

УДК 631.445.52(470.44):631.412:631.67

ИЗМЕНЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СОЛОНЧАКОВЫХ СОЛОНЦОВ ПРИ ОРОШЕНИИ

Н. П. ПАНОВ, В. Г. ВИТЯЗЕВ, А. Н. КЛЮЧНИКОВ, В. П. ГУЩИН

(Кафедра почвоведения)

При мелиоративном освоении и использовании земель в засушливых районах значительно изменяется почвенный покров, особенно при глубоких планировках местности и высоких нормах орошения. В результате, с одной стороны, выравнивается топография поверхности участка, а с другой — увеличивается или уменьшается разнообразие свойств почв по профилю. Само орошение, являясь мощным фактором повышения производительности почв, может приводить и к негативным последствиям — слитообразованию, оглеению и вторичному засолению. Поэтому необходимо знание процессов, протекающих в почвах при поливах, и изменений их направленности, которые следует учитывать при прогнозировании будущего состояния земель и составлении мероприятий по сохранению и повышению почвенного плодородия.

При исследовании таких процессов мы использовали весьма важную характеристику физических свойств почв — значение ее активной удельной поверхности. Показатель этот выбран не случайно. Известно, что именно активная (по отношению к воде) поверхность твердой фазы отражает весь комплекс других показателей. В первую очередь это касается механического и минералогического состава, наличия органического вещества и его качества, состава поглощенных катионов и анионов. Вместе с тем значения активной удельной поверхности отражают также и особенности процессов почвообразования, в связи с чем изменения в почвенном профиле при вовлечении почв в сельскохозяйственное использование должны прежде всего сказываться на данном показателе.

В задачи наших исследований входило: изучение активной удельной поверхности целинных и освоенных лугово-степных солончаковых солонцов, выявление степени достоверности различий общей удельной поверхности по профилю этих почв и ее изменения при сельскохозяйственном использовании без орошения (25—30 лет) и при орошении в течение 10 лет. Важно было установить зависимость удельной поверхности от содержания в почве карбонатов, гипса и легкорастворимых солей.

Объекты и методы исследований

Изучались почвы солонцового комплекса совхоза «Новый быт» Николаевского района Волгоградской области. В основном они были представлены солончаковыми солонцами, каштановыми и лугово-каштановыми почвами, сформированными на однородных тяжелых по механическому составу желтобурых карбонатных суглинках, мощность которых достигает 16—17 м [18]. Отмечается довольно строгая приуроченность упомянутых типов почв к определенным элементам микрорельефа.

Наиболее трудный объект в мелиоративном отношении — солончаковые солонцы, занимающие микроповышения и образующие сплошной фон. На их долю приходится до 50—60 % всей площади. У них отчетливо развит профиль, а на глубине 40—90 см находится засоленный «псевдопесчаный» горизонт с небольшой плот-

ностью сложения [1, 2, 17, 18]. Засоление начинается с подсолонцового горизонта и достигает максимума (2,5—3,0 %) в «псевдопесчаном». За пределами двухметрового профиля содержание солей постепенно убывает вплоть до уровня грунтовых вод. В составе солей резко преобладает сульфат натрия.

Гипс образует в двухметровом профиле солончакового солонца два устойчивых максимума: первый — на глубине 30—40 см в виде мицелля, второй — на середине второго метрового слоя, он отличается более мощным скоплением. В пределах последнего выделяется горизонт S_4 как «гипсовый пояс».

Распределение карбонатов заметно дифференцировано и характерно для элювиально-иллювиального профиля. В надсолонцовом и солонцовом горизонтах карбонатов

мало, поэтому вскипание от HCl начинается с подсолонцового горизонта. Ниже до глубины 130 см наблюдается заметное увеличение их содержания, которое затем снова уменьшается.

В составе поглощенных оснований в верхнем горизонте преобладает кальций. Содержание обменного натрия в солонцовом горизонте составляет 37 % емкости поглощения, вниз по профилю оно возрастает вдвое, что обусловлено сильным засолением сульфатом натрия [17].

