

ДЕГАЗАЦИЯ БАКТЕРИЯМИ ШАХТНОГО МЕТАНА¹

к.т.н. Петух А.П. (ИГТМ НАН Украины)

Подземная разработка газонасыщенных угольных пластов сопровождается интенсивным выделением метана в горные выработки и выработанные пространства лав. Применение существующих способов дегазации в угольных шахтах (проектирование выработок, отсос метана и др.) при разработке высокометаносных угольных пластов связано со значительными материальными затратами и часто оказывается малоэффективным.

Перспективными методами борьбы со скоплениями метана в шахте являются методы с использованием окисления его метанотрофными бактериями. Эти методы основаны на создании в выработанном пространстве, в аэродинамически застойных зонах или в выработках на пути движения метановоздушной смеси микробиологического фильтра, формирование которого достигается путем иммобилизации клеток бактерий на обрушающихся горных породах, остатках угля и других твердых поверхностях. Метаноокислительная активность бактерий в шахтных условиях определяется рядом факторов, в том числе содержанием метана и кислорода в атмосфере, температурой, влажностью среды и составом горных пород.

Исследования осуществлялись в условиях выработанных пространств 935-й лавы шахты "Западно-Донбасская" ГХК "Павлоградуголь" и 2-й восточной лавы шахты им. В.М.Бажанова ГХК "Макеевуголь".

935-й лавой отрабатывался угольный пласт C_n^8 . Геологическая мощность пласта составляет 0,6 - 0,8 м, вынимаемая мощность - 1,05 м. Непосредственная кровля пласта представлена мелкозернистым тонкослоистым трещиноватым алевролитом мощностью 0,5-1,5 м, ложная кровля - аргиллитом и алевролитом. Породы кровли водоносны, легко обрушающиеся. Непосредственная почва пласта - аргиллит комковатой текстуры. Температура метановоздушной смеси в выработанном пространстве лавы составляет 25°C, влажность - до 85 %.

Вторая восточная лава шахты им. В.М.Бажанова отрабатывала угольный пласт m_3 , мощность которого составляет 1,67 м. Газоносность угля составляет 18-21 м³/т, газонасыщенность пород - до 7 м³/м³. Лава длиной 245 м двигалась по простиранию пласта со скоростью 2,5 м/сут, способ управления кровлей - полное обрушение. Непосредственная кровля пласта представлена глинистым сланцем, почва угольного пласта - песчаным сланцем. Температура исходящей из выработанного пространства метановоздушной

¹ Исследования выполнены под руководством д.т.н. В.И.Мякенького при участии к.т.н. В.Б.Демченко (ИГТМ НАНУ)

температура - до 33°C, ее влажность - до 98 %

Подготовительные выработки участка охранялись бутовыми полосами шириной 13-15 м и выкладкой чураковых полос с изоляцией стенок фанфанитом. В зоне выхода утечек воздуха из выработанного пространства лавы с шагом 10 метров вдоль штрека, в бутовых полосах оставляли "окна" размером 1х1 м для управляемого отвода метана из выработанного пространства. Наличие бутовой полосы обуславливало формирование в "окнах" скопления метана в 20-30 м от лавы.

Микробиологическую обработку пород и остатков углей в зоне скопления метана в выработанном пространстве 935-й лавы выполняли с помощью метанотрофных бактерий штамма ВСБ-874, ежедневно осуществляемой на выемочный участок шахты.

В 1,5 м³ питательной среды вносили 40 л биомассы бактерий (активностью около 100 г (АСВ)/л. Микробиологическую обработку пород в зоне скопления метана в выработанном пространстве проводили в течение 30 суток путем закачивания суспензии в восходящие дегазационные скважины. За это время было применено 52 кг бактерий. Таким образом, в выработанном пространстве лавы был сформирован микробиологический фильтр в зоне скопления метановоздушной смеси. Общая длина активного биофильтра составила 50-60 м.

При дегазации скопления метана в выработанном пространстве шахты им. В.М.Бажанова суспензию приготавливали на основе шахтной воды. Суточный расход суспензии составлял 1 м³, биомассы - 5,2 кг. Микробиологическую обработку пород проводили в течение 6 суток путем ежедневного орошения пород в выработанном пространстве и в "окнах". С целью повышения активности бактерий в исходную биомассу вносили различные минералы из расчета 200 мг на 1 л суспензии.

Эффективность применения метанотрофов на шахте "Западно-Донецкая" оценивали по снижению газообильности выработанного пространства и снижению газовыделения из него по длине зоны выхода утечек воздуха. Для этого ежедневно выполняли по общепринятой методике газогазовые съемки в выработках участков. Съемки осуществляли с помощью измерителя скорости воздуха ИСВ-1 и анемометра АСО-3. Концентрацию метана определяли интерферометром ШИ-11. Для контроля концентрации метана в газовой смеси использовали данные АГЗ шахты.

Для оценки эффективности микробиологического окисления метана в зоне его скопления в выработанном пространстве шахты им. В.М.Бажанова, ежедневно измеряли концентрацию метана в "окнах", на поверхности обрабатываемых суспензией пород и в местах скопления метана в выработанном пространстве и аэродинамически застойных зонах. В экспериментах использовали приборы ШИ-11, ШИ-12 и АСО-3.

Наблюдениями установлено, что микробиологическая обработка суспензией метанотрофных бактерий выработанного пространства 935-й лавы шахты "Западно-Донецкая" сопровождалась существенным снижением газообильности выработанного пространства лавы и выемочного участка, а

также концентрации метана в зонах его скопления. До обработки выработанного пространства, его средняя газообильность составляла $25,2 \text{ м}^3/\text{т}$, в результате жизнедеятельности бактерий этот показатель снизился до $13,2 \text{ м}^3/\text{т}$ (на 47 %). Влияние биофильтра в метанообильных зонах распространялось на расстояние до 60 м от забоя лавы, максимальная активность биофильтра вдоль штрека составила $0,06 \text{ м}^3/\text{мин}$ на один погонный метр штрека. В результате применения бактерий в выработанном пространстве окислялось около $1,9 \text{ м}^3/\text{мин}$ метана, или около 2740 м^3 в сут-ки.

Микробиологическая обработка скоплений метана в выработанном пространстве шахты им. В.М.Бажанова сопровождалась заметным снижением его концентрации в выработанном пространстве и в "окнах". Так, до обработки бактериями содержание метана в атмосфере выработанного пространства на расстоянии 3 м от лавы составляло от 1,5 до 4,5 %, через 30 мин после нанесения бактерий на породы концентрация метана в соответственных местах устойчиво снижалась в среднем на 35 %. Существенным было снижение концентрации метана в "окнах" выработанного пространства, в которых в двух метрах от штрека до обработки суспензией концентрация метана достигала 10-20 % и более при практически отсутствии расхода смеси из выработанного пространства. По мере осуществления микробиологической обработки пород концентрация метана в "окнах" постепенно снижалась, и после нескольких суток обработки не превышала 4 %. Таким образом, в результате микробиологической обработки скоплений метана в выработанном пространстве концентрация его в "окнах" была снижена в среднем на 63 %. Максимальная активность бактерий наблюдалась в зоне выработанного пространства, удаленной на 20-30 м от забоя лавы. В данных условиях метанотрофные бактерии окисляли около 3 м^3 метана в минуту или 4350 м^3 в сутки.

Таким образом, шахтные экспериментальные исследования показали высокую эффективность микробиологических способов окисления метана в выработанных пространствах шахт и зонах его скопления. Установлено, что эти способы технологически просты, надежны, недороги и являются перспективными для повышения безопасности ведения горных работ на газообильных угольных шахтах.