

## РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ

УДК 579.69:620.193.8

*Алиева В.Г.*

*Институт микробиологии НАН Азербайджана (г. Баку)*

### БИОКОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И ГРУНТОВ НА ТРАССАХ ГАЗОПРОВОДА РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

*V. Aliyeva*

*Institute of Microbiology,  
Azarbaijan National Academy of Sciences, Baku*

### BIOCORROSION ACTIVITY OF SOIL AND ROCK ALONG GAS PIPELINE ROUTES IN VARIOUS REGIONS OF AZERBAIJAN

*Аннотация.* Приводятся результаты сравнительного изучения качественного и количественного состава микроорганизмов почв в местах залегания трубопровода и в грунтах траншей трубопровода, которые могут принимать участие в процессах биокоррозии. По содержанию углеродородокисляющих, денитрифицирующих и сульфатредуцирующих бактерий и грибов были выявлены участки слабой, средней и высокой потенциальной микробиологической коррозионной активности.

*Ключевые слова:* бактерии, грибы, микробная коррозия, агрессивность грунта.

*Abstract.* We report a comparative study of qualitative and quantitative composition of soil microorganisms, which can take part in biocorrosion, in places of pipeline bedding and pipeline trenches. According to the content of denitrifying, hydrocarbon-oxidizing, sulphate-reducing bacteria and fungi, areas of weak, average and high potential microbiological corrosion activity are found.

*Key words:* bacteria, fungi, microbial corrosion, aggression of soil.

Эксплуатации магистральных трубопроводов осуществляется в различных климатических и грунтовых условиях. Плотность грунта в траншее всегда меньше плотности почвы. Различие в плотности нетронутого и засыпного грунта создает дренажную зону и приводит к повышенному содержанию влаги в траншее трубопровода. В засыпном грунте траншей легче осуществляется газообмен, что способствует сохранению аэробных условий в траншее и делает возможным развитие аэробных микроорганизмов. Температура слоя грунта, прилегающего к трубе, в зависимости от почвенно-климатических условий, времени года и температуры стенки трубы может колебаться от 15-20°С до 40°С и выше, что может интенсифицировать микробиологические процессы [4; 6]. При обратной засыпке грунт траншей обогащается разнообразными микроорганизмами верхних горизонтов почв. Таким образом, указанные свойства грунтов характеризуют их как среду обитания микроорганизмов, отличающуюся от генетически связанных с ними почв, и являются факторами, определяющими развитие в

грунтах различных групп почвенной микрофлоры.

В комплекс мероприятий по защите подземных трубопроводов входит нанесение на поверхность трубы защитных покрытий, как правило, состоящих из 2-4-х слоев изоляционных материалов, в число которых могут входить битумные мастики, липкие и нелипкие ленты на основе поливинилхлорида и полиэтилена. При эксплуатации все эти материалы способны подвергаться воздействию микроорганизмов [1; 9-10]. Для борьбы с почвенной коррозией трубопроводов необходимы всесторонний анализ особенностей протекания коррозионных процессов в грунте с учетом условия формирования и функционирования микробных ценозов в очагах коррозии, а также биостойкости изоляционных материалов и покрытий трубопроводов.

В связи с перечисленными особенностями грунтов траншей трубопроводов нами была проведена работа по выявлению и оценке численности некоторых групп микроорганизмов, представители которых могут участвовать в разрушении покрытия действующего магистрального газопровода. С целью выявления количественного и качественного состава микрофлоры по трассе газопровода были открыты шурфы, где по специальной методике отбирались пробы почв и грунтов 9 различных регионов Азербайджана, включающие природно-хозяйственные области Большого и Малого Кавказа, Муган-Сальянский, равнинный Ширванский, Лянкяран-Астаринский и Джалилабадский кадастровые районы. Исследуемые области Азербайджана характеризуются следующими типами почв: желтоземные, сероземные, горно-лесные коричневые, лугово-сероземные, темно-каштановые, каштановые обыкновенные, каштановые светлые.

Для сравнения численности микроорганизмов отбирали на той же глубине нетронутый грунт на расстоянии 7-10 метров от траншеи (контроль). Образцы почв формировали при смешивании проб из соответствующих почвенных горизонтов. В отобранных пробах грунтов и почв методом предельных раз-

ведений выявляли и оценивали численность углеводородокисляющих, денитрифицирующих и сульфатвосстанавливающих бактерий [7-8]. Известно, что к наиболее активным представителям почвенной микрофлоры, способным повреждать защитные покрытия и металл трубопроводов, относятся микроскопические грибы, главным образом, родов *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Stachybotris*, *Paecilomyces*, актиномицеты, микобактерии, углеводородокисляющие, сульфатредуцирующие и тионовые бактерии [3]. Большинство этих групп микроорганизмов были найдены в обследованных нами почвах.

