МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

На правах рукопису

САЇК ПАВЛО БОГДАНОВИЧ

УДК 622.278:622.031.54

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ СВЕРДЛОВИННОЇ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ ЗІ ЗБЛИЖЕНИХ ПЛАСТІВ

Спеціальність 05.15.02 – підземна розробка родовищ
корисних копалин

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:
доктор технічних наук, доцент
О. Р. ДИЧКОВСЬКИЙ

Дніпропетровськ – 2015

ЗМІСТ

ВСТУП……..... 4
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ. МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ….. 10
1.1. Передумови зміни технології видобування вугілля……..... 10
1.2. Гірничо-геологічні умови реалізації технології свердловинної підземної газифікації вугілля…… 23
1.3. Аналіз технології газифікації вугілля зі зближених пластів…….. 28
1.4. Аналітичні дослідження характеру формування напружень у гірському масиві ……...……..……... 31
1.5. Загальна методика проведення досліджень…….…… 38
Висновки до розділу 1……...…… 40
РОЗДІЛ 2 ВИБІР МЕТОДІВ ТА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ ЗІ ЗБЛИЖЕНИХ ПЛАСТІВ……..…… 42
2.1. Методика проведення фізичного моделювання ……..... 45
2.2. Методика проведення теоретичного моделювання з опускань міжпластових порід…… 55
2.3. Методика моделювання параметрів матеріально-теплового балансу газифікації..... 69
Висновки до розділу 2...…….……... 78
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОГНЕВОГО ВИБОЮ НА ГІРСЬКИЙ МАСИВ…….…….…… 79
3.1. Дослідження швидкості посування вогневого вибою…… 80
3.2. Визначення коефіцієнта зближення вугільних пластів……..... 85
3.3. Дослідження величини відставання між одночасно працюючими газогенераторами…… 94
3.4. Дослідження рівномірності посування вогневого вибою підземного газогенератора…… 97
3.5. Визначення якісного складу отриманої хімічної продукції…….. 105
Висновки до розділу 3……..……..... 109

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ВЕДЕННЯ РОБІТ ПРИ ОДНОЧАСНІЙ РОБОТІ ПІДЗЕМНИХ ГАЗОГЕНЕРАТОРІВ НА ЗБЛИЖЕНИХ ПЛАСТАХ…… 110
4.1. Межі застосування запропонованих технологічних удосконалень технології СПГВ…….…….. 110
4.2. Технологічне виконання станції з газифікації вугілля……... 111
4.3. Рекомендації щодо практичної реалізації технології СПГВ…….. 122
4.4. Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень…… 128
4.5. Шляхи реалізації отриманої продукції…….……... 131
Висновки до розділу 4.……. 134
ВИСНОВКИ……..…….. 135
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 137
ДОДАТОК А Результати розрахунку матеріально-теплового балансу процесу газифікації ...…...……...…….…… 153
ДОДАТОК Б Дані контрольно-вимірювальної апаратури при проведенні досліджень на стендовій експериментальній установці……...… 158
ДОДАТОК В Документи, що підтверджують використання результатів дисертаційної роботи…….……. 166

ВСТУП

Актуальність теми.

Характерною особливістю Донецького та Львівсько-Волинського басейнів є те, що запаси вугілля зосереджені в геологічних світах, де розробка пластів взаємно впливає на ефективне ведення гірничих робіт. За цих умов більшість вугільних запасів знаходиться в тонких та надтонких пластах, що віднесені до класу зближених. Вітчизняний та закордонний досвід показав, що виймання таких запасів механізованими комплексами є недоцільним через негативні прояви гірського тиску в очисних вибоях та підготовчих виробках. Це суттєво впливає на собівартість видобутого вугілля й аварійність ведення гірничих робіт. Уникнути такої ситуації, як показує світова практика, можна шляхом впровадження нової технології – свердловинної підземної газифікації вугілля (СПГВ).

Необхідно зазначити, що основним недоліком технології СПГВ є низька продуктивність станцій з газифікації вугілля, усунути який можливо екстенсивним способом – збільшенням кількості одночасно працюючих газогенераторів, що розташовуються на зближених пластах із роботою на одну систему газовиділення, переробки і використання генераторних газів та хімічних продуктів. Нині наявні технологічні рішення газифікації вугілля зі зближених пластів повною мірою не вивчені та вимагають удосконалення.

Для газифікації вугільних пластів необхідно визначитись з їх положенням у гірському масиві, що впливає на технологічні параметри роботи підземного газогенератора. Це вирішує нову наукову задачу та має важливе практичне значення для розвитку і забезпечення енергетичної незалежності України.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами та темами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі підземної розробки родовищ Державного вищого навчального закладу «Національний гірничий університет» відповідно до плану найважливіших держбюджетних робіт Міністерства освіти і науки України на період 2011 – 2014 рр.: тема ОБ-54 «Комплексна генерація

та утилізація енергії в умовах урбанізованих та промислових територій України» (№ держреєстрації 0111U009111); тема ГП-464 «Обґрунтування технічних та технологічних параметрів енергохімічного комплексу на базі свердловинної підземної газифікації вугілля» (№ держреєстрації 0112U000869); господарчих договорів Національного гірничого університету із ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»: тема 10–0/820–У/010176, 2010 – 2011 рр. «Обґрунтування технології свердловинної підземної газифікації в умовах ВАТ Павлоградвугілля»; господарчого договору Національного гірничого університету із ВАТ «Донецьксталь – металургійний завод»: тема 11–11/132–ПД/010178, 2011 р. «Реалізація технології газифікації вугілля Західного Донбасу на стендовій установці з отриманням товарної енергетичної та хімічної сировини» та ін. Дисертаційна робота відповідає Енергетичній програмі розвитку України до 2030 р. та Стратегії розвитку вугільної промисловості України до 2030 року.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні раціональних параметрів технології свердловинної підземної газифікації вугілля зі зближених пластів на основі встановлених закономірностей зміни опускань міжпластових порід з урахуванням термохімічних процесів у підземному газогенераторі.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані та вирішені такі завдання:

– формування передумов зміни технології видобування вугілля зі зближених вугільних пластів;

– визначення коефіцієнта зближення вугільних пластів при їх підземній газифікації;

– обґрунтування величини відставання між одночасно працюючими газогенераторами на зближених пластах зі збереженням рівномірності посування вогневого вибою;

– обґрунтування раціональних параметрів технології свердловинної підземної газифікації вугілля та встановлення їх економічної доцільності.

