

УДК 622.333:658.567.004.14

**Ролдугин Олег Геннадиевич**

техник 2-й категории,  
Республиканский академический  
научно-исследовательский  
и проектно-конструкторский институт  
горной геологии, геомеханики, геофизики и  
маркшейдерского дела (РАНИМИ),  
Украина, 83004, г. Донецк,  
ул. Челюскинцев, 291  
e-mail: [rolduginoleg@mail.ru](mailto:rolduginoleg@mail.ru)

**Roldugin Oleg G.**

the 2 category technician,  
Republican academic research and design  
Institute of mining geology, geo-mechanics,  
geophysics and surveying (RANIMI),  
Ukraine, 83004, Donetsk,  
291 Cheluskinzev st.  
e-mail: [rolduginoleg@mail.ru](mailto:rolduginoleg@mail.ru)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

### UTILIZATION OF COAL MINING WASTES FOR INCREASING THE COAL MINING REGIONS ENERGY POTENTIAL

---

#### Аннотация:

*Эффективное использование вторичных ресурсов в виде отходов производства – основа экономного расходования природных богатств и снижения общего уровня энергетических затрат общественного производства.*

*Ключевые слова:* отходы, затраты, загрязнение

---

---

#### Abstract:

*Efficient employment of secondary resources in the form of production wastes is the basis for economic spending of natural mineral resources and reducing the social production overall level of energy expenditures.*

*Key words:* wastes, expenditures, pollution

---

Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики и маркшейдерского дела (РАНИМИ) разрабатывает проекты энергосбережения, рационального природопользования и утилизации вторичных ресурсов. Разработка таких проектов является одним из приоритетных направлений деятельности института.

Эффективное использование вторичных ресурсов в виде отходов производства – основа экономного расходования природных богатств, снижения энергетических затрат и себестоимости продукции [1]. Горнодобывающая промышленность ухудшает состояние недр, грунтов, атмосферы, поверхностных и подземных вод. Добыча угля сопровождается наличием

- твердых складированных отходов (в виде отвалов или терриконов);
- жидких отходов (в виде откачиваемых шахтных вод и технологических сбросов воды обогатительных фабрик);
- газообразных отходов (в виде отработанной воздушной массы после проветривания забоев и выработок шахт).

Отходы от проведения и ремонта горных выработок, содержащие до 20 % угля, складироваться, образуя отвалы, каждый из которых занимает территорию в десятки гектаров и имеет объем до 3 млн м<sup>3</sup>. Угли отвалов самоокисляются, самонагреваются и самовоспламеняются. Температура в очагах горения достигает 1200°C, что вызывает загрязнение атмосферы выбросами оксида серы и окиси углерода. Тепло от горения складированных отходов не используется, но уже начата разработка способов и технических средств отбора и частичного использования техногенного тепла.

Жидкие отходы угольного производства – шахтные воды в Донбассе – откачивают с глубины 700 – 1200 м; их температура достигает 20 – 30°C и более. Ни одна шахта до сих пор не использовала тепловые насосы для отбора низкотемпературного тепла сбрасываемых шахтных вод, несмотря на то что технология отбора тепла достаточно апробирована.

В составе газообразных отходов вентиляционных струй шахт может содержаться до 0,5 % метана, который может быть извлечен и использован в виде топлива или сырья для химической промышленности [2]. Технологии отбора метана апробированы в лабораторных и промышленных условиях. Однако на практике этот ресурс почти не используется угольными шахтами так же, как тепло выбрасываемого в атмосферу отработанного воздуха от проветривания шахт и энергия струи вентиляторов главного проветривания.

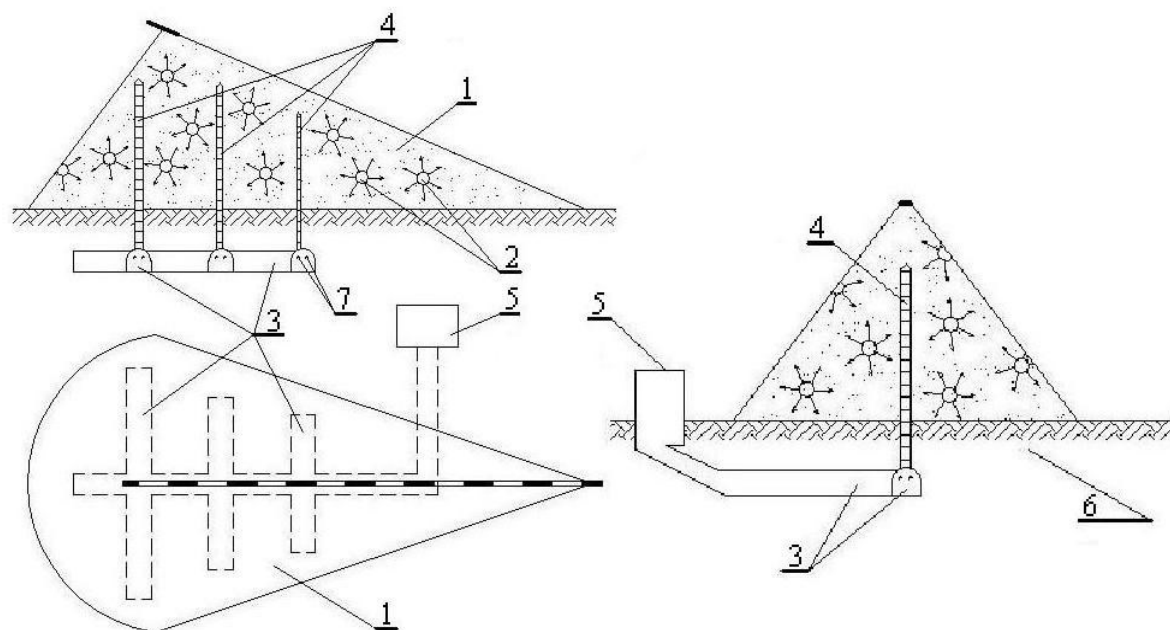
Для разработки способа извлечения тепла из самовозгорающихся складированных отходов угледобычи проведены теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия физико-химических и тепловых процессов при самоокислении, самонагревании и самовозгорании угля и складированных отходов угледобычи. Установлено, что процесс окисления угля происходит при 35 – 40°C. Начиная с 100 – 150°C скорость окисления увеличивается, а при температуре более 400°C кислород перестает удерживаться углем и весь переходит в летучие продукты окисления при интенсивном самонагревании угля. Скорость расходования кислорода на внешней поверхности кусочков угля становится больше скорости притока кислорода из окружающей среды, и происходит воспламенение.

