

FORECAST ESTIMATION OF INFLUENCE OF POTASSIUM SALT DEPOSITS' DEVELOPMENT ON THE STATE OF SURFACE AND UNDERGROUND WATERS

Sytnik E. V. 1, Leading Researcher, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, phone: +375 (17) 334-86-01
 Zlebova A. E. 1, Head of Laboratory, Candidate of Engineering Sciences

¹ «Belgorkhimprom» JSC (Minsk, Republic of Belarus)

Problem of saving and restoration of natural resources is one of main natural protection tasks in the time of investigation and exploitation of mineral deposits. In connection with this, studying of natural conditions of territory and assessment of influence on these conditions (in particular, on water resources) is the most urgent task in modern conditions during the deposits' development. Estimation of influence of mining works on the hydrosphere state was made by example of Garlyk potassium salts deposit (Turkmenistan).

Making a provision for intensive screening of basin (area) bottom by watertight covers is necessary for protection of underground waters from negative influence of contaminants. This provision will allow to decrease the filtration losses significantly. Creation of drainage systems near the objects of contamination along the direction of underground waters' flow can be also considered for capturing of already infiltrated brines.

A very important measure is creation of secure network directly on the placing sites and on adjacent territories. This network is used for carrying out of stationary hydrochemical researches of consumption of filtrated waters (brines) and their contaminating.

Key words: potassium salts deposit, surface and underground waters, chloride contamination, source of contamination, numerical modeling, Garlyk potassium salts deposit, Turkmenistan.

REFERENCES

1. Goldberg V. M., Gazda S. *Gidrogeologicheskie osnovy okhrany podzemnykh vod ot zagryazneniya* (Hydrogeological basis of protection of underground waters from contamination). Moscow : Nedra, 1984, 262 p.
2. Plotnikov N. I. Roginets I. I. *Gidrogeologiya rudnykh mestorozhdeniy* (Hydrogeology of ore deposits). Moscow : Nedra, 1987, 287 p.
3. Cherepanskiy M. M., Korobeynikov B. I., Zlebova A. E. et al. *Mnogofunktsionalnaya avtomatizirovannaya sistema modelirovaniya dvizheniya podzemnykh vod i otsenki vliyaniya ikh ot-bora na okruzhayushchuyu sredu (tekhnicheskii projekt)* (Multifunctional automated system of modeling of groundwater movements and assessment of influence of their selection on environment (technical project)). Central Research Institute for Complex Use of Water Resources. Minsk, 1999, 197 p.

УДК 631.423.3

А. С. СТРОМСКИЙ, М. Г. ШЕМЯКИНА, Л. Д. ПЛЕШКОВА (ОАО «Белгорхимпром»)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ» С ЦЕЛЬЮ СТРУКТУРИРОВАНИЯ МАЛОПРОДУКТИВНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ*



А. С. СТРОМСКИЙ,
зав. отделом



М. Г. ШЕМЯКИНА,
зав. лабораторией



Л. Д. ПЛЕШКОВА,
научный сотрудник

К настоящему времени на четырех рудоуправлениях ОАО «Беларуськалий» переработано немногим более 1 млрд т сильвинитовой руды с образованием около 800 млн т отходов. Жидкие отходы складировались в шламохранилищах и являются потенциальным источником засоления вод и почвы, при этом происходит отчуждение пахотных земель. Складированные глинисто-солевые шламы содержат до 15 % легкоусваиваемого растениями хлористого калия, а также ряд полезных для растений микроэлементов (магний, сера, железо, марганец, медь, бор, кобальт, молибден) и нерастворимый остаток (н. о.) шламов, который состоит в основном из глинисто-карбонатных веществ.

Приведены результаты исследований поглотительной способности нерастворимого остатка глинисто-солевого шлама — отходов действующих калийных производств ОАО «Беларуськалий» Старобинского месторождения и состава его обменного комплекса катионов.

Сделан вывод, что глинисто-солевой шлам может быть использован в качестве структурирующей составляющей на малопродуктивных истощенных почвах Беларуси и как источник макро- и микроэлементов для повышения их плодородия.

