

І.О. Садовенко, О.В. Інкін

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ*

INCREASE OF EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL PROCESS UNDERGROUND GASIFICATION OF COAL

Обґрунтовано технологію підземної газифікації вугілля з відбором газоводоконденсаційної суміші із вигазованого простору. Технологія дозволяє отримувати рідку й газову фази продуктів газифікації, ліквідувати аномальні концентрації вуглеводнів у вмісних породах, а також суттєво підвищити ефективність ПГВ.

Ключові слова: підземна газифікація вугілля, газоводоконденсаційна суміш, вуглеводні.

Вітчизняний та закордонний науково-практичний досвід вигазування вугільних пластів вказує на першочергову важливість зниження неконтрольованих витоків утворюваного газу, величина яких може сягати 30% [1]. Вони призводять до втрат енергії й насичення порід покрівлі газогенераторів продуктами газифікації [2].

Збільшення продуктивності газифікації і нейтралізація негативного впливу спалення вугілля на гірський масив вимагає оптимізації газогідродинамічного режиму під час і після підземної газифікації. У роботі [3] досліджено процес витиснення у вигазований простір акумульованих рідких продуктів газифікації водою з покрівлі підземного газогенератора з використанням напірного режиму фільтрації. Таким чином може формулюватися завдання про обґрунтування технологічної схеми ПГВ, що дозволить з видобутком газу вилучати витиснену конденсаційну суміш і суттєво знизити витрати на комплексне відпрацювання вугільного родовища.

Враховуючи необхідність стійкого відбору конденсаційної суміші з вигазованого простору після завершення основного процесу газифікації, пропонується наступна послідовність створення та використання реакційних каналів (рис. 1).

Спочатку у першому ряді свердловин проводиться збірка, в результаті якої утворюється загальний канал (лінія розпалу). Потім проводиться збірка свердловин другого ряду з цією лінією в той час як процес газифікації в ній відбувається шляхом подачі дуття в першу свердловину і відведення газу через свердловини № 2, 3, 4. При цьому в покривні породи, що знаходяться між цими свердловинами, проникає частина виробленого газу, температура та тиск якого знижуються під час фільтрації. Це супроводжується його переходом у конденсат, що формується спочатку накопичуючись в покривних породах, а потім, після припинення газифікації вугілля в першому ряді й охолодження покрівлі, витісняється фільтраційною течією до підземного газогенератора [3]. Потрапляючи у вигазований простір, конденсаційна суміш те-

че в напрямку газодобувних свердловин, з яких проводиться її відкачування.

Після відпрацювання першого ряду свердловин і завершення його збірки з другим рядом в останній подається дуття, необхідне для газифікації ділянки вугільного пласта між цими рядами. Відведення газу відбувається через свердловини першого ряду. Вигазування вугілля в другому ряді проводиться аналогічно першому. Крім того, у газодобувні свердловини цього ряду надходить конденсаційна суміш, що утворюється при газифікації вугілля між першим і другим рядами.

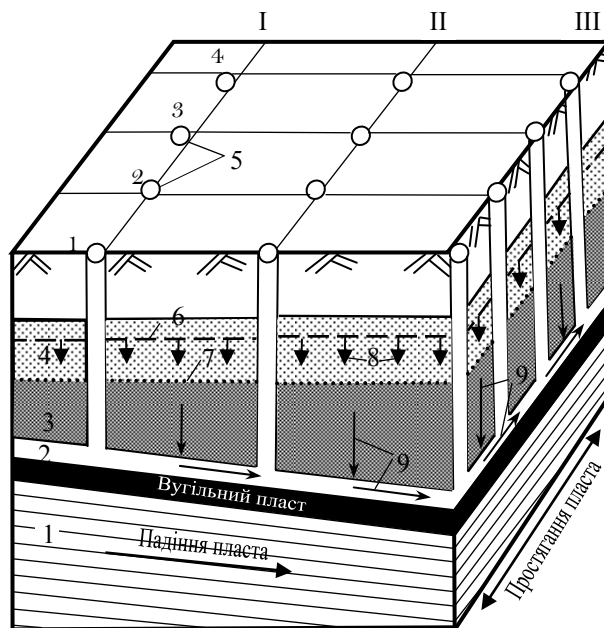


Рис. 1. Технологічна схема ПГВ з відбором конденсації: I, II, III – порядковий номер ряду свердловин; 1 – шар гірських порід у підшви вугільного пласта; 2 – вигазований простір; 3, 4 – покривні породи, насичені конденсатом і водою; 5 – свердловини; 6 – статичний рівень підземних вод; 7 – водоконденсатний контакт; 8, 9 – напрямок фільтрації підземних вод і конденсаційної суміші