Ідея роботи полягає в урахуванні закономірностей впливу коефіцієнта зближення вугільних пластів для раціонального вибору послідовності роботи підземних газогенераторів та збільшення продуктивності станції з підземної газифікації вугілля.

Об'єкт дослідження – процес свердловинної підземної газифікації при взаємодії підземного газогенератора з гірським масивом.

Предмет дослідження – закономірності впливу коефіцієнта зближення вугільних пластів на параметри технології газифікації вугілля зі тонких і надтонких пластів.

Методи досліджень. Для вирішення поставлених завдань у роботі використаний комплексний метод досліджень, що включав: аналіз світового та вітчизняного досвіду в області підземної газифікації вугілля; використання теорії деформації пластичних, пружно-пластичних систем, теплообміну; проведення комп'ютерного моделювання та стендових експериментальних досліджень.

Наукові положення, які виносяться на захист:

1. Відставання вогневого вибою підземного газогенератора по верхньому пласту (L) визначається коефіцієнтом зближення вугільних пластів ($k_{зб.}$), який залежить від потужності міжпластових порід (h) та потужності нижнього вугільного пласта (m) й апроксимується алгебраїчним рівнянням першого степеня. Це дає можливість забезпечити стійкий процес газифікації вугілля зі зближених тонких та надтонких вугільних пластів за рахунок уникнення дестабілізації зон протікання термохімічних реакцій у підземному газогенераторі.

2. Збереження рівномірності посування вогневого вибою підземного газогенератора за шириною стовпа газифікації забезпечується часом його переходу на режим реверсу (t) експоненціальною залежністю від потужності

вугільного пласта (m). Це дозволяє підвищити теплоту згоряння горючих генераторних газів на 54 – 61%.

Наукова новизна отриманих результатів:

– уперше встановлено коефіцієнт зближення вугільних пластів при їх газифікації на підґрунті забезпечення стійкої роботи газогенератора;

– отримано нові залежності зміни відставання верхнього вогневого вибою від нижнього, за умови його випередження через коефіцієнт зближення вугільних пластів;

– уперше отримано експоненціальну залежність, що описує час переходу підземного газогенератора на режим реверсу;

– встановлено нові закономірності зміни теплоти згоряння генераторних газів з виходом підземного газогенератора на режим реверсу.

Наукове значення роботи полягає у встановленні раніше невідомого коефіцієнта зближення вугільних пластів при їх газифікації, на основі якого обґрунтовані раціональні параметри технології свердловинної підземної газифікації вугілля зі зближених пластів.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблені рекомендації щодо відпрацювання запасів вугілля зі зближених пластів технологією свердловинної підземної газифікації;

- розроблена методика оцінки зближення вугільних пластів при підземній газифікації вугілля

- визначено оптимальні технологічні параметри роботи підземних газогенераторів, дотримання яких дозволяє проводити ефективний режим газифікації вугілля зі зближених пластів;

- запропоновано технологічну схему ведення вогневих робіт при газифікації тонких та надтонких зближених вугільних пластів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується використанням апробованих методів

теоретичних й стендових експериментальних досліджень, застосуванням основних положень теорії теплообміну порід, деформації пластичних, пружно-пластичних систем, математичної статистики, достатнім обсягом виконаних експериментів і високою відповідністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень (збіжність отриманих результатів складає 76 – 92 %). Відповідність результатів експериментальних досліджень забезпечувалася застосуванням спеціального сертифікованого обладнання.

Реалізація результатів роботи. Для шахт «Зарічна» та «Червоноградська» ДП «Львівугілля» розроблені рекомендації щодо відпрацювання зближених пластів технологією свердловинної підземної газифікації вугілля.

Особистий внесок здобувача полягає в постановці мети й завдань досліджень, ідеї роботи та її наукових положень; обробці, узагальнені й аналізі отриманих результатів; обґрунтуванні технологічних параметрів газифікації вугілля зі зближених пластів.

Особистий внесок автора в роботи, опубліковані у співавторстві, полягає в наступному: [2, 58] – аналіз літературних джерел, опрацювання та систематизація даних з визначення пріоритетних напрямів розвитку технології підземної газифікації вугілля, [28, 29] – участь у проведенні досліджень та узагальненні отриманих результатів, [30] – аналіз економічної доцільності від впровадження результатів дослідження, [31] – участь у написанні другого розділу монографії, [47, 88] – дослідження особливостей збалансованості протікання фізико-хімічних процесів у підземному газогенераторі, [71, 75, 76, 136] – постановка задач дослідження, обробка результатів досліджень, [10, 129, 133] – формування технологічних схем підземних газогенераторів, [106, 134, 140, 141] – участь у проведенні досліджень та розробка розрахункових схем підземної частини газогенератора. Зміст дисертації та автореферату автором викладено самостійно.

Апробація результатів. Результати досліджень дисертаційної роботи представлено на всеукраїнських, міжнародних та відомчих науково-технічних конференціях, форумах і семінарах: Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна» (Дніпропетровськ, 2012); «Школа підземної розробки» (Ялта, 2010, 2013; Бердянськ, 2014); ІІІ міжнародна конференція «Техногенні катастрофи: моделі, прогноз, запобігання» (Дніпропетровськ, 2013), Szkola Eksplotacji Podziemnej (Краків, Польща, 2013); «Форум гірників» (Дніпропетровськ, 2011, 2012, 2014).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 21 наукову працю, у.т.ч. колективна монографія, 6 робіт опубліковано у фахових виданнях з переліку МОН України, 8 – тези матеріалів конференцій, 6 – статті у закордонних виданнях з високим індексом цитування.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел із 142 найменувань на 16 сторінках; містить 150 сторінок машинописного тексту, 39 рисунків, 11 таблиць і додатки на 16 сторінках; загальний обсяг роботи – 168 сторінок.

