

УДК 622

## ПЕРСПЕКТИВНЫЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Д.В. Беликова, студент, гр. ГБб-201

Научный руководитель: А.Ю. Игнатова, доцент, к.б.н.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Проблема дегазации угольных шахт – это острая проблема угольной промышленности. Метан, содержащийся в пластах каменного угля, достигает огромных количеств - сотни кубометров на 1 т угля. Метан взрывоопасен, поэтому угрозу для жизни шахтеров создает его скопление в горных выработках.

В настоящее время существует множество подходов к дегазации шахт. Интересным и перспективным представляется способ борьбы с шахтовым метаном, основанный на использовании биотехнологии. Возможно применение бактерий, окисляющих в процессе своей жизнедеятельности метан до углекислого газа, для снижения концентрации метана в угольных пластах и выработанных пространствах [1]. Суспензию, содержащую бактерии, распыляют непосредственно в угольный пласт.

Однако, более интересна и экономически выгодна идея получения из шахтового метана полезных продуктов.

Так, сегодня повсеместна и актуальна не только в нашей стране, но и за рубежом проблема производства кормов для сельскохозяйственных животных. В настоящее время производство белковых добавок для скота недостаточно, растительный белок плохо усваивается животными.

Решить эту проблему можно производством альтернативного продукта - микробного белка, который является полноценным кормом для с/х животных.

Бактерии, относящиеся к группе аэробных метилотрофов, способных утилизировать метан, могут быть источником кормового белка (SCP, Single Cell Protein) [2]. Метилотрофы широко распространены в природе. Сегодня известно более 50 родов таких бактерий, способных расти на метане, используя его в качестве источника углерода и энергии. Биомассу таких микроорганизмов можно использовать как кормовой белок для скота, что повысит эффективность работы птицефабрик и животноводческих комплексов. Микробная биомасса по содержанию незаменимых аминокислот сопоставима с рыбной и соевой мукой. Процентное содержание белка в микробной биомассе доходит до 70, при этом содержание нежелательных жирных кислот незначительно [3]. Микробный белок выгоден с экономической позиции, так как нет необходимости в затратах на рыборазведение и переработку рыбы, а также и засев полей соей. Такой белок сбалансирован по аминокислотному составу, не содержит в составе ГМО (как в случае с соевой мукой) и природных токсинов, имеет постоянный минеральный состав.

Известны способы получения микробного белка (торговое название Гаприн) на основе природного газа – смеси газов, в т.ч. метана. Еще в СССР в 1980-х гг. его получали с использованием термотолерантного метанотрофа *Methylococcus capsulatus* [2]. Однако, использование для этих целей метана, выделяющегося при дегазации шахт, до сих пор остается неизученным [4].

В настоящее время нами прорабатывается технологическая схема получения микробного белка на основе шахтного метана из дегазационных скважин. Перспективно использование смешанной культуры микроорганизмов, работающей на основе кометаболизма, для повышения эффективности процесса и увеличения выхода готового продукта. В качестве источника азота возможно добавление в исходную питательную среду мочевины или пептона, также нужны фосфатные соли, необходимые микроорганизмам микроэлементы содержатся в воде, входящей в состав жидкой питательной среды.

По базовой технологии дегазационные скважины подключают к магистральному трубопроводу и с помощью вакуум-насосов откачивают метан на дневную поверхность [4]. Поэтому возможно установление реактора-ферментера для производства микробной биомассы в месте выхода трубопровода.

Производство микробного белка на основе метана возможно по схеме производства кормовых дрожжей (рис. 1).