По механическому составу изучаемые солонцы тяжелоуглинистые крупнопылевато-иловатые. В целинном солончаковом солонце максимум ила находится в слое 10—30 см. Здесь отмечается отчетливо выраженный иллювиальный горизонт. Вниз по профилю ила меньше и с глубины 60—70 см его распределение становится довольно равномерным [14, 16]. Важно отметить, что в «псевдопесчаном» горизонте содержание илистой фракции не меньше, чем в ниже лежащих горизонтах, кажущихся более тяжелыми по механическому составу.

Для установления влияния засоления на активную удельную поверхность изучаемых целинных солонцов были отобраны образцы

почвенной массы отдельно от скоплений гипса из горизонтов B_2C_5 , C_{54} и C_{55} , т. е. из тех, где его содержание максимально. Параллельно из всех засоленных горизонтов начиная с B_2 , отмывали легкорастворимые соли дистиллированной водой (в загипсованных горизонтах легкорастворимые соли отмывали из отобранной почвенной массы). В первом случае ставилась задача установить влияние на значение удельной поверхности почв труднорастворимых солей, представленных мшелярным и кристаллическим гипсом, во втором — выявить влияние легкорастворимых солей, представленных, как отмечалось выше, в основном сульфатами натрия.

Общая внешняя и внутренняя удельная поверхность твердой фазы почв по генетическим горизонтам, а также в образцах, из которых отбирали скопления гипса и отмывали легкорастворимые соли, нами определялась по общепринятому в настоящее время методу БЭТ с нахождением влажности монослоя на основании анализа изотерм десорбции паров воды [8]. Повторность определений 3—4-кратная, результаты обрабатывали статистически [10].

Результаты исследований

Как видно из табл. 1, активная удельная поверхность почвообразующей породы целинного солончакового солонца составляет 133,4 $\text{m}^2/\text{г}$, причем внутренняя поверхность преобладает над внешней. В элювиальный надсолонцовый горизонт поступает незначительное количество органического вещества, и содержание гумуса в нем, как правило, не превышает 2,5 %. Вместе с тем из этого горизонта илстые частицы выносятся в иллювиальный горизонт, поэтому общая и внешняя активная удельная поверхность в данном горизонте меньше, чем в почвообразующей породе и в остальных горизонтах профиля солонца. В иллювиальном солонцовом горизонте, где вместе с привнесением илстых частиц происходят процессы внутрипочвенного выветривания, удельная поверхность резко возрастает, достигая 141,4 $\text{m}^2/\text{г}$. Наши исследования подтверждают отмечаемое многими авторами [3—7, 12, 13] увеличение общей удельной поверхности по мере утяжеления механического состава почв, которое происходит за счет как внутренней, так и внешней поверхности. Эта общая закономерность в ряде случаев нарушается в результате проявления генетических особенностей почвенных горизонтов, в частности при наличии в них легкорастворимых солей и гипса. Последние в зависимости от содержания по-разному влияют на значения показателей активной удельной поверхности. Так, в горизонтах B_2C_5 , C_{55} и C_{54} по сравнению с горизонтом B_2 по мере того, как механический состав становится более легким, значения общей удельной поверхности возрастают за счет увеличения внутренней поверхности. В «всевопесчаном» горизонте C_{51} заметно увеличивается внешняя поверхность и достигает своего максимального значения в профиле. В последнем случае наши данные расходятся с результатами, приведенными в работе [3], где указывается на обратную зависимость. Вероятно, это связано с разными методами определения внешней удельной поверхности — по адсорбции молекул азота в [3] и по адсорбции паров воды в наших экспериментах.

После отбора скоплений гипса из почвенной массы значения показателей активной удельной поверхности последней значительно изменились в сравнении с исходными (табл. 2). Во всех трех горизонтах общая поверхность уменьшилась за счет внутренней при одновременном относительно небольшом увеличении внешней. Степень различия зако-

Удельная поверхность и некоторые физико-химические показатели
исследуемых солонцов