Автор висловлює слова щирої вдячності завідувачу кафедри ПРР доктору технічних наук, професору Бондаренку В.І. за допомогу в організації та проведенні досліджень; науковому керівнику доктору технічних наук, доценту Дичковському Р.О., доктору технічних наук, професору Кузьменку О.М., кандидату технічних наук, доценту Фальштинському В.С., асистенту Лозинському В.Г. та іншим співробітникам кафедри підземної розробки родовищ за наукові консультації й усесторонню підтримку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Алексеенко С.Ф. Основы моделирования при решении задач горной геомеханики / С.Ф. Алексеенко, А.Г. Заболотный, Л.А. Штанько. – К.: Техніка, 1996. – 173 с.

Аренс В.Ж. Новые подходы к использованию невостребованных ресурсов твердых полезных ископаемых / В.Ж. Аренс, А.А. Вертман, Г.Х. Хчеян // Вестник РАЕН. – 2007. – Вып. 3. – С. 3 – 6.

Бакулев Г.Д. Подземная газификация углей в СССР и за рубежом / Г.Д. Бакулев. – М.: Углетехиздат, 1957. – 66 с.

Бардась А.В. Якість вугілля та визначення категорії «повнота вилучення запасів» / А.В. Бардась // Економіка промисловості. – 2009. – №5. – С. 50 – 62.

Басарыгин Ю.М. Технология бурения нефтяных и газовых скважин / Ю.М. Басарыгин, А.И. Булатов, Ю.М. Проселков. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. – 632 с.

Безухов О.В. Приложение методов теории упругости и пластичности к решению инженерных задач / О.В. Безухов, О.В. Лужин. − М.: Высшая школа, 1974. – 200 с.

Борзых А.Ф. Использование пошагового метода математического моделирования напряженно-деформированного состояния разрушенного в выработанном пространстве породоугольного массива // А.Ф. Борзых, В.С. Пупков, В.Н. Сиидов // Проблеми гірського тиску. – 2010. – №18. – С. 57 – 72.

Борисов А.А Механика горных пород и массивов /А.А. Борисов. – М.: Недра, 1980. – 380 с.

Визначення параметрів порожнин розшарування над газогенератором при газифікації буровугільного пласта / [В.С.Фальштинський, Р.О. Дичковський, В.Г. Лозинський [та ін.] // Зб. наук. праць НГУ. – Д.: ДВНЗ «НГУ», 2013. – №42. – С. 114 – 124.

Влияние структуры надугольной толщи и свойств пород на их напряженное состояние вокруг выемочной выработки / В.И. Бондаренко, Л.В. Байсаров, И.А. Ковалевская [и др.] // Науковий вісник НГУ. – 2007. – №6. – С. 9 – 12.

Всесоюзный НИИ подземной газификации углей // Научные труды. – М.: Гортехиздат, 1960. – 162 с.

Гавриленко Ю. М. Особливості застосування методу скінченних елементів для моделювання процесів зрушення масиву гірських порід і земної поверхні у просторовій постановці / Ю.М. Гавриленко, О.Г. Петрушин // Наукові праці Донецького національного технічного ун-ту. Серія: Гірничо-геологічна. – 2009. – Вип. 9. – С. 211 – 229.

Гайко Г.И. Моделирование тепловых процессов в подземном газогенераторе методом конечных элементов / Г.И. Гайко, П.Н. Шульгин, В.В. Заев // Сб. научных тр. ДонГТУ. – 2012. – Вып. 36. – С. 61 – 70.

Гайко Г.И. Утилизация тепловой энергии при подземной термохимической переработке угольных пластов: монография/ Г.И. Гайко, В.В. Заев, П.Н. Шульгин. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – 142 с.

Геомеханика нагруженния крепи очистных и подготовительных выработок в слоистом массиве слабых пород: монография / [В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевська, Г.А. Симанович, В.Г. Черватюк]. – Д.: ЛізуновПрес, 2012. – 236 с.

Гліненко Л.К. Основи моделювання технічних систем: навч. посібник / Л.К. Гліненко, О.Г. Сухоносов. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 176 с.

Глушков А.И. Охрана окружающей среды при поземной газификации угля: аналит. обзор / А.И. Глушков, Б.И. Кондырев. – Новосибирск: Дальневост. политехн. ин-т. – 1993. – №29. – 129 с.

Горбаченко В.И. Нейросетевая реализация метода конечных элементов / В.И. Горбаченко, Ю.Н. Земскова // Известия ПГПУ им. Г.Белинского. – 2008. – № 12. – С. 98 – 103.

Горова А.І. Екологічна характеристика впливу породних відвалів на довкілля Червоноградського гірничопромислового регіону / А.І. Горова, С.Л. Кулина,

А. В. Павличенко // Форум гірників – 2009: матеріали міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2009. – С. 238 – 243.

Горова А.І. Оцінка стану довкілля Червоноградського гірничопромислового регіону за санітарно-гігієнічними показниками / А.І. Горова, А. В. Павличенко, С. Л. Кулина // Форум гірників – 2011: матеріали міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2011. – С. 101 – 111.

Грицко Г.И. Горное давление при групповой разработке пластов / Г.И.Грицко, В.А. Шалауров. – Новосибирск: Наука, 1978. – 91 с.

Джишкариани Т.С. Компьютерное моделирование расчета процессов газификации ископаемых углей / Т.С. Джишкариани, Н.П. Бжалава. – Тбилиси: Энергия. – 2005. – №3(35). – С. 24 – 28.