Ключевые слова: глинисто-солевой шлам, физико-химические свойства, емкость поглощения, обменные катионы, поглотительный комплекс, структурная добавка, нерастворимый остаток.

* В работе принимали участие старший научный сотрудник С. О. Молокович, инженер 2-й категории Д. Р. Мишина (ОАО «Белгорхимпром»).

© Стромский А. С., Шемякина М. Г., Плешкова Л. Д., 2014

Состав шламов позволяет рассматривать возможность использования его в качестве структурообразующей добавки для легких почв, а также как источник калия и микроэлементов для различных сельскохозяйственных культур, и прежде всего сахарной и кормовой свеклы.

Свекла, как известно, относится к растениям высокого пищевого режима. Она наряду с калием требует значительного количества натрия, магния, кальция и других элементов. Недостаток калия оказывает прямое воздействие на содержание в ней сахара, вызывает нарушение жизненного цикла растений. Дерново-подзолистые почвы крайне бедны магнием, недостаток которого приводит к снижению урожая свеклы даже при полном обеспечении почвы другими питательными элементами.

Кроме основных макроэлементов, сахарная и кормовая свекла нуждается во внесении на дерново-подзолистые почвы бора, меди и других микроэлементов, принимающих участие в окислительно-восстановительных процессах. Отсутствие указанных микроэлементов в легких почвах снижает урожайность свеклы, вызывает заболевание корнеплодов гнилью и другими болезнями. Используемая в настоящее время при посеве свеклы смешанная калийная соль практически не содержит в своем составе указанных элементов и отличается высокой вымываемостью из почвы, что приводит к безвозвратным потерям.

Содержание калия и различных его форм в значительной степени зависит от минерального состава почвы и соотношения содержания в ней фракций различной крупности.

Исследования [1] показали, что почвы, богатые гидрослюдами, не нуждаются в калийных удобрениях, а почвы, обогащенные такими минералами, как кварц, опал, каолинит, вермикулит, содержат незначительное количество этого элемента.

Почва — сложный полифункциональный сорбент, важнейшая ее особенность — гетерогенность и многофазность. Благодаря этим свойствам большинство процессов, протекающих в почве, связано с перераспределением веществ между фазами почвы: твердой, жидкой и газообразной. Они находятся в постоянном взаимодействии, между ними непрерывно протекают реакции обмена и поглощения. Наибольшей подвижностью и изменчивостью обладают газообразная фаза и жидкая (почвенный раствор). Последняя в значительной мере определяет плодородие почвы. В почвенном растворе встречаются те же катионы и анионы, что и в обменном комплексе, который находится в твердой фазе почв. По сравнению с жидкой твердая фаза инертна, но и она содержит активную часть — почвенные коллоиды, состоящие из глинистых минералов и гумусовых частиц [2]. В них несколько меньше SiO_2 , Ca, Na и Mg, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K, чем в основной массе почв. Почвенные коллоиды способны к адсорбции и обменным реакциям. Емкость обмена зависит от состава глинистых минералов, она возрастает с повышением дисперсности почвы и уменьшением концентрации H^+ -ионов. Почвенные коллоиды обычно имеют отрицательный заряд, величина которого зависит от pH среды. Почвенные частицы, образовавшиеся при коагуляции

разноименно заряженных коллоидов, имеют малый электрический заряд, вследствие чего они слабоподвижны. Одним из важнейших факторов оценки плодородности почвы является катионообменная емкость (КОЕ), показывающая, какое общее количество эквивалентов катионов может поглотить определенная масса почвы. Обычно она выражается в миллиэквивалентах на 100 г почвы (мэкв/100 г). Емкость обмена почв редко превышает 70 мэкв/100 г, что составляет примерно 1 % их массы. Однако емкость обмена и состав обменных катионов существенно влияют на гранулометрический состав почвы и ее свойства.

Наиболее богаты коллоидами глинистые и суглинистые почвы, характеризующиеся высоким содержанием гумуса. Песчаные и супесчаные почвы, обедненные илистой фракцией и гумусом, содержат незначительное количество коллоидов.