В грунтах, генетически связанных с желтоземными почвами, вследствие значительного содержания гумуса в почве и сравнительно большой мощности гумусовых горизонтов, так же, как и в болотах с мощным слоем торфа, не происходит существенного изменения содержания органического вещества в грунте траншеи при ее засыпке и перемешивании почвенных горизонтов. В результате при прочих равных условиях (влажность рН, химический состав) качественный и количественный состав микробиоты в грунте и почве в среднем одинаков. Основное место в изученных грунтах занимают бактериальные формы, почвенные грибы составляют небольшую часть от общего числа аэробных микроорганизмов.

В грунтах, генетически связанных с желтоземами, нами были найдены главным образом грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma* и грибы порядка *Mucorales*. В грунтах, генетически связанных с каштановыми почвами, в условиях недостаточного увлажнения повышенная температура слоя грунта у трубы приводит к снижению его влажности и повышению минерализации почвенного раствора. Наиболее четко эти особенности проявляются летом. В результате резко ухудшаются условия жизнедеятельности для микроорганизмов. Так, на одном из участков трубопровода мы наблюдали уменьшение численности в грунте аэробных бакте-

рий и грибов с  $5 \cdot 10^7$  до  $3 \cdot 10^5$  кл/г, в то время как количество сульфатредуцирующих (СРБ) повысилось с 40 до  $2,5 \cdot 10^3$  кл/г грунта. Впрочем, несмотря на неблагоприятные условия, уровень развития микроорганизмов в грунте траншей был достаточно высок, что, по-видимому, оказалось одним из факторов, определявших уровень коррозионных повреждений на этом участке трубопровода. Из грунтов, генетически связанных с каштановыми почвами, были выделены грибы родов *Penicillium*, *Cladosporium*, *Raecilomyces*, *Trichoderma*. Среди них преобладали грибы родов *Penicillium* и *Raecilomyces*.

Микробиота грунтов траншей газопровода, проложенных в каштановых почвах, по количественному составу и соотношению физиологических групп практически не отличается от микробиоты почв аналогичного механического состава. В грунтах траншей газопровода, проложенных в зоне каштановых почв, повреждения приурочены к участкам с высокой влажностью (10-12%), засоленностью и высоким содержанием СРБ ( $10^4$  кл/г), высоким содержанием гумуса (свыше 1,5-2%).

Полученные результаты представлены в таблице, из данных которой следует, что количество бактерий, независимо от района взятия проб, в грунтах траншей газопровода заметно выше, чем в контрольной почве. Так например, в 1 г грунта траншеи, взятого в районе Евлаха, обнаружено до  $1500 \times 10^3$  клеток бактерий, тогда как на контрольном грунте численность бактерий не превышала  $700 \times 10^3$  клеток. Подобные результаты обнаружены и при анализе проб грунтов, взятых в Кази-Магомед и Кюрдамире. В Астаре, Масаллах и Сальянах столь резкого различия в численности бактерий не было, однако и в грунтах этих траншей численность бактерий всегда была выше, чем в контрольном участке. Что касается микроскопических грибов, то их количество также, как правило, было выше в грунтах траншей трубопровода, особенно в пробах, отобранных с верхней поверхности трубы.

В грунтах траншей трубопроводов выявлены углеводородокисляющие (УОМ),

денитрифицирующие (ДНБ) и сульфатредуцирующие бактерии (СРБ). Их численность в грунтах траншей выше по сравнению с численностью представителей этих бактерий в нетронутой почве. Следует отметить, что количество бактерий в грунтах траншей значительно превышает количество грибов. Это позволяет предполагать, что в коррозии изоляционных покрытий трубопроводов ведущая роль принадлежит не микроскопическим грибам, а бактериям. На большую роль бактерий в разрушении покрытий трубопроводов указывают многие исследователи, что свидетельствует о необходимости при определении стойкости изоляционных покрытий подземных трубопроводов, и газопроводов в частности, не ограничиваться использованием только грибов, а включать в тест организмов и бактерии [2; 5].