*Наведені дослідження виконані за підтримки фонду цивільних досліджень і розвитку CRDF США (грант № USB1-021-DP-07 Науково-освітнього центру НГУ).

Час газифікації встановлюється так, щоб збірка свердловин другого й третього рядів відбулася до моменту відпрацювання ділянки вугільного пласта між першим і другим рядами. Після її закінчення в третій ряд свердловин подається дуття для вигазування ділянки між другим і третім рядами, з відведенням виробленого газу через другий ряд свердловин. У такій послідовності ведуться роботи на всій площі вугільного пласта, призначеного для газифікації. Вилучення газоводоконденсаційної суміші, яка надходить в канал газифікації, проводиться із застосуванням повітряних підйомників – ерліфтів. При цьому підйом суміші відбувається за допомогою газоподібного робочого агента, що формується зі стисненого повітря та газу суміші. Зміна дебіту ерліфтних установок досягається регулюванням витрати подаваного повітря та глибиною занурення повітря віддільника. Цей спосіб дозволяє здійснити форсований відбір конденсату, що витісняється в канал газифікації, навіть в умовах сильного обводнення, а також має значні техніко-економічні переваги в порівнянні з насосною відкачуванням рідини.

Отримані при ПГВ спочатку газоподібні, а потім рідкі продукти газифікації через свердловини 1 виводяться на поверхню й надходять у трубопроводи (рис. 2). Газ після попереднього очищення від механічних включень в установці 2 по газопроводу 3 передається в апарат охолодження 4, де проводиться його інтенсивна іригація холодною водою. Після очищення охолоджений газ за рахунок додаткового стиску в газодувці 5 транспортується до споживачів. Рідкі продукти газифікації направляються в газосепаратор 6, діаметр якого в багато разів більше діаметра конденсатопровідних труб. Внаслідок різниці діаметрів течія суміші в ньому різко сповільнюється; краплі рідини, як більш важкі, осідають униз, а повітря піднімається у верхню частину трапа. Крім цього рух суміші спрямовується за гвинтовою траєкторією, в зв'язку з чим у сепараторі виникають відцентрові сили, що сприяють більш швидкому поділу фаз. Отримана рідина збирається в збірнику 7, куди також подається конденсат газової води, що утворювався в результаті охолодження продуктивного газу при його течії по колекторному газопроводу.

