



Е. Н. ХАЛИМЕНДИКОВ,
канд. техн. наук
(ПАО «Шахтоуправление
«Покровское»)



С. А. ЗИНЧЕНКО,
инж.
(ПрАО «Донецксталь» –
металлургический завод*)

Крупнейшая шахта Украины ПАО «Шахтоуправление «Покровское» (г. Красноармейск, Донецкая обл.) уделяет большое внимание проблемам дегазации в связи со значительной метаноносностью углей и высокой нагрузкой на очистные забои (добыча угля в 2012 г. составила более 7 млн т). В настоящее время для этого горного предприятия успешно осуществляется проект дегазации выработанного пространства скважинами, пробуренными с поверхности [1].

* Статья продолжает цикл публикаций по сооружению дегазационных скважин, пробуренных с поверхности, скоростным методом (Уголь Украины. – 2013. – № 3 – 8).

Сооружение трубопроводов для транспортирования газа из дегазационных скважин*

Утилизация метана в результате дегазации угольных пластов и выработанного пространства позволяет не только получить альтернативный источник энергии в виде попутно добываемого углеводородного сырья для его использования в чистом виде и для теплоэлектрогенерации, но и снизить содержание метана в шахтной атмосфере, улучшить состояние техники безопасности и условий труда при выполнении работ под землей.

Успех проекта дегазации зависит от своевременного монтажа разветвленной сети трубопроводов, в которые собирается и посредством которых транспортируется газ к месту потребления. Эти трубопроводы фактически являются коллекторами метана, забирая газ из отдельных дегазационных скважин, соединенных в группы (в привязке к конкретному очистному забою), и подключенных к вакуум-насосной станции. От нее газ транспортируется на когенерационную газопоршневую электростанцию (КГЭС) с учетом требований, предъявляемых к подаваемой на утилизацию метано-воздушной смеси: концентрация метана на выходе должна быть 20 – 85 %, а давление в пределах 5 – 30 кПа [2].

На КГЭС шахты производятся электрическая и тепловая

энергия. Уже сейчас станция вырабатывает 35 % потребляемой шахтоуправлением электроэнергии, а главная промплощадка получает 60 % необходимой теплоты. Со временем эти показатели возрастут соответственно до 54 и 77 % [3].

В то же время приоритетом политики концерна ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод», в который входит и ПАО «Шахтоуправление «Покровское», определено решение социальных вопросов, основной из которых для трудящихся Красноармейского района – создание рабочих мест.

В целях реализации данной политики и дегазационного проекта создано специализированное предприятие по бурению скважин. В течение короткого периода оно успешно освоило методы скоростного поточного бурения дегазационных скважин, что прежде всего предопределило необходимость привлечения подрядчика, способного выполнить монтажные работы по подключению скважин к дегазационной сети в кратчайшие сроки. Таким подрядчиком стала ООО «Шахто-строительная компания «Донецкшахтопроходка», входящая в сеть предприятий ПрАО «Донецксталь» – металлургический завод», которая выполняла и успешно выполняет мон-



Рис. 1. Трубопровод перед спуском в траншею.

таж разветвленной сети дегазационных трубопроводов на поверхности земли.

Наиболее сложной задачей по сооружению объектов инфраструктуры дегазационной программы ПАО «Шахтоуправление «Покровское» был монтаж магистрального трубопровода по передаче метана от вакуум-насосной станции блока № 10 до когенерационной электростанции на главной площадке. Главная газовая «артерия» шахты – трубопровод из полиэтиленовых труб (ПЭ) Ø 630×35,7 мм и длиной 5683 м – смонтирована за четыре месяца на стыке 2011 и 2012 гг. (рис. 1).

Большой диаметр – 630 мм приняли для газопровода на основании ожидаемого давления метана на выходе из вакуум-насосной станции и из расчета обеспечения необходимого давления газа на входе в когенерационную электростанцию. Расчет выполнен в соответствии с ДБН В.2.5-20-2001 «Инженерное оборудование зданий и сооружений. Внешние сети и сооружения. Газоснабжение». Из технического задания следовало, что падение давления в газопроводе должно быть $P < 0,02$ МПа. Чтобы обеспечить это условие, при определении P подобран ближайший диаметр труб, равный 630 мм:

$$P = 69(n/d + 1922vd/Q)^{0,25} Q^2 / d^5 \rho l, \quad (1)$$

где n – эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности труб;
 d – внутренний диаметр газопровода, см;
 v – коэффициент кинематической вязкости метано-воздушной смеси (МВС), m^2/c ;



Рис. 2. Стыковая сварочная машина ROWELD ® P630 B2.