Процессы поглощения играют существенную роль в генезисе и формировании морфологических признаков почвы, в закреплении элементов минерального питания, оказывают влияние на аккумуляцию в почве биофильных элементов и гумуса.

Ионы кальция, магния и других металлов находятся в непрерывном движении между водным раствором, частицами почвы и корнями растений. Песчаные почвы обладают низкой катионной емкостью, т. е. они плохо удерживают катионы элементов, необходимых растениям для нормальной жизнедеятельности, подвержены ветровой эрозии, засухе и обладают низкой плодородностью. Установлено, что КОЕ возрастает при увеличении содержания гумуса, улучшении текстуры почвы и сильно зави-

Таблица 1. Химический состав твердой фазы глинисто-солевого шлама, %

Место отбора	KCl	NaCl	MgCl ₂	CaCl ₂	CaSO ₄	И. о.
РУ-1	10,1	14,3	9,87	0,4	0,03	65,3
РУ-2	8,3	16,2	8,6	0,2	0,1	66,8
РУ-3	9,9	12,6	7,2	0,3	0,1	70

Таблица 2. Химический состав солянокислой вытяжки нерастворимого остатка глинисто-солевого шлама, %

Место отбора пробы	CaSO ₄	Силикатная часть	Карбонаты + коллоиды
РУ-1	2,64	30,34	24,28
РУ-2	5,35	30,48	23,15
РУ-3	0,54	36,39	24,38

Таблица 3. Химический состав жидкой фазы глинисто-солевого шлама, %

Место отбора	KCl	NaCl	CaCl ₂	MgCl ₂	H ₂ O
РУ-1	10,56	18,18	1,50	0,85	31,09
РУ-2	11,05	18,65	1,16	0,59	31,44
РУ-3	10,48	18,54	1,31	0,66	30,99

Таблица 4. Поглотительная емкость и содержание обменных катионов в нерастворимом остатке глинисто-солевого шлама

Поглотительная емкость, мэкв/100 г н. о. (ср.)	Массовая доля иона, мэкв/100 г н.о.				
	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺		Mg ²⁺
			Общая в н. о. (по методике)	Расчетная в глинистой части н. о.	
<i>СОФ (РУ-1)</i>					
17,43	0,66	0,54	89,94	14,39	1,84
<i>СОФ (РУ-2)</i>					
17,43	0,7	0,58	119,95	14,87	1,46
<i>СОФ (РУ-3)</i>					
17,49	1,13	1,09	20,17	13,54	1,74

Таблица 5. Относительное содержание катионов в поглотительном комплексе, %

Место отбора проб	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
РУ-1	3,8	3,1	82,5	10,5
РУ-2	4	3,3	84,3	8,3
РУ-3	6,5	6,2	77,4	9,9

сит от доли и типа глинозема, присутствующего в почве.

Данные исследования заключались в изучении физико-химических свойств глинисто-солевых шламов с целью рассмотрения возможности их внесения в малопродуктивные почвы для их структурирования и повышения плодородия.

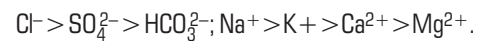
Для установления химического состава глинисто-солевого шлама применяли методики, включающие анализ жидкой фазы, водной вытяжки твердого шлама, солянокислой вытяжки нерастворимого в воде остатка (н. о.). Поскольку исходный шлам представляет собой суспензию твердых частиц, растворимых в воде, и н. о. в насыщенном солями маточном растворе, то перед проведением анализа твердую фазу отделяли от жидкой фильтрованием на воронке Бюхнера, далее кек шлама высушивали. На основании результатов анализа жидкой фазы и водной вытяжки глинисто-солевого шлама определяли химический состав глинисто-солевого шлама в расчете на твердую фазу (за вычетом солей маточника, находящегося в сухом шламе после фильтрования и сушки). Результаты представлены в **табл. 1**.

Нерастворимый в воде остаток глинисто-солевого шлама растворяли в 5%-ном растворе соляной кислоты. Результаты анализа представлены в **табл. 2**.

