

УДК 504.064:550.837.31

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГРУНТОВЫХ МАССИВОВ ОТ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ

Ильдинёв А. И., студент гр.ФПс-121, V курс

Шабанов Евгений Анатольевич, аспирант

Научный руководитель: Простов С. М., доктор техн. наук, профессор

Кузбасского государственного технического

университета имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Для изучения физических свойств грунтов при электрохимической очистке от нефтезагрязнений в лаборатории КузГТУ были проведены исследования на одномерной и объемной физической модели.

Объемная модель представляла собой участок зоны электрохимической очистки с реальными поперечными размерами электродов и расстоянием между ними в горизонтальном сечении (рис. 1.). В качестве исследуемой среды применялся уплотненный суглинок, смешанный с помощью миксера с нефтепродуктом. Концентрация нефтезагрязнителя соответствовала реально возможному диапазону при постепенном периодическом загрязнении или при разливе нефти в результате аварии. Таким образом, все физические параметры модели не отличались от соответствующих параметров природы. Пространственно-временные изменения свойств массива оценивались по изменениям его удельного электросопротивления (УЭС), измеряемого с помощью системы датчиков-микрозондов.

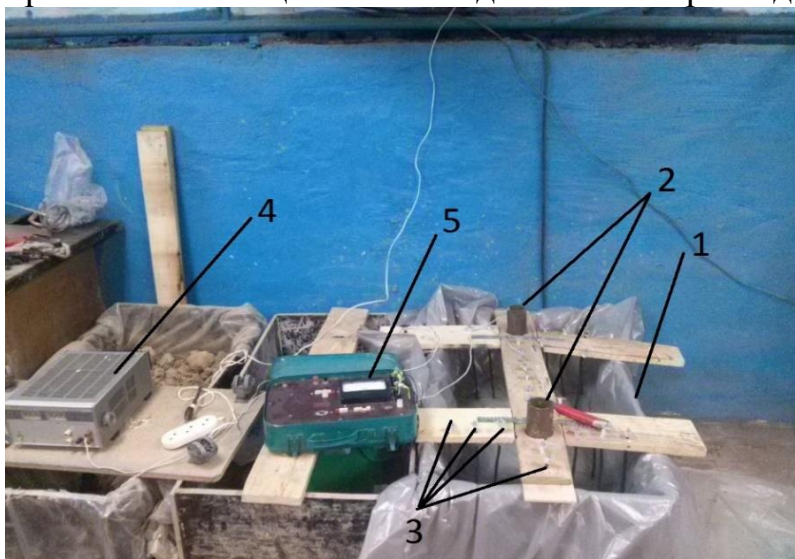


Рисунок 1 – Экспериментальная установка:

1 – емкость (ванна); 2 – электроды-инъекторы; 3 – датчики-микрозонды; 4 – питающая установка - источник питания постоянного электрического тока В5-50; 5 – каротажный прибор КП-2

Из результатов эксперимента следует, что электроосмотические процессы в приэлектродных областях при обработке растворителем грунта, загрязненного различными по вязкости и химическому составу нефтепродуктами, имеют общие тенденции, обусловленные высоким электросопротивлением нефтепродуктов (все нефтепродукты проявляют ярко выраженные диэлектрические свойства, $\rho > 10^7$ Ом·м):

- при подаче растворителя на анод, жидкость распространялась в массив и скапливалась на катоде, после подачи растворителя на катод, жидкость частично распространялась в массив, а затем скапливалась опять на катоде, при этом наблюдалось понижение электросопротивления в месте разжижения загрязнителя и распространения растворителя;

- в грунте происходит поступательное перемещение влаги от катода к аноду в первом периоде обработки без растворителя, что приводит к уменьшению УЭС на аноде, и увеличению – на катоде вследствие скопления нефтепродукта – диэлектрика, но после добавления растворителя, в поровом пространстве происходит смешивание жидкостей (влаги, растворителя и загрязнителя), что ведет к уменьшению УЭС в зонах скопления разжиженного раствора, и увеличению в зонах массива, где процесс разжижения по причине отсутствия растворителя не произошел;

- снижение УЭС на участке, равном $1/3$ расстояния между электродами, свидетельствует о том, что около катода формируется зона скопления разжиженного загрязнителя – это подтверждается визуально следами нефтесодержащей жидкости в дренажных отверстиях электрода и частичным ее испарением.

