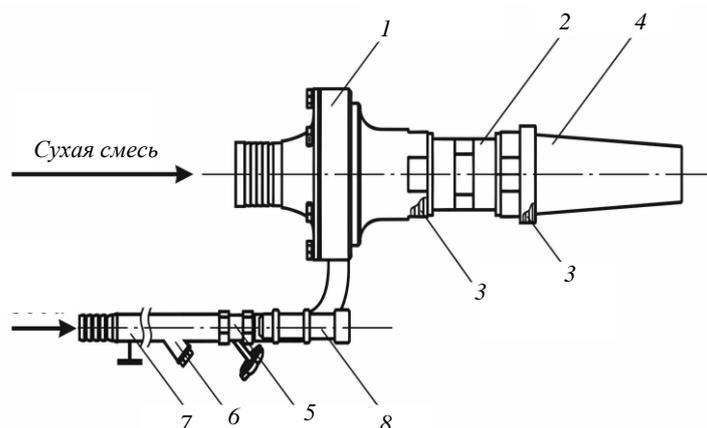


Рис. 2. Устройство ствола обеспыливающего набрызгбетонирования *TERMITON X4*:

1 – узел объемного затворения потока сыпучих компонентов; 2 – камера смешивания; 3 – элементы, активирующие смешивание; 4 – конусная резиновая насадка, формирующая факел потока торкрет-смеси; 5 – кран-дозатор подачи воды; 6 – фильтратор поступающей воды; 7 – контрольный кран; 8 – лазерный указатель направления потока торкрет-смеси

мельчайшие капли и обеспечивает динамическое скоростное воздействие диспергированного факела на пневмопоток смеси по всему его объему. Расчеты показывают, что использование подачи воды факелами увеличивает площадь первоначального контакта с сухой смесью более чем в 50 раз в сравнении с подачей воды струями.

Целью настоящей работы служило проведение сравнительных испытаний для оценки работоспособности конструкции ствола СНБ-4 при включении его в рабочий режим с установкой Aliva-237 вместо серийно выпускаемого ствола (торкрет-сопла), входящим в комплект установки Aliva-237, совместного производства мировых брендов Sika (Великобритания) и Putzmeister (ФРГ).

Экспериментом планировалось сравнить характеристики ствола *TERMITON X4* и серийно выпускаемого ствола, комплектуя установку Aliva-237, по таким показателям, как пылевыведение при работе, потери компонентов торкрет-смеси при отскоке, качество поверхности нанесенного слоя при набрызгбе-

тонировании, технический ресурс устройства и другим при прочих равных условиях.

Методика испытаний состояла в следующем. Первоначально экспериментом предусматривалось осуществление набрызгбетонирования контура выработки установкой Aliva-237 с использованием штатного ствола, входящим в комплект англо-германской установки.

Перед процессом набрызга бетона произвели отбор пробы воздуха в выработке. Во время процесса набрызгбетонирования выработки визуальным наблюдением, фотоаппаратурой и забором проб воздуха на рабочем месте сопловщика осуществляли мониторинг показателей работы испытываемого изделия.

Отбор проб осуществляли согласно Приложению 7 (Инструкция по отбору проб рудничного воздуха) к §141 ПБ 06-111 – 95 Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом.

Пробы отбирали и обрабатывали сотрудники независимой пылегазоаналитической лаборатории Шерегешского ВГСВ Филиала «ВГСО Сибири и Алтая» ФГУП «ВГСЧ» прибором

### Результаты измерения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны

Время отбора пробы	Номер анализа	Технологический процесс и тип работающих машин	Концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>
10 <sup>40</sup> –10 <sup>55</sup>	201	Перед работой	3,3
11 <sup>00</sup> –11 <sup>15</sup>	202	Бетонный набрызг стволом Aliva-237	25,3
11 <sup>20</sup> –11 <sup>35</sup>	203	Бетонный набрызг стволом Aliva-237	54,7
10 <sup>40</sup> –10 <sup>55</sup>	204	Бетонный набрызг стволом Aliva-237	53,0
13 <sup>00</sup> –13 <sup>15</sup>	205	Бетонный набрызг стволом <i>TERMITON X4</i>	23,3
13 <sup>20</sup> –13 <sup>35</sup>	206	Бетонный набрызг стволом <i>TERMITON X4</i>	39,0
13 <sup>40</sup> –13 <sup>55</sup>	207	Бетонный набрызг стволом <i>TERMITON X4</i>	23,3