Динник А.Н. Статьи по горному делу / А.Н. Динник. − М.: Углетехиздат, 1957. – С. 9 − 44.

Дичковський Р.О. Економічна доцільність сумісного відпрацювання вугільних пластів способом свердловинної підземної газифікації / Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський П.Б. Саїк, В.Г. Лозинський // Школа підземної розробки: матеріали V між нар. наук.-практич. конф. – Д.: НГУ, – 2011. – С. 403 – 411.

Дичковський Р.О. Наукові засади синтезу технологій видобування вугільних пластів у слабометармофізованих породах: дис…. доктора техн. наук: 05.15.02 / Р.О. Дичковський. – Д., 2013. – 400 с.

Дичковський Р.О. Обґрунтування параметрів матеріального і теплового балансу шахтного експериментального підземного і теплового балансу шахтного експериментального підземного газогенератора / В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, Кшиштоф Станьчик [та ін.] // Форум гірників – 2009: матеріали міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2009. – С. 77 – 83.

Дичковський Р.О. Особливості застосування технології свердловинної підземної газифікації при сумісній розробці свити вугільних пластів / Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський П.Б. Саїк, В.Г. Лозинський // Форум гірників – 2011: матеріали міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2011. – С 73 – 78.

Должиков П.Н. Обоснование геометрических параметров выработок в зонах интенсивной трещиноватости численными методами / П.Н Должиков, Н.Н. Палейчук // Сб. науч. тр. Донбасского государственного технического ун-та. – Алчевск: ДонГТУ, 2011. – Вып 35. – С. 33 – 43.

Економічні й екологічні аспекти комплексної генерації та утилізації енергії в умовах урбанізованих та промислових територій / Г.Г. Півняк, О.С. Бешта, П.І. Пілов [та ін.]. – Д.: НГУ, 2013. – 176 с.

Емельянов Б.И. Геомеханика: учеб. пособие / Б.И. Емельянов, Ю.Н. Нисковский, В.Н. Макишин. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006. – 90 с.

Жолудєв С.В. Обґрунтування технологічних параметрів підземної газифікації та спалювання бурого вугілля з використанням підземних вод: дис…. канд. техн. наук: 05.15.02 / С.В. Жолудєв. – Д., 2008. – 187 с.

Зборщик М.П. Геомеханика подземной разработки угольных пластов / М.П. Зборщик, М.А. Ильяшов. – Донецк: ДонНТУ, 2006. – Т. 1. – 256 с.

Зборщик М.П. Геомеханика подземной разработки угольных пластов / М.П. Зборщик, М.А. Ильяшов. – Донецк: ДонНТУ, 2007. – Т. 2. – 262 с.

Зубова Л.Г. Терриконы, их утилизация и рекультивация: монография / Л.Г. Зубова. – Луганск.: ВНУ им. В. Даля, 2008. – 80 с.

Исаченко В.П. Теплопередача: учебник для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 3-е изд. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.

Иудин М.М. Моделирование геомеханических процессов в породном массиве при подземной газификации угля / М.М. Иудин // Вестник ЯГУ. – 2007. – Т.4. – №4. – С. 32 – 37.

Іванців О.Є. Нові підходи до перспектив підземної газифікації вугільних родовищ України / О.Є. Іванців, З.Я. Кухар, Д.В. Брик // Геологія та геохімія горючих копалин. – 2001. – №2. – С. 129 – 134.

Ільяшов М.О. До питання створення замінника природного газу при свердловинній підземній газифікації вугілля / М.О. Ільяшов Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинськийб П.Б. Саїк, В.Г. Лозинський // Форум гірників – 2012: матеріали міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2012. – С. 41 – 49.

Інкін О.В. Обґрунтування фізико-хімічних параметрів формування і управління вуглеводневими зонами при підземній газифікації бурих вугіль: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.02 «Підземна розробка родовищ корисних копалин» / О.В. Інкін. – Д., 2008. – 17 с.

Ісаєнков О.О. Можливість підземної газифікації вугілля стати промисловою технологією / О.О. Ісаєнков, Я.О. Ляшок, Ю.В. Ісаєнкова // Проблеми гірничої технології: матеріали регіональної науково-практичної конференції, Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, 26 листопада 2010 р. – Донецьк: ООО «Цифровая типография», 2010. – С. 143 – 149. Режим доступу: http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/17252

Ісаков В.І. Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн / В.І. Ісаков, М.І. Струєв. – К.: Наук. думка, 1984. – 269 с.

Калугина Н.А. Оценка влияния фильтрации газа в процессе трещинообразования в угольном пласте / Н.А. Калугина // Геотехническая механика: межвед. сб. науч. тр. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2014. – Вып. 118. – С. 46 – 54.

Каренов Р.С. Состояние и перспективы подземной газификации углей для экологически безопасной и экономически рентабельной разработки угольных пластов / Р.С. Каренов // Вестник Карагандинского университета. Сер. Химия. – 2011. – №. 1(61). – С. 59 – 68.

Кепич Т.Ю. Основи теорії подібності та аналізу розмірностей та їх застосування в задачах механіки: навчальний посібник / Т.Ю. Кепич, О.Г. Куценко. – К.: КНУ ім. Т.Шевченка, 2004. – 100 с.

Когенерационная реализация газа скважинной газификации угольных пластов на традиционных энергоустановках / Н.М. Табаченко, Е.Р Дычковский, В.С. Фальштынский [и др.] // Науковий вісник НГУ. – 2011. – №3. – С. 34 – 41.

Кодунов Б.А. Пути комплексного использования запасов каменного угля /А.Б. Кодунов // Збірник матеріалів II регіональної науково-практичної конф. Красноармійський індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ, 25 квітня 2013 р.