Таким образом, анализ полученных нами данных показал, что частота появления повреждений защитных покрытий трубопроводов может коррелировать с величиной потенциальной микробной коррозионной активности грунтов. Исследованиями в различных регионах Азербайджана выявлено, что в условиях повышенной активности почвенных микроорганизмов происходит интенсивное развитие очагов биокоррозии газопроводов и биоразрушений изоляционных покрытий. Изоляционные покрытия, подверженные биологическому поражению, теряют первоначальную эластичность, охрупчиваются. В соответствии с полученными результатами оказалось возможным разделить изученные грунты на три типа. I тип – слабая биокоррозионная активность (к нему относятся участки в зонах от Астары до Джалилабада). II тип – средняя биокоррозионная активность (к нему относятся участки в зонах от Джалилабада, Сальяны до Кази-Магомед). III тип – высокая биокоррозионная активность (к нему относятся участки в зонах Кази-Магомед, Казах, Агдаш). В грунтах I типа почти не обнаружено повреждений защитных покрытий и металла, связанных с активностью почвенных микроорганизмов. Такие повреждения отмечены в грунтах III типа.

**Количество(КОЕ/ г почв) бактерий и микроскопических грибов  
грунта траншей газопровода**

Глубина взятия пробы, см	Место отбора пробы	Количество, $\times 10^3$		Общее количество бактерий, $\times 10^3$ .		
		Бактерии	Грибы	Углеводород- окисляющие бактерии	Денитрифи- цирующие бактерии	Сульфат- редуцирующие бактерии
Астара						
40	1	2500	100	100	60	2,5
65	2	2000	130	60	50	2,5
50	К	1950	70	25	40	1,5
Масаллы						
40	1	2100	200	110	60	5,0
65	2	1800	225	50	55	3,0
50	К	1830	175	30	30	1,0
Джалилабад						
40	1	2000	100	130	25	8,5
65	2	2050	90	80	15	6,5
50	К	1600	90	40	8	3,0
Сальяны						
40	1	2000	260	120	80	15
65	2	2000	190	100	60	15
50	К	1800	180	80	30	5,0
Газак						
40	1	1200	30	300	120	120
65	2	1000	20	150	80	100
50	К	800	18	100	30	50
Евлах						
40	1	1500	22	26	3	40
65	2	1220	15	13	1,2	40
50	К	700	10	10	0,6	20
Агдаш						
40	1	1200	35	250	175	130
65	2	900	20	200	150	100
50	К	800	20	100	130	40
Кюрдамир						
40	1	1400	25	100	15	75
65	2	1300	19	70	15	65
50	К	760	19	50	2,8	23
Кази-Магомед						
40	1	800	20	225	100	140
65	2	700	10	180	90	130
50	К	400	5	85	50	60

*Примечание:* 1 – грунт взят с верхней поверхности трубы; 2 – грунт взят сбоку трубы; 3 – ненарушенная почва на тех же глубинах (контроль).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Басиев К.Д., Бигулаев А.А., Кодзаев М.Ю. Механо-коррозионные процессы в грунтах и стресс-коррозия в магистральных нефтегазопроводах // Вестник Владикавказского научного центра. – 2005. – Т. 1 (№ 5). – С. 47–53.
2. Занина В.В. Методы оценки микробной стойкости защитных покрытий / В.В. Занина, Ж.П. Коптева, А.Е. Коптева и др. // Микробиологический журнал. – 2003. – Т. 65 (№ 5). – С. 41–45.
3. Каневская И.Г. Биологические повреждения промышленных материалов. – М.: Наука, 1984. – 231 с.
4. Коптева Ж.П. Влияние биокоррозионной активности грунта на биостойкость изоляционных покрытий / Ж.П. Коптева, В.В. Занина, А.Е. Коптева и др. // Микробиологический журнал. – 1996. – Т. 58 (№ 1). – С. 88–96.
5. Коптева Ж.П., Занина В.В. Микробные повреждения изоляционных покрытий // Микробиологический журнал. – 1999. – Т. 61 (№ 2). – С. 80–92.
6. Могильницкий Г.М. Микробиологическая коррозия газо- и нефтепроводов в грунте / Г.М. Могильницкий, А.М. Зиневич, С.В. Жукова и др. // Актуальные вопросы биоповреждений. – М.: Наука, 1983. – С. 138–152.
7. Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 608 с.
8. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. – Л.: Наука, 1974. – 193 с.
9. Теплинский Ю.А. Актуальные вопросы эксплуатации магистральных газопроводов. – СПб.: ООО Инфо-Да, 2004. – 305 с.
10. Харисов Р.А. Основные причины возникновения дефектов изоляционных покрытий / Р.А. Харисов, Ф.Р. Хабирова, Ф.М. Мустафин и др. // Нефтегазовое дело. – 2005. – № 4. – С. 10–18.