

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДООТДЕЛИТЕЛЕЙ В ДЕГАЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

У статті проведено аналіз ефективності роботи водовіддільників, які використовуються у шахтних дегазаційних системах. На основі проведеного аналізу запропоновані заходи по підвищенню ефективності відводу води з дегазаційних трубопроводів шляхом використання конструкцій водовіддільників, працюючих у широкому діапазоні значень вакууму та темпів надходження води та шламу з дегазаційних свердловин.

USE DEVICES FOR BRANCH OF WATER IN DEGASATING SYSTEMS OF COAL MINES

In clause the analysis of an overall performance water-separators, used in mines degasations systems is carried out. On the basis of the carried out analysis the recommendations for increase of efficiency of removal of water from degasations of pipelines are given, by use of designs water-separators, values, working in a wide range, of vacuum and rates of receipt of water and particles of mountain breeds from degasations of chinks.

Как известно, шахтная дегазационная система (ДС) состоит из следующих элементов: вакуум-насосной станции (ВНС), газопроводной сети (магистральные и участковые газопроводы), дегазационных скважин, регулирующей запорной и предохранительной аппаратуры.

Эффективность работы ДС или ее фрагментов зависит от следующих факторов: режимов работы ВНС, качества герметичности соединений труб, составляющих трубопроводы, качества герметизации дегазационных скважин, величины проходного сечения трубопроводов. В частности, изменение величины проходного сечения трубопроводов может происходить в результате их повреждений (вмятины, пробой) или загрязненности их внутренней поверхности: отложения пыли, шлама, скопления воды. Источниками поступления пыли, угольного штыба и воды в трубопроводы, являются дегазационные скважины. Кроме того, трубопроводы загрязняются продуктами коррозии.

В местах скоплений пыли и шлама (арматура, колена и т.д.) потери проходного сечения трубопровода могут достигать 30%, а в местах скоплений воды (пониженные места трубопровода, места сопряжений участков с наклонными и вертикальными) потери пропускной способности трубопровода могут достигать 50% разрежения, создаваемого вакуум насосами (ВН) [1].

В месте образования водяной пробки в трубопроводе происходит быстрое изменение значений вакуума, расхода метано-воздушной смеси (МВС) и концентрации метана. Данные обстоятельства неблагоприятно влияют на режимные характеристики вакуум-насосов и эффективность работы ДС. Кроме того, вода может попадать в газовые камеры отборных устройств, нарушая при этом нормальную работу датчиков. В связи с этим, периодически проводят мероприятия по очистке дегазационных трубопроводов от твердых отложений и воды. При удалении воды из дегазационных трубопроводов используют различ-

ные сливные устройства и водоотделители [2], а при очистке МВС от пыли и шлама - пылеотделители. Устройства для удаления воды, пыли, угольного штыба и окалины устанавливаются в местах образования водяных пробок и соединений газопроводных патрубков скважин с трубопроводами.

Учитывая, что большинство эксплуатируемых шахтных ДС находятся в неудовлетворительном состоянии и нуждаются в ремонте и реконструкции, использование высокоэффективных пыле- и водоотделителей является актуальным вопросом.

Эксплуатация ДС происходит в следующих условиях: барометрическое давление $P_0 = 840 \div 1150$ гПа, температура окружающей среды для подземных трубопроводов с водой $T_0 = 5 \div 35^0$ С, относительная влажность окружающей среды $\delta_a \leq 98$ % при $T_0 = 35^0$ С, скорость воздушной струи $V \leq 8$ м/с, запыленность воздуха - до 800 мг/см³.

Параметры МВС в трубопроводах: разрежение у устья скважин $P_{у.скв} = 0 \div 330$ гПа, разрежение в участковых и магистральных трубопроводах $P_{тр} = 0 \div 530$ гПа, относительная влажность МВС $\delta_{мвс} \leq 100$ % [3].

Характер наличия влаги в трубопроводах может носить сезонный характер. Так, например, на шахте им. А.Ф. Засядько в летний период времени количество воды, отводимое водоотделителями, составляет более 100 л/сут, а в зимний период - 400 ÷ 500 л/сут. Скорость МВС $V_{мвс} = 0,5 \div 20$ м/с, температура МВС $T_{мвс} = 5 \div 35^0$ С, концентрация метана $c_{снд} = 0 \div 100$ %.