Q – расход МВС, $m^3/ч$;
 ρ – плотность МВС, $кг/м^3$;
 l – длина газопровода, м.

Полиэтиленовые трубы такого диаметра в нашей стране до 2011 г. не монтировали, поэтому специалисты компании «Донецкшахтопроходка» в подготовительный период решили многие организационные вопросы: оформили нормативную разрешительную документацию, в два этапа обучили и аттестовали персонал по сварке труб в специализированном предприятии ООО «Рубежанский трубный завод».

Для сварки полиэтиленовых труб приобрели стыковую сварочную машину ROWELD ® P630 B2 (ROWELD P 630 B2) с характеристиками: рабочая температура сварки – 160 – 280 °С; напряжение питания – 400 В; установленная мощность оборудования – 10,2 кВт; давление, развиваемое гидроагрегатом, – 0 – 12 МПа; масса базовой машины – 300 кг, всего комплекта оборудования – 911 кг (рис. 2). Поскольку такой сварочный агрегат в Украине применяли впервые, приходилось к решению возникающих проблем привлекать представителей сервисного центра от производителя фирмы РОТЕНБЕРГЕР (Германия). После выполнения наладочных работ сварочная машина работала стабильно и надежно.

Для ускорения работ по устройству траншей приобрели экскаватор траншейный цепной непрерывного действия ЭТЦ-200, произведенный по конверсионной программе отечественным предприятием ОАО «Стройдормаш» (г. Киев) на



Рис. 3. Схема трассы газопровода $\varnothing 630$ мм.

базе серийного трактора ХТА-220 серии «Слобожанец» (г. Харьков). В процессе эксплуатации дорабатывали конструкцию нового экскаватора с привлечением специалистов завода-изготовителя, в результате повысилась его надежность. Однако при неглубоком расположении грунтовых вод производительность ЭТЦ-200 снижалась из-за налипания размокших глин на элементах системы удаления грунтов. На этих участках применяли экскаваторы ЭО или Hitachi ZX 200 с ковшем вместимостью 1 м^3 .

Весь газопровод предварительно разбили на три участка: два участка металлических труб на концах газопровода ($216+42$) м и один участок полиэтиленовых труб длиной 5683 м (рис. 3).

Согласно проекту газопровод проложили в земле на глубине 1,8 – 2,8 м, чтобы исключить замерзание конденсирующейся влаги. Это также обеспечивало безопасную эксплуатацию трубопровода, так как исключалась возможность несанкционированного отбора газа из труб, связанного с непроизводственными потерями и вероятными авариями.

Трасса трубопровода пролежала через пахотные земли, пересекала железную и автомобильные дороги, кабельные линии, трубопроводы различного назначения. Такая насыщенность обусловлена развитой шахтной инфраструктурой ПАО «Шахтоуправление «Покровское» в данной местности. В сложных условиях и в кратчайшие сроки были своевременно решены организационные вопросы с собственниками земель, экологическими службами, когда непременным условием выполнения работ по прокладке газопровода подрядчик выставлял гарантию безуслов-

ной рекультивации пахотных земель и восстановления зеленых насаждений.

Технические вопросы прокладки газопровода под преградами и посадками были решены путем укладки труб в металлические футляры. Последние устраивали открытым способом либо посредством «проколов», щадящих окружающую среду. Всего привлеченным со стороны подрядчиком выполнено шесть

«проколов» с устройством проходных футляров из труб $\varnothing 820$ мм.

Монтаж газопровода $\varnothing 630$ мм персонал выполнял по поточной технологии круглосуточно по скользящему графику выходных дней в такой последовательности (рис. 4). Вся трасса была разбита на участки длиной 81 – 108 м (для 6 – 8 труб). На передовом участке № 1 бульдозером срезали растительный слой почвы глубиной 500 – 700 мм на ширину 13,5 м с укладкой в отвал. На участке № 2 экскаватором рыли на необходимую глубину траншею со складированием грунта вдоль края участка. На участке № 3 с отставанием на 81 – 108 м рядом с траншеей сварили трубы в протяженную плетть.

Для ведения сварочных работ в любых погодных условиях использовали защитную палатку. Один стык в среднем выполняли в течение 2 ч, из которых только сварочные работы длились 40 мин. Остальное время – 1 ч 20 мин уходило на подготовительно-заключительные операции, перемещение и укладку плети труб и свариваемой трубы на роlikоопоры, выдержку и остывание стыка. Одновременно со сваркой труб на участке № 3 погрузчиком JCB-3CX транспортировали и засыпали в траншею песок от мест его складирования вдоль трассы. Подстилающий песчаный слой мощностью 160 мм формировали и планировали.

