

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТОЧНЫХ ВОД

Почвы, загрязненные в разной концентрации нефтью Сладковско-Зареченского месторождения, промывали сточными водами бань, прачечных и последовательно хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также с добавлением раствора лузги подсолнечника. Все эксперименты по рекультивации нефтезагрязненных почв проводились в четырех 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/см<sup>3</sup>, вязкость 0,4 мПа·с. Нефть – легкая, сернистая (0,35%), парафиновая (4,87%), смолистая (4,25%). При промывке нефтезагрязненных 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 – 2100–2400 мг/кг почвы, а для кабачка не достигнута при данных концентрациях. Когда загрязненную почву промывали 2 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных, а затем 4 раза по 500 мл хозяйственно-бытовых сточных вод стопроцентную всхожесть кресс-салата получили при более низкой концентрации нефти в почве – 1390–1450 мг/кг почвы. При промывке почвы только сточными водами бань, прачечных стопроцентная всхожесть кресс-салата и редиса получена при концентрации нефти в почве менее 4000 мг/кг почвы. Но когда при промывке почвы только сточными водами бань, прачечных мы промывали еще и раствором лузги подсолнечника, стопроцентная всхожесть кресс-салата и редиса получена при концентрации нефти в почве менее 1510–1800 мг/кг почвы. Загрязненную почву промывали сточными водами бань, прачечных и раствором куриного помета. Стопроцентная всхожесть кресс-салата получена при концентрации нефти в почве 4260 мг/кг. Восемьдесят процентов семян кресс-салата взошли при концентрации нефти в почве 8900–9100 мг/кг почвы, редиса – при концентрации нефти в почве 4260 мг/кг почвы. Одинаковое развитие ростков кресс-салата наблюдалось в пробах с различной концентрацией почвы и нефти. Наличие органических веществ в составе сточных вод бань и прачечных снижает их эффективность по очистке почвы от нефти. Сточные воды бань и прачечных содержат поверхностно-активные вещества, повышающие эффективность очистки почвы. Технологическая схема очистки почвы включает 4 промывки. Практическая значимость работы в том, что производству рекомендован действенный, технологически доступный, экономически выгодный метод очистки нефтезагрязненных почв. Наиболее эффективен способ очистки нефтезагрязненных почв с использованием сточных вод бань и прачечных, содержащих поверхностно активные вещества, который можно рекомендовать производству. Промывку сточными водами бань и прачечных с хозяйственно-бытовыми сточными водами и раствором лузги подсолнечника можно рекомендовать для нефтезагрязненных почв с высоким содержанием нефти.

Ключевые слова. Рекультивация, нефтезагрязненные почвы, хозяйственно-бытовые сточные воды, сточные воды бань и прачечных, раствор лузги подсолнечника, куриный помет, биоиндикация. Практическая значимость работы в том, что производству рекомендован действенный, технологически доступный, экономически выгодный метод очистки нефтезагрязненных почв.

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 гектар нефтезагрязненных земель, прежде всего в виде шламовых амбаров. Ликвидация и рекультивация загрязненных земель – это сложный технологический процесс, обусловленный медленными темпами естественного самоочищения земель, особенно в условиях севера. Используемые в настоящее время биологические методы очистки нефтезагрязненных почв с использованием микроорганизмов требуют больших капитальных затрат, трудоемки и имеют большую протяженность во

времени [1]–[7]. Поэтому актуальным является разработка более быстрых и экономически выгодных методов очистки почвы от нефти и была поставлена цель – разработать способ очистки нефтезагрязненных почв с использованием сточных вод, которые образуются непосредственно при эксплуатации объектов нефтегазового комплекса и оценить степень очистки методом биоиндикации.

Объектом исследований являются почвы, загрязненные нефтью Сладковско-Зареченского месторождения, которое находится на территории Ташлинского района Оренбургской области в 8 км юго-восточнее села Ташла. Научная новизна исследований заключается в разработке способов очистки почвы от неф-

ти с использованием сточных вод различного химического состава.

### Методика исследований

Все эксперименты по рекультивации нефтезагрязненных почв проводились в четырех 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/см<sup>3</sup>, вязкость 0,4 мПа·с. Нефть – легкая, сернистая (0,35%), парафиновая (4,87%), смолистая (4,25%).

### Схема эксперимента

Загрязненную почву промывали 5 раз по 500 мл холодной питьевой воды.

Загрязненную почву промывали 2 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных, а затем 4 раза по 500 мл хозяйственно-бытовых сточных вод.

Загрязненную почву промывали 4 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных.

Загрязненную почву промывали 2 раза по 500 мл сточными водами бань, прачечных и 2 раза по 500 мл раствора лузги подсолнечника.

Загрязненную почву промывали один раз 500 мл сточными водами бань, прачечных и 2 раза по 500 мл раствора куриного помета.

Измерение массовой доли нефтепродуктов в пробах чернозема южного производили флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Эффективность очистки почвы от нефти определяли методом биотестирования по эффективности прорастания растений.

### Результаты исследований

При промывке нефтезагрязненных сточных вод питьевой водой при всех концентрациях нефти в почве были получены всходы, когда концентрация нефти снижалась для кресс-

Таблица 1. Биоиндикация концентрации нефтепродуктов в почве при промывке питьевой водой

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

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

Соотношение почва:нефть	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
90 п: 10 н	6350	60	80	33,3
70 п: 30 н	2600	80	100	33,3
50 п: 50 н	1450	100	80	33,3
30 п: 70 н	1390	100	80	33,3

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

Соотношение почва:нефть	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
90 п: 10 н	5350	80	80	33,3
70 п: 30 н	4000	100	100	33,3
50 п: 50 н	1310	100	100	33,3
30 п: 70 н	1345	100	100	33,3

салата до 2100–3530 мг/кг почвы, редиса – 2100–2400 мг/кг почвы, а для кабачка не достигнута при данных концентрациях (табл. 1).