– Донецьк: ТОВ «Цифрова типографія», 2013. – С. 202 – 206. Режим доступу: http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/19501

Колоколов О.В. О допустимой подработке весьма сближенных пластов на шахтах Западного Донбасса / О.В.Колоколов, Н.А.Лубенец // Науковий вісник НГАУ. – 2000. – № 4. – С. 97 – 99.

Крейнин Е.В. Нетрадиционные термические технологии добычи трудноизвлекаемых топлив: уголь, углеводородное сырье / Е.В. Крейнин. – М.: Недра, 2004. – 300 с.

Крейнин Е.В. Подземная газификация углей / Е.В. Крейнин. – М.: Недра, 1982. – 394 с.

Крейнин Е.В. Подземная газификация углей: основы теории и практики, инновации / Е.В. Крейнин. – М.: Недра, 2010. – 400 с.

Кузнецов А.А Подработка свиты газоносных угольных пластов методом подземной газификации угля / А.А. Кузнецов, В.К. Капралов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1999. – №2. – С. 181 – 182.

Кулина С.Л. Санітарно-гігієнічні показники Червоноградського гірничопромислового регіону як складова інтегральної оцінки якості стану довкілля / С.Л. Кулина, А.І. Горова // Вісник Львівського університету. Сер. біол. – 2009. – Вип. 50. – С. 52 – 58.

Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена: 5-е узд., перераб. и доп / С.С. Кутателадзе. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.

Лазаренко С.Н. Варианты реализации комбинированной технологии разработки газоносных угольных месторождений «ПГУ – метан» / С.Н. Лазаренко, С.К. Тризно, В.Я. Шахматов // Уголь. – 2008. – №2. – С. 27 – 29.

Левенберг В.Д. Аккумулирование тепла / В.Д. Левенберг, М.Р. Ткач, В.А. Гольстрем. – К.: Техника, 1991. – 112 с.

Лозинський В.Г. Аналіз сучасного стану і перспективи промислового застосування свердловинної підземної газифікації вугілля в Україні / В.Г. Лозинський, П.Б. Саїк, О.В. Павленко, Д.О. Кошка // Школа підземної

розробки: матеріали IV між нар. наук.-практич. конф. – Д.: НГУ. – 2010. – С. 279 – 287.

Лозинський В.Г. Інтенсифікація процесу свердловинної підземної газифікації вугілля малопотужних вугільних пластів / В.Г. Лозинський, П.Б Саїк // Наукова весна: матеріали III Всеукраїнської науково-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених.– Д.: ДВНЗ «НГУ», 2012. – С. 39 – 40.

Лубенець М.О. Обґрунтування раціональних параметрів підготовки надто зближених пластів на шахтах Західного Донбасу: дис…. канд. техн. наук: 05.15.02 / М.О. Лубенець. – Д., 1999. – 158 с.

Луценко Ю.В. Математическая модель образования горючих газов при подземной газификации угля / Ю.В. Луценко, А.Я. Шаршанов, Е.А. Яровий // Проблемы пожарной безопасности. – 2008. – Вып. 28. – С. 105 – 115.

Манько А. Шляхи оптимізації роботи галузей промисловості Львівсько-Волинського вугільного басейну / А. Манько // Географія. Економіка. Екологія. Туризм: Регіональні студії: зб. наук. праць / За ред. І.В. Смаля. – Ніжин: МІЛАНІК, 2009. – Вип. 3. – С. 85 – 92.

Мартовицкий А.В. Исследование параметров обрушения сложноструктурного породного массива при движении лавы от монтажной камеры на ПСП «Шахта Степная» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» / А.В. Мартовицкий // Вісник Криворізького національного університету. – 2012. – Вип. 31. – С. 3 – 6.

Мартовицький А.В. Геомеханічні процеси при відробці вугільних пластів струговими комплексами в умовах шахт Західного Донбасу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.15.09 «Геотехнічна і гірнича механіка» / А.В. Мартовицький. – Дніпропетровськ, 2012. – 33 с.

Мелешко А.В. Методика расчета напряженно-деформированного состояния неоднородного слоистого массива при отработке пологих угольных пластов: дис. …канд. техн. наук: 25.00.20 / А.В. Мелешко. – Санкт - Петербург, 2012. – 155 с.

Метод граничных элементов в задачах горной геомеханики / [Л.В. Новикова, П.И. Пономаренко, В.В. Приходько, И.Т. Морозов]. – Д.: Наука и образование, 1997. – 180 с.

Моделирование в геомеханике / Ф.П. Глушихин [и др.]. – М.: Недра, 1991. – 240 с.

Мотало А. В. Оцінювання якості природного газу за його теплотворною здатністю / А. В. Мотало // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2007. – Вип. 67. – С. 92 – 100.

Humenick Michael. Groundwater pollutants from underground coal gasification / Michael Humenick, Mattox Fletcher // Water Research. – 1978. – P. 463 – 469.

Наумова Ю.А. Мировой опыт в области технологии газификации угля / Ю.А. Наумова, Д. А. Туник, Ю.А. Юсипчук // Дні науки – 2011: зб. матеріалів регіональної науково-практичної конф.: в 2т. – Красноармійськ: КІІ ДонНТУ. – 2011. – Т.1. – С. 76 – 78.

Носач О.К. Перспективи безлюдного виймання вугілля у Красноармійському вуглепромисловому районі / О.К. Носач, В.І. Ващенко, М.О. Лященко // Проблеми гірничої технології: матеріали регіональної науково-практичної конференції, Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, 26 листопада 2010 р. – Донецьк: ООО «Цифровая типография», 2010. – С. 137 – 143.

Обоснование критериев пригодности и параметров газификации угольных пластов Соленовского месторождения и пластов шахт МПО «Кузбасс»: отчет о НИР / ГВУЗ «НГУ»; рук. В.И. Бондаренко. – 010179/22480дс.

Обоснование способов газификации угольных пластов / Н.М. Табаченко, Р.Е. Дычковский, В.С. Фальштынский [и др.] // Розробка родовищ: щорічний науково-технічний збірник. – Д.: «ЛізуновПрес», 2013. – С. 345 – 353

Орлов Г.В. Особенности сдвижения горных пород при шахтной и скважинной разработке пологого угольного пласта / Г.В. Орлов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – №7. – С. 60 – 65.

