

Рост и развитие растений при рекультивации нефтезагрязнённых почв с использованием сточных вод

Т.А. Гамм, д.с.-х.н., С.В. Шабанова, к.т.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ, А.А. Гамм, правительство Оренбургской области, Р.Ф. Сагитов, к.т.н., ООО НИПИЭП

Проблема загрязнений грунтов углеводородами остро стоит во всех нефтедобывающих регионах России. При разработке месторождений не учитывалась экологическая составляющая работ по утилизации нефтешламов. В результате накопились тысячи гектаров нефтезагрязнённых земель, прежде всего в виде шламовых амбаров. Ликвидация и рекультивация загрязнённых земель — это сложный технологический процесс, обусловленный медленными темпами их естественного самоочищения, особенно в условиях севера. Используемые в настоящее время биологические методы очистки нефтезагрязнённых почв с использованием микроорганизмов требуют больших капитальных затрат, трудоёмки и имеют большую протяжённость во времени [1–7]. Поэтому актуальным является поиск более быстрых и экономически выгодных методов очистки почвы от нефти. В связи с этим была поставлена цель — разработать способ очистки нефтезагрязнённых почв с использованием сточных вод, которые образуются непосредственно при эксплуатации объектов нефтегазового комплекса, и оценить степень очистки методом биоиндикации. Научная новизна исследования заключается в разработке способов очистки почвы от нефти с использованием сточных вод различного химического состава.

Материал и методы исследования. Объектом исследований стали почвы, загрязнённые нефтью Сладковско-Зареченского месторождения, расположенного на территории Ташлинского района Оренбургской области в 8 км юго-восточнее села Ташла.

Все эксперименты по рекультивации нефтезагрязнённых почв проводили в четырёх вариантах с разным соотношением почвы и нефти: 900 г почвы и 100 г нефти, 700 г почвы и 300 г нефти, 500 г почвы и 500 г нефти, 300 г почвы и 700 г нефти. Пластовая нефть имеет плотность 0,642 г/см³, вязкость 0,4 мПа·с. Нефть — лёгкая, сернистая (0,35%), парафиновая (4,87%), смолистая (4,25%).

Схема эксперимента включала пять способов промывания загрязнённой почвы: 1) 5 раз по 500 мл холодной питьевой воды; 2) 2 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных, а затем 4 раза по 500 мл хозяйственно-бытовых сточных вод; 3) 4 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных; 4) 2 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных и 2 раза по 500 мл раствора лузги подсолнечника; 5) 1 раз 500 мл сточных вод бань, прачечных и 2 раза по 500 мл раствора куриного помёта.

На месторождениях образуются кроме производственных сточных вод ещё и хозяйственно-бытовые сточные воды и сточные воды бань, душевых, прачечных, которые необходимо вывозить на ближайшие очистные сооружения, что является проблемой. При разработке способа очистки почвы от нефти в целях экономии питьевой воды мы повторно использовали данные сточные воды. Сточные воды бань, прачечных содержат поверхностно-активные вещества, улучшающие условия удаления нефти из почвы, а сточные воды хозяйственно-бытовые, содержащие раствор лузги подсолнечника и куриный помёт, не только удаляют нефть из почвы, но и улучшают условия роста и развития растений на рекультивируемых землях.

Измерение массовой доли нефтепродуктов в пробах чернозёма южного проводили флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Эффективность очистки почвы от нефти определяли методом биотестирования по эффективности прорастания растений (кресс-салат, редис и кабачок).

Результаты исследования. При промывке нефтезагрязнённых сточных вод питьевой водой при всех концентрациях нефти в почве были получены всходы, когда концентрация нефти снижалась для кресс-салата до 2100–3530 мг/кг почвы, редиса — до 2100–2400 мг/кг почвы, а для кабачка — не достигнута при данных концентрациях (табл. 1).