ПА-20М-1 (см. таблицу). После отбора проб и проветривания горной выработки проводили дальнейшее набрызгбетонирование уже с применением инновационного ствола *TERMITON X4*, который подсоединяли к материальному и водоподводящему рукавам установки Aliva-237 (рис. 3).

Соответствующие сравниваемые параметры определялись при осуществлении дальнейшего набрызгбетонирования по вышеописанной методике.

Использование различных методов исследования и получение единого результата позволяют обоснованно констатировать, что при включении ствола *TERMITON X4* в рабочий режим с установкой Aliva-237:

- кардинально снижается запыленность на рабочем месте (определено визуально); анализ полученных аспиратором проб пыли в этом эксперименте показал, что содержание пыли в шахтной атмосфере при работе ствола *TERMITON X4* в 1,6 ÷ 2,3 раза ниже, чем при работе штатным стволом, что позволит снизить рост профессиональных заболеваний;

- повышаются кучность струи и адгезия торкрет-смеси к породам кровли и решетчатой затяжке;

- снижается запыленность; согласно физике быстропотекающих процессов, можно говорить о снижении потерь компонентов торкрет-смеси по гиперболической зависимости (более 3 раз) за счет устранения отскока от поверхности горной выработки [3];

- отмечается увеличение слоя набрызгбетона за один проход;

- повышается удобоукладываемость набрызгбетона, его качество с получением ровной и гладкой поверхности.

По окончании эксперимента был подписан Акт промышленных испытаний, в котором в результате анализа сравнительных испытаний по данным визуального наблюдения, кино-, фотоматериалов и отбора проб воздуха в месте ведения набрызгбетонных работ комиссия отметила следующее.

1. При использовании серийных стволов запыленность шахтной атмосферы при производстве набрызгбетонных работ во много раз превышает санитарную норму (5 мг/м<sup>3</sup>). Взвешенная пыль является мелкодисперсной и легко переносится на значительные расстояния в близлежащие выработки.

2. Кардинальное снижение запыленности при работе инновационного изделия *TERMITON X4* обусловлено наличием в его конструкции узла объемного затворения потока сыпучих компонентов, элементов, активирующих смешивание, и фильтраатора затворяющей воды.

3. Пыль, образующаяся при набрызге бетона, представлена в большей своей части частицами цемента и различных добавок. Кардинальное снижение запыленности обеспечивает снижение потерь компонентов торкрет-смеси, повышение количества и качества набрызгбетона с обеспечением быстрого набора прочности.

4. Высокий технический ресурс нового изделия обуславливается возможностью замены элементов, комплектующих конструкцию.

5. Пульт управления стволом *TERMITON X4* по желанию заказчика комплектуется лазерным указателем направления потока торкрет-смеси, визуализируя область ведения набрызга бетона на горной выработке, что способствует точности управления стволом и эффективному обучению сопловщиков.



Рис. 3. Работа сопловщика стволом *TERMITON X4*

6. Использование охранный изделия *TERMITON X4* обеспечивает высокие эксплуатационные качества, позволяющие ликвидировать недостатки базовых конструкций и получить значительный экономический эффект. *TERMITON X4* обладает существенными достоинствами, превосходит аналоги мировых брендов (Sika, Великобритания, и Putzmeister, ФРГ), способствует импортозамещению товаров и рекомендуется для ведения на Шерегешском руднике, других подземных предприятиях России обеспыливающего набрызгбетонирования, в том числе фибробетоном, жаропрочными составами.