При расчете ДС принимается $P_{тр} = 465$ гПа, при котором обеспечивается максимальное значение КПД ВН.

Как правило, при недостаточно эффективной работе водоотделителей наибольшее количество воды скапливается на конечном участке газопроводной сети непосредственно перед ВН. Поэтому приходится его отключать и удалять воду из трубопроводов.

При проектировании и эксплуатации, к водоотводчикам, пыле- и водоотделителям должны предъявляться следующие требования:

- слив воды должен осуществляться без подсосов воздуха из окружающей среды;
- автоматический режим работы;
- технические средства автоматики должны быть без использования электрической энергии;
- элементы автоматики должны быть в искробезопасном исполнении;
- производительность водоотводчика должна быть выше темпов поступления воды из скважин;
- работа водоотводчика должна быть гибкой при различном изменении (широком диапазоне) вакуума в дегазационном трубопроводе.

В настоящее время в ДС угольных шахт Донбасса автоматические водоотделители практически не используются. Состояние этого вопроса находится на уровне 1962г., когда в точках возможного скопления воды устанавливали водоотделительные бачки, имеющие два вентиля. Первый – соединяющий бачок с дегазационным трубопроводом в его нижней части, а другой – для слива воды

из нижней части бачка в выработку. Влагоприемные бачки периодически освобождаются от воды обслуживающим персоналом (иногда по несколько раз в смену).

Известно устройство (водоотводчик), которое нашло применение на комбинате Воркутуголь и работающее при любых значениях вакуума [4]. Водоотводчик подсоединяется к дегазационным скважинам. Идея работы водоотводчика такой системы заключалась в автоматическом ограничении вакуума до таких величин, при которых вода не будет засасываться в газопровод. Вакуум в устье дегазационных скважин целесообразно уменьшать до величин порядка 700 мм вод. ст. В этом случае скважины будут функционировать с нормальной производительностью ($5 \div 6 \text{ м}^3/\text{мин}$).

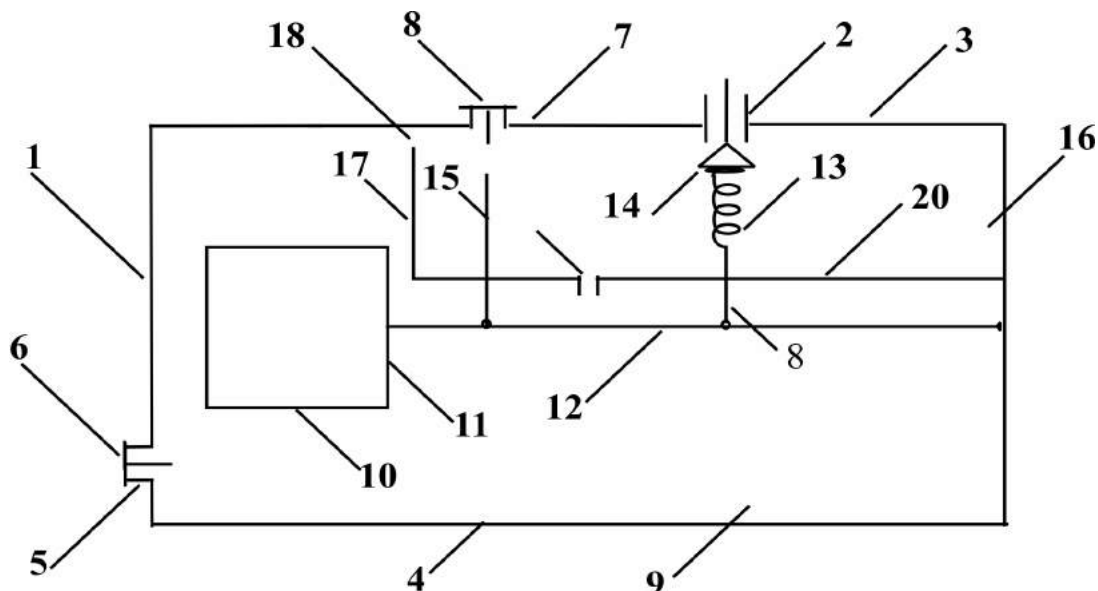
В этом водоотводчике происходит торможение МВС за счет перекрытия его сечения. При этом капельная жидкость выпадает из потока МВС и собирается в накопительной емкости. К достоинствам устройства можно отнести следующее: воздух из шахтной атмосферы не подсасывается в водоотделитель и газопровод, водоотделитель встроен последовательно в ДС и одновременно является водоотводчиком. Однако, устройство создает дополнительное сопротивление за счет значительного перекрытия сечения участкового газопровода, ход поплавка ограничен и может быть затруднен в связи с попаданием шлама, устройство может работать при величине вакуума в устье скважины до 80 мм рт. ст., так как максимально допустимая величина уравнивающего столба жидкости в конструкции устройства составляет 1200 мм вод. ст.