По мере готовности плетей из шести – восьми труб на участке № 4 с помощью экскаватора Hitachi ZX 200 плети укладывали в траншею в два этапа. Вначале их перемещали от оси сварки до оси траншеи с укладкой на поперечные шпалы, а затем спускали на подстилающий слой песка

ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

№ п/п	Процессы	Объем работ	Время по графику, ч	Сутки		
				1-е	2-е	3-и
1	Срезка почвенного слоя бульдозером, м ²	1093	10	■		
2	Рытье траншеи экскаватором ЭТЦ-200 на глубину в среднем 2 м, м	81	10	■		
3	Сварка ПЭ труб сварочной машиной РОВЕЛД ® Р630 В2, м	81	12		■	
4	Устройство в траншее подстилающего песчаного слоя толщиной 160 мм, м ³	13	6		■	
5	Укладка плети в траншею, м	81	6		■	
6	Нивелирование трубопровода, %	100	4		■	■
7	Обратная засыпка траншеи в два этапа, м ³	137	9		■	■
8	Монтаж сигнальной ленты, м	81	2			■
9	Рекультивация участка, м ²	1093	11			■

Рис. 4. График последовательного выполнения работ при монтаже одной плети полиэтиленового газопровода Ø 630 мм.

в траншею. Оба этапа выполняли при поочередном поднятии трубопровода экскаватором с точками строповки через каждые 13,5 м. Время на укладку плети длиной 81 м в траншею в среднем составляло 6 ч. Экскаватор в качестве грузоподъемного механизма использовали для этих работ из-за отсутствия трубоукладчика. Выбор в этой ситуации экскаватора вместо автокрана себя полностью оправдал с точки зрения сокращения времени на маневры в условиях осенней и зимней распутицы.

В соответствии с проектом участка трубопровода имели небольшие уклоны в сторону колодцев с конденсатосборниками. Поэтому значительное внимание было уделено работам по нивелированию песчаной подготовки и самого трубопровода после спуска в траншею. Затраты на эти операции достигали до 4 ч на одну плеть.

На заключительном участке работ № 5 производили обратную засыпку траншеи с обсыпкой трубопровода и уплотнением грунтов, после чего рекультивировали землю по полосе снятого чернозема на участке № 6.

По трассе газопровода были сооружены четыре колодца со сливными емкостями для сбора конденсирующей влаги в период эксплуатации (рис. 5) и два – для стыкования ПЭ и металлических труб. Стены колодцев в целях удобства и ускорения монтажа сооружали из фундаментных блоков ФБС. На двух участках с близким расположением грунтовых вод и опасностью обру-

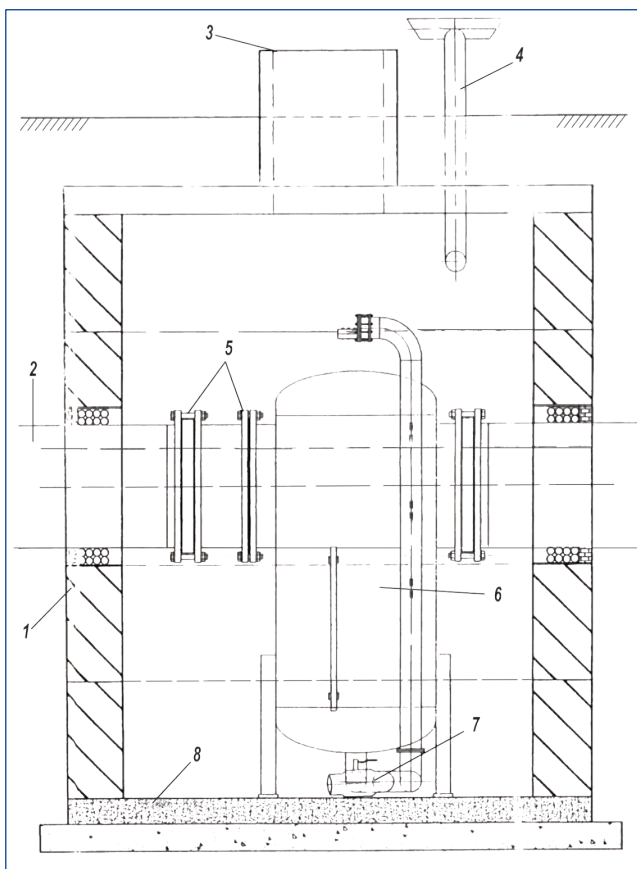


Рис. 5. Конструкция колодца для сбора конденсата: 1 – стены колодца из сборного железобетона; 2 – полиэтиленовые трубы дегазации Ø 630 мм; 3 – люк для спуска обслуживающего персонала; 4 – труба-дефлектор для отвода газа; 5 – стыковые соединения; 6 – емкость для сбора конденсата; 7 – сливной вентиль; 8 – дренажный слой.

ДЕГАЗАЦИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

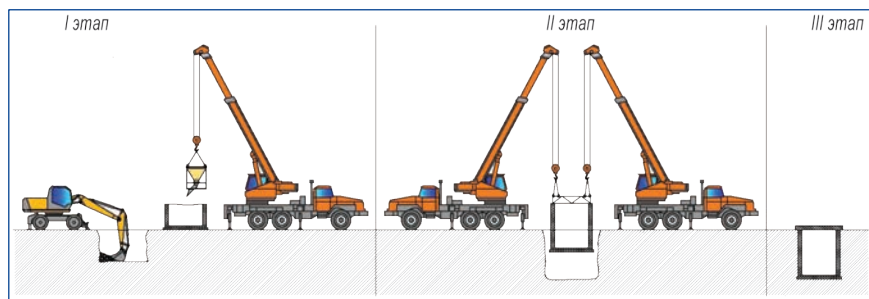


Рис. 6. Технология сооружения колодца методом опускной крепи: I этап – устройство котлована и монтаж колодца на поверхности земли; II этап – спуск конструкции колодца в проектное положение; III – обратная засыпка и устройство перекрытия.

шения стен котлованов по предложению ООО «ШСК «Донецкшахтопроходка» были пересмотрены проектные решения, т. е. принята технология предварительного сооружения колодца из монолитного бетона на поверхности с последующим спуском автокраном в котлован конструкции массой 16 т. Эта технология опускной крепи, заимствованная из практики шахтного и подземного строительства, позволила сократить время на сооружение колодцев в сложных условиях до двух суток вместо восьми (рис. 6).

По всей трассе газопровода на расстоянии 200 мм выше труб уложили ленту газовую сигнальную с предупреждающей надписью «Осторожно, газ!» и металлической вставкой для обнаружения ПЭ труб металлоискателем. Вставка при контакте с агрессивными грунтовыми водами нередко быстро корродировала, о чем своевременно извещали поставщика ленты ООО «Газ-Пласт» (г. Кременец, Тернопольская обл.) для внесения в изделие корректировок. На поверхности земли вдоль трубопровода установили 13 опознавательных столбов.

Сварные соединения труб газопроводов в процессе выполнения работ подвергали визуальному, инструментальному контролю и механическим испытаниям. Вырезанные для испытаний пять стыков отправили на ООО «Рубежанский трубный завод», где они успешно выдержали все тесты. Общее испытание трубопровода на герметичность не выявило ни одного бракованного стыка. При испытании через терморезисторные муфты в местах прохода труб в футлярах под дорогами возникали утечки. Муфты устанавливали с применением сварочного аппарата меньшей мощности, чем было необходимо, поэтому недо-

статочный прогрев при монтаже привел к недостаточной герметичности в процессе эксплуатации. Это доказывает, что современная технология не допускает и малейших отклонений от заданных параметров. После устранения утечек была достигнута необходимая герметичность газопровода.

Работы шахтоспецмонтажно-го управления были организованы таким образом, чтобы обеспе-

чить директивные сроки монтажа газопровода – четыре месяца (рис. 7). В результате анализа продолжительности работ в первые две недели были определены наиболее «узкие» места в технологии подготовки и монтажа – земляные работы и сварка. После перехода на круглосуточный режим работы по этим операциям достигнут значительный прогресс, что позволило сдать объект в намеченные сроки. При этом на втором месяце сварочные работы уже опережали земляные. Это еще раз подтверждает значение инновационных технологий в сегодняшнем производстве.

Высокопроизводительную сварочную машину, изготовленную в заводских условиях с использованием современных достижений науки и техники, обслуживали специалисты разного уровня подготовки. А сроки выполнения и качество сварочного шва мало зависели от квалификации исполнителей, так как были заданы оборудованием и зависящим от него технологическим процессом. Производительность земляных работ полностью зависела от человека: его подготовки, навыков, состояния здоровья и даже настроения.

В силу обстоятельств монтаж газопровода пришелся на октябрь 2011 – январь 2012 гг. и сопровождался крайне неблагоприятными погодными условиями. Работы проводили при сильном ветре, дожде, отсутствии проездов, а на некоторых участках – при близком расположении грунтовых вод. В таких случаях приходилось рыть траншею непосредственно перед монтажом труб во избежание раннего обрушения стен и, постоянно откачивая из траншеи воду, укладывать песок, монтировать трубопровод.

