

УДК 550.37 : 626.814

Д. А. Хачатрян

**О характере локальных естественных
электрических полей водоемов, каналов и рек**

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 30/III 1985)

Одним из основных методов при изучении гидрогеологических и инженерно-геологических условий водоемов, каналов и рек является метод естественного электрического поля (ЕП) (1-3). Суть этого метода заключается в измерении потенциала (реже градиента потенциала) естественного электрического поля локального характера с последующим выделением на графиках потенциала аномальных зон. При этом на графиках аномальные зоны, проявляющиеся в виде максимумов, отождествляются с местами разгрузки подземных вод, а минимальные зоны—с местами фильтрации вод из водоемов, каналов и рек. Для успешного решения гидрогеологических, инженерно-геологических и других задач методом ЕП необходимо изучение причин, обуславливающих локальные естественные электрические поля в водоемах, каналах и реках.

Известно, что локальные естественные электрические поля в водной среде, в частности в реках, обусловлены диффузионно-адсорбционными явлениями на контакте жидкой и твердой фаз (берег—вода, русловые породы—вода), фильтрационными процессами через дно, бортовые части водоемов и русла рек, а также движением, механическим и температурным состоянием воды (4). Известно также, что величина диффузионно-адсорбционных потенциалов зависит от типа пород, и недоучет этого фактора может привести к ошибочным результатам при определении мест фильтрации воды (5).

Проведенные нами исследования показали, что помимо перечисленных имеются и другие факторы, способствующие созданию локальных электрических полей.

Река, на которой велись исследования, сильно меандрирует, русло ее сложено валунно-галечными отложениями базальтового, андезитобазальтового состава. Берега сложены глинистыми и песчано-глинистыми образованиями. Глубина воды в реке колеблется от 0,2 до 2 м и более, причем обычно протяженные, длиной 10—30 м, глубокие части соединяются друг с другом сравнительно короткими, от 1 до 5 м, неглубокими участками. Над глубокой частью реки скорость воды составляла 0,16—0,17 м/с, а на участках, где глубина была небольшая, скорость была высокой и изменялась от 0,6 до 0,7 м/с.

Дно глубокой части реки, как правило, покрыто глинисто-илистыми образованиями, а на неглубоких участках—валунно-галечными

отложениями. В реке широко развиты гидрофильные растения: водоросли, водяной лютик и др., а на берегах растут камыши, сыть и т. д. На ней сооружены гидротехнические сооружения, из нее берет начало оросительный канал.

Помимо диффузионно-адсорбционных потенциалов на границе речная вода—берег, диффузионно-адсорбционные потенциалы величиной от +1,2 до +4,8 мв наблюдались также между валунно-галечными образованиями и глиной.

При анализе результатов работ ясно прослеживается связь между величиной естественного электрического поля и направлением движения воды. Наблюденная связь аналогична связи, существующей между величиной естественного электрического поля и рельефом. Общий фон значений естественного электрического поля возрастает в направлении движения воды. На этом фоне наблюдаются локальные электрические поля различной амплитуды, величина и протяженность которых зависят от факторов, обуславливающих эти поля. Одной из таких причин является изменение скорости движения воды в реке. Показанный на рис. 1 график естественного электрического поля получен на участке, где в реке изменяется только скорость воды. Изменение скорости движения воды в реке обуславливает изменение величин естественного электрического поля. Большим скоростям соответствуют пониженные значения потенциала естественного электрического поля, а низким скоростям—сравнительно высокие. Поэтому изменение скорости от малых значений к большим на графиках естественного электрического поля выражалось переходом от максимальных зон к минимальным.

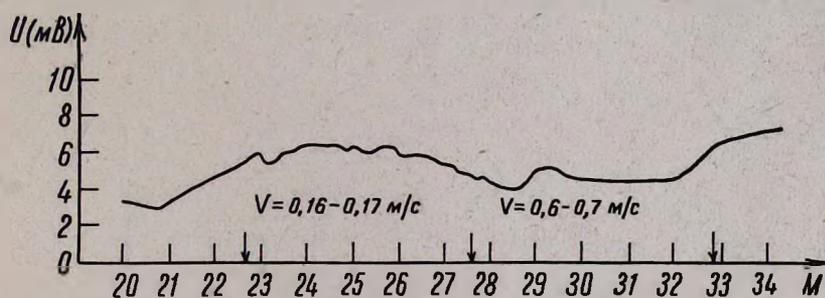


Рис. 1. График естественного электрического поля, полученный на участке, где скорость движения воды в реке изменялась от 0,16 до 0,7 м/с