Горизонт и его глу- бина, см	Удельная поверхность, м ² /г			Содержание частиц < 0,01 мм, % от исход- ной навески	Гумус, %	Плотный остаток, %	Гипс, %	СаСО ₃ %
	общая	внеш- няя	внутрен- няя					
Солонец целинный								
A ₁ , 0—8	89,1	24,9	64,2	45,5	2,47	0,05	Нет	1,63
B ₁ , 10—20	141,4	37,5	103,9	55,5	2,06	0,15	»	2,06
B ₂ , 23—29	126,2	41,8	84,4	51,0	1,56	0,38	»	6,67
B ₂ Cc, 32—38	129,7	42,3	87,4	48,1	1,13	1,11	4,50	9,19
Cc ₁ , 45—55	120,7	51,4	69,3	46,1	0,67	2,82	1,92	13,02
Cc ₂ , 75—85	112,1	47,2	64,9	43,0	Не опр.	2,07	1,80	15,14
Cc ₃ , 110—120	115,7	46,0	69,7	44,3	»	2,15	2,24	14,62
Cc ₄ , 140—150	164,1	37,0	127,1	44,4	»	2,19	18,97	11,49
Cc ₅ , 170—180	133,4	41,7	91,7	45,9	»	2,45	7,65	10,29
Солонец неорошаемый								
Aпах, 0—25	96,2	26,5	69,7	46,4	2,12	0,11	Нет	2,00
B ₂ , 28—34	110,4	32,5	77,9	50,3	1,15	0,20	»	8,05
Солонец орошаемый								
Aпах, 0—25	107,0	27,1	79,9	49,8	1,69	0,07	Нет	6,15
Cc ₁ , 35—45	94,2	30,2	64,0	47,3	0,89	0,09	»	13,90
Cc ₂ , 65—75	86,5	28,8	56,9	45,6	0,53	0,11	»	16,63
Cc ₃ , 100—110	85,0	27,0	58,0	46,7	Не опр.	0,18	»	16,27
Cc ₄ , 130—140	98,3	28,9	69,4	44,5	»	0,80	1,61	11,88
Cc ₅ , 160—170	101,8	28,9	72,9	45,2	»	0,95	2,00	10,41

Примечание. В засоленных горизонтах содержание частиц < 0,01 мм приводится в процентах от исходной рассыпанной навески.

номерно зависела от содержания в образцах гипса. Наиболее отчетливо отмеченные изменения прослеживались в загипсованном горизонте Cc₄ где общая поверхность была на 47,5 м²/г меньше, чем в исходном образце, при этом внутренняя поверхность уменьшилась на 55,7 м²/г, а внешняя, напротив, возросла на 8,2 м²/г. В целом после отбора гипса значенная активная удельная поверхность в засоленных горизонтах несколько выровнялись. В частности, очень сблизилась значения этого показателя у почвенной массы из горизонта Cc₄ и лежащего выше горизонта. Приведенные данные позволяют предположить, что присутствие в почве мицеллярного или окристаллизованного гипса в значительной степени может увеличивать общую удельную поверхность в основном за счет внутренней.

Механизм влияния гипсового засоления на удельную поверхность

Т а б л и ц а 2

Удельная поверхность целинного солонца (м²/г) после удаления солей

Горизонт	В исходной почве		После отбора гипса		После отмывки легкорастворимых солей	
	внешняя	внутренняя	внешняя	внутренняя	внешняя	внутренняя
B ₂	41,8	84,4	41,8	84,4	33,0	84,1
B ₂ Cc	42,3	87,4	45,2	77,0	32,0	78,8
Cc ₁	51,4	69,3	51,4	69,3	31,1	67,0
Cc ₂	47,2	64,9	47,2	64,9	28,7	63,1
Cc ₃	46,0	69,7	46,0	69,7	28,5	66,4
Cc ₄	37,0	127,1	45,2	71,4	28,1	69,3
Cc ₅	41,7	91,7	46,1	77,5	27,5	74,4

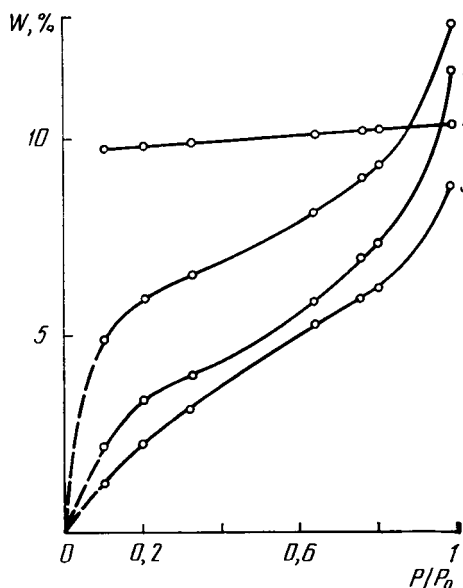


Рис. 1. Изотермы десорбции паров воды из горизонта $Cс_4$.

