

ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ



Иван Садовенко

доктор технических наук
профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии
Национальный горный университет, Украина



Александр Инкин

доктор технических наук
профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии
Национальный горный университет, Украина
inkin@ua.fm

Характерной особенностью топливно-энергетического комплекса Украины является ограниченность распространения углеводородных месторождений и неполнота извлечения разведанных угольных ресурсов. Подтвержденные запасы угля в стране оцениваются в 53,6 млрд т, из которых более двух третьих сосредоточены в некондиционных и маломощных пластах не пригодных для разработки традиционными способами. В земных недрах остается около 70% углей различных марок, в связи с чем, становится актуальным вопрос о возможности их разработки с помощью подземной газификации. Однако не смотря на вековой научно-промышленный опыт развития и ряд существенных преимуществ данная технология до сих пор не получила широкого распространения виду низкого химического коэффициента полезного действия. Данный показатель определяется как отношение химического тепла продуктов газификации к химическому теплу сгазифицированного угля, не превышает на практике 65% и требует разработки способа его увеличения. В связи с этим целью данной работы является установление динамики формирования теплового поля вокруг подземного газогенератора и возможности его использования для повышения эффективности процесса подземной газификации угля (ПГУ). Достижение этой цели требует решения следующих

задач: 1) сформулировать математическую модель теплопереноса в породах кровли сжигаемого угольного пласта; 2) провести вычислительную реализацию модели; 3) оценить влияние мощности водоупорного слоя на количество тепловой энергии, накапливающейся в водоносном горизонте, и отбора нагретых вод на КПД процесса ПГУ.

Рассмотрим данный процесс на примере системы, состоящий из трех пластов, имеющих непосредственный тепловой контакт друг с другом. В процессе сжигания нижнего угольного пласта часть тепла расходуется для перехода в горючие компоненты вырабатываемого газа (химическое тепло), другая часть идет на нагрев продуктов газификации и поступает во вмещающие породы (физическое тепло). Так как нагретые продукты горения значительно легче дутьевых компонентов, подающихся в реакционный канал, то при сжигании они будут занимать верхнюю часть выгазованного пространства, создавая там наиболее высокую температуру. Таким образом, породная кровля угольного пласта подвергается наибольшему термическому воздействию. Этот слой прогревается над реакционным каналом при сжигании угля и остывает после прекращения дутья. Вышележащий водоносный горизонт нагревается под воздействием теплового потока, проходящего его почву из кровли разделяющего слоя. Отбор тепла, поступающего в водоносный горизонт, возможен через откачивающую скважину расположенную вблизи реакционного канала.

Разработанная математическая модель фильтрации и теплопереноса в породной кровле газифицируемого угольного пласта позволяет определять конвективную и кондуктивную составляющую теплового потока, поступающего из реакционного канала в вышелегающий водоносный горизонт. Реализованный принцип увеличения площади теплообмена за счет развития выгазованного пространства во времени адекватно отражает изменения теплового потока и температуры подземных вод в зависимости от мощности водоупора. Необходимо отметить, что предложенная математическая модель обладает следующими допущениями: не учитывается радиационный теплообмен от газов к вмещающим породам; температура газов по длине канала газификации принимается равной ее максимальному значению.

Использованные при тестировании модели горно-геологические параметры соответствуют условиям реального объекта (участок «Ольхово Нижнее» Чистяково-Снежнянского промышленного района Донбасса), пригодного для отработки способом подземной газификации. По результатам выполненных расчетов установлено, что в процессе сжигания угольного пласта h_{10}^1 в вышелегающих «бабаковских» песчаниках накапливается более 60% тепла поступающего во вмещающие породы из подземного газогенератора. В зависимости от размеров водоупорного слоя температура подземных вод там достигает 30 – 75 °С, а их отбор и использование в качестве низкопотенциального источника энергии в тепловых насосах, системах отопления «теплый пол» и для первичного подогрева воды на нужды горячего водоснабжения в холодный период позволит повысить КПД процесса ПГУ на 18 – 25%.