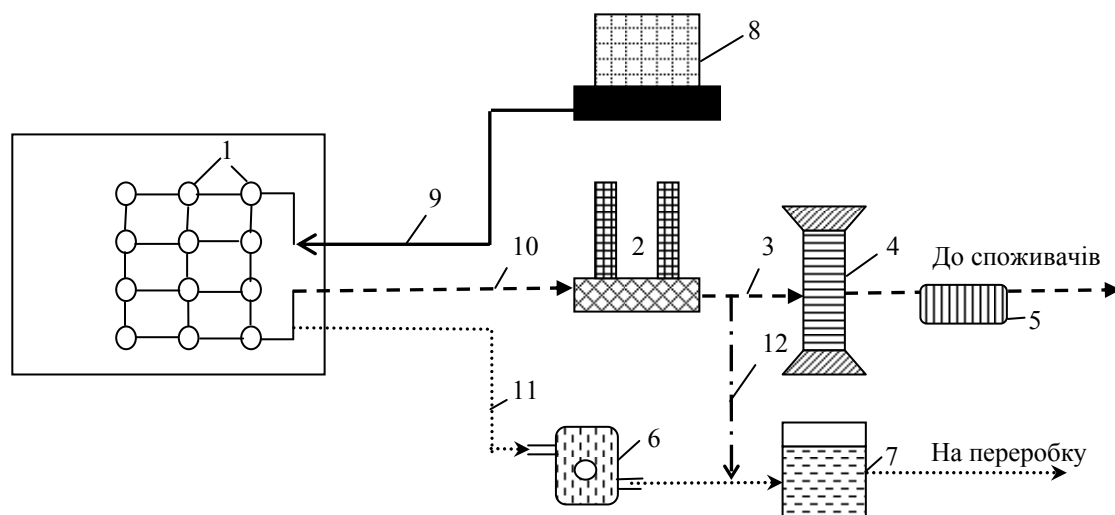


Рис. 2. Принципова схема станції ПГВ з відбором конденсаційної суміші: 8 – компресорна станція; 9–12 – трубопроводи для дуття, продуктивного газу, конденсаційної суміші й конденсату газової води відповідно (інші позначення наведені у тексті)

Зібрана суміш рідких продуктів газифікації подається на зневоднення. Оскільки сумарний вміст води в ній не перевищує 30% [3], вона являє собою емульсію, в якій диспергованою рідиною є вода, а дисперсним середовищем – конденсат. Руйнування водоконденсаційної емульсії можливо шляхом її відстоювання в резервуарах. При цьому в ній відбувається зіткнення диспергованих часточок води та їх коалесценція в більші краплі, здатні осаджуватися в дисперсійному середовищі під дією власної ваги внаслідок більшої щільності в порівнянні з конденсатом.

Після відстоювання водоконденсаційної емульсії в резервуарах-відстійниках воду використовують для технічних потреб у компресійному цеху станції ПГВ, а зневоднений конденсат направляють на паливно-

хімічну перегонку. Оскільки якість його окремих фракцій (рис. 3) [4] задовольняє вимогам нормативів на товарні палива [5], перегонка конденсату може здійснюватися двоколонною ректифікацією шляхом його поділу на два потоки.

Один потік конденсату без підігріву надходить у верхню частину колони 1 (рис. 4), а другий нагрівається в теплообміннику 2 і, випаровуючись у печі 3, у вигляді пари надходить до нижньої частини першої колони. Верхнім продуктом цієї колони є парова фаза, що складається з бензинової й дизельної фракції, нижнім – залишкова фракція, що має високу температуру кипіння. Остання фракція після охолодження в холодильнику 4 подається споживачам і може використовуватися як енергетичне паливо. Парова фаза надходить у ректифікаційну колону 5, де розділяється на бензинову (вер-

хній продукт) і дизельну (нижній продукт) фракції. Після охолодження обидві фракції можуть бути використані для виробництва товарного палива.

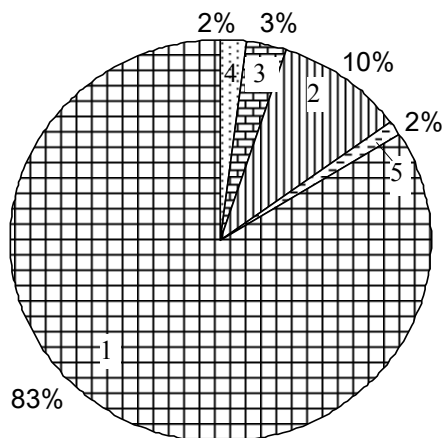


Рис. 3. Діаграма компонентного складу конденсаційної суміші: 1 – нейтральні масла; 2 – феноли; 3 – органічні основи; 4 – асфальтени; 5 – карбонові кислоти

Для виділення ароматичних вуглеводнів зі зневодненого конденсату застосовують екстракцію.