Локальные естественные поля образуются и в результате слияния двух рек. На рис. 2 изображен график ЕП, полученный на участке слияния с рекой двух пресноводных потоков родникового происхождения, имеющих различные температуры. Температура речной воды равнялась +20°, родниковой—+17°. Как видим, в месте слияния двух потоков наблюдается положительная аномалия величиной 16 мв. Протяженность аномалии довольно большая—примерно 7 м и обусловлена не только температурной разностью вод, но и, по всей вероятности, ионным составом речной и родниковой воды.

На характер естественного электрического поля водоемов, каналов и рек существенное влияние оказывают естественные поля биогенного происхождения, обусловленные гидрофильными растениями, растущими как в самой водной среде, так и на берегах. В последнем случае нами изучалось локальное электрическое поле корневой части растений, находящейся в водной среде.

В таблице приведены значения потенциала нескольких водных растений, имеющих широкое распространение в реках. Биофизические поля изучались с помощью дискретных измерений. Электрод *N* находился в воде, вблизи растений, а электрод *M*—на растениях. Оба электрода во всех отношениях находились в идентичных условиях, за исключением наличия растений под электродом *M*.

Значения потенциала водных растений

Растение	Количество измерений	Разность потенциалов		
		минимальная	максимальная	средняя
Зеленые водоросли	7	+1,6	+2,4	+2,1
Сыть, осоковые	4	+2,3	+2,4	+2,4
Камыши, осоковые	6	+2,2	+2,4	+2,3
Водяной лютик	5	+0,4	+0,6	+0,5
Тина с водорослями	4	+2,4	+5,0	+3,8

Наблюдаемое естественное электрическое поле у растений связано не только с биофизическими процессами (6), но и с перераспределением естественного электрического поля в среде вода—растение, имеющей разные удельные электрические сопротивления.

Как видим, биофизические поля соизмеримы с полями, измеряемыми в электроразведке, и недоучет их может привести к ошибочным результатам.

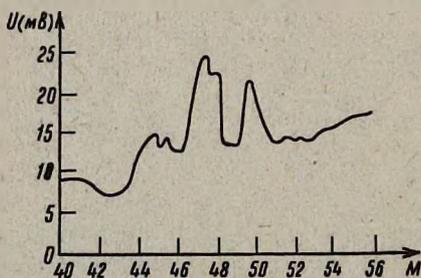


Рис. 2. График естественного электрического поля на месте слияния реки с родниковой водой

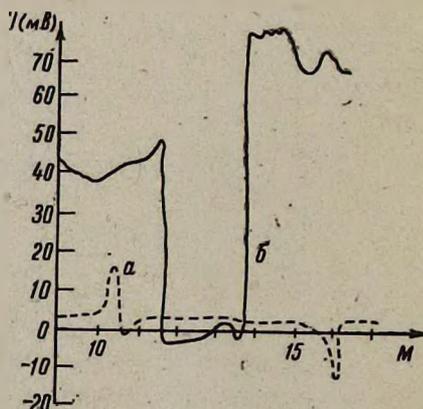


Рис. 3. Графики естественного электрического поля, полученные вблизи вертикально приклоненной бетонной плиты (а) и бетонной стены (б)

Локальные естественные электрические поля создаются также искусственными сооружениями—мостами, каменными стенами, гидротехническими и гидрогеологическими постами.

На рис. 3(а) показан график ЕП, полученный при наличии в реке близвертикальной бетонной плиты, прислоненной к одному из берегов. Как видно из графика, концы стены проявляются минимумом и максимумом ЕП. Отклонение величины ЕП составляет ± 20 мв, в то время как горизонтально лежащая бетонная плита, которая вся находится в водной среде, не создает существенного электрического поля. Аналогичная картина наблюдается у бетонного шлюза, где отклонение поля равно $\pm 16 \div 20$ мв. Следует отметить, что измерения проводились на расстоянии 1—2 м от близвертикальной бетонной плиты. Бетонная стена на отдельных участках земляного канала создавала локальный минимум порядка $40 \div 45$ мв, причем, как видно из рис. 3. характер графиков у бетонной плиты и у стены различный.