Большинство используемых устройств для автоматического удаления воды из дегазационной системы представляют собой конструкции поплавкового типа, в которых открытие воздушного клапана для сообщения полости водоотводчика с атмосферой происходит за счет возникновения дополнительной Архимедовой силы. Большинство этих устройства имеют недостатки, заключающиеся в конструктивной сложности, недостаточной эффективности и надежности работы. Это объясняется тем, что конструктивные элементы используемых устройств либо не доработаны, либо сама конструктивная схема не отвечает реальным условиям эксплуатации. Так, например, в конструкции устройства для отвода жидкости из вакуумных газопроводов (рис.1) [5] поплавок закреплен на рычаге шарнирно к боковой стенке корпуса и все элементы креплений на рычаге совершают радиальное движение. Данное обстоятельство затрудняет взаимодействие штока клапана с воздушным клапаном. Кроме того, ход поплавка ограничен пружиной, присоединенной последовательно к клапану, перекрывающему воду. Причем сама пружина постоянно контактирует с агрессивной средой.

Известно устройство для продувки конденсата из вакуумных газопроводов с конденсатоотстойником [6]. В этом устройстве запорный клапан и шток имеют малый ход, так как они жестко закреплены и расположены на одном шарнире, закрепленном к боковой стенке рычага. При этом, перекрывающий и воздухопускной клапаны, срабатывают практически синхронно.

При конструкторском расчете элементов водоотводчиков с поплавком необ-

ходимо учитывать зависимость минимального значения вакуума H_{min} в корпусе водоотводчика, при котором сохраняется работоспособность водоотводчика от веса клапана и диаметра перекрываемого отверстия. Чтобы уменьшить величину H_{min} надо уменьшить вес клапана и увеличить диаметр отверстия. При $H_i < 25$ мм рт. ст. целесообразно использовать гидравлические затворы.



1- корпус; 2 – впускной патрубок; 3 – крышка; 4 – днище корпуса; 5 – сливной патрубок; 6 – обратный клапан; 7 – разгрузочное отверстие; 8 – клапан; 9 – полость; 10 – поплавок; 11 – боковая стенка поплавка; 12 – рычаг; 13 – пружина; 14 – впускной клапан; 15 – шток; 16 – емкость; 17 – боковая стенка емкости; 18 – зазор; 19 – отверстие; 20 – днище емкости.