Весьма существенные изменения установлены в гранулометрическом составе грунта:

- в загрязненном грунте при обработке растворителем наибольшие изменения гранулометрического состава происходят в районе катода, что является следствием скопления вокруг электрода разжиженного загрязнителя;

- на всем протяжении зоны обработки происходит изменение размера частиц, при более вязком загрязнителе (масло, ванна №4) наблюдается преимущественно переход фракции $< 0,1$ мм в диапазон $0,1-0,5$ мм вследствие процессов коагуляции масла, слипания мелких частиц, при этом вероятен переход нефтепродукта из жидкого в твердое состояние, которое считается менее токсичным и экологически вредным, при загрязнении менее вязким дизельным топливом более существенно увеличивается содержание фракции $> 0,5$ мм.

После прекращения обработки грунта током было произведено его извлечение из емкостей со снятием слоями высотой от 4 до 6 см, при этом производили фотофиксацию и сопоставляли полученные данные электромониторинга с фактическим состоянием грунта.

Около катода и анода на поверхности грунта появились трещины с глубиной около катода до 8 см, а у анода – до 17 см (рис. 2 а).

Грунт около катода рыхлый и легко крошится, а возле анода – прочный и не осыпается в перфорационные отверстия электрода. Грунт около анода по всей глубине имеет характерный серый отблеск, и отличается по цвету (рис. 2 б). В зоне катода грунт желто-коричневого цвета, схож с естественным цветом глины, а у анода – темно-серого и темно-коричневого цвета.