Полученные в ходе контрольных испытаний характеристики процесса набрызгбетонирования подземной горной выработки стволом *TERMITON X4* и штатным торкрет-соплом, комплектующим установку Aliva-237, позволяют на основании экономических расчетов сделать следующие выводы.

1. Кардинальное снижение запыленности при набрызгбетонировании с использованием ствола *TERMITON X4*, помимо социального эффекта (за счет снижения профзаболеваний, экологического эффекта, снижения выбросов пыли в биосферу), предполагает и значительный экономический эффект.

2. Проведенные ранее исследования (рис. 4) показывают, что при использовании традиционного ствола, с затворением сухой смеси диспергированной водой из отверстий, масса отскокшего материала в сухом состоянии составляет около 30 %. При стоимости сухой смеси 18000 руб/т и потерях (отскоке) 30 % убыток с каждой тонны сухой смеси составляет 5400 руб.

Снижение потерь за счет отскока плохо затворенной сухой смеси в 3 раза (до 10 %) при применении ствола *TERMITON X4* позволяет экономить 3600 руб/т. При использовании изделия согласно прилагаемой инструкции ресурс ствола составляет не менее 100 т сухих смесей. Экономический эффект от применения одного изделия *TERMITON X4* за счет снижения потерь компонентов при торкретировании 100 т сухой смеси составляет 360000 руб.

3. Большие потери сухой смеси при набрызгбетонировании обуславливают и упущенную выгоду от снижения объемов крепления горных выработок. Применение изделия *TERMITON X4* при торкретировании 100 т сухих смесей позволит дополнительно (по сравнению со стволом Aliva-237) закрепить набрызгбетоном около 10 погонных метров выработки сечением 16 м<sup>2</sup>, т.е. дополнительно сдать в эксплуатацию 160 м<sup>3</sup> горных выработок.

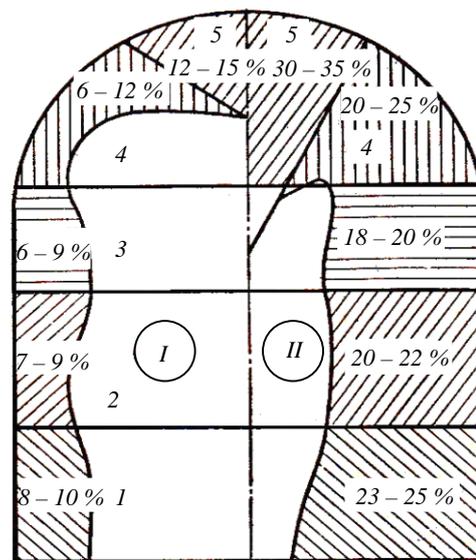


Рис. 4. Диаграмма изменения потерь сухих смесей, %, по контуру выработки при набрызгбетонировании [3]: I – при применении специального набрызгцемента; II – обычного цемента

4. Для достижения качества торкретирования стволом *TERMITON X4* традиционными средствами необходимы дополнительные трудозатраты и затраты на закуп сухих смесей.

**Выводы.** Использование представленного ствола *TERMITON X4* обеспечивает получение экономического, социального и экологического эффекта.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Венгловский В.Г., Волченко Г.Н., Фрянов В.Н., Приб В.В., Волченко Н.Г. Совершенствование технологии набрызгбетонирования для повышения эффективности и качества крепления подземных выработок. – В кн.: Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. Сб. науч. статей / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. С. 90 – 94.
2. Волченко Г.Н., Фрянов В.Н., Серяков В.М. Исследование влияния предразрушения горных пород на снижение энергоемкости взрывного дробления // Вестник научного центра по безопасности в угольной промышленности. – Кемерово: изд. ВостНИИ, 2011. № 1. С. 19 – 31.
3. Стрельцов Е.В., Козакевич Э.В., Пономаренко Д.И. Крепление горных выработок угольных шахт набрызгбетоном. – М.: Недра, 1978. – 238 с.

© 2015 г. Г.Н. Волченко, Б.Д. Исахаров, В.Н. Фрянов, Н.Г. Волченко, Е.А. Волков, В.В. Приб  
Поступила 21 ноября 2014 г.