

3. Установлено, что дегидрогеназа более радиочувствительный фермент по сравнению с устойчивой каталазой при воздействии малых доз гамма-излучения на ферментативную активность почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Изменение ферментативной активности при хранении почвенных образцов // Почвоведение. 2009. № 12. С. 1481-1486.
2. Денисова Т.В. Влияние электромагнитных полей на биологические свойства почв: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Ростов н/Д, 2011. 50 с.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. 216 с.
4. Колесников С.И., Тлехас З.Р., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Изменение биологических свойств почв Адыгее при химическом загрязнении // Почвоведение. 2009. № 12. С. 1499-1505.
5. Асварова Т.А., Газалиев Н.А. Действие малых доз радиации на морфоэкологические показатели почвенных беспозвоночных // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Ростов н/Д, 2009. № 1. С. 105-110.
6. Попов Д.К., Поникарова Т.М., Поникаров В.И. Методические рекомендации по определению валового урана и тория в породах, почвах, золе растений. Л., 1981. 15 с.

7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу. М.: МГУ, 1961. 488 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 293 с.
9. Бабаев А.А. Радиоактивность минеральных вод Дагестана. Махачкала, 1972. 25 с.
10. Титаева Н.А., Таскаев А.И., Овченко В.Я., Алексахин Р.М., Шуктумова И.И. Особенности формирования изотопного состава почв при длительном контакте с радиоактивными пластовыми водами // Геохимия. 1977. № 9. С. 1368-1375.

Поступила в редакцию 25 сентября 2012 г.

ASVAROVA T.A. EFFECT OF LOW DOSES OF GAMMA RADIATION ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF SOILS OF DAGESTAN

The aim of this work is to study the effect of increased natural radiation γ -phone on the enzymatic activity in soils in areas of old abandoned wells gas deposits in the Coastal Plain. It is found that catalase, dehydrogenase, invertase resistant to γ -radiation dose – 25–30 mkr/hour Doses in the range of 35 to 60 mkr/hour have an inhibitory effect on the performance of enzyme activity in a salt marsh meadows. The scientific novelty of this work lies in the fact that it set to doses of gamma radiation, providing a stimulating and inhibitory effect on the activity of soil enzymes.

Key words: enzymes; soil; dose of gamma radiation; radionuclides.

УДК 551.4 (571.5)

ПОЧВЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЕ

© И.А. Белозерцева, А.А. Черкашина

Ключевые слова: почва; антропогенное влияние; нормирование; Тункинская котловина.

Проведенные авторами полевые физико-географические исследования позволили выявить некоторые особенности формирования и современного состояния почв Тункинской котловины. В результате анализа трендов зависимости «нагрузка – эффект» по почвенно-растительным показателям выявлены предельно допустимые и недопустимые пастбищные нагрузки.

Тункинская котловина расположена в долине р. Иркутка, от устья р. Кырена, вниз по Иркутку. Ее длина составляет около 200 км, высота – от 500 до 1400 м. Она входит в систему межгорных понижений гор Восточного Саяна в Бурятии, ограничена хребтами Тункинские Гольцы на севере и Хамар-Дабан на юге. Котловина орошается р. Тункой, Хорбяткой, Жемчугом, Богорхоном, Улан и Холе Хоргонами и Зактуем.

Актуальность работы и целесообразность проведенных исследований обусловлены недостаточной изученностью почв, испытывающих влияние сельскохозяйственной деятельности. Изучение почв, оценка их современного состояния необходимы для решения и экологических, и социально-экономических проблем, рационального использования природных ресурсов.

Цель данной работы: на основе комплексных исследований провести анализ современного состояния и трансформации почв Тункинской котловины, провести нормирование пастбищных нагрузок.

Полевые физико-географические исследования проведены на экспериментальных полигонах «Тункинского» стационара в Юго-Западном Прибайкалье в 2004–2011 гг. На распределение современных ланд-

шафтов этой территории решающее значение оказали характер горного рельефа, контрастность климатических и мозаичность почвенно-грунтовых условий. Большое влияние на ландшафты в последнее время оказывает деятельность человека. Особенно интенсивно это сказывается в днищах падей и предгорьях, где наблюдаются пастбища, заброшенные пашни и вырубленные леса.