Для изучения закономерностей переноса теплового потока в водонасыщенных грунтах и горных породах проведены экспериментальные исследования состояния подземной воды в массиве грунтов и горных пород и ее массопереноса при высоких температурах и давлениях. Получены величины всасывающих давлений при массопереносе в различных грунтах в ненасыщенном и насыщенном состояниях. Установлено, что высокая температура, просачивающаяся в массив грунта от источника тепла, изменяет состояние водного раствора, находящегося в грунте, и содействует массопереносу в конвективном и диффузионном виде как жидкого водного раствора, так и влаги в парообразном виде. При высоких температурах установлены зависимости массопереноса влаги для различных грунтов и горных пород от всасывающих давлений. Полученные экспериментальные данные о движении теплового потока в сухом и водонасыщенном грунте могут рассматриваться в качестве исходных характеристик эталонных грунтов и пород для расчетов массопереноса подземных вод с учетом теплопроводности и конвекции исследуемых материалов, математического моделирования температурного поля в массиве грунтов от очагового источника тепла.

При наличии данных геотермических замеров, зная температуру, расход и скорость фильтрации воды в водоносном горизонте, можно составить уравнения теплового баланса в любом водоносном пласте и определить перепад температуры для любой точки водонасыщенного массива.

Предложены способ и устройство для извлечения тепла из очагового источника тепловыделения [3], заключающиеся в установлении теплового поля и закономерностей генерации тепла от очагового источника тепловыделения; в проведении на безопасном расстоянии под очагом тепла горных выработок, закрепленных специальной крепью с отверстиями, через которые задавливаются приборы-теплоуловители в направлении очага тепловыделения, соединенные с напорным трубопроводом, по которому подается вода, нагреваемая в теплоуловителе и направляемая к потребителю (рисунок).

Поскольку материал, из которого изготавливаются приборы-теплоуловители, должен быть жаропрочным, предложен состав для его изготовления. Приборы-теплоуловители подсоединяются к напорному трубопроводу по параллельной или последовательной схемам в зависимости от температуры массива на глубине задавливания и от требований потребителя. Данная схема извлечения тепла предназначена для горящих терриконов действующих шахт. При новом шахтном строительстве может быть предусмотрена предварительная укладка приборов-теплоуловителей под будущий очаг тепловыделения, что избавит от расходов на горные работы и процесс задавливания приборов-теплоуловителей.



Технология извлечения тепловой энергии из самовозгорающегося массива:

- 1 – самовозгорающийся массив; 2 – очаг тепловыделения; 3 – горные выработки;  
4 – колонны теплоуловителей; 5 – машинный зал;  
6 – грунты и горные породы в подошве массива;  
7 – трубопроводы горячей и холодной воды

Значительное количество отходов угледобычи, вред, наносимый ими окружающей среде, ущерб экономике угледобывающих регионов от неполного использования энергетических ресурсов угледобычи – все это тревожит научную общественность. Имеется много разработанных и апробированных способов и технических средств извлечения энергии из твердых складированных, жидких и газообразных отходов угледобычи, которые, к сожалению, не имеют широкого распространения и внедрения в практику угольного производства. В настоящее время, когда энергетические кризисы затрагивают практически все государства, а более полное использование природных богатств становится весьма важным показателем цивилизованного развития общества, необходима разработка комплексных региональных и общегосударственных программ максимального извлечения энергии из отходов угольного производства. РАНИМИ принимает непосредственное участие в разработке таких программ. Они актуальны не только для Донецкой Народной Республики, но и для всех угледобывающих стран.

### Литература

1. Марова С.Ф. Ресурсосбережение и утилизация отходов: учебное пособие / С.Ф. Марова. - Донецк: ДонГУУ, 2008. – 91 с.
2. Антипов І. В. Державна програма утилізації шахтного метану в Донецькій області // Інновації в державному управлінні та місцевому самоврядуванні: зб. наук. праць / ДонДУУ. – Донецьк, 2007. – Т. VIII. – С. 5 - 10.
3. Антипов И.В. Генерация тепла в массиве грунта или горных пород от очагового источника тепла / И.В. Антипов, Н.В. Лебедев // Физико-технические проблемы горного производства. - Вып. 7. - Донецк: ИФПП НАН Украины, 2004. - С. 91 - 99.