Минеральный состав глинисто-солевого шлама при его внесении в почву существенно влияет на ее физико-механические свойства, которые определяются следующими показателями: величиной рН; поглотительной емкостью; составом обменных катионов.

В жидкой фазе суспензии глинисто-солевого шлама (**табл. 3**) из минеральных компонентов преобладает NaCl.

Распределение концентрации анионов и катионов в поровых растворах твердой фазы выглядит следующим образом:



С явлениями поглощения и обмена тесно связаны процессы коагуляции и пептизации частиц. Глинистые грунты, будучи высокодисперсными системами, обладают высокой способностью к электролитной коагуляции, обусловленной воздействием на грунты солей двух- и трехвалентных металлов. Коагуляцию глинистых частиц часто вызывает ион Ca²⁺, в результате чего они объединяются в прочные и водоустойчивые микроагрегаты, которые, в свою очередь, образуют макроагрегаты. Коагуляция также протекает при взаимодействии разноименно заряженных коллоидов. Ей способствуют процессы уплотнения, высушивания и замерзания, вызывающие повышение концентрации электролитов.

Определение поглотительной емкости н. о. глинисто-солевого шлама проводили фотометрическим методом по разности концентраций красителя метиленового голубого до и после адсорбции его на поверхности известного количества н. о.

Определение обменных катионов K и Mg проводили по методу замещения их катионом аммония и определения их концентрации с помощью спектрофотометра.

Методика определения катионов Ca и Mg основана на вытеснении их катионами натрия при обработке навески н. о. раствором NaCl с последующим определением суммы катионов Ca и Mg титрованием раствором трилона Б в присутствии индикатора хромогена черного и отдельно катионов кальция в присутствии индикатора флуорексона.

Результаты анализа представлены в **табл. 4**.

Так как н. о. глинисто-солевого шлама состоит из глинистых минералов, сульфатов и карбонатов, а солевая вытяжка затрагивает карбонаты и сульфаты кальция [3], общее содержание иона Ca²⁺ в поглотительном комплексе завышено, поэтому содержание иона Ca²⁺ находим расчетным путем.

Как видно (см. табл. 4), емкость поглощения для шламовых отходов всех рудоуправлений не превышает 20 мэкв/100 г н. о. Присутствие карбонатов в твердой фазе глинисто-солевого шлама создает неограниченную возможность перехода иона Ca²⁺ в обменное состояние. Микроагрегатность и пленки карбонатных солей уменьшают поверхность, доступную для поровых растворов. Распределение катионов в обменном комплексе глинистой части по рудоуправлениям представлено в **табл. 5**. В поглощающем обменном комплексе преобладает катион Ca²⁺, энергично мигрирующий в воде и обладающий значительной способностью к обмену. Содержание катиона Mg²⁺ в обменном комплексе не превышает 10,5 %.

Проведенные исследования показали, что шламовые отходы всех рудоуправлений имеют близкий химический состав


и поглотительную емкость, поглощающий комплекс которой на 77–84 % насыщен катионами Ca^{2+} , и с одинаковым успехом могут быть использованы для структурирования бедных почв.

Внесение глинисто-солевого шлама в малопродуктивные почвы позволит повысить их обеспеченность подвижными формами обменного комплекса (калия, натрия, магния, других микроэлементов), особенно кальция, а также улучшить их структуру и плодородность.

Библиографический список

1. Горбунов Н. И. Минералы и плодородие почв // Агрохимия. 1965. № 7. С. 3-14.

2. Лысенко М. П. Состав и физико-механические свойства грунтов. — М. : Недра, 1980. — 271 с.

3. Логвиненко Н. В. Методы определения осадочных пород : учеб. пособие для вузов. — Л. : Недра, 1986. — 238 с. 

*Стромский Анатолий Сергеевич,
тел.: +375 (17) 374-70-39
Шемякина Мария Григорьевна,
Плешкова Людмила Дмитриевна:
e-mail: gran10@tut.by*

RESEARCH OF POSSIBILITY OF USAGE OF SLIME WASTES OF «BELARUSKALI» JSC FOR THE PURPOSE OF STRUCTURING OF BELORUSIAN