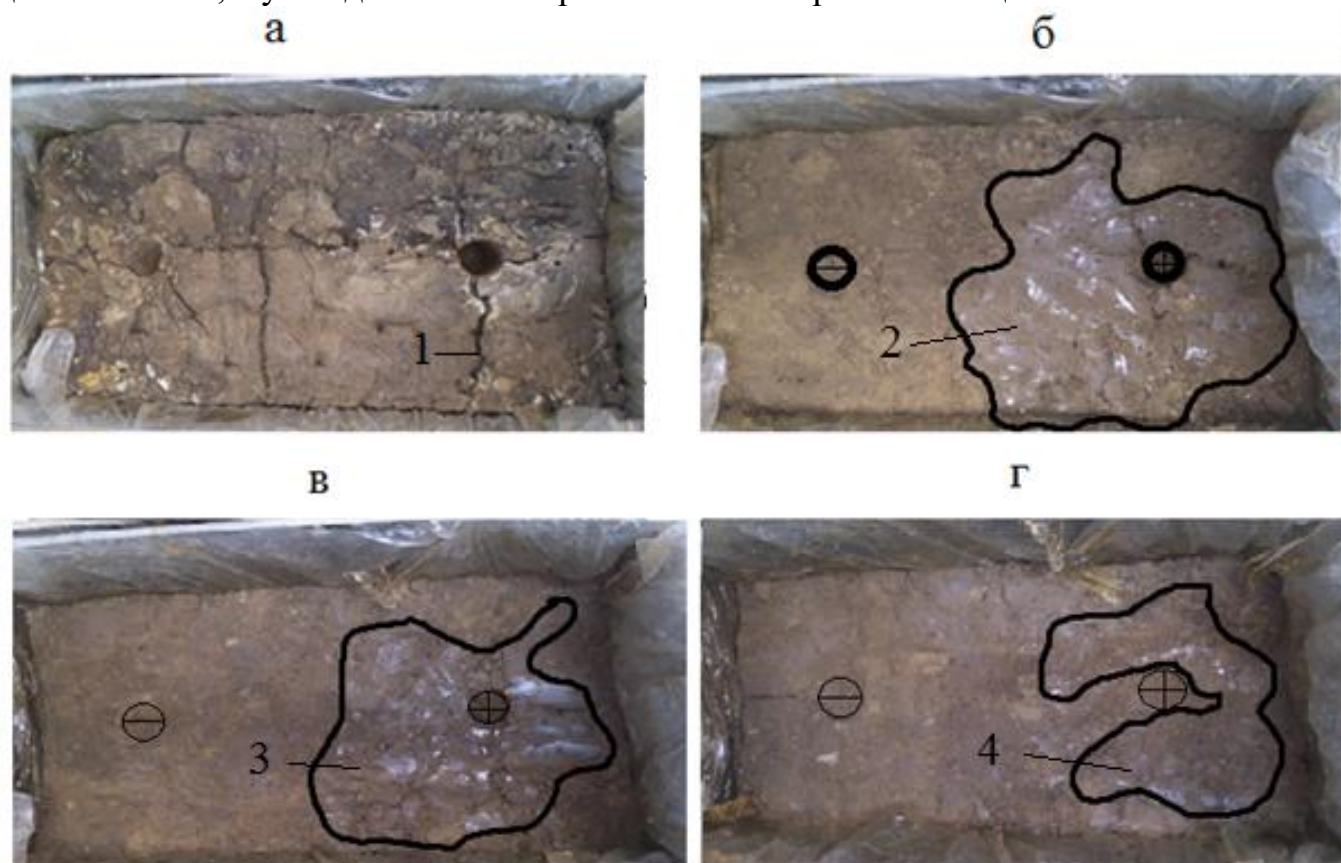


Рисунок 2 – Результаты визуального послойного осмотра грунта после электрохимической обработки: верхний слой грунта (а), грунт на глубине 8 см (б), грунт на глубине установки датчиков (в), нижний слой грунта (г):

1 – трещины в грунте; 2 – серый отблеск глинистого массива; 3 – зона грунта с темно-серым отблеском на глубине установки датчиков; 4 – зона остаточного загрязнения.



Рисунок 3 – Вид образцов грунта под электродами-инъекторами, анодом (а) и катодом (б).

Дополнительно были изучены образцы грунта под электродами на контакте с гидроизолирующей пленкой на дне ванны, т.к. эта зона могла послужить местом скопления жидкостей. Было обнаружено, что под катодом грунт содержит отдельные вкрапления нефтепродукта, а под анодом образец покрыт сплошной пленкой нефтепродукта.

Таким образом результаты измерения УЭС и определения физических характеристик грунта, были в целом подтверждены результатами визуального осмотра при извлечении обработанного электрохимическим способом грунта.

Анализ потенциальных источников загрязнения выявил объекты на которых происходит загрязнение грунтов, в которых требуется определение зоны загрязнения. Все объекты можно разделить на 3 группы:

- открытые – в которых имеется полный доступ к грунтовому массиву, так как эти объекты не имеют заглубленных фундаментов и других ограждающих конструкций. К открытым сооружениям относят передвижные АЗС, аварийные участки нефтепроводов и коммуникаций, очистные дамбы, ж-д станции и участки пути;

- частично открытые – объекты в которых имеется ограниченный доступ к грунтовому массиву, за счет точечных фундаментов внутри сооружения имеется доступ к массиву. К частично открытым объектам можно отнести нефтехранилища и склады ГСМ, сооружения ремонтных баз ж/д, автотранспорта и мех. оборудования;

- закрытые – объекты на которых доступным грунтовый массив является только вокруг сооружения. К закрытым объектам относятся стационарные АЗС, трансформаторные подстанции, резервуары.

Проведенные лабораторные и натурные исследования позволили разработать методику контролируемой электрохимической очистки грунтов от нефтезагрязнений.

Контроль процессов электрохимической очистки грунтового массива должен быть выполнен по следующему алгоритму (рис. 4).

1. На электросиловой установке должны быть установлены расчетные значения напряжения (U_0) и силы тока (I_0).

2. С помощью амперметра и вольтметра на электросиловой установке производить контроль параметров установки – изменение напряжения и силы тока во времени. С помощью интегрального геофизического мониторинга контролировать эффективное электросопротивление.

3. Если величина силы тока не изменяется, то следует продолжить электрообработку грунта, иначе при уменьшении силы тока необходимо увеличить напряжение до такого значения, чтобы сила тока приобрела начальное значение.

4. Силу тока также возможно увеличить путем увлажнения приэлектродных зон. Если при этом сила тока увеличивается, то обработка продолжается, иначе производят замер эффективного электросопротивления.