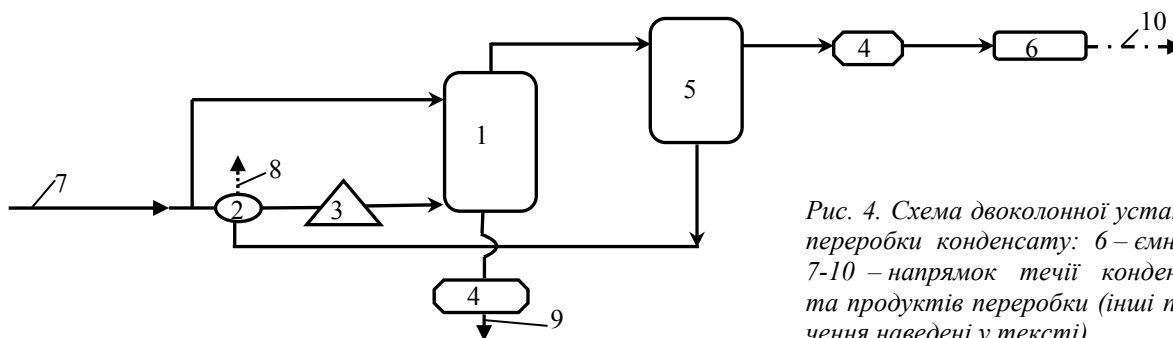


Рис. 4. Схема двоколонної установки переробки конденсату: 6 – смісь; 7-10 – напрямки течії конденсату та продуктів переробки (інші позначення наведені у тексті)

Список літератури

1. Кашкин А.А., Семенов Д.К., Хенкина С.А. О потерях газа на Южно-Абинской станции «Подземгаз» // Сб. науч. тр. / ВНИИПодземгаз. – 1962. – № 8. – С. 12-21.
2. Казак В.Н. Исследования поведения непосредственной кровли и структуры выгазованного пространства / В.Н. Казак, Д.К. Семенов // Сб. науч. тр. / ВНИИПодземгаз. – 1960. – № 1. – С. 75-83.
3. Садовенко И.А. Моделирование процесса вытеснения продуктов газификации из кровли подземного газогенератора / И.А. Садовенко, А.В. Инкин // Матер. Міжнар. конф. “Форум гірників – 2006”. – Д.: НГУ, 2006. – С. 117-122.
4. Садовенко И.А. Исследование процесса миграции продуктов газификации в водонасыщенных породах / И.А. Садовенко, А.С. Поляшов, А.В. Инкин // 36. науч. прай / НГУ. – 2006. – № 25. – С. 103-107.
5. Черножуков Н.И. Технология переработки нефти и газа / Н.И. Черножуков. – М.: Химия, 1966. Ч. 3: Очистка нефтепродуктов и производство специальных продуктов, 1966. – 360 с.

Як селективні розчинники можуть бути використанні 90-95% розчини гліколей (ди-, три- і тетрагіліколей). У результаті екстрактивної ректифікації з насиченого конденсату виділяються практично всі неароматичні вуглеводні, а утворений ароматичний екстракт може бути використаний для одержання пластичних мас, синтетичних барвників і каучуків, лікарських та вибухових речовин.

У результаті проведених досліджень обґрунтована технологія ПГВ з відбором вуглеводних продуктів з вигазованого простору, що відображає послідовність розробки вугільного пласта на всіх етапах від збірки свердловин до відкачування суміші та дозволяє одержувати рідку й газову фази продуктів газифікації. Запропонована послідовність переробки газоводоконденсаційної суміші забезпечує її стабілізацію й паливно-хімічну перегонку на різні фракції, які надалі можуть використовуватися для виробництва палива й низки корисних хімічних продуктів. Розроблені технологічні заходи дозволять оптимізувати параметри ПГВ за рахунок комплексного використання перероблених продуктів газифікації, а також мінімізації негативних наслідків витоків газу у природне середовище.

Обоснована технология подземной газификации углей с отбором газоводоконденсатной смеси из выгазованного пространства. Технология позволяет получать жидкую и газовую фазы продуктов газификации, ликвидировать аномальные концентрации углеводородов во вмещающих породах, а также значительно повысит эффективность ПГУ.

Ключевые слова: подземная газификация угля, газоводоконденсатная смесь, углеводороды.

The technology of underground gasification of coals with selection of condensation mixture from a reaction channel is proved. This technology will allow to receive liquid and gas phases of gasification products, to remove abnormal hydrocarbon concentrations in covering rocks, and considerably increase efficiency of gasification.

Key words: underground gasification of coal, gas-water-condensate mixture of hydrocarbons.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Бузилом 11.03.10