Когда загрязнённую почву промывали 2 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных, а затем 4 раза по 500 мл хозяйственно-бытовых сточных вод, 100-процентную всхожесть редиса получили при достаточно высокой концентрации нефти — 2600 мг/кг почвы, кресс-салата — при более низкой концентрации — 1390–1450 мг/кг почвы (табл. 2).

При промывке почвы только сточными водами бань и прачечных 100-процентная всхожесть кресс-салата и редиса получена при концентрации нефти в почве 4000 мг/кг почвы и менее (табл. 3).

Однако, когда при промывке только сточными водами бань и прачечных мы промыли почву ещё и раствором лузги подсолнечника, 100-процентная

1. Биоиндикация концентрации нефтепродуктов в почве при промывке питьевой водой

Соотношение почва: нефть, г	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
900:100	2100	100	100	33,3
700:300	2420	100	100	33,3
500:500	3250	100	80	33,3
300:700	3530	100	80	33,3

всхожесть кресс-салата и редиса была получена при концентрации нефти в почве менее 1510–1800 мг/кг почвы (табл. 4).

Загрязнённую почву промывали также сточными водами бань, прачечных и раствором куриного помёта. В этом варианте 100-процентная всхожесть кресс-салата была получена при соотношении почвы и нефти 90:10 и концентрации нефти в почве 4260 мг/кг, 80% семян кресс-салата взошли при концентрации нефти 8900–9100 мг/кг почвы, самая высокая всхожесть семян редиса – 80% получена только при концентрации нефти 4260 мг/кг почвы (табл. 5).

На всех вариантах эксперимента всхожесть кабачка не превышала 33,3%.

При промывке почвы питьевой водой наибольшее снижение нефти в почве происходит при более низких её концентрациях. Данный способ

промывки почвы обеспечивает снижение концентрации нефти до 2100–3530 мг/кг почвы.

При промывке почвы сточными водами бань, прачечных и хозяйственно-бытовыми сточными водами наиболее низкие концентрации нефти 1390–1450 мг/кг почвы получены на вариантах с самыми высокими исходными концентрациями нефти в почве, а при самой малой исходной концентрации нефти в почве достигнута концентрация нефти лишь 6350 мг/кг почвы. Данная закономерность отмечена и при промывке нефтезагрязнённой почвы сточными водами только бань и прачечных, а также с добавлением раствора лузги. При этом рост кресс-салата в пробе с соотношением почвы и нефти 700:300 г был значительно замедлен по сравнению с другими пробами, самый высокий рост культуры был достигнут при равном соотношении почвы и нефти – 500:500 г (табл. 6).

2. Зависимость всхожести семян от концентрации нефтепродуктов в почве при промывке сточными водами бань, прачечных и хозяйственно-бытовыми сточными водами

Соотношение почва: нефть, г	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
900:100	6350	60	80	33,3
700:300	2600	80	100	33,3
500:500	1450	100	80	33,3
300:700	1390	100	80	33,3

3. Зависимость всхожести семян от концентрации нефтепродуктов в почве при промывке сточными водами бань и прачечных

Соотношение почва: нефть, г	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
900:100	5350	80	80	33,3
700:300	4000	100	100	33,3
500:500	1310	100	100	33,3
300:700	1345	100	100	33,3

4. Зависимость всхожести семян от концентрации нефтепродуктов в почве при промывке сточными водами бань, прачечных и раствором лузги подсолнечника

Соотношение почва: нефть, г	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
900:100	2790	80	80	33,3
700:300	8600	60	60	33,3
500:500	1510	100	100	33,3
300:700	1800	100	100	33,3

5. Зависимость всхожести семян от концентрации нефтепродуктов в почве при её промывке сточными водами бань, прачечных и раствором куриного помёта

Соотношение почва: нефть, г	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
900:100	4260	100	80	33,3
700:300	8900	80	60	33,3
500:500	9100	80	60	33,3
300:700	9800	60	60	33,3

6. Динамика роста растений при промывке почвы сточными водами бань и прачечных и раствором лузги подсолнечника

