

Изобретение относится к защите окружающей среды, в частности, к технологии дезактивации почв, зараженных радиоактивными элементами вследствие аварий на атомных электростанциях.

Известен способ очистки почвы от радионуклидов путем фитодезактивации [1], по которому загрязненный радионуклидами слой почвы периодически обрабатывают водным раствором нитрата аммония с добавками микроорганизмов как биологически активных элементов молочнокислых бактерий, высаживают в слой почвы однолетние и многолетние растения, а течение вегетационного периода растения периодически собирают и осуществляют экстракцию радионуклидов. Данная технология, включающая много связанных с обработкой почвы трудоемких операций, дорогостоящая и требует расхода большого количества химикатов (для 100 кг/га). Кроме того, очистка данным способом позволяет вернуть земли к активному использованию через десятки лет (20-30 лет) вследствие невысокого коэффициента фитосорбции (за один вегетационный период очистка от загрязнения радионуклидами составляет 3-8%).

Известен также способ локализации радионуклидов в почвах и грунтах, включающий внесение в загрязненную почву сорбирующего радионуклиды гранулированного вспученного перлита, на внутреннюю поверхность гранул которого нанесены поглотители радионуклидов, взаимодействие такого перлита с почвой путем контактирования с одновременной десорбцией радионуклидов из почвы и установленных норм и удаление перлита [2].

Недостатком этого способа является его трудоемкость, неэффективность извлечения сорбирующего материала из-за малых размеров гранул. Кроме того, скорость перехода радионуклидов из почвы в гранулы перлита недостаточна. Так, относительная радиоактивность почвы I_0 через 100 суток после внесения гранул в почву имеет еще значительную величину - 0,71. Технология приготовления такого сорбента дорогостоящая и сложна. Концентрации растворов, которыми последовательно пропитывают гранулы перлита, зависят от свойств внутренней поверхности гранул и в каждом случае рассчитываются отдельно. Для извлечения различных радионуклидов производится обработка перлита разными комбинациями модифицирующих химических реагентов. Практически, в зависимости от степени заражения различными, радионуклидами и их соотношения в составе почвы, для каждого участка земли необходимо применять определенную смесь гранул, иммобилизованных поглотителями разных радионуклидов. Это делает затруднительным централизованное изготовление и снабжение агротехнических предприятий такими сорбентами.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ дезактивации почвы, включающий выращивание на дезактивируемой местности растений, аккумулирующих через корневую систему радионуклиды, содержащиеся в почве, внесение в почву сорбирующего радионуклиды материала и водного раствора аммиачной селитры или азотной кислоты, удаление растительного покрова и дальнейшую его утилизацию [3]. При этом предварительно устанавливают элементы-аналоги для каждого подлежащего извлечению из почвы радионуклида, имеющие сходные с ним химические свойства и ту же валентность, а также перечень растений, хорошо аккумулирующих элементы-аналоги и обладающих в загрязненных радионуклидами слоях почвы развитой корневой системой. После проведения агромероприятий по подготовке почвы ее засевают семенами упомянутых растений, причем исключают из состава вносимых удобрений удобрения, содержащие установленные элементы-аналоги, и доводят pH почвы до значения, превышающего оптимальное значение pH для выбранного растения или сочетания растений не более чем на 0,5 единицы. Применение аммиачной селитры или азотной кислоты способствует переводу радионуклидов в ионнообменную форму. Для поддержания их в таком состоянии в течение длительного времени почву повторно обрабатывают указанным водным раствором, предпочтительно в периоды активного развития растений и их созревания. Необходимо при этом следить за тем, чтобы концентрация и количество водного раствора не угнетали выращиваемые растения. В качестве сорбента используют смесь, состоящую из таких отходов лесозаготовительного производства как хвоя, кора, опилки. Вместо опилок можно использовать цеолит. Указанную смесь перемешивают с живицей из расчета 10-15 л живицы на 1 м смеси.

Недостатками известного способа является сложность и трудоемкость технологического процесса, требующего большого расхода химикатов, невозможность извлечения из почвы, регенерации и повторного использования сорбента. Недостатком также является большой расход дорогостоящей живицы, ценного сырья для химической промышленности, вручную добываемого подсоской из деревьев сосны (аналогично добыче натурального каучука). Расход живицы на 1 га почвы составляет как минимум 200 л.

Цель изобретения - разработка эффективности и экономичной технологии дезактивации почвы на радиоактивно зараженных территориях.