Орлова В.М. Інтенсифікація процесу газифікації малометаморфізованого вугілля України з використанням металургійних шлаків: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.17.07 «Хімічна технологія палива і пально-мастильних матеріалів» / В.М. Орлова. – Харків, 2005. – 18 с.

Основные итоги работы Южно – Абинской станции «Подземгаз» за 1961 г./ Э.Г. Гершевич, А.А. Кошкин, Е.В. Крейнин [и др.] // Научн. тр. ВНИИПодземгаз. – М.: Госгортехиздат, 1962. – Вып.8. – С. 87 – 90.

Павлова Л.Д. Формирование зон разгрузки, повышенного горного давления и разрушения подработанных пород кровли при отработке свиты угольных пластов / Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов // Известия Томского политехнического ун-та. – 2005. – №3. – С. 43 – 46.

Пат. на винахід №103861 Україна, МПК C10J 3/02, E21B 43/24, E21B 43/295. Спосіб підземної газифікації пласта твердого палива / Фальштинський В.С., Дичковський Р.О., Долженко В.О., Кауфман Е.Л.; заявник та патентовласник ПАТ «Донецьксталь» – металургійний завод – a201300069; заявл. 02.01.13; опубл. 25.11.13; Бюл. №.22/2013.

Пат. на винахід №50753 Україна, МПК E21B 43/00. Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива / Фальштинський В.С., Дичковський Р.О., Табаченко М.М., Кошка Д.О., Лозинський В.Г.; заявник та патентовласник Національний гірничий університет – u200912713; заявл. 07.12.09; опубл. 25.06.10; Бюл. № 12/2010.

Пат. на винахід №89850 Україна, МПК E21B 43/295. Спосіб підземної газифікації твердого палива / Бондаренко В.І., Фальштинський В.С., Дичковський Р.О., Табаченко М.М., Медяник В.Ю., Руських В.В.; заявник та патентовласник Національний гірничий університет – a200803912; заявл. 28.03.08; опубл. 10.03.10; Бюл. № 5/2010.

Пат. на винахід №98285 Україна, МПК E21B 43/295. Спосіб управління станом гірського масиву при газифікації твердого палива в шахтних умовах / Фальштинський В.С., Дичковський Р.О., Ільяшов М.О., Гуков Ю.О.; заявник

та патентовласник Приватне акціонерне товариство «Донецьксталь» – металургійний завод» – a201110236; заявл. 22.08.11; опубл. 25.04.12; Бюл. № 8/2012.

Пат. на изобретение №2307244 Россия, МПК E21B 43/295, E21F 7/00. Способ подземной газификации свиты угольных пластов / Тризно С.К., Лазаренко С.Н., Кравцов П.В.; заявитель и патентообладатель Институт угля и химии СО РАН – 2006105281/03; заявк. 20.02.06; опубл. 27.09.07. Бюл. №27/2007.

Пат. на изобретение №2347070 Россия, МПК E21B 43/295, E21F 7/00. Способ подземной газификации свиты крутых и крутонаклонных угольных пластов / Тризно С.К., Лазаренко С.Н., Федорин В.А.; заявитель и патентообладатель Институт угля и углехимии СО РАН – 2007120607/03; заявк. 01.06.07; опубл. 20.02.09. Бюл. №5/2009.

Пат. на изобретение №2398105 Россия, МПК E21B 43/295. Способ подземной газификации мощных угольных пластов слоями / Зоря А.Ю., Крейнин Е.В., Лазаренко С.Н., Тризно С.К.; заявитель и патентообладатель ОАО «Газпром промгаз» – 2009123677/03; заявк. 23.06.09; опубл. 27.08.10. Бюл. №24/2010.

Перспективи підземної газифікації вугілля при відпрацюванні його залишкових запасів на шахтах України / [М.О. Перов, В.М. Макаров, І.Ю. Новицький [та ін.] // Проблеми загальної енергетики. – 2012. – № 2. – С. 58 – 64.

Пешко А.В. Формування паливно-енергетичного балансу України з огляду на енергетичну незалежність / А.В. Пешко, А.В. Назаренко // Економічний вісник Донбасу. – 2007. – №3. – С. 14 – 18.

Подземная газификация углей // Труды ин-та и производственный опыт – М.: Недра, 1965. – Вып. 13. – 124 с.

Про деякі закономірності процесу газифікації вугільних пластів / М.М. Табаченко, Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський [та ін.] // Техногенні катастрофи: моделі, прогноз, запобігання: матеріали III міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2013. – С. 206 – 211.

Програма розвитку вугільної промисловості України на період до 2030 року // Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50288

Развитие научных основ повышения устойчивости горных выработок шахт Западного Донбасса / [В.И. Бондаренко, А.В. Мартовицкий, И.А. Ковалевская, В.Г. Черватюк]. – Д.: ЛізуновПрес», 2010. – 340 с.

Разработка сближенных угольных пластов механизированными комплексами в условиях шахт Львовско-Волынского бассейна: монография / В.И. Бузило, Я.М. Наливайко, А. Г. Кошка [и др.]. – Д.: НГУ, 2012. – 132 с.

Режим доступу: http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/13325

Режим доступу: http://ea.donntu.edu.ua/handle/123456789/17366

Рейтлингер С.А. Проницаемость полимерных материалов / С.А. Рейтлингер. – М: Химия, 1995. – 269 с.

Рубан А.Д. Подземная газификация угля – новый этап технологического и инвестиционного развития / А.Д. Рубан // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – №2. – С. 288 – 300.

Савостьянов А.В. Управление состоянием массива горных пород: учеб. пособие / А. В. Савостьянов, В. Г. Клочков. – К.: УМК ВО, 1992. – 276 с.