1 — исходная почва; 2 — после удаления гипса; 3 — после удаления гипса и отмывки легкорастворимых солей; 4 — содержание влаги при различных относительных давлениях в выделенных кристаллах гипса.

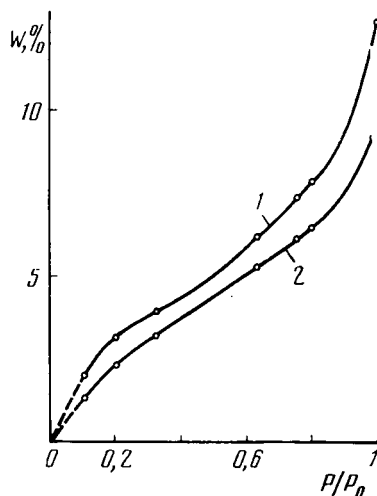


Рис. 2. Изотермы десорбции паров воды из горизонта $Cс_1$.

1 — исходная почва; 2 — после отмывки легкорастворимых солей.

выясняется при анализе изотерм десорбции паров воды изучаемых образцов почвы. Из рис. 1 видно, что изотерма десорбции образцов, содержащих гипс, лежит значительно выше, чем у образцов, из которых гипс удален. По-видимому, молекулы $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ могут активно участвовать в процессах связывания молекул воды совместно с поверхностью почвы, что в большей степени проявляется в диапазоне низких значений P/P_0 , где рассчитывается общая поверхность. В диапазоне высоких относительных давлений, в котором рассчитывается монослой влаги, покрывающий внешнюю поверхность, гипс продолжает оказывать влияние, но уже значительно меньшее.

При отмывании легкорастворимых солей во всех рассоленных образцах произошли значительные изменения общей активной удельной поверхности: она уменьшилась на 9,1—22,6 м²/г в основном за счет внешней, при этом внутренняя поверхность мало изменилась. Изменения внешней поверхности в довольно значительной степени зависели от содержания легкорастворимых солей (плотного остатка), причем наибольшими (на 20,3 м²/г) они были в «псевдопесчаном» горизонте $Cс_1$, где содержание легкорастворимых солей составляло 2,82%. Таким образом, засоление почв сульфатом натрия способствует увеличению внешней активной удельной поверхности. Механизм этого влияния заключается в следующем. Молекулы Na_2SO_4 в отличие от $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ начинают проявлять свое активное участие в связывании молекул воды в диапазоне высоких относительных давлений, где происходит формирование монослоя, покрывающего внешнюю удельную поверхность. В результате участок кривой изотермы десорбции исходного образца, засоленного сульфатом натрия, имеет более крутую форму, чем рассоленный образец (рис. 1 и 2). В данном опыте, кроме того, в горизонте $Cс_1$ и ниже после промывки солей наблюдалась некоторая тенденция к уменьшению внутренней поверхности, что, по-видимому, может быть объяснено присутствием в них в исходном состоянии гипса (наличие гипса в отобранной почвенной массе горизонтов $Cс_4$ и $Cс_5$ также очевидно), который способствует увеличению значений внутренней поверхности.

В целом, оценивая значения активной удельной поверхности почвенных горизонтов по профилю после удаления гипса и легкораствори-