Предлагаемый способ позволяет достичь технического результата, заключающегося в повышении эффективности и экономичности очистки почв от радионуклидов за счет использования углеродминеральных пористых материалов, упрощения технологического процесса дезактивации и снижения материальных и денежных затрат.

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что в известном способе очистки почвы от радионуклидов, включающим внесение в загрязненную почву сорбирующего радионуклиды материала, выращивание на загрязненной почве радиоаккумулялирующих растений, выбор которых производят путем установления элементов-аналогов для каждого подлежащего удалению из почвы радионуклида с последующим определением растений, аккумулирующих элементы-аналоги, удаление растительного покрова и дальнейшую его утилизацию, согласно заявляемому изобретению в качестве сорбирующего материала используют гранулированный углеродминеральный сорбент, который после удаления растительного покрова извлекают из почвы и утилизируют, при этом посев растений и внесение сорбента производят одновременно, а количество вносимого сорбента определяют из соотношения: $C = (10-15) \cdot K_P$, где C - количество сорбента (т/га), P - уровень зараженности почвы (Ки/га), а k - коэффициент селективности растения.

Технический результат достигается также тем, что используют сорбент следующего состава: 50-65 мас.% - природное минеральное сырье, например вермикулит, модифицированное специальными добавками, 15-30 мас.% - активный уголь, остальное - связующая добавка. Глубина внесения сорбента принимается равной

средней глубине залегания корневой системы растения. Такой сорбент после извлечения из почвы регенерируют и используют повторно.

Сопоставительный анализ с прототипом позволяет сделать вывод, что заявляемый способ очистки почвы от радионуклидов отличается от известного применением иного сорбирующего радионуклиды материала, а именно - гранулированного углеродминерального сорбента, который впоследствии извлекают из почвы и утилизируют, совмещением внесения сорбента и посева растений в одну технологическую операцию, установлением зависимости между количеством вносимого сорбента, уровнем зараженности почвы и коэффициентом селективности растения. В частных случаях выполнения способ может различаться составом применяемого углеродминерального сорбента, а также тем, что извлеченный из почвы сорбент после регенерации может быть использован повторно.

В доступных источниках информации не найдено описаний известных решений, характеризующихся совокупностью отличительных признаков предлагаемого изобретения. Таким образом, заявляемое техническое решение соответствует критерию изобретения "новизна".

Экспериментальными исследованиями установлен известный ранее факт влияния сорбционных свойств углеродминеральных сорбентов на поглотельную способность радиоаккумулирующих растений при их совместном нахождении и загрязненной радионуклидами почве в вегетативный период по отношению к Cs^{137} . При этом происходит значительное повышение степени очищения почвы. Суммарное поглощение радионуклидов, цезия такими сорбентами и растениями при их совместном использовании превышает суммарное поглощение теми же сорбентами и растениями, но при их раздельном использовании в 2 раза и более. Таким образом, достигнут сверхсуммарный результат, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого решения критерию "Изобретательский уровень".

Предлагаемый способ очистки почвы от радионуклидов реализован следующим образом.