Когда загрязненную почву промывали 2 раза по 500 мл сточных вод бань, прачечных, а затем 4 раза по 500 мл хозяйственно-бытовых сточных вод стопроцентную всхожесть кресс-салата получили при более низкой концентрации нефти в почве – 1390–1450 мг/кг почвы (табл. 2).

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

сточными водами бань, прачечных мы промыли еще и раствором лузги подсолнечника, стопроцентная всхожесть кресс-салата и редиса получена при концентрации нефти в почве менее 1510–1800 мг/кг почвы (табл. 4).

Загрязненную почву промывали сточными водами бань, прачечных и раствором куриного помета, таблица 5. Стопроцентная всхожесть кресс-салата получена при концентрации нефти в почве 4260 мг/кг. Восемьдесят процентов семян кресс-салата взошли при концентрации нефти в почве 8900-9100 мг/кг почвы, редиса – при концентрации нефти в почве 4260 мг/кг почвы. На всех вариантах эксперимента всхожесть кабачка составляла 33,3%.

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

Соотношение почва:нефть	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
90 п: 10 н	2790	80	80	33,3
70 п: 30 н	8600	60	60	33,3
50 п: 50 н	1510	100	100	33,3
30 п: 70 н	1800	100	100	33,3

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

Соотношение почва:нефть	Концентрация, мг/кг почвы	Всхожесть семян, %		
		кресс-салат	редис	кабачок
90 п: 10 н	4260	100	80	33,3
70 п: 30 н	8900	80	60	33,3
50 п: 50 н	9100	80	60	33,3
30 п: 70 н	9800	60	60	33,3

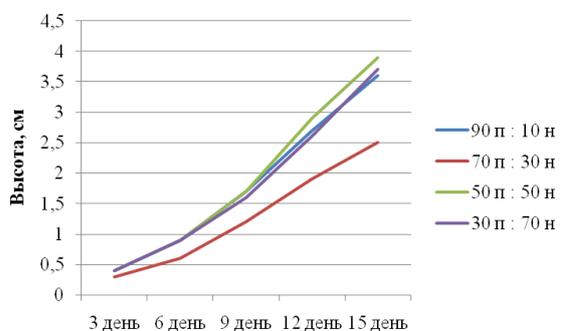


Рисунок 1. Динамика роста кресс-салата при промывке почвы сточными водами бань и прачечных и раствором лузги подсолнечника

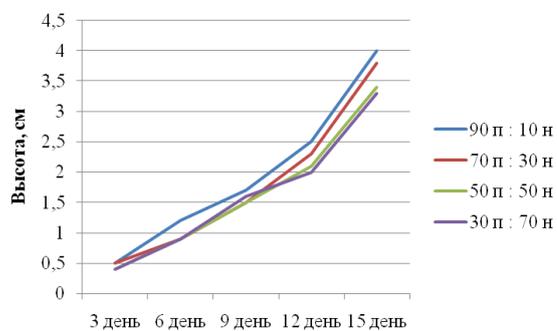


Рисунок 2. Динамика роста кресс-салата при промывке почвы сточными водами бань и прачечных и раствором куриного помета

### Обсуждение результатов

При промывке почвы от нефти питьевой водой наибольшее снижение нефти в почве происходит при более низких ее концентрациях. Снижение концентрации нефти в почве достигнуто 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 концентрациями нефти в почве, а при самой малой концентрации нефти в почве достигнута концентрация нефти 6350 мг/кг почвы. Данная закономерность отмечена и при промывке нефтезагрязненной почвы сточными водами только бань и прачечных, а также с добавлением раствора лузги. При этом рост кресс-салата в пробе с 70 г п и 30 г нефти значительно замедлен по сравнению с другими пробами, рисунок 1.

Менее всего происходит очистка почвы от нефти при промывке сточными водами бань и прачечных и раствора куриного помета, рисунок 2. Концентрации нефти в почве высокие и не достигается стопроцентная всхожесть семян.

Данная графическая зависимость демонстрирует нам одинаковое развитие ростков кресс-салата в пробах с различной концентрацией почвы и нефти. Наличие органических веществ в составе сточных вод бань и прачечных снижает их эффективность по очистке почвы от нефти.

Сточные воды бань и прачечных содержат поверхностно-активные вещества, повышающие эффективность очистки почвы. Технологическая схема очистки почвы включает 4 промывки.

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

Вывод. Наиболее эффективен способ очистки нефтезагрязненных сточных вод от нефти с использованием сточных вод бань и прачечных, содержащих поверхностно активные вещества, который можно рекомендовать производству. Промывку сточными водами бань и прачечных с хозяйственно-бытовыми сточными водами и раствором лузги подсолнечника можно рекомендовать для нефтезагрязненных почв с высоким содержанием нефти.

11.09.2015

### Список литературы:

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

### Сведения об авторах:

**Гамм Алексей Абрамович**, ведущий специалист отдела экологического мониторинга и природных ресурсов  
Правительства Оренбургской области  
e-mail: gamm@mail.orb.ru

**Гамм Тамара Алексеевна**, профессор кафедры экологии и природопользования геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, e-mail: hammtam@mail.ru