5. Если эффективное электросопротивление уменьшается, то следует продолжить обработку, если величина электросопротивления перестала меняться, то следует прекратить обработку.

6. По завершении обработки производят определение конечного значения коэффициента загрязнения.

7. Контрольные замеры влажности, пористости, гранулометрического состава и содержания загрязнителя.

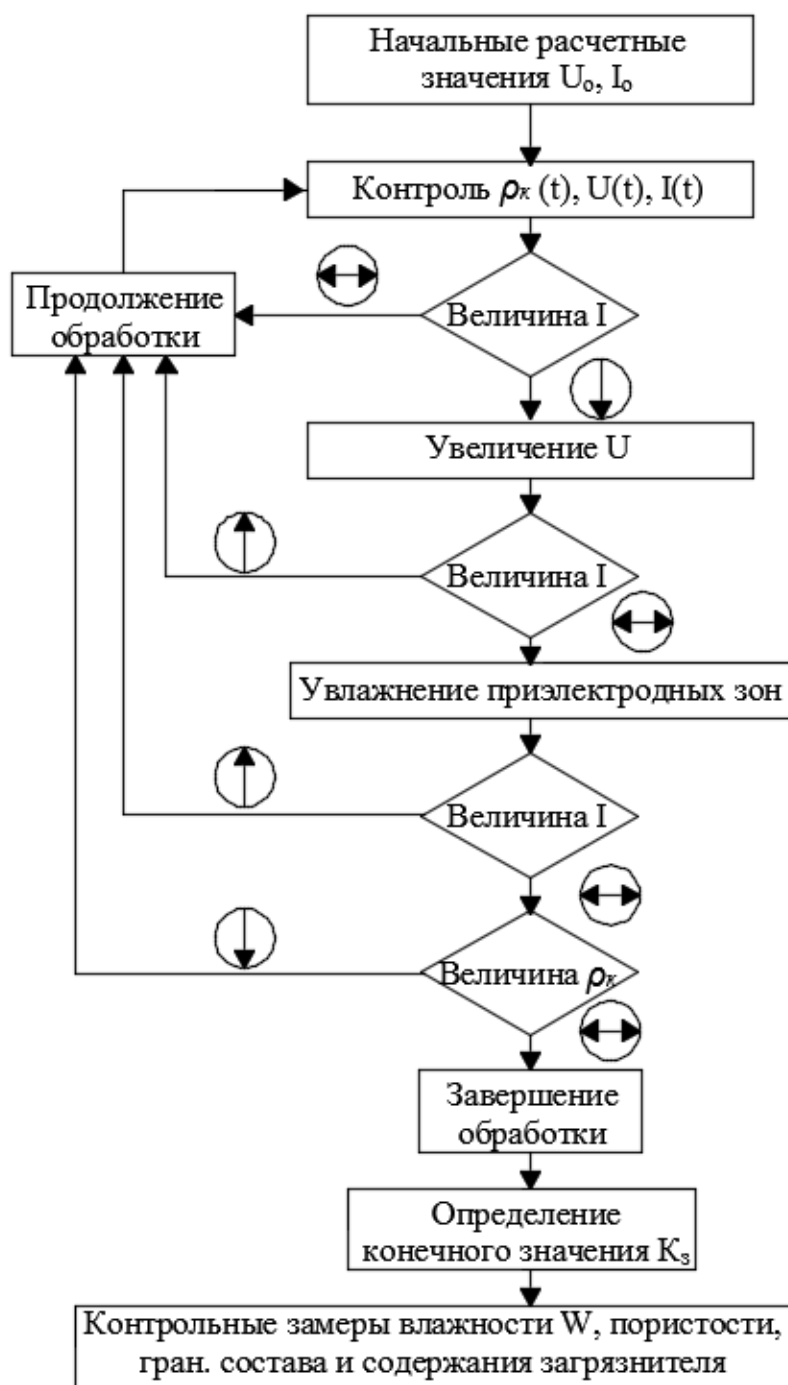


Рисунок 4 – Алгоритм контролируемой электрохимической очистки грунта от
загрязнений нефтепродуктами