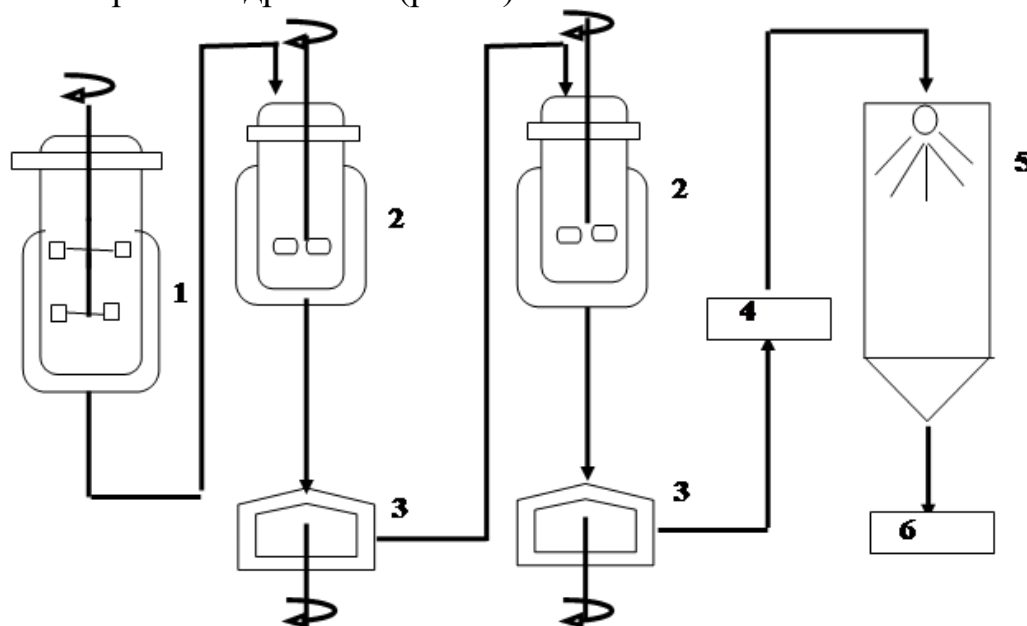


Рис. 1. Схема производства микробного белка из метана:

1 – ферментер, 2 – сборник, 3 – сепаратор, 4 – термообработка, 5 – сушилка, 6 – фасовка

Для производства белка предлагается использование безнапорного струйного ферментера, который представляет собой многоступенчатый колонный аппарат рабочим объемом до 300 м<sup>3</sup>, в котором жидкая фаза, закачанная насосом в верхнюю часть аппарата, самотеком стекает вниз, проходя

несколько безнапорных эжекционных ступеней. Выбор такого ферментера обусловлен его наибольшей безопасностью в связи со взрывоопасным производством (рис. 2).

Всасывание воздуха (в нашем случае шахтовый воздух, содержащий метан) происходит за счет энергии падающей жидкости.

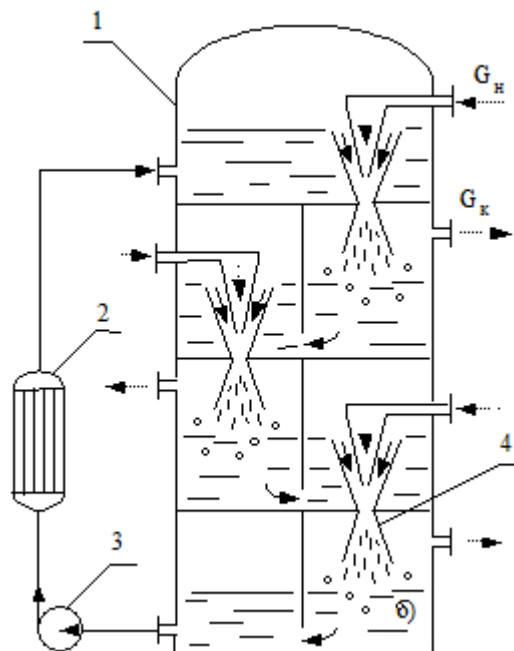


Рис. 2. Струйный безнапорный ферментер:

1 - аппарат; 2 - теплообменник; 3 - насос; 4 - эжекционное устройство

Биомассу микроорганизмов, растущих на метане, необходимо извлекать из ферментера и высушивать. Именно эта биомасса и является кормовым белком.

Внедрение данной технологии на угольных предприятиях повысит их рентабельность, потребителями готовой продукции могут стать сельскохозяйственные предприятия, фермы по выращиванию крупного рогатого скота.

Производство кормового белка из шахтного метана актуально и перспективно, как с экологических позиций (уменьшение выбросов парникового газа), так и с коммерческих (производство ценного пищевого продукта).

#### Список литературы:

1. Биотехнология управления метановыделением в шахтах / Ю.Ф. Васючков – Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2018. Вып. 4.
2. Троценко Ю.А. Аэробные метилотрофы - перспективные объекты современной биотехнологии / Ю.А. Троценко, М.Л. Торгонская // Journal of Siberian Federal University. Biology 3 (2012 5) 243-279.

3. Плясов Ю.М. Комплексная оценка питательной ценности кормового микробного белка / Биотехнология. – 1988. - № 4. С. 402-408.

4. Биотехнология горных работ: Учебник. – М.: Издательство «Горная книга», 2011. – 351 с.: ил. (Горное образование).