В Тункинской котловине и ее горном обрамлении выделяются пять высотных поясов – нивальный, гольцовый, подгольцовый, горно-лесной и горно-лессостепной. Основной фон в котловине составляют дерново-подзолистые и серые метаморфические почвы, на которых произрастают темнохвойные и сосновые леса. Широкое распространение имеют мелколиственные и смешанные леса на серых почвах. Горно-лесной пояс самый развитый в котловине. Основными почвами в высокогорье являются – петроземы и литоземы (грубогумусовые). В горно-таежной зоне котловины на южных склонах формируются серые почвы, а на северных – подбуры грубогумусированные и дерново-подзолистые почвы. На северных склонах в относительно пониженных элементах рельефа формируются (торфяно-) крио-

земы и торфяно-подбуры глеевые, в которых наблюдаются процессы криотурбации и оглеения. В степных ландшафтах основной фонд высоко значимых земельных ресурсов составляют черноземы (гидрометаморфизованные) и темногумусовые почвы.

В условиях сильного заболачивания формируются ландшафты среднего и нижнего течения р. Тунки на аллювиальных темногумусовых глееватых, перегнойно-гидрометаморфических, перегнойно-глеевых и торфяно-(минерально)-глеевых почвах. Эта территория подвержена погружению и характеризуется преобладанием озерно-болотных природных комплексов. В поймах верхнего течения рек распространены слаборазвитые аллювиальные слоистые и серогумусовые почвы. Ландшафты заболоченных лесов на торфяно-криоземах глееватых и дерново-подзолисто-глеевых почвах наблюдаются в бассейне р. Енгарги. А между заболоченными низинами Тункинской котловины на 130–150 м над ее дном возвышается песчаная возвышенность Бадар – остаточный массив, окруженный зонами современного опускания и покрытый сосняками на псаммоземах, дерново-элювоzemах и слоисто-эоловых почвах с небольшими участками развеивающихся песков.

Воздействию эоловых процессов подвержено 28 % площади Тункинской котловины [1]. Особенно активно участвуют они в преобразовании рельефа и ландшафтов оголенных песков, которые наиболее развиты на правом берегу р. Тунки восточнее массива Бадар. Образованию этого массива развеиваемых и полужакрепленных песков способствовала вырубка лесов в XVIII в. при постройке крепости Тункинского острога [2]. Большие объемы эоловых пылевых толщ, значительные площади эолового рельефа свидетельствуют о существенной роли ветра в формировании рельефа, отложений и ландшафтов в течение позднего плейстоцена и голоцена Тункинской котловины. В финальной стадии пыленакопления и последующих сухих периодах (позднеплейстоцен-голоценовое время) был сформирован бугристый и дюнно-грядовый эоловый рельеф, претерпевший с момента образования морфологические изменения в результате последующих эоловых процессов, в основном делювиального. В других котловинах Тункинской ветви эоловые процессы развиты незначительно, в основном на участках, подверженных антропогенным нарушениям. Интенсивность дефляции невелика из-за недостаточного для активного проявления эолового процесса количества мелкозема в преимущественно грубообломочных приповерхностных отложениях.

На северных склонах и водораздельных поверхностях западной части Еловского отрога локально развит бугристо-западинный микрорельеф, который является реликтом позднеледникового, сформированным под действием криогенных процессов. На аэроснимках пашен он дешифрируется в виде пятен: светлые пятна, индицирующие бывшие бугры, с которых при пахоте и смыве удален гумусовый горизонт, обрамлены микрозападинами темного тона, где располагаются более гумусированные аккумулятивные почвы.

Реакция среды преобладающего числа проанализированных типов почв (кроме криоземов, литоземов и псаммоземов), близкая к нейтральной в верхней части профиля и слабощелочная – в нижней (табл. 1), свидетельствует о преимущественной карбонатности почво-

образующих пород региона. В то же время снижение вниз по профилю поглощенных оснований обусловлено значительно более легким гранулометрическим составом нижней части профиля (фракции мелкого песка и крупной пыли составляют 60–80 % от всей почвы), из которой мобильная форма щелочноземельных элементов выносятся с внутрипочвенными потоками. В развитых на кислых породах (гранитоидах и др.) почвах тундры и горной тайги среда слабокислая.