Растение	Соотношение почва: нефть, г	Высота растения, см				
		день				
		3-й	6-й	9-й	12-й	15-й
Кресс-салат	900:100	0,4	0,9	1,7	2,7	3,6
	700:300	0,3	0,6	1,2	1,9	2,5
	500:500	0,4	0,9	1,7	2,9	3,9
	300:700	0,4	0,9	1,6	2,6	3,7
Редис	900:100	0,5	1,0	2,0	2,9	4,0
	700:300	0,3	0,7	1,4	2,3	2,9
	500:500	0,5	0,9	2,1	3,2	4,5
	300:700	0,5	0,9	2,2	3,3	4,3
Кабачок	900:100	0,2	0,5	0,9	1,0	1,3
	700:300	0,2	0,4	0,8	1,0	1,2
	500:500	0,2	0,4	0,9	1,1	1,4
	300:700	0,2	0,4	0,9	1,0	1,3

7. Динамика роста растений при промывке почвы сточными водами бань и прачечных и раствором куриного помёта

Растение	Соотношение почва : нефть, г	Высота растения, см				
		день				
		3-й	6-й	9-й	12-й	15-й
Кресс-салат	900 : 100	0,5	1,2	1,7	2,5	4,0
	700 : 300	0,5	0,9	1,5	2,3	3,8
	500 : 500	0,4	0,9	1,5	2,1	3,4
	300 : 700	0,4	0,9	1,6	2,0	3,3
Редис	900 : 100	0,6	1,5	2,7	3,9	4,6
	700 : 300	0,5	1,1	1,6	2,4	3,6
	500 : 500	0,4	0,9	1,5	2,1	3,0
	300 : 700	0,4	0,9	1,4	2,0	2,9
Кабачок	900 : 100	0,2	0,5	0,9	1,2	1,5
	700 : 300	0,2	0,4	0,9	1,1	1,4
	500 : 500	0,2	0,4	0,8	1,0	1,3
	300 : 700	0,2	0,4	0,9	1,0	1,3

Менее всего происходила очистка почвы от нефти при промывке сточными водами бань и прачечных и раствором куриного помёта (табл. 7). В этом случае концентрации нефти в почве оставались высокими и не была достигнута 100-процентная всхожесть семян.

Происходит одинаковое развитие кресс-салата в пробах с различной концентрацией почвы и нефти.

Практическая значимость работы заключается в том, что производству рекомендован действенный, технологически доступный, экономически выгодный метод очистки нефтезагрязнённых почв.

Вывод. Результаты исследования показали, что наиболее эффективен метод очистки нефтезагрязнённых почв от нефти с использованием сточных вод бань и прачечных, содержащих поверхностно активные вещества, а также совместные промывки сточными водами бань и прачечных с хозяйственно-бытовыми сточными водами и раствором лугзи

подсолнечника для нефтезагрязнённых почв с высоким содержанием нефти, когда достигается наилучшее развитие растений. Данный метод очистки нефтезагрязнённых почв можно рекомендовать производству.

Литература

1. Андросон Р.К., Пропадающая Л.А. Изучение факторов, влияющих на биоразложение нефти в почве // Коррозия и защита в нефтегазодобывающей промышленности. 1979. № 3. С. 30–32.
2. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. М.: Высшая школа, 1981. 400 с.
3. Киреева Н.А. Фитотоксичность антропогенно-загрязнённых почв. Уфа: Гилем, 2003. 231 с.
4. Колесниченко А.В. Процессы биодegradации в нефтезагрязнённых почвах. М.: Промэкобезопасность, 2004. 194 с.
5. Логинов О.Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений. Уфа: Гос. изд. научно-тех. литературы «Реактив», 2000. 100 с.
6. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 2002. 334 с.
7. Алиев С.А. и др. Рекомендации по рекультивации нефтезагрязнённых земель. Баку: Элм, 1981. 26 с.