

УДК 662.861.481

**Д.Н. Застрелов, Е.А. Уткаев, А.И. Смыслов,
А.Н. Кормин**

**РАЗРАБОТКА СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ
ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО
МЕТАНА**

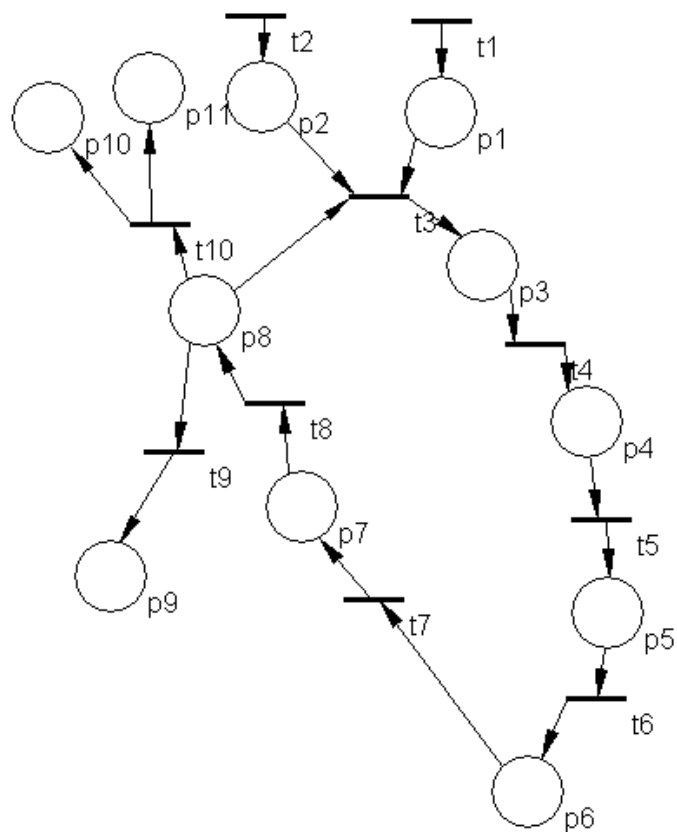
Разработана модель, описывающая процесс утилизации шахтного метана в блочно-модульной котельной для выработки тепловой энергии. Модель представлена в виде сети Петри. Представлена интерпретация позиций и переходов сети.

Ключевые слова: шахтный метан, утилизация, котельная, тепловая энергия, сети Петри, позиция, переход, начальная маркировка.

В процессе добычи угля выделяется метан, который является ценным энергетическим ресурсом, пригодным для утилизации с целью производства, например, тепловой и электрической энергии [1]. В Кузбассе реализован ряд проектов по переработке шахтного метана [2]. Это утилизация метана в генераторной станции для выработки электрической энергии на шахтах «им. С.М. Кирова», «Комсомолец» г. Ленинск-Кузнецкий, утилизация метана в блочно-модульной котельной на шахте «Красногорская», г. Прокопьевск. В связи с постепенным развитием на угольных предприятиях утилизации шахтного метана возникает задача оценки эффективности работы энергетических установок, снижению вероятности возможных простоев оборудования. Для оценки функционирования проектов утилизации шахтного метана возможно применение ориентированных графов, которые позволят отобразить структуру исследуемых систем, технологические процессы утилизации шахтного метана, а также экономические модели, позволяющие описать их основные экономические показатели проектов утилизации шахтного метана.

Модель процесса утилизации шахтного метана представлена в виде сети Петри $N = \{P, T, I, O, M_0\}$, которая состоит из конечного множества позиций $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, соответствующих основным технологическим узлам, конечного множества

переходов $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$, характеризующих процесс производства тепловой энергии, соединенных дугами: I – входная функция, O – выходная функция, которые отражают работу основных элементов оборудования, а также обладает начальной маркировкой M_0 , соответствующей объему метановоздушной смеси и тепловой энергии на начальном этапе работы блочно-модульной котельной. Функционирование сети N осуществляется посредством срабатывания переходов. На основе использования математического аппарата сетей Петри построен ориентированный граф N_1 (рисунок).



Сеть N_1 , отражающая процесс утилизации угольного метана в блочно-модульной котельной

Процесс утилизации метана характеризуется следующими основными этапами. Метановоздушная смесь извлекается вакуум-насосной станцией p_3 , затем поступает для очистки от влаги и пыли в конденсатосборник №1 p_4 , далее в конденсатосборник №2 p_5 для дополнительной очистки и затем в регулятор давления газа p_6 , который сглаживает скачки давления в газопроводе [3]. Очищенная от пыли и влаги метановоздушная смесь подается в газовую горелку p_7 , где происходит смешивание метана и воздуха для достижения необходимого качества горючей смеси. На следующем этапе газовая смесь подается в топку p_8 , в которой происходит сжигание метана и выработка тепловой энергии. Часть тепловой энергии используется на собственные нужды котельной, оставшаяся энергия подается в душевой административно бытового комплекса шахты p_{10} . (таблица)

Интерпретация позиций P и переходов T сети N_1

Позиции P	Переходы T
p_1 – газопровод; p_2 – электрический щит; p_3 – вакуум-насосная станция; p_4 – конденсатосборник №1; p_5 – конденсатосборник №2; p_6 – регулятор давления; p_7 – горелка; p_8 – топка; p_9 – дымовая труба; p_{10} – система теплоснабжения; p_{11} – счетчик.	t_1 – добыча метана; t_2 – поступление электроэнергии в электрический щит; t_3 – поступление метана в вакуум-насосную станцию; t_4 – подача метана; t_5 – очистка метана; t_6 – дополнительная очистка метана; t_7 – сглаживание давления в газопроводе; t_8 – смешивание метана и воздуха; t_9 – подача отработанных газов в трубу; t_{10} – подача тепловой энергии в систему теплоснабжения.

Разработанный ориентированный граф процесса утилизации шахтного метана в блочно-модульной котельной для производства тепловой энергии позволит в дальнейшем провести численный эксперимент и выполнить оценку свойств сетевой модели. Результаты моделирования могут быть использованы для настройки технологических режимов работы блочно-модульной котельной с целью повышения эффективности и устойчивости работы оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тайлаков О.В., Уткаев Е.А.* Моделирование фильтрации жидкости при изменении проницаемости в призабойной зоне скважины // Отдельный выпуск Горного Информационно-аналитического бюллетеня. М.: «МИР ГОРНОЙ КНИГИ», 2008. – № ОВ7 – С. 145-149.
2. *Тайлаков О.В., Застрелов Д.Н., Исламов Д.В., Макеев М.П.* Внедрение систем утилизации угольного метана для производства тепловой и электрической энергии в Кузбассе // Газовая промышленность Спецвыпуск №672, Москва: Издательство «Газойл пресс», 2012. – С. 62 – 63.
3. *Бакхаус К., Голутва И.А., Застрелов Д.Н., Смыслов А.И.* Ротационные насосы для дегазации и обеспечения шахтным газом мини-ТЭС // Уголь, Москва: Издательство «Центр Инновационных Технологий», 2013. - №5 – С. 86 – 88. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Застрелов Денис Николаевич – кандидат технических наук, научный сотрудник, zastrelov@uglemetan.ru,

Уткаев Евгений Александрович – кандидат технических наук, младший научный сотрудник, utkaev@uglemetan.ru,

Смыслов Алексей Игоревич – младший научный сотрудник, smyslov@uglemetan.ru

Кормин Алексей Николаевич – младший научный сотрудник, kormin@uglemetan.ru,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук.