мых солей, можно отметить, что характер их распределения в первую очередь определяется механическим составом и содержанием в них карбонатов. Последние могут прямо и косвенно влиять на значение активной удельной поверхности. Прямое влияние связано с тем, что сами карбонаты характеризуются небольшой удельной поверхностью. На данное обстоятельство указано в ряде работ [3, 9]. В процессе исследований нами также было установлено, что удельная поверхность карбонатов (в виде белоглазки), выделенных из карбонатного горизонта лугово-каштановой почвы, залегающей в комплексе с солончаковым солонцом, значительно меньше, чем карбонатных горизонтов солонца (после рассоления), и составляет $72 \text{ м}^2/\text{г}$. Косвенное влияние карбонатов проявляется в том, что они способствуют агрегированию элементарных почвенных частиц и в итоге понижают их удельную поверхность. Так, с увеличением содержания карбонатов вниз по профилю значения общей активной удельной поверхности закономерно снижаются одновременно за счет уменьшения внутренней и внешней поверхности, достигая своего минимума в горизонте $\text{C}_{\text{с}2}$, где отмечается и максимум содержания карбонатов. Ниже по профилю вплоть до почвообразующей породы активная поверхность снова возрастает при одновременном утяжелении механического состава и снижении карбонатности, но рост ее происходит за счет внутренней поверхности при одновременном убывании внешней. Данное обстоятельство позволяет предположить, что в горизонтах $\text{C}_{\text{с}3}$ — $\text{C}_{\text{с}5}$ присутствуют остаточные количества непромытого гипса.

При освоении территории и вовлечении почв солонцового комплекса в сельскохозяйственное использование происходят некоторые изменения в строении почвенного профиля солонцов. В пахотный слой вовлекаются солонцовый и, возможно, часть подсолонцового горизонта. При этом происходит их механическое рыхление и перемешивание. Вспашка, кроме того, способствует относительному выравниванию микрорельефа и поступлению в почву дополнительной влаги, которая прежде на целинном участке скатывалась с микроповышения в микрозападину. Вероятно, по этой причине в профиле на неорошаемых почвах видимый максимум содержания солей $\text{B}_2\text{C}_{\text{с}}$ не выражен и сразу за горизонтом B_2 следует «псевдопесчаный» — $\text{C}_{\text{с}1}$. Но вместе с тем дополнительного увлажнения недостаточно для выщелачивания солей из «псевдопесчаного» горизонта в нижележащие слои.

В пахотном горизонте солонцов, осваиваемых без орошения, по сравнению с надсолонцовым целинным в результате припашки иллювиального горизонта произошло относительное накопление физической глины, а содержание гумуса уменьшилось. В итоге значение общей активной удельной поверхности возросло на $7,1 \text{ м}^2/\text{г}$ (за счет внешней и внутренней поверхности). Благодаря поступлению дополнительной влаги горизонт B_2 в неорошаемых солонцах по сравнению с целинными горизонтами B_2 и $\text{B}_2\text{C}_{\text{с}}$ оказался незасоленным. По удельной поверхности он сходен с целинным горизонтом $\text{B}_2\text{C}_{\text{с}}$ (после отмывки солей), что позволяет предположить наличие одинаковой природы их исходного морфологического строения. Это подтверждается и одинаковым содержанием в них гумуса. Общий характер распределения значений активной удельной поверхности в засоленных горизонтах соответствует таковому в целинном солонце, что свидетельствует о сходстве процессов почвообразования в них.

Распашке и орошению целинных почв солонцового комплекса предшествует тщательная строительная планировка территории. При этом верхний слой микроповышений срезается и часть срезанной почвенной массы используется на образование чековых валиков, а другая ее часть — на выравнивание микропонижений. В результате солонцовые пятна, приуроченные прежде к микроповышениям, оказываются лишенными гумусового горизонта. В пахотный слой вместе с остатками солонцового горизонта вовлекается подсолонцовый. Как правило, в этих случаях нижняя граница пахотного слоя проходит на уровне «псевдо-

песчаного» горизонта. Орошение таких участков производится напуском по крупным чекам площадью от 6 до 20 га. Обычно предусматривается 2—3 вегетационных полива и один влагозарядковый. Оросительная норма 3—5 тыс. м³/га.

За 10 лет, в течение которых проводились все указанные мероприятия, произошли весьма существенные изменения в почвенном профиле солонца. В верхней части сформировался статически однородный пахотный слой с комковато-порошистой структурой. Содержание гумуса в нем 1,69 %, вскипание от 10 % HCl с поверхности. Основная масса солей вымывалась из почвенно-грунтовой толщи, и лишь на глубине 130 см их содержание было относительно небольшое. «Псевдопесчаный» горизонт утратил признаки пескообразности и уплотнился. Подобное явление отмечалось также в работах [2, 15, 16], где указывается и на резкое сокращение водопроницаемости данного горизонта. При общей неудовлетворительной дренированности, присущей всей территории исследуемого объекта, происходит застой оросительных вод в чеках, особенно при влагозарядковых поливах. По этой причине на солонцовых пятнах складываются благоприятные условия для развития и проявления восстановительных процессов, что и было отмечено нами при морфологическом описании. Так, на гранях структурных отдельностей подпахотных горизонтов появился матовый оттенок, а с глубины 50 см — сизые пятна оглеения.