Таблица 1

Физико-химические свойства почв
Тункинской котловины

Почва	Горизонты	Гумус (ППП*), %	pH _{H2O}
Криозем грубогумусовый перегнойный	АО	89,60*	6,3
	Oh	44,31	7,0
	CR	0,41	7,1
Литозем серогумусовый	O	94,90*	5,3
	AУ	7,03	6,6
	AУС	2,59	7,0
Аллювиальная серогумусовая	AУ	2,93	8,0
	C	0,38	8,8
Дерново-элювозем	AУ	2,69	6,4
	EL	0,52	6,7
	C	0,21	8,0
Дерново-подзолистая	AУ	14,48	5,7
	EL	5,34	6,1
	BEL	0,91	6,2
Темногумусовая	AУ	13,45	4,9
	AУС	1,24	6,5
	C	1,38	7,7
Дерново-подзолистая	AУ	19,65	6,2
	BEL	2,69	6,7
Литозем серогумусовый	AУ	7,40	6,7
	AУС	4,14	6,5
Криозем грубогумусированный	O	93,30*	5,5
	OC	2,64	5,6
Элювозем	O	75,20*	8,0
	C	0,22	8,4
Слоисто-эоловая с погребенным торфянистым горизонтом	O	23,79	8,3
	C ₁	2,96	8,8
	T	37,93	8,5
	C ₂	2,26	8,6
Дерново-элювозем пирогенный	AУ	5,34	6,3
	EL	0,26	6,5
	C1	0,31	6,7
Псаммозем гумусовый пирогенный	C2	0,19	8,2
	Огорелый	20,90*	6,2
	O	98,10*	5,5
	W	3,28	6,2
Серая	C	0,60	6,5
	AУ	3,62	6,8
	AEL	1,32	6,7
Агросерая	P	3,45	6,0
	BT	1,00	7,5
	C	0,14	7,5
Криозем	АО	14,14	4,3
	AOCR	4,41	5,2
	CR	2,57	6,0

Таблица 2

Содержание водорастворимых ионов в почвах Тункинской котловины

Почва	Горизонт	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Плотный остаток %
		мг-экв/100 г почвы							
Литозем (серогумусовый)	AУ	0,20	0,10	0,02	0,09	0,05	0,07	0,15	0,160
	AУС	0,10	0,12	0,02	0,02	0,05	0,10	0,13	0,100
	С	0,10	0,06	0,01	0,02	0,05	0,09	0,15	0,120
Слоисто-эоловая с погребенным торфянистым горизонтом	О	1,48	2,20	4,17	0,04	5,30	0,07	2,10	0,640
	С ₁	2,40	2,08	6,13	0,01	14,10	0,05	1,63	1,000
	Т	1,40	0,92	5,57	0,02	6,65	0,07	1,63	0,720
	С ₂	1,50	0,75	6,48	0,03	6,85	0,07	1,80	0,800
Дерново-элювоzem пирогенный	AУ	0,32	0,22	0,02	0,07	0,20	0,08	0,13	0,200
	EL	0,10	0,08	0,02	0,01	0,20	0,10	0,13	0,080
	С ₁	0,10	0,01	0,01	0,01	0,05	0,10	0,13	0,060
	С ₂	0,24	0,04	0,01	0,01	0,05	0,10	0,33	0,080
Псаммозем гумусовый пирогенный	Огорелый	0,36	0,24	0,02	0,19	0,20	0,11	0,38	0,120
	О	0,30	0,46	0,08	0,53	0,20	0,10	0,50	0,450
	W	0,26	0,14	0,02	0,04	0,20	0,08	0,23	0,080
	С	0,10	0,14	0,03	0,01	0,05	0,11	0,18	0,080

