

ФОРМИРОВАНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ ФАЗЫ СРЕДЫ ПРИ ФЕРМЕНТАЦИИ БАКТЕРИЙ НА КАПТИРУЕМОМ ШАХТНОМ МЕТАНЕ

Розглянуто умови формування складу метано-повітряної суміші, що каптується дегазаційною системою вугільної шахти, та його вплив на технологічні показники виробництва метаноокислюючих бактерій з шахтного метану.

STRUCTURE OF A GAS PHASE OF ENVIRONMENT AT FERMENTATION OF BACTERIA ON CAPPING MINE METHANE

Formation of structure of a methane-air mix, which capping by degassing system of a colliery, and its influence on technological and economic parameters of manufacture of methane-oxidative bacteria from mine methane are considered.

Одним из направлений использования метана, каптируемого дегазационными установками шахт, является производство метанотрофов – бактерий, окисляющих метан. Такие бактерии могут эффективно применяться для дегазации выемочных участков шахт [1, 2] и в качестве белково-витаминных добавок в корма сельскохозяйственных животных [3, 4].

Технология производства биомассы метанотрофов (в сухом виде – гаприна) заключается в следующем. На промплощадке шахты устанавливают ферментёр, заполняют его водой, содержащей питательные соли и маточную культуру бактерий. В ферментёр непрерывно подают каптируемую из шахты метано-воздушную смесь и обеспечивают перемешивание среды. По мере увеличения количества бактерий, их отбирают из ферментёра и направляют в шахту для дегазации или после сгущения и сушки - в откормочные сельскохозяйственные комплексы.

Одной из проблем, возникающих при производстве бактерий на шахтном метане, является нестабильность состава каптируемой смеси, составляющей газовую фазу среды при ферментации. Физиологически метанотрофы способны ассимилировать метан и кислород в строго определенном соотношении. При этом гомологи метана, а также азот и примесные газы атмосферного воздуха (Ar , CO_2 , He , H_2 и др.) бактерии не потребляют.

Для достижения максимальной эффективности производства биомассы необходим расчет потребного количества исходного сырья для выращивания бактерий. Рассмотрим следующие варианты состава газовой фазы среды ферментации, которая может сформироваться при выращивании бактерий на шахтном метане.

ВАРИАНТ 1. Кислорода в составе каптируемой смеси достаточно для полного усвоения бактериями содержащегося в ней метана.

Для данного варианта распределения газов в ферментёре должно выполняться условие баланса газов:

$$V_{N_2} + V_{O_2} + V_{ПВ} + V_{CH_4} + V_{ГМ} = V_{ФГ}, \quad (1)$$

где V_{N_2} - объем азота атмосферного воздуха; V_{O_2} - объем кислорода атмосферного воздуха; $V_{ПВ}$ - объем примесей воздуха, не участвующих в биосинтезе; V_{CH_4} - объем метана; $V_{ГМ}$ - объем гомологов метана и примесей шахтных газов, не участвующих в биосинтезе.

Как известно, для атмосферного воздуха выполняется условие соотношения концентраций газов:

$$C_{N_2} : C_{O_2} : C_{ПВ} = 78,08 : 20,95 : 0,97. \quad (2)$$

Метаноксиляющие бактерии, например наиболее распространенные промышленные метанотрофы штамм ВСБ-874, потребляют газы в соотношении:

$$V_{O_2} : V_{CH_4} = 3,5 : 3,0. \quad (3)$$

Тогда для единичного объема газовой фазы среды ферментации имеем следующее:

$$C_{O_2} = 3,5 \cdot C_{CH_4} / 3,0. \quad (4)$$

Из уравнений (2) и (1) соответственно:

$$(C_{N_2} + C_{ПВ}) = 79,05 \cdot C_{O_2} / 20,95; \quad (5)$$

$$(79,05/20,95) \cdot (3,5 \cdot C_{CH_4} / 3,0) + 3,5 \cdot C_{CH_4} / 3,0 + C_{CH_4} + C_{ГМ} = 1.$$

Оптимальная для бактерий концентрация метана в капируемой смеси равна:

$$C_{CH_4} = 0,1522 \cdot (1 - C_{ГМ}). \quad (6)$$

Приняв для определенности среднюю для шахт Донбасса величину $C_{ГМ} = 0,02$ в составе всех капируемых углеводородов, получим концентрации газов в смеси, оптимальной для ферментации бактерий:

$$C_{CH_4}^{ОПТ} = 15,18 \% ; C_{O_2} = 17,71 \% ; C_{N_2} + C_{ПВ} = 66,8 \% . \quad (7)$$

При концентрации метана в смеси менее $C_{CH_4}^{ОПТ}$ бактерии испытывают метановое голодание, более $C_{CH_4}^{ОПТ}$ – кислородное голодание, обусловленное избытком метана.

Отметим, что оптимальная для бактерий концентрация метана является взрывоопасной, такая смесь газов не утилизируется традиционными способами и сбрасывается в атмосферу в виде отхода угледобычи.

ВАРИАНТ 2. Как и в варианте 1, кислорода в составе капируемой смеси достаточно для полного усвоения содержащегося в ней метана, но для стабилизации соотношения газов на уровне оптимального, в смесь добавляют природный газ из сторонних источников, например поверхностных дегазацион-

ных скважин.