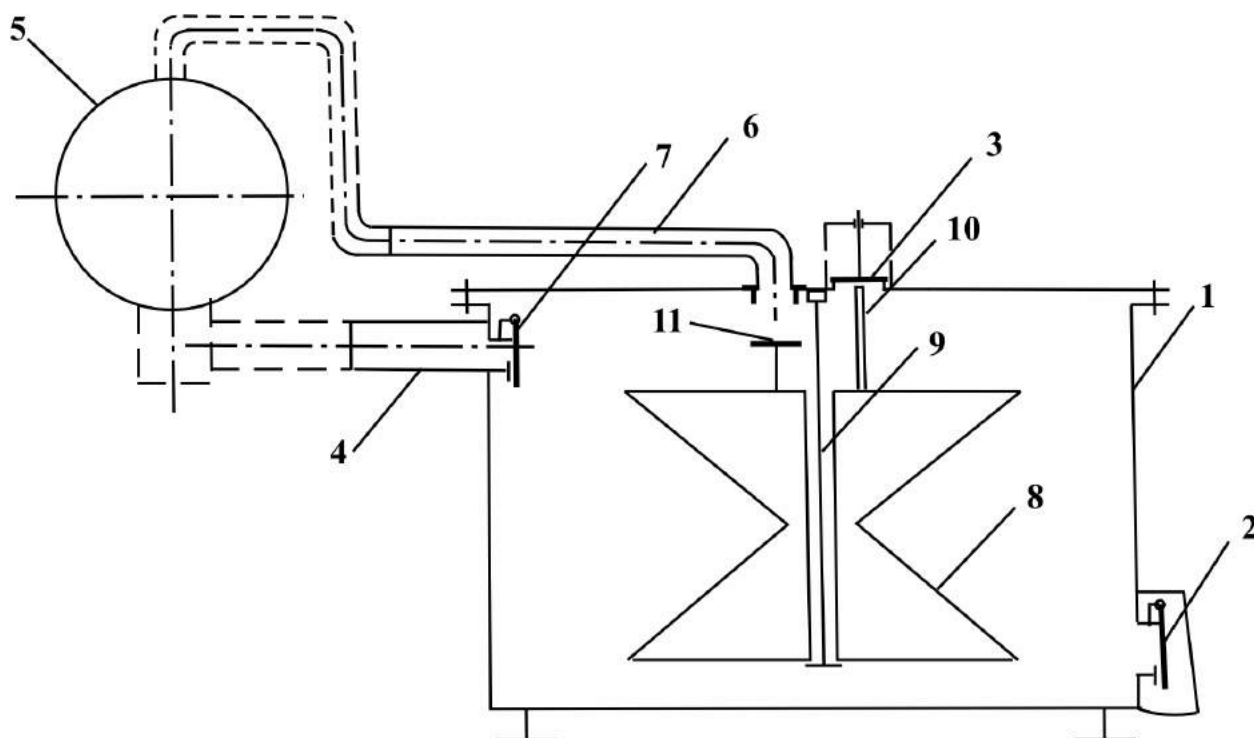
Рис. 1 – Устройства для отвода жидкости из вакуумных газопроводов.

На уровне изобретений существуют водоотводчики с электромеханическим приводом. Однако эти водоотводчики не нашли применения в шахтных ДС, так как они не соответствуют требованиям искробезопасности. Конструкции водоотводчиков, содержащие неподвижный корпус и подпружиненную емкость, которая перемещается внутри корпуса, а также закрепленный на корпусе фиксатор, который при помощи ролика с пружиной входит в зацепление с углублениями на емкости также не нашли своего применения из-за своей сложности.

Значительный интерес представляет собой конструкция устройства для автоматического отвода воды из дегазационного трубопровода (рис. 2) [7]. В этом устройстве поплавок имеет неограниченный ход, а полость водоотводчика сообщается с дегазационным трубопроводом при помощи газоотводной трубки.

Жидкость независимо подается в полость водоотводчика через впускной патрубок, который снабжен обратным клапаном. Газоотводная трубка позволяет быстрее наполнять полость водоотводчика водой, так как она не позволяет образовываться воздушной пробке и повышает чувствительность работы устройства. Используемая конструкция поплавка в виде соединенных между собой двух усеченных конусов позволяет увеличить уровень погружений поплавка от ватерлинии на большую глубину по сравнению с поплавком постоянного сече-

ния. После открытия воздушного клапана высота подъема поплавка должна быть такой, чтобы клапан надежно перекрывал газоотводную трубку.



1 - корпус; 2 – обратный клапан; 3 – воздухопускной клапан; 4 – соединительный патрубок;
5 – дегазационный трубопровод; 6 – воздухоотводная трубка; 7 – обратный клапан;
8 – поплавок; 9 – направляющая; 10 – толкатель; 11 – перекрывающий клапан.

Рис.2 – Устройство для автоматического отвода воды из дегазационного трубопровода.