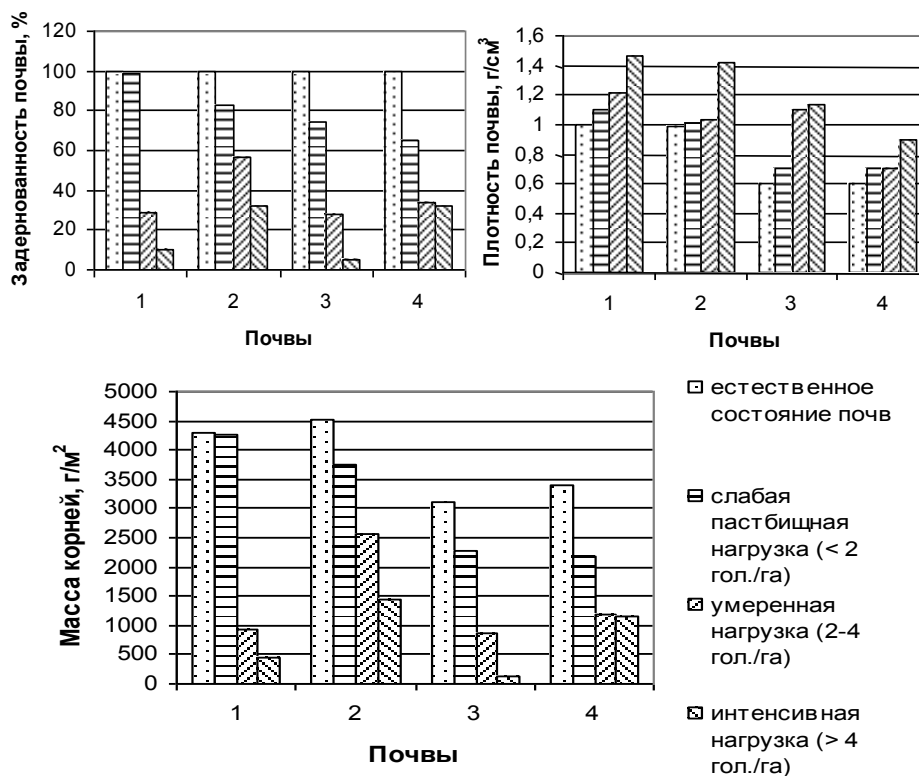


Рис. 1. Показатели состояния почвенной среды в условиях ведения скотоводческого хозяйства.

Почвы: 1 – черноземы; 2 – черноземы гидрометаморфизованные; 3 – аллювиальные торфянисто-глеевые; 4 – перегнойно-гидрометаморфические. Задрнованность – отношение в дерновом горизонте массы корней к их фоновым запасам; плотность почв – объемный вес (г/см³). Приведены средние величины из числа измерений показателей

Верхние горизонты некоторых почв обладают нейтральной реакцией, что говорит о выщелачивании карбонатов, т. е. о промывном режиме почв. С глубиной резко снижается количество гумуса. Если в верхнем горизонте его содержание в анализированных разрезах

составляет от 2,7 до 24 %, то на глубине около 20 см оно часто снижается до 0,3–5 % за исключением почв с погребенным торфянистым горизонтом. Слоисто-эоловые почвы с погребенным торфянистым горизонтом имеют повышенное содержание солей – от 0,64 до

1,00 % с сульфатно-магниево-гидро-карбонатным составом (табл. 2), унаследованным от почвообразующих пород – лессовидных суглинков и супесей сартанского возраста, переотложенных флювиогляциальными, аллювиально-пролювиальными и эоловыми потоками разной степени интенсивности.

Несмотря на развитие пашенного земледелия в советское время, скотоводство оставалось основной отраслью экономики присаянских бурят. В настоящее время большая часть пахотных угодий заброшена и используется как пастбища. В составе поголовья скота преобладает крупный рогатый скот до 80 %. На основе разработанных критериев была проведена оценка современного состояния территории. В слабонарушенных ландшафтах (с пастбищной нагрузкой до 2 гол./га) наблюдаются уменьшение продуктивности растительной массы (в 1,5 раза) и небольшое уплотнение почвы (рис. 1). Средняя степень нарушения (2–4 гол./га) характеризуется изменением роли и соотношений доминирующих видов травостоя. Происходит уплотнение почвы (до $1,2 \text{ г/см}^3$), уменьшение продуктивности растительных сообществ (до 5 раз). При сильной степени нарушения ландшафтов (более 4 гол./га) усиливается разреженность травостоя, изменяется флористический состав сообществ, уменьшается продуктивность

растительной массы (до 14 раз), происходит уплотнение почвы (до $1,5 \text{ г/см}^3$). Для восстановления растительности и почв необходим временный запрет на использование таких земель под пастбища.