Садовенко І.О. Підвищення ефективності технологічного процесу підземної газифікації вугілля / І.О. Садовенко, О.В. Інкін // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 4. – С. 19 – 21.

Саїк П.Б. До питання одночасної газифікації зближених тонких вугільних пластів / П.Б. Саїк // Науковий вісник НГУ. – 2014. – № 6. – С. 33 – 37.

Саїк П.Б. Моделювання поведінки гірського масиву при одночасному висхідному порядку вигазовуванні зближених тонких вугільних пластів / П.Б. Саїк / Збірник наукових праць НГУ. – Д.: ДВНЗ «НГУ». – 2013. – №42. – С. 125 – 132.

Светкіна О.Ю. Про можливість газифікації технічних і побутових відходів в підземних газогенераторах / О.Ю. Светкіна, В.С Фальштинський., Р.О.

Дичковський, [та ін.] // Форум гірників – 2010: матеріали міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2010. – С. 176 – 182.

Сербин С.И. Сравнительный анализ способов газификации углей различного морфологического состава / С.И. Сербин, Н.А. Гончарова // Вісник НТУ «ХПІ», 2013. – №13. – С. 89 – 93.

Середа Л.О. Сучасний стан вугільної промисловості / Л.О. Середа // Економіка промисловості. – Донецьк: Національна Акад. наук України. – 2009. – №1. – С. 67 – 70.

Середа Н.Г. Бурение нефтяных и газовых скважин / Н.Г. Середа, Е.М. Соловьев. – М.: Недра. – 1974. – 456 с.

Сидельников А.А. Обоснование параметров отработки выемочных столбов на основе пространственного моделирования устойчивости слоистого углевмещающего массива: дис. канд. техн. наук: 05.15.02 / А.А. Сидельников. – Д., 2010. – 187 с.

Скафа П.В. Подземная газификация угля / П.В. Скафа. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 169 с.

Слесарев В.Д. Механика горных пород / В.Д. Слесарев. – М.: Углетехиздат, 1948. – 236 с.

Соболев В.В. О генезисе каменного угля / В.В.Соболев, О.В.Колоколов // Горный информ.-анал. бюл. – 1999. – № 3. – С. 107 – 110.

Степанов Д.В. Котельні установки промислових підприємств: навчальний посібник / Д.В. Степанов, Є.С. Корженко, Л.А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 120 с.

Степанов Ю.А. Разработка методики количественного прогнозирования напряженно-деформированного состояния углепородного массива очистного забоя с учетом его циклического движения: дис. …канд. техн. наук: 25.00.20 /Ю.А. Степанов. – Новокузнецк, 2002. – 146 с.

Стефаник Ю. Склад мінеральної частини вуглевмісних порід як показник умов підземної газифікації вугілля / Ю. Стефаник, Д. Брик, В. Храмов // Мінералогічний збірник. – 2001. – №51. – С. 109 – 112.

Стренг Г. Теория метода конечных элементов / Г. Стренг, Дж. Фикс. – М.: Мир, 1977. – 349 с.

Табаченко М.М. Особливості експлуатації геотехнологічних свердловин при підземній газифікації вугільних пластів / М.М. Табаченко, Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський, П.Б. Саїк, В.Г. Лозинський // Форум гірників – 2014: матеріали міжнар. конф. – Д.: НГУ, 2014. – С 57 – 64.

Теорія і практика термохімічної технології видобутку та переробки вугілля: монографія / О.В. Колоколов, М.М. Табаченко, О.М. Єйшинський [та ін.]; за заг.ред. О.В. Колоколова. – Д.: НГА України, 2000. – 281 с.

Технико-экономическое обоснование целесообразности строительства станции «Подземгаз»: отчет о НИР / Горный институт им. Артема; рук. О.В. Колоколов. – ТЭО 3858 – ПЗ, 1990. – 137 с.

Технологии и технологические средства бурения искривленных скважин: учебное пособие для вузов / [Овчинников В.П., Двойников М.В., Герасимов Г.Т., Иванцов А.Ю.]. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. – 152 с.

Технология селективной отработки тонких угольных пластов: монография / В. И. Бузило, А. Г. Кошка, В. П. Сердюк [и др.]. – Д.: НГУ, 2012 – 138 с.

Тишков В.В. Особенности формирования техногенной проницаемости в кровле угольного пласта при подземной газификации угля / В.В. Тишков // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 1. – С. 23 – 27.

Управление горным давлением: учебное пособ. для техникумов / [А.А. Борисов, В.И. Матанцев, Б.П. Овчаренко, Ф.Н. Воскобоев]. – М.: Недра, 1983. – 168 с.

Фальштинський В.С. Дослідження адаптаційних процесів системи «породовугільний масив – підземний газогенератор» на стендовій установці / В.С Фальштинський, Р.О Дичковський, В.Г Лозинський, Саїк П.Б // Науковий вісник НГУ. – 2011. – № 6. – С. 66 – 74.

Фальштинський В.С. Обґрунтування технологічних схем експериментального шахтного газогенератора / В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, К. Станьчик, Є. Свядровскі, В.Г. Лозинський // Науковий вісник НГУ. – 2010. – № 3. – С. 34-38

Фальштинський В.С. Способи рекуперації тепла порід при підземній газифікації вугілля / В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, М.М. Табаченко [та ін.] // Науково-технічний збірник «Гірнича електромеханіка і автоматика». – 2011. – №86 – С. 184 – 190.

Фальштинський В.С. Удосконалення технології свердловинної підземної газифікації вугілля: монографія / В.С. Фальштинський. – Д.: НГУ, 2009. − 131 с.

Фізико-хімічна геотехнологія: навч. посібник / [М.М. Табаченко,О.Б. Владико, О.Є. Хоменко, Д.В. Мальцев]. – Д.: НГУ, 2012. – 310 с.

