

УДК 622.411.322.004.82:579

К.К. Софийский, А.П. Петух, Ю.А. Герасименко,
ИГТМ НАН Украины, г. Днепропетровск,
Б.В. Бокий,
Шахта им. А.Ф. Засядько, г. Донецк

УТИЛИЗАЦИЯ ШАХТНОГО МЕТАНА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТАНОКИСЛЯЮЩИМИ БАКТЕРИЯМИ

Розроблено експериментальну шахтну установку для біосинтезу білкової маси з метану дегазаційних установок. Наведено результати розрахунку кількісних значень білкової маси (кормових добавок).

UTILIZATION OF THE COAL MINE METHANE WITH THE HELP OF BACTERIA OXIDIZING METHANE

An experimental mine plant was designed for the biosynthesis of the albuminous mass received from the methane-degassing plants. The results of the calculating the quantitative values of the albuminous mass (feed additions) are presented.

ИГТМ НАН Украины совместно с институтом биологии и вирусологии НАНУ под руководством Ф.А. Абрамова и при непосредственном участии В.И. Мякенького, И.К. Курдиша, А.П. Петуха, и др. Разработан способ получения биомассы с использованием метанотрофных (метаноокисляющих) бактерий перерабатывающих шахтный метан.

Метанотрофные бактерии представляют собой одноклеточные микроорганизмы, имеющие микронные размеры и характеризующиеся способностью использовать метан в качестве единственного источника углерода и энергии при наличии в водной среде только нескольких минеральных солей.

В этих условиях, при оптимальных для жизнедеятельности бактерий значениях концентрации метана, кислорода, температуры, давления среды и других факторов, метанотрофы окисляют метан и интенсивно размножаются, накапливая свои клетки – биомассу. При этом для накопления 1 кг. Биомассы бактерии потребляют 2-3 м³ метана.

С целью изучения возможностей использования каптируемого метана угольных пластов для биосинтеза белковой массы Институтом геотехнической механики НАНУ и Институтом микробиологии и вирусологии НАНУ разработан экспериментальный образец шахтной установки для получения биомассы метаноокисляющих бактерий.

Основными элементами технологической схемы получения биомассы из шахтного метана являются:

горный массив, включающий сближенные газоносные угольные пласты;

система дегазации шахты, состоящая из вакуумнасосной установки, дегазационных скважин и системы магистральных трубопроводов для транспортирования метановоздушной смеси;

шахтный блок ферментаторов для наращивания суспензии метаноокисляющих бактерий, включенный в дегазационную установку шахты.

Наращивание суспензии метаноокисляющих бактерий производится в биореакторах (ферментерах), в которые вводится питательная среда (питьевая или техническая вода с незначительными добавками минеральных солей) и маточная культура метаноокисляющих бактерий. В ферментерах обеспечиваются необходимые температурные режимы, подача метановоздушной смеси и массообмен. Процесс наращивания бактерий осуществляется в непрерывном или циклическом режимах.

Экспериментальный образец разработанной установки для культивирования метаноокисляющих бактерий на шахтном метане впервые был испытан в условиях шахты «Ясиновская-Глубокая» ПО «Советскуголь». Достигнутая плотность бактериальной суспензии в режиме циклического наращивания в пересчете на сухое вещество составила 15,2 г/л при производительности установки 350 литров в сутки.

Биомасса метаноокисляющих бактерий, полученная в результате биологического окисления метана угольных пластов, может найти широкое применение.

Например, для снижения концентрации метана в выработанных пространствах лав, такие испытания были проведены ИГТМ и ИМВ НАНУ на ряде шахт Донбасса, где концентрация метана снижалась от 30-57 %, что позволяет по газовому фактору увеличить нагрузку на очистной забой в 1,4-1,8 раза.

Преимуществом использования шахтного метана для производства белка, по сравнению с применением газа в качестве топлива в котельных установках, для которых характерно сезонное потребление газа в осенне-зимний период, является возможность круглогодичного получения белковой продукции, и, следовательно, более полного использования углеводородных ресурсов.

Важным также преимуществом использования шахтного метана для получения белковой продукции является возможность концентрации всего производства в пределах поверхностного комплекса шахты. При этом отпадает необходимость в создании сети коммуникаций и трубопроводов для подвода метана к потребителям.

Отличительной особенностью такой технологии является то, что она позволяет использовать метановоздушные смеси как низкой (до 15 %), так и высокой (до 90 % и более) концентрации метана.

Важным направлением использования биомассы, получаемой на каптируемом из шахты метане, является применение его в качестве высококалорийных добавок в корм сельскохозяйственных животных, птицы и рыб. Получаемая из метана биомасса содержит не менее 60 % белка (для сравнения: горох – 22 %, соя – 40 %), богатого содержанием незаменимых аминокислот и витаминов. Его применение в качестве белковых добавок в корма обеспечивает значительное повышение продуктивности животных (свыше 15 %) и существенную экономию концентрированных кормов (на 20 % и более).

Если учесть, что на синтез 1 кг. Клеток бактерий используется 2-3 м³ метана, легко рассчитать, что при каптаже 90 м³/мин. метановоздушной смеси с 32 %-ной концентрацией СН₄, применение ферментера объемом 187 м³ позволяет получить в год 3110 тонн белковой продукции. Как показали расчеты, получение биомассы с использованием каптируемой метановоздушной смеси в объеме 90 м³/мин. со средней концентрацией метана 32 % является экономически выгодным. При рентабельности производства около 30 %, срок окупаемости строительства ферментационной установки составит 3 года. Себестоимость одной тонны гаприна составит 2472 грн. При рыночной цене белково-витаминного концентрата составит эквивалентной энергетической ценности по сырому протеину 3622 грн. Использование такого количества добавок к корму животных и птицы позволяет произвести дополнительно 2-2,5 тысячи тонн мяса (в живом весе), т.е. обеспечить питанием, согласно научно обоснованным нормам, в течение года 15-22 тысячи человек. Чтобы получить такое же количество белка, например, из ячменя, необходимо было бы засеять им 3-5 тысяч гектаров земли.

Биосинтез метанооксиляющих бактерий на основе метана угольных шахт позволяет уменьшить выбросы метана в атмосферу и сэкономить значительные площади пахотных земель для производства дополнительных объемов сельскохозяйственной продукции.

ИГТМ НАНУ по договору с ш. им. А.Ф. Засядько разработано ТЭО на создание оптимальной установки для производства гаприна из шахтного метана.