Распашка маломощных почв с легким гранулометрическим составом привела к развитию деградационных процессов: потере гумуса (в 1,6 раз), выносу мелкозема (до 63 %), снижению емкости поглощения, разрушению почвенной структуры. Зброшенные пахотные угодья активно зарастают березой, сосной и лиственницей.

В результате анализа трендов зависимости «нагрузка – эффект» по почвенно-растительным показателям изучаемых котловин выявлены предельно допустимые и недопустимые нагрузки на ландшафты. Предельно допустимая пастбищная нагрузка для черноземов (гидрометаморфизованных), аллювиальных темногумусовых и перегнойно-гидрометаморфических почв составляет 2 гол./га.

Важную роль в формировании и развитии лесных экосистем Юго-Западного Прибайкалья играют лесные пожары. Неоднократная повторяемость пожаров, сильное прогорание лесной подстилки и гумусового горизонта способствуют: усилению задернованности почвы, понижению уровня мерзлоты, ускоренному разви-

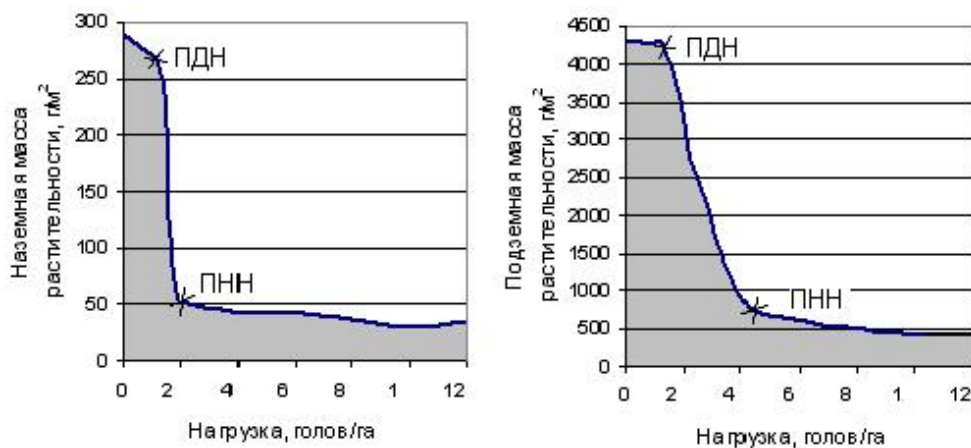


Рис. 2. Продуктивность наземной и подземной массы растительности в зависимости от пастбищной нагрузки: ПДН – предельно допустимая нагрузка; ПНН – предельно недопустимая нагрузка

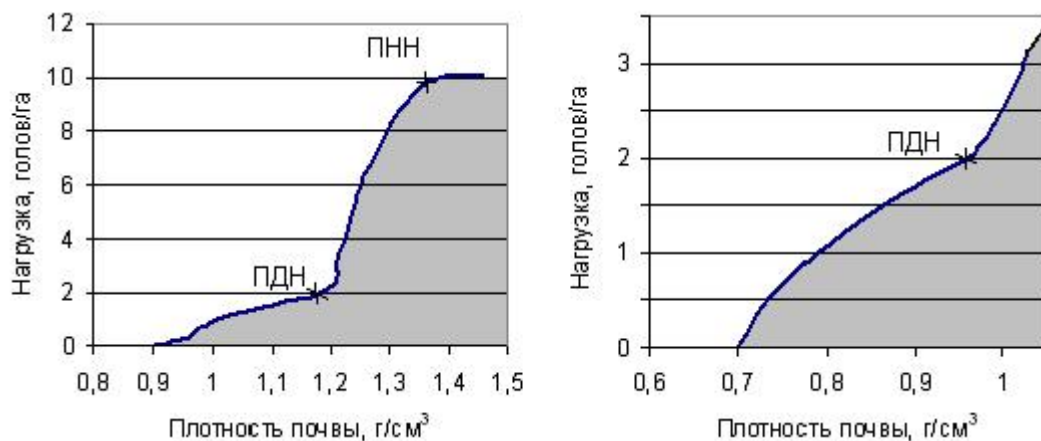


Рис. 3. Плотность а) чернозема и б) чернозема гидрометаморфизованного в зависимости от пастбищной нагрузки