Специфика изменений свойств орошаемых солонцов отразилась на показателях активной удельной поверхности. В пахотном горизонте общая поверхность наибольшая — 107,0 м²/г, в подпахотных горизонтах Сс₁—Сс₃ вследствие выщелачивания легкорастворимых солей она резко уменьшается, а в нижних, где засоление еще остается, снова возрастает.

Если изменения общей активной удельной поверхности в пахотном горизонте солонцов при различном способе освоения сравнить с изменением соответствующего показателя целинного надсолонцового горизонта, то получается следующее: без орошения общая поверхность увеличивается как за счет внешней, так и за счет внутренней поверхности, при орошении она возрастает еще значительно в основном за счет внутренней поверхности (на 88 %). Изменения, происходящие в неорошаемых солонцах, объясняются, по-видимому, обычным перемешиванием горизонтов и относительным усреднением их показателей. На орошаемых солонцовых пятнах пахотный слой формируется только из иллювиальных горизонтов, у которых больше дисперсность и более высокая удельная поверхность. Вместе с тем в условиях временного анаэробнозиса, создаваемых при длительном застаивании оросительных вод, проявляется щелочной гидролиз, сопряженный с поверхностным оглеением. При этом, с одной стороны, происходит еще большее увеличение дисперсности почвы и ее удельной поверхности, а с другой — торможение роста удельной поверхности и даже уменьшение ее из-за процесса оглеения.

В результате проведения модельных опытов с образцами разных почв и пород [11] было также установлено, что в процессе оглеения, вызванного избыточным увлажнением, существенно уменьшается общая активная поверхность главным образом за счет внутренней, причем заметные изменения в активной поверхности наблюдаются на первых этапах глееобразования. В итоге значение общей активной удельной поверхности в пахотном горизонте при орошении не больше, чем в иллювиальных горизонтах, из которых он сформировался, и даже несколько меньше.

В подпахотных горизонтах характер изменения значений общей удельной поверхности по профилю подобен таковому при моделировании процесса вымывания водорастворимых солей из засоленных горизонтов целинного солонца, но вместе с тем в горизонтах Сс₁—Сс₃ общая поверхность была на 4—10 м²/г меньше, чем в опыте после промывки солей. Изменения произошли главным образом за счет внутренней поверхности и, вероятно, могут быть объяснены процессами глееобразо-

Статистические параметры, характеризующие общую удельную поверхность горизонтов исследуемых солонцов

Горизонт, глубина, см	Общая удельная поверхность, м ² /г	Разность средних значений удельной поверхности соседних горизонтов	σ	m	md	td
Солонец целинный						
A ₁ , 0—8	89,1	52,3***	0,57	0,33	0,45	116,22
B ₁ , 10—20	141,4	15,2***	0,53	0,31	0,47	32,34
B ₂ , 23—29	126,2	3,5*	0,62	0,36	0,73	4,79
B ₂ Cc, 32—38	129,7	9,0**	1,13	0,64	0,66	13,64
Cc ₁ , 45—55	120,7	8,6**	0,29	0,17	0,56	15,36
Cc ₂ , 75—85	112,1	3,6*	0,91	0,53	0,71	5,07
Cc ₃ , 110—120	115,7	48,4***	0,82	0,47	0,53	91,30
Cc ₄ , 140—150	164,1	30,7***	0,41	0,24	0,33	93,03
Cc ₅ , 170—180	133,4		0,38	0,22		
Солонец неорошаемый						
A _{пах} , 0—10	95,8	0,8	0,95	0,67		
» 15—25	96,6		0,88	0,62	0,91	0,87
» 0—25	96,2	14,2***	0,97	0,56		
B ₂ , 28—34	110,4		1,09	0,63	0,84	25,48
Солонец орошаемый						
A _{пах} , 0—10	107,1	0,3	0,64	0,45		
» 15—25	106,8		0,47	0,27	0,52	0,58
» 0—25	107,0	12,8***	0,70	0,40		
Cc ₁ , 35—45	94,2		0,71	0,41	0,57	22,46
Cc ₂ , 65—75	86,5	7,7**	0,82	0,47	0,62	12,42
Cc ₃ , 100—110	85,0	1,5	0,64	0,37	0,60	2,50
Cc ₄ , 130—140	98,3	13,3**	0,55	0,31	0,48	27,71
Cc ₅ , 160—170	101,8	3,5*	0,49	0,28	0,42	8,33