Храмов В. М. Літологічний склад порід покрівлі та підошви вугільного пласта як критерій відбору ділянки для підземної газифікації вугілля (ПГВ) / В.М. Храмов // Проблеми геології та нафтогазоносності Карпат: тези доп. міжнар. наук. конф. – Львів, 2006. – С. 234.

Храмов В.М. Геологічні критерії придатності некондиційних вугільних пластів для підземної газифікації (на прикладі Львівсько-Волинського басейну): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.16 «Геологія твердих горючих копалин» / В. М. Храмов. – Д., 2008. – 20 с.

Черняк И.Л. Управление состоянием массива горных пород: учеб. для вузов / И.Л. Черняк, С.А. Ярунин. – М. Недра, 1995. – 395 с.

Шашенко А.Н. Геомеханические процессы в породных массивах / А.Н. Шашенко, Т. Майхерчик, Е.А. Сдвижкова. – Д.: НГУ, 2005. – 319 с.

Шашенко А.Н. Деформируемость и крепость массивов горных пород: монография / А.Н. Шашенко, Е.О. Сдвижкова, С.Н. Гапеев. − Д.: НГУ, 2008. − 224 с.

Шашенко А.Н. Механика горных пород: учебник для ВУЗов / А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко. – К.: Новий друк, 2004. – 400 с.

Шевяков Л.Д. Разработка месторождений полезных ископаемых / Шевяков Л.Д. – М.: Углетехиздат, 1956. – 683 с.

Экспериментальные исследования устойчивости повторно используемых выемочных выработок на пологих пластах Донбасса: монография /

В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович [и др]. – Д.: ЛізуновПрес, 2012. – 426 с.

Blinderman M. S. Forward and reverse combustion linking in underground coal gasification / M. S. Blinderman, D. N Saulov, A. Y. Klimenko // Energy. – 2008. – Т. 33. – №. 3. – С. 446-454.

Cheung, K. P. Hong Kong Special Administration Region, China: Going for Extensive Underground Development in coming decades / Cheung, K. P. // IACUS2014, Nanjing, Chin a. May 14 – 15. – 2014.

Costs and performance of an oxygen-blown IGCC plant with CCS on a first-of-a-kind basis in Japan / K. Tokimatsu, S. Tsuboi, J. Iritani [et al.] // International Journal of Greenhouse Gas Control. – 2014. – №27. – P. 203 – 220.

Falshtyns'kyi V. New method for justification the technological parameters of coal gasification in the test setting / V. Falshtyns'kyi, R. Dychkovs'kyy, V. Lozyns'kyy, P Saik // Geomechanical processes during underground mining. – Netherlands: CRC Press, Balkema, 2012. – P.201 – 208.

Falshtynskyi V. Justification of the gasification channel length in underground gas generator / V. Falshtynskyi, R. Dychkovskyy, V. Lozynskyy, P. Saik // Mining of mineral deposits. – Netherlands: CRC Press, Balkema, 2013. – P.125 – 132.

Falshtynskyi V. Some aspects of technological processes control of an in-situ gasifier during coal sweam gasification / V. Falshtynskyi, R. Dychkovskyy, P. Saik, V. Lozynskyi // Progressive Technologies of coal, coalbed methane and ores mining. – Netherlands: CRC Press, Balkema, 2014. – P.109 – 112.

Falshtynskyi V.S. Determination of the technological parameters of borehole underground gasification for thin coal seams / V.S. Falshtynskyi, R.O. Dychkovskyi, V.G. Lozynskyi, P.B. Saik // Journal of sustainable mining. – 2013. – №12. – P. 8 – 16.

Falshtynskyi V.S. Research an adaptation process of the system «rock and coal massif – underground gasgenerator» on stand setting / V.S. Falshtynskyi, R.O Dychkovskyi, V.G, Lozynskyi, P.B. Saik // Instytut Gospodarki Surowcami

miniralnymi i energiją Polskiej akademii nauk // Szkoła Eksploatacji podziemnej. – 2012. – Str. 241 – 254.

Falshtynskyi V.S. Secondary Energy Products Utilization at Underground Coal Gasification / V.S. Falshtynskyi, R.O. Dychkovskyi, M.M. Tabachenko, Saik P.B. // Scientific Reports on Resource Issues / International University of Resources: Medienzertrum der TU Bergakademie Freiberg – 2012 – Volume 2 – P. 100 – 105.

Falsztinskij W. Ekonomiczne uzasadnienie celowości doszczelniania skał stropowych nad obszarem podziemnego zgazowania węgla metodą otworów wiertniczych / W. Falsztinskij, E. Diczkowskij, W. Łozinskij // Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko/Główny Instytut Górnictwa, 2010. Volume 3 – P. 51 – 59.

Groundwater pollution from underground coal gasification / Liu Shuqin et al. // Journal of china University of Mining and Technology. – 2007. – P. 467 – 472.

Hoek E. Practical Rock Engineering, 2000 Edition. – Режим доступу: http://www.rocscience.com/hoek/pdf/Practical_Rock_Engineering.pdf

Ray S. K. Cleaner energy production with underground coal gasification-a review / S.K. Ray, A. K. Ghosh // Journal of the Institution of Engineers (India) . – 2010. – P. 3 – 9.

Richardson R. J. Prospects for underground coal gasification in Alberta, Canada / Richardson R. J. & Singh S. // Proceedings of the ICE-Energy. – 2012. – №3. – P. 125 – 136.

Rohstoffwandel in der chemischen Industrie / [Arndt J-D et al.] // Chemie Ingenieur Technik. – 2007. – P. 521 – 528.

Shaobo L. Technology and application prospect of underground coal gasification / L. Shaobo, H. Feng, L. Jie //Natural Gas Industry. – 2005. – Т. 25. – №. 7. – С. 119.

Stuermer D. H. Organic contaminants in groundwater near an underground coal gasification site in northeastern Wyoming / D. H. Stuermer, J. N. Douglas, J. M. Clarence // Environmental science & technology. – 1982. – P. 582 – 587.