тию процессов эрозии, вплоть до обнажения коренных пород. На территориях с обильными подземными льдами (в случае уничтожения растительности в результате вырубок и пожаров) активизируется заболачивание. Вследствие чего криоземы эволюционируют в криоземы глееватые, а в дальнейшем – в торфяно-криоземы глееватые. В мерзлотных подзолистых почвах при этом также развиваются процессы оглеения и оторфования. На территориях активного эолового переноса с полужакрепленными и развеваемыми песками, развитыми в Тункинской котловине, последствия лесных пожаров могут носить необратимый характер. Исследованные нами элювиоземы и дерново-элювиоземы, развитые на правобережье Тунки под сосновым лесом, отличаются маломощным профилем (15–20 см) с органогенным горизонтом, зачастую не превышающим 5–7 см. Как правило, они имеют супесчаный и песчаный гранулометрический состав, низкое содержание гумуса (0,2–5 %) и разреженный травянистый покров. После пожаров лишённые подстилки и дернового горизонта элювиоземы подвержены процессам эрозии, что приводит к формированию незакрепленных песков. В целом лесные гари и вырубки ведут к деградации почв, негативным изменениям гидрологического режима геосистем.

По степени нарушенности почв Тункинской котловины можно выделить несколько зон, различающихся по интенсивности влияния на них антропогенного фактора. Большая часть территории относится к категории слабой и средней степени деградации земель. Такая ситуация во многом объясняется тем, что на изучаемой территории нет промышленных объектов, а макси-

мальное влияние сельского хозяйства проявляется локально. Исторически сложившееся традиционное ведение сельского хозяйства, по результатам наших исследований на модельных участках Юго-Западного Прибайкалья, поддерживает экосистемы в относительно стабильном состоянии.

Почвы Тункинской котловины являются высоко чувствительными к антропогенному воздействию вследствие их маломощности и легкому гранулометрическому составу. Для улучшения экологической ситуации требуется комплексный анализ трансформации ландшафтов и оценка деятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Выркин В.Б.* Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа. Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 1998. 175 с.
2. *Ларин С.И.* Основные этапы освоения ландшафтов Тункинских котловин // Историко-географические исследования Южной Сибири. Иркутск: Ин-т географии СО АН СССР, 1991. С. 70-85.

Поступила в редакцию 3 сентября 2012 г.

Belozertseva I.A., Cherkashina A.A. SOILS AND THEIR USE IN TUNKA DEPRESSIONS

Field physics-geographical studies conducted by the authors made it possible to reveal some features of formation and the current state of the soils of the Tunka depressions. An analysis of trends of the dependence "load – effect" according to the soil and vegetation indices the maximum permissible and impermissible landscape loads are revealed.

Key words: soils; anthropogenous influence; normalization; Tunka depressions.

УДК 620.193

АНОМАЛЬНОЕ РАСТВОРЕНИЕ МЕДИ В РАЗБАВЛЕННЫХ ИЗОПРОПАНОЛЬНЫХ РАСТВОРАХ ХЛОРОВОДОРОДА

© Г.Г. Бердникова, Н.В. Вервеккина

Ключевые слова: аномальное растворение; механизм коррозии; поляризация электрода; эффективный заряд ионов.

Изучено влияние добавок хлорида меди (II) на электрохимическое и коррозионное поведение меди в разбавленных изопропанольных растворах хлороводорода с постоянной концентрацией хлорид-иона. Показано многоаспектное влияние добавок катионов меди при саморастворении медного электрода, существенная роль которых состоит в непосредственном химическом взаимодействии с поверхностью металла.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Проблема коррозионной стойкости конструкционных материалов до сих пор является весьма актуальной для современной промышленности. Коррозия металлов, являющаяся естественным и неизбежным термодинамическим процессом, наносит не только колоссальный экономический ущерб, но и является во многих случаях основной причиной техногенных аварий, негативное влияние которых на биосферу очевидно. Принимая во внимание размеры ущерба от коррозии и

огромной число различных металлов и их сплавов, а также коррозионно-агрессивных сред, также очевидно, что в этой области науки еще долго будет существовать обширное поле для исследований.

В настоящее время наименее изученными и поэтому наиболее интересными являются процессы, протекающие на некоторых конструкционных металлах, и в частности, меди в катодной области потенциалов. Так, например, растворение медного электрода в концентрированных кислых средах, независимое от приложенного потенциала, ограничивает применение меди в