Примечание. Одной, двумя и тремя звездочками обозначена достоверность разницы средних с вероятностью соответственно $>0,95$; $>0,99$; $>0,999$.

вания, которые связаны с временным застойным режимом увлажнения. В этих же горизонтах отмечалось относительное и абсолютное накопление физической глины.

В нижних горизонтах, следующих за Cc₃, также наблюдались признаки оглеения, но последние не проявились в изменении дисперсности минеральной части почвы и не отразились на показателях активной удельной поверхности.

Из данных табл. 3 следует, что в изучаемых солонцах удельная поверхность существенно изменяется по профилю. Для выяснения их генетических особенностей важно было показать значимость различий средних величин общей удельной поверхности отдельных генетических горизонтов. В результате математического анализа выяснилось, что в целинном солонце разница в значениях удельной поверхности между всеми горизонтами, кроме B₂—B₂Cc и Cc₂—Cc₃, достоверна с вероятностью $>0,99$ и $>0,999$ и составляет 9—52 м²/г. Наиболее резко общая удельная поверхность возрастала при переходе от элювиального горизонта к иллювиальному — с 89,1 до 141,4 м²/г, а также при переходе от засоленного Cc₃ к загипсованному Cc₄ — со 115,7 до 164,1 м²/г, что указывает на резкую дифференциацию профиля почвы.

Неоднородность генетических горизонтов сохранилась и при освоении солонцов. На неорошаемых участках и при орошении разница средних значений удельной поверхности пахотного и подпахотного горизонтов достоверна с вероятностью $>0,999$, горизонтов B₂ и B₂Cc, а также Cc₂ и Cc₃ — относительно невелика (3,5 и 3,6 м²/г) и значима лишь с вероятностью $>0,95$. Эта вероятность из-за малой выборки данных не дает возможности утверждать, что указанные различия до-

стоверны, и позволяет предположить относительное сближение свойств данных горизонтов. Так, у отмытого от солей в природных условиях горизонта В₂ неорошаемого солонца значение удельной активной поверхности оказалось практически таким же, как у горизонта В₂Сс, который подвергли искусственной промывке. А между горизонтами Сс₂ и Сс₃ при орошении разница в удельной поверхности стала еще меньше, чем на целине, и оказалась значимой лишь с вероятностью >0,80. Анализы образцов из пахотных горизонтов неорошаемых и орошаемых солонцов, отобранных с глубины 0—10 и 15—25 см, показали, что различия этих двух слоев по значению удельной поверхности слишком малы и недостоверны. Это указывает на однородность их сложения.

Выводы

1. По значению активной удельной поверхности изучаемых солончаковых солонцов отчетливо прослеживается дифференциация почвенного профиля на генетические горизонты. По этому показателю представляется возможным производить оценку однородности или неоднородности их сложения. В целинных солонцах удельная поверхность изменялась по профилю от 89 до 164 м²/г, причем во всех горизонтах внутренняя поверхность преобладала над внешней.

2. Присутствие в почве солей в свободном состоянии приводит к значительному увеличению общей активности удельной поверхности. Гипс увеличивает долю внутренней поверхности (каждый процент гипса — в среднем на 2,5 м²/г), а легкорастворимые соли — долю внешней (каждый процент Na₂SO₄ — в среднем на 8 м²/г). Карбонаты слабее влияют на активную поверхность, уменьшая ее.

3. При освоении солонцов без орошения заметные изменения в активной поверхности произошли на глубину естественного промачивания (в слое 0—40 см). Они связаны с процессами перемешивания верхних горизонтов при вспашке и частичного выщелачивания солей.