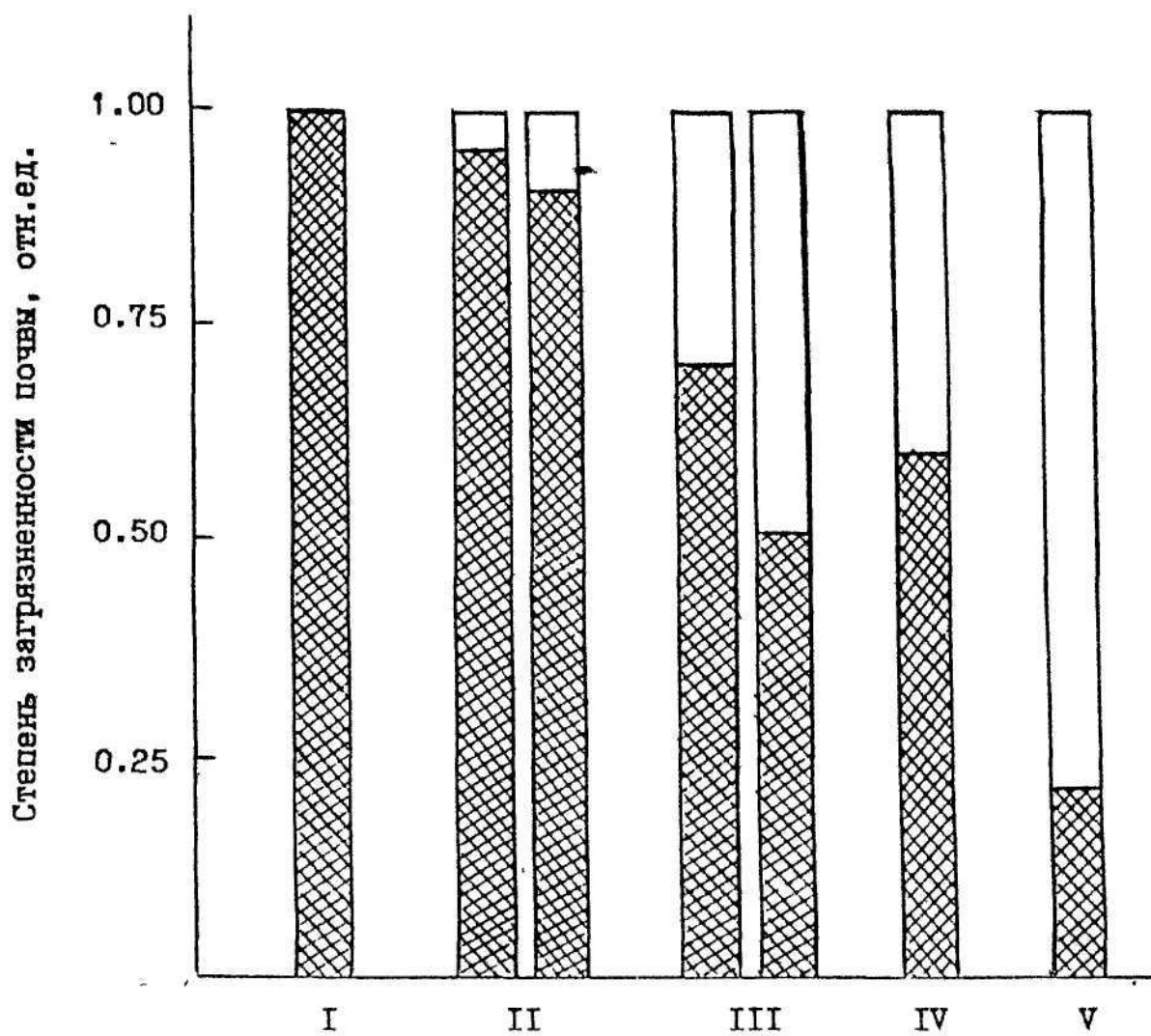
На опытном поле (Полесский р-н, активность почвы ^{137}Cs составляла 23310 Бк/кг) в мае были засеяны 4 участка люпином и 4 участка картофелем. Одновременно с посевом растений на трех участках вносили сорбент на глубину, равную средней глубине залегания корневой системы растений. Для каждого вида растений был заложен контрольный участок, не содержащий сорбенты. В каждый из 3-х участков вносили сорбент, содержащий различную минеральную добавку: цеолит, вермикулит, модифицированный вермикулит.

В начале сентября после удаления растительного покрова и извлечения сорбента анализировали картофель (клубни и ботву), люпин и сорбент на содержание Cs . Результаты опытов приведены в таблице.

На чертеже представлена диаграмма, поясняющая способ.

Накопление Cs-137 растениями и сорбентами из загрязненной радионуклидами почвы

Метод очистки	Активность про- бы, Бк/кг	Степень загряз- нения, %	Степень накопле- ния Cs-137, %
I Загрязненная почва	23310	100	
II Выращивание картофеля			
без применения сорбентов:			
а) клубни картофеля на за-	444		1,9
грязненной земле			
б) ботва картофеля на за-	1406		5,0
грязненной земле			
III Выращивание картофеля на			
загрязненной земле с ис-			
пользованием сорбентов			
(минеральная добавка-вер-			
микулит):			
а) клубни картофеля	1000		4
б) ботва картофеля	2310		10
в) сорбент	7480		32
IV Выращивание люпина на за-			
грязненной земле без при-			
менения сорбента:			
а) люпин	2849		12
V Выращивание люпина на за-			
грязненной земле с использова-			
нием сорбента (минеральная			
добавка- вермикулит):			
а) люпин	5128		22
б) сорбент	11840		50
Суммарная степень накоп-			
ления радионуклидов сор-			
бентом и растениями:			
а) при выращивании карто-			46
феля с сорбентом			
б) при выращивании люпина			72
с сорбентом			



- I - загрязненная почва
II - очистка с помощью сорбента
III - очистка с помощью растений
IV - очистка с применением сорбента
с картофелем (ботва)
V - очистка с применением сорбента
с люпином