

Список литературы:

1. Мизонов В.Е. Некоторые закономерности селективного измельчения // Теоретические основы химической технологии. – 1984. – т. 18, № 3. – С. 410-411.
2. Влияние распределения энергии по фракциям сырья на гранулометрический состав измельченного материала / Д.Е. Лебедев, В.Е. Мизонов, С.Ф. Смирнов и др. // Изв. вуз. Химия и химическая технология. – 1999. – № 1. –С. 123-134.
- 3.Прядко Н.С. Моделирование кинетики тонкого измельчения в помольной камере // Техническая механика. – 2014. – № 2. – С. 93-100.

УДК 622.794

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБНОЙ БИОКОВЕРСИИ

Серафимова Л. И., доцент каф. ОПИ ГОУВПО «ДОННТУ», к.т.н.,
Шаманская В. А., студентка группы ОПИ-15 ГОУВПО «ДОННТУ».
эл. адрес: serafimova.mila@mail.ru

Аннотация. В процессе экспериментальных исследований биоконверсии авторами был обоснован выбор биоценозов и анаэробных метаногенных ассоциаций, которые наиболее эффективно осуществляют преобразование угольных отходов в биогаз. В результате опытных работ были выбраны следующие культуры: *Clostridium thernocellum* + *Methanobacterium thermoformiclum*; *Ps.aeruginosa* + *B.megaterium* + *M. Omelianskii* + *Ms. Methanica*, а также анаэробный консорциум.

Ключевые слова: углесодержащие отходы, биотехнологические процессы, биогаз, биоценоз, анаэробные метаногенные ассоциации.

Abstract. In the process of experimental studies of bioconversion, the authors substantiated the choice of biocenoses and anaerobic methanogenic associations that most efficiently convert coal waste into biogas. As a result of the experimental work, the following cultures were selected: *Clostridium thermocellum* + *Methanobacterium thermoformicium*; *Ps.aeruginosa* + *B.megaterium* + *M. Omelianskii* + *Ms. Methanica*, as well as an anaerobic consortium

Keywords: carbonaceous waste, biotechnological processes, biogas, biocenosis, anaerobic methanogenic associations.

Введение. Ликвидация угольных предприятий неразрывно связана с необходимостью хранения и переработки углесодержащих отходов, требующих существенных материальных затрат, и приводит к долговременному негативному влиянию на экологическую систему угледобывающих регионов. Одним из перспективных направлений переработки угольных материалов является использование биотехнологических процессов [1].

В процессе добычи угля происходит спонтанное развитие других форм микрофлоры, приводящее к некоторому химическому и структурному преобразованию. Интенсификацию таких процессов с целью биотрансформации угля можно осуществить путем развития активных по отношению к углю форм микрофлоры. Анаэробный метаногенный консорциум смешанных культур микроорганизмов является наиболее приемлемым «инструментом» для деструкции органического вещества угля. В процессе экспериментальных исследований биоконверсии авторами был обоснован выбор биоценозов и анаэробных метаногенных ассоциаций, которые наиболее эффективно осуществляют преобразова-



ние угольных отходов в биогаз [2]. В результате опытных работ были выбраны следующие культуры: *Clostridium thermocellum* + *Methanobacterium thermoformicium*; *Ps.aeruginosa* + *B.megaterium* + *M. Omelianskii* + *Ms. Methanica*, а также анаэробный консорциум. При утилизации угля марки «антрацит» посредством использования указанных культур и анаэробного консорциума метантенка максимальная концентрация метана достигала 25 %. Предварительная аэробное преобразование угля культурой гриба *Asp.niger* с дальнейшей метанизацией этими культурами дало возможность поднять выход чистого метана до 65 % при биоконверсии бурого угля. Из литературных источников известно, что анаэробная биоконверсия сложных органических субстратов проходит три этапа: гидролиз, ацидогенез и метанообразование. За каждую стадию отвечает строго определенная группа микроорганизмов.



Группа гидролитических бактерий обеспечивает начальный гидролиз сложных субстратов до низкомолекулярных органических соединений. Следующую группу составляет ацидогенные бактерии (*Clostridium*, *Pseudomonas*, *Vaccilus*), продуцирующими уксусную кислоту и водород. 157

Стадия метаногенерации осуществляется непосредственно семейством бактерий *Methanobacteriaceae*. При недостаточной активности метаногенов-хемолитотрофов и при избытке органического субстрата значительно увеличивается количество ионов водорода, инициируя деятельность ацидогенов.