Как известно, скорость движения МВС по дегазационному трубопроводу диаметром до 530 мм может достигать 10-20 м/с. При такой скорости сложно выделять даже капельную воду из газового потока и вызывать быструю конденсацию влажной МВС (влажность МВС внутри дегазационного трубопровода может достигать 100%). Поэтому при эксплуатации ДС, в дегазационных трубопроводах устанавливают «ловушки» влаги в виде расширителей, а также рассекатели, которые направляют газовый поток на стенки трубопровода, где происходит его торможение. Кроме того, применяют многоступенчатые циклоны. Некоторые современные конструкции водоотделителей позволяют осуществлять осаждение капель воды на стенки трубопровода за счет закручивания потока МВС (образование локального вихря), что приводит к возникновению центробежных сил, действующих на капли. Закручивание потока осуществляет специальный аэродинамический профиль, установленный в сечении трубопровода. В настоящее время на шахте им. А.Ф.Засядько используется российская конструкция водоотделителя, который позволяет осуществлять осаждение капель воды рассмотренным выше способом. Однако данное устройство не позволяет отделять пыль и шлам.

Таким образом, из проведенного выше анализа конструкции водоотделителей, используемых в ДС, можно сделать следующие выводы:

- для исключения перемещения воды по газопроводу водоотделители надо устанавливать в местах вероятного скопления воды, ближе к дегазационным скважинам, а также перед пунктами контроля, для исключения влияния влаги на результаты измерений расходных характеристик МВС;

- влияние неблагоприятных факторов на рабочие характеристики водоотделителей, используемых в газопроводной сети, должно быть минимальным. В особенности это относится к случаям большого водопритока из дегазационных скважин, что приводит к образованию водяных пробок и значительным колебаниям разряжения в трубопроводе;

- для решения вопроса накопления воды перед скважинами и ее распространения по газопроводной сети необходимо ограничивать величину вакуума в устье скважин. При этом должны быть соблюдены правила техники безопасности на дегазируемом участке;

- для улучшения эксплуатационной надежности водоотделителей целесообразно использовать конструкции с неограниченным ходом поплавка;

- для уменьшения подсосов воздуха со стороны сливного патрубка в случае больших значений вакуума и отсутствия водопритока в газопроводную сеть, все водоотделители должны иметь на сливном патрубке гидравлический замок с обратным клапаном;

- в ДС необходимо использовать устройства, позволяющие осуществлять очистку МВС от воды, пыли и шлама.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков Л.А., Бокий Б.В. Математическая модель движения метано-воздушной смеси на участке дегазационного трубопровода // Геотехническая механика: Межвед. Сб. науч. тр./ Ин-т геотех. мех. НАН Украины. – Днепропетровск, 2003. – Вып. 47. – С.307.
2. Малашкина В.А. Разработка средств и способов повышения эффективности использования дегазационных установок: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.06. Донецк, 1985. –24с.
3. Карпов Е.Ф., Рязанов А.В. Автоматизация и контроль дегазационных систем. М., Недра, 1983. - С.5-7
4. Белов А.В. и др. Водоотделители для дегазационных скважин. «Уголь», 1962, №2, с.49.
5. А.с. 1182230. СССР, МКИ F 16 Т 1/24. Устройство для отвода жидкости из вакуумных газопроводов / В.Г. Гейер, В.А. Малашкина, Л.Н. Козыряцкий, В.И. Чепурненко (СССР). – № 3774013/29-06; Заявл. 27.07.84; Оpubл. 30.09.85; Бюл. № 36.-1985.- С.136.
6. А.с. 672435. СССР, МКИ F 16 Т 1/24. Устройство для продувки конденсата из вакуумных газопроводов с конденсатоотстойником / Ф.А. Мусаев, Е.И. Ларин, А.И. Прок (СССР). – № 1792064/29-06; Заявл. 05.06.72; Оpubл. 05.07.79; Бюл. № 25.-1979.
7. А.с. 909226. СССР, МКИ E 21 F 17/00. Устройство для автоматического отвода воды из дегазационного трубопровода / М.Н. Долгополов, И.М. Местер, В.Н. Шатохин (СССР). - № 2951738/22-03; Заявл. 03.07.80; Оpubл. 28.02.82; Бюл. №8.-1982.