4. При освоении солончаковых солонцов в условиях орошения за 10 лет отмечены существенные изменения в почвенном профиле. Это заметно отразилось на значениях активной удельной поверхности. Изменения определялись как изменениями внутренней, так и внешней поверхности. Обусловлены они в основном процессами рассоления, но вместе с тем внутренняя поверхность уменьшилась в результате оглеения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков А. А., Боровский В. М. Почвы и микрорельеф Прикаспийской низменности. — В сб.: Солонцы Заволжья. М.; Л.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1937, вып. 7, с. 134—169. — 2. Бондарев А. Г. Водно-физические свойства почв Заволжья в связи с их орошением. — Почвоведение, 1968, № 7, с. 51—59. — 3. Бондарев А. Г., Купман Л. Э. Сравнительная характеристика удельной поверхности почв нижнего Заволжья. — Почвоведение, 1979, № 12, с. 67—75. — 4. Витязев В. Г., Рабий А. Удельная поверхность луговых почв Тамбовской области. — Почвоведение, 1978, № 4, с. 63—69. — 5. Витязев В. Г., Кауричев И. С. Удельная поверхность каштановых почв Волгоградской области. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 3, с. 79—83. — 6. Воронин А. Д. Характеристика активной поверхности фракций механических элементов комплекса почв светлокаштановой подзоны. — Науч. докл. высшей школы. Сер. биол. науки, 1959, № 3, с. 237—242. — 7. Воронин А. Д., Петков И. А. Характеристика активной поверхности мощного типичного чернозема и составляющих его фракций механических элементов. — Науч. докл. высшей школы. Сер. биол. науки, 1967, № 6, с. 131—134. — 8. Воронин А. Д., Витязев В. Г. К оценке величины внешней и внутренней удельной поверхности твердой фазы почв по изотермам десорбции паров воды. — Почвоведение, 1971, № 10, с. 50—57. — 9. Воронин А. Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. — М.: Изд-во МГУ, 1984. — 10. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. — М.: Изд-во МГУ, 1972. — 11. Кауричев И. С., Витязев В. Г., Рабий А. Влияние оглеения на удельную поверхность почв и пород. — Изв. ТСХА, 1979, вып. 4, с. 83—92. — 12. Качинский Н. А. Физика почв. Ч. 1. — М.: Высшая школа, 1965. — 13. Китсе Э. Я. Удельная поверхность и плотность сложения — важнейшие аргументы для установления гидрофизических свойств почв. — Тезисы докл. V съез-

да ВОП. Вып. 1. Минск, 1977, с. 108—110. — 14. Ключников А. Н. Изменение некоторых свойств солончаковых солонцов Южного Заволжья при орошении. — В сб.: Вопр. интенсификации с.-х. производства. М.: ТСХА, 1977, с. 51—52. — 15. Максимюк Г. П. Изменение химического состава и физико-химических свойств солончаковых солонцов в результате промывок. — Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 1961, т. 56, с. 215—294. — 16. Панов Н. П., Гушин В. П. Изменение водно-физических свойств солончаковых солонцов Южного Заволжья под влиянием орошения. —

Изв. ТСХА, 1975, вып. 3, с. 82—91. — 17. Панов Н. П., Гушин В. П. Особенности процессов почвообразования в солонцах при орошении. — В сб.: Особенности почвенных процессов дерново-подзолистых почв. М.: ТСХА, 1977, с. 22—34. — 18. Роде А. А., Польский М. Н. Почвы Джанибекского стационара, их морфологическое строение, механический состав и физические свойства. — Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 1961, т. 56, с. 3—214.

Статья поступила 10 июля 1985 г.

SUMMARY

Active specific surface of virgin and cultivated meadow-steppe saline-alkaline soils has been found. Prominent differentiation of soil profile into genetic horizons as to the indices of active specific surface, which vary from 89 to 164 m²/g in virgin alkaline soils has been found. Influence of salinity on active surface has been found. Salts increase total specific surface considerably, gypsum increasing the share of inner surface and Na₂SO₄ — of outer surface. The cultivation of alkali soils results in considerable changes of active surface under irrigation, which is connected with the processes of desalinization and gleization.