Целесообразность разделения стадий процесса для представителей анаэробного сообщества микроорганизмов была подтверждена результатами анализа экспериментов. После фильтрации через предварительно обработанный раствором едкого натрия антрацит вновь возвращался в первый сосуд. При культивировании бактерий на образцах отходов в течение двадцати суток концентрация метана достигала 35,25 %. В рамках проведения эксперимента было также изучено воздействие химических реагентов на угольный субстрат. Анализ представительной выборки опытов (35 испытаний) показал, что положительные результаты достигаются в случае обработки растворами едкого натра NaOH и температурного гидролиза в растворе едкого калия KOH [2].

Наилучшие результаты были достигнуты при использовании 5% раствора NaOH. Как показала практика, при переходе от малых (опытных) объемов к промышленным масштабам скорость и интенсивность биохимических реакций может претерпевать значительные изменения. В рамках разработки промышленных технологий переработки отходов были проведены натурные экспери-

менты с использованием принципов моделирования и системного анализа. Указанные исследования были осуществлены для двух групп культур: *Ps.aeruginosa* + *B.megatmerium* + *M. Omelianskii* + *Ms. Methanica* и метаногенного консорциума етантенка [3]. Эксперимент производился двумя способами: перманентным путем и с разделением стадий. Второй способ культивирования бактерий был использован для метаногенной ассоциации. Натурные исследования первым способом проводились в специальном «реакторе» объемом 3 м³; при разделении стадий объем первого «реактора» составил 2 м³, второго – 3 м³. При этом в случае непрерывного процесса утилизации подвергалось 675 кг антрацита, во втором – 320 кг исходного материала. В технологическом цикле промышленной биопереработки использовался так называемый инокулят с удельным содержанием сырой биомассы 0,04 г/л. Исходная водоугольная смесь была сформирована из следующих компонентов: твердая фаза (уголь) 40 %, жидкая фаза – 60 %, в которой инокулят бактерий (водоугольная суспензии) составлял до 30 %, остальное вода и корректирующие 158 добавки минеральных соединений. Начальная концентрация микроорганизмов при выполнении опытов по технологии второго типа (с разделением стадий) составляла 0,015 г/л. При разделении стадий процесса средняя концентрация метана составила 20 %, производительность по метану 0,204 м³/т в сутки. Результаты опытов по технологии совместного культивирования кислотообразующей и метаногенной микрофлоры характеризуются средней концентрацией метана 12...17% и производительностью по метану 0,138...0,155 м³/т в сутки.

Вывод. Из анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований следуют два важных практических вывода:

а) наиболее перспективным способом переработки угольных отходов в промышленных масштабах является микробная биоконверсия отходов с разделением стадий (раздельным культивированием микрофлоры);

б) оптимизация технологии переработки в зависимости от вида углеотходов должна в обязательном порядке производиться методом моделирования на основе выбора наиболее активного биоценоза микроорганизмов.

Список литературы

1. Голик В. И., Масленников С. А., Прокопов А. Ю., Базавова О. В. Обеспечение экологической безопасности техногенных отходов // Научное обозрение. – 2014. – № 9. – С. 726–729.
2. Экология микроорганизмов: Учеб. для студ. вузов / А.И. Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Горленко и др.; Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 272 с.
3. Свергузова С.В., Тарасова Г.И. Основы микробиологии и биотехнологии: Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1999. – Ч.2. – 96с.

УДК 622.7.01

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА СМЕЩЕНИЯ ОПОЛЗНЯ, ПОДРАБОТАННОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Кустов В. В., доцент каф. ОПИ ГОУВПО «ДОННТУ», к.т.н.,
Мозалевский Д. А., студент группы Шск-15, ГОУВПО «ДОННТУ».

эл. адрес: zviagintseva@donntu.org

Аннотация. Рассмотрена проблема обеспечения безопасных условий эксплуатации внутрикарьерного транспорта и горнотехнических сооружений в околооползневой зоне, выполнен анализ результатов инструментальных наблюдений, спрогнозирована величина смещения (надвига) оползня на площадки нижележащих уступов.

Ключевые слова: карьер, борт карьера, деформация, оползень, перегрузочный пункт, наблюдательная станция, смещение, устойчивость, сейсмика, рекомендации.

Abstract. The problem of maintenance of safe conditions of operation of intraopen-pit transport and mine technical construction in a circumsliding area is