Возникновение локальных полей, создаваемых бетонными стенами и плитами, можно объяснить движением воды через поры бетона, испарением и разностью температур подводной и атмосферной частей бетонных сооружений.

Локальные минимумы амплитудой 124 мв наблюдались также на расстоянии 1 м от металлической колонны гидрологического поста.

Локальные аномалии небольшой протяженности создаются также небольшими металлическими предметами, которые даже невозможно обнаружить визуально. Амплитуда и протяженность аномалий в основном зависят от размеров и степени окисления металлических предметов в воде.

Как видим, естественное электрическое поле водоемов, каналов и рек имеет сложный характер и зависит от многочисленных факторов, некоторые из них рассмотрены здесь. В природе локальные поля не наблюдаются в «чистом виде», а накладываются друг на друга, затрудняя интерпретацию данных метода ЕП. Примером может служить график ЕП на рис. 4. На участке, где получен график ЕП, скорость

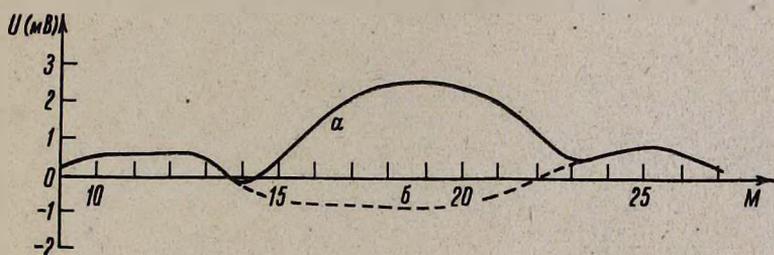


Рис. 4. Графики естественного электрического поля при наличии водорослей без поправки (а) и с поправкой (б) на биофизическое поле

воды составляла 0,6—0,7 м/с. Здесь должен был бы наблюдаться минимум естественного поля. Однако наличие на данном участке зеленых водорослей привело к тому, что на графике ЕП наблюдается максимум. Поэтому при проведении работ по методу естественного электрического поля в водоемах, каналах и реках необходимо особое внимание уделять описанию местонахождения подвижного электрода и выявлению причин, обуславливающих данные аномалии.

Ջրավազանների, գետերի և ջրանցքների տեղային բնական էլեկտրական դաշտի բնույթի մասին

Ջրավազաններում, գետերում և ջրանցքներում բնական էլեկտրական դաշտի ուսումնասիրման միջոցով լուծվում են մի շարք հիդրոերկրաբանական և ինժեներաերկրաբանական խնդիրներ: Այդ խնդիրների հաջող լուծման համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել բնական էլեկտրական դաշտի տեղային անոմալիաներ առաջացնող պատճառները:

Հայտնի է, որ ջրային միջավայրում բնական էլեկտրական դաշտը պայմանավորված է դիֆուզիոն-ադսորբցիոն երևույթներով, հեղուկի մեխանիկական և ջերմային վիճակով (1, 2):

Բացի նշված պայմաններից, տեղական բնույթի բնական էլեկտրական դաշտի պատճառ հանդիսանում են ջրի արագության փոփոխությունը, տարրեր ջերմաստիճանի ջրերի խառնումը, ջրային միջավայրում աճող բույսերի առկայությունը, արհեստական կառույցները, մետաղային իրերի առկայությունը:

Բնական դաշտի միջոցով ուսումնասիրությունների ժամանակ, անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել շարժվող էլեկտրոդի գտնված վայրի նկարագրությանը, բացահայտել տեղային բնույթի անոմալիա առաջացնող պատճառները:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ А. С. Семенов, в кн.: Электроразведка методом естественного электрического поля, Недра, Л., 1974. ² А. А. Огильви, Гидротехническое строительство, № 12 1946. ³ Р. С. Минасян, К. А. Хачатрян, Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, № 3, (1973). ⁴ А. П. Краев, Основы геоэлектрики, Недра, Л., 1965. ⁵ Д. А. Хачатрян, Уч. зап. ЕГУ, № 2 (123), 1973. ⁶ Д. Кларксон, в кн.: Транспорт ионов и структура растительной клетки (пер. с англ.), Мир, М., 1978.