Уравнение баланса газов в смеси по этому варианту в единичном объеме ферментёра имеет вид:

$$C_{N_2} + C_{O_2} + C_{ПВ} + C_{СН_4} + C_{ГМ} + C_{ПГ} + C_{ГПГ} = 1, \quad (8)$$

где $C_{ПГ}$ - концентрация природного газа, вносимого в смесь извне; $C_{ГПГ}$ - концентрация гомологов природного газа, которая в общем случае отлична от $C_{ГМ}$.

Технически реализация добавления метана в каптируемую смесь может состоять в применении кольцевания шахтных вакуум-насосных систем, устройстве накопителей газовой смеси, компримировании газа, сепарации и других способов стабилизации его состава. Поэтому далее примем $C_{ГПГ} = C_{ГМ}$, а общее содержание углеводородов в газовой фазе среды ферментации:

$$C_{СН_4}' = C_{СН_4} + C_{ПГ}; \quad C_{ГМ}' = C_{ГМ} + C_{ГПГ} \quad (9)$$

где $C_{СН_4}'$, $C_{ГМ}'$ – концентрации соответственно метана и его гомологов в стабилизированной метаном смеси.

С учётом этого, аналогично варианту 1, для единичного объёма смеси газов получим:

$$C_{N_2} + C_{O_2} + C_{ПВ} + C_{СН_4}' + C_{ГМ}' = 1. \quad (10)$$

Для смеси газов по этому варианту отношение (2) сохранится, причём:

$$C_{O_2} = 3,5 \cdot (C_{СН_4} + C_{ПГ}) / 3,0. \quad (11)$$

Тогда из уравнения (8):

$$(0,7905/0,2095) \cdot (3,5/3,0) \cdot (C_{СН_4} + C_{ПГ}) + 1,020408 \cdot C_{ПГ} + 1,020408 \cdot C_{СН_4} = 1 \quad (12)$$

откуда

$$C_{ПГ} = 0,1844 - C_{СН_4}. \quad (13)$$

Уравнением (13) определяется концентрация метана, содержащегося в природном газе.

ВАРИАНТ 3. Концентрация метана в каптируемой смеси превышает оптимальную для ферментации бактерий. Для оптимизации состава смеси, в нее добавляют кислород. Технологически возможно также разбавление богатой метаном смеси атмосферным воздухом до оптимальной концентрации.

Пусть в газовую фазу среды ферментации добавляют кислород. Для газов смеси в условиях кислородного голодания бактерий, составим уравнение:

$$C_{N_2} + C_{O_2} + C_{ПВ} + C_{СН_4} + C_{ГМ} + C_K = 1, \quad (14)$$

где C_K - концентрация дополнительного кислорода, вносимого в ферментёр.

При этом варианте выполняются вышеуказанные соотношения (2), а также при $C_{ГМ} = 0,02$:

$$(C_{O_2} + C_K)/C_{CH_4} = 3,5/3,0; C_{ГМ} = 0,02 \cdot C_{CH_4}/0,98. \quad (15)$$

Решая (15) относительно C_K , получим:

$$C_K = (6,5892 \cdot C_{CH_4} - 1)/3,7733; V_K = (6,5892 \cdot V_{CH_4} - 1)/3,7733. \quad (16)$$

Таким образом, при концентрации метана 15,18 % каптируемая смесь оптимальна для производства бактерий на шахтном метане (при концентрации гомологов 2 %), при меньшей концентрации метана каптируемую смесь необходимо обогащать метаном из других источников, при большей концентрации – разбавлять кислородом или воздухом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мякенький В.И., Курдиш И.К., Демченко В.Б., Петух А.П., Шмиголь А.В., Трунов Л.Ф. Эффективность микробиологического окисления метана в выработанных пространствах угольных шахт / Микробиологический журнал.- 1992.- том 54, № 1.- С.67-73.
2. Мякенький В.И., Демченко В.Б. Микробиологическая дегазация тупиков погашаемых штреков / Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. трудов / Ин-т геотехн. механики НАН Украины.- Днепропетровск, 2001.- Вып.25.- С.115-118.
3. Потураев В.М., М'якенький В.І. Перспективи використання метану ву-гільних пластів / Вісник АН УРСР, № 2, 1986.- С.18-21.
4. Патент України № 24059. МКВ С 12 N 1/26. Спосіб утилізації метановмі-щующих шахтних газів / М'якенький В.І., Сілант'єв Л.В., Дібцов В.П., Корні-євський Л.Г., Шкоп Я.Я., Шміголь А.В., Демченко В.Б. Опубл. 31.08.98. Бюл. №4.

УДК 662.1:528:681.3065

А.А. Глухов, Д.М. Хламов

ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКАЯ БАЗА ДАННЫХ - ОСНОВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ця стаття присвячена питанням проектування геолого-маркшейдерської бази даних гірничого підприємства. Розглянуто базу даних, що лежить в основі ГІС “GeoMark”, розробленої в УкрНДМІ у 2000 році.

THE GEOMARKER DATA BASE IS THE BASIS FOR THE MINING PROBLEMS SOLVING

The article is devoted to the problems of geomarker database designing for mine industry. The basis database of “GeoMark” GIS had developed in UkrNSMI in 2000 year, is reported.

В последнее десятилетие наметился прогресс в использовании геоинформационных систем (ГИС) для решения задач угледобывающей отрасли. В частности, различные ГИС широко применяются для создания электронной горно-графической документации. Электронные планы горных работ отлично зарекомендовали себя в производстве. Ряд организаций использует ГИС не только как средство перевода карт, планов, схем, чертежей в электронный вид,