

МИКРОБИОЛОГИЯ

Е. Н. БОКОВА, В. А. КУЗНЕЦОВА и С. И. КУЗНЕЦОВ

**ОКИСЛЕНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ  
БАКТЕРИЯМИ КАК ОСНОВА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ  
РАЗВЕДКИ НА НЕФТЬ**

(Представлено академиком Б. Л. Исаченко 10 I 1947)

Метод бактериальной разведки на нефть и горючие газы (1) основывается на том, что нефтяные углеводородные газы, основными компонентами которых являются метан, этан и пропан, диффундируют от нефтяной залежи к дневной поверхности через толщу осадочных пород. В подпочвенных слоях при доступе кислорода воздуха газы эти служат источником энергии для бактерий, окисляющих метан, этан и пропан, что и вызывает здесь их усиленное размножение.

Таким образом, по наличию указанных видов бактерий в подпочвен-

Таблица 1  
Использование газообразных и жидких углеводородов бактериями

Название культуры бактерий	Метан	Этан	Пропан	Пентан	Гексан	Гептан
<i>Methanomonas methanica</i>	+	—	—	+	+	+
Этаноокисляющие . . . . .	—	+	+	+	+	+
Пропаноокисляющие . . . . .	—	—	+	+	+	+
<i>Bact. aliphaticum liquefaciens</i> . . . . .	—	—	—	+	+	+

ных образцах судят о поступлении из недр углеводородных газов, а отсюда и о наличии на глубине газо-нефтяной залежи.

Метод этот в настоящее время практически проверен на многих нефтяных и газовых месторождениях. При проверке данных разведки глубинным бурением была обнаружена в Ставрополе Кавказском газовая залежь, а на Ухте — нефтяная залежь. Однако с теоретической стороны основные положения метода требовали дальнейшего уточнения.

В частности, необходимо было выяснить специфичность индикаторных бактерий по отношению к отдельным углеводородам и те минимальные концентрации горючих газов, которые могут поддерживать их жизнедеятельность.

Поскольку в составе тяжелой фракции нефтяных газов в той или иной концентрации присутствуют, кроме этана и пропана, также пары бутана, пентана и гексана, были поставлены опыты по выделению микроорганизмов, окисляющих эти углеводороды.

Стаканчики с минеральной средой, приготовленной на водопроводной воде с добавкой  $\text{KNO}_3$ —0,1%;  $\text{MgSO}_4$  0,02%;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,05%;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,05% и  $\text{NaCl}$  0,1%, инокулировались испытуемым грунтом и ставились под колокол, в котором создавалась газовая смесь из двух частей воздуха и одной части углеводородного газа или из смеси воздуха и паров соответствующего жидкого углеводорода.

Таким образом, после ряда пересевов и очистки были получены культуры бактерий, окисляющих метан, этан, пропан, пентан, гексан и гептан. Три последние группы бактерий оказались идентичными, а именно: *Bact. aliphaticum liquefaciens*.

Как видно из табл. 1, перечисленные микроорганизмы весьма специфично используют газообразные углеводороды в качестве един-

Таблица 2

Потребление метана из естественного подпочвенного воздуха при протягивании его через грунт, обогащенный культурой *Methanomonas methanica*

Концентрация метана в процентах		Количество протянутой газовой смеси в л	Длительность опыта в часах	Количество <i>Methanomonas methanica</i> в 1 г грунта в тысячах	
исходная	конечная			исходное	конечное
$992 \cdot 10^{-5}$	$465 \cdot 10^{-5}$	6,07	72	100	10 000
$443 \cdot 10^{-4}$	$386 \cdot 10^{-5}$	1,5	30	100	10 000

ственного источника углерода. Чем выше стоит углеводород в гомологическом ряду, тем легче он используется микроорганизмами. Однако, в противоположность данным J. Tausz. и P. Donath (2), ни один из выделенных нами штаммов бактерий, окисляющих метан, не

Таблица 3

Определение минимальных концентраций пропана, потребляемых пропаноокисляющими бактериями

Количество пропана, добавленное на 8,2 л воздуха, в см <sup>3</sup>	Содержание пропана по данным анализа, в %	Длительность опыта в час.	Содержание бактерий в 10 см <sup>3</sup> культуры в миллионах	
			начальное	конечное
0,0	0,000	72	60	72
0,1	0,0007	72	80	172
1,0	0,04	72	80	1915
0,0	0,000	94	228	185
0,2	0,0013	94	228	446
1,0	0,011	94	228	456
0,0	0,000	62	2004	1990
0,12	0,001	62	2004	2180

был способен окислять этан и пропан. Как показали дальнейшие опыты, указанные виды способны также использовать в качестве источника углерода аспарагин, сахара, соли жирных кислот и т. п.

Изучение минимальных концентраций метана, которые могут быть использованы *Methanomonas methanica*, производились в лабораторных условиях.

В районе Саратова, на Курдюмском месторождении, из газосъемочной скважины, расположенной в пределах газо-нефтяного контура, с глубины 2 м извлекался грунт, который обогащался культурой

*Methanomanas methanica* и помещался в алюминиевую трубку. Через него протягивался подпочвенный воздух, извлеченный с соответствующими предосторожностями из той же скважины. В начале и в конце опыта производилось определение концентраций легкой фракции в подпочвенном воздухе и определялось методом Хильтнера содержание бактерий, окисляющих метан в испытуемом образце грунта (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что при медленном протягивании подпочвенного воздуха через грунт, содержащий метаноокисляющие бактерии, газ потребляется, а количество бактерий резко увеличивается.

Аналогичные опыты были проведены с бактериями, окисляющими пропан. Газовая смесь из 8 л воздуха с добавкой 0,1—0,2 см<sup>3</sup> пропана протягивалась в количестве 2—3 л через жидкую культуру пропаноокисляющих бактерий. В начале и в конце опыта количество бактерий учитывалось микроскопическим методом (см. табл. 3).

Из табл. 3 видно, что при протягивании воздуха рост бактерий в культуре отсутствовал, а при добавке минимальных концентраций пропана, порядка 0,001%, содержание бактерий увеличилось.

Сопоставляя полученные результаты, можно сделать некоторые выводы для обоснования методики микробиологической разведки на горючие газы и нефть.

1. Метаноокисляющие бактерии из газообразных углеводородов способны использовать в качестве источника энергии лишь метан, а пропаноокисляющие — лишь пропан, поэтому по ареалу распространения этих бактерий в подпочвенных горизонтах можно судить не только о наличии газо-нефтяной залежи, но и о характере углеводородного газа, диффундирующего из залежи через осадочные породы.

2. Широкий диапазон органических веществ, которые могут использовать интересующие нас виды бактерий, заставляет брать образцы из подпочвенного горизонта и ставить биологический контроль на возможность современного образования метана.

3. Лабораторные опыты показывают, что бактерии, окисляющие углеводороды, не только могут использовать метан и пропан в концентрациях порядка 0,01—0,001%, находящихся в естественном подпочвенном воздухе, но и сами могут в известных условиях среды и достаточной мощности газового потока интенсивно размножаться и снижать концентрацию диффундирующего газа.

Всесоюзная контора  
газовой съемки „Нефтегазосъемка“  
Москва

Поступило  
10 I 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Г. А. Могилевский, Разведка недр, № 8 (1938); № 12 (1940). <sup>2</sup> J. Tausz и P. Donath, Z. physiol. Chem., 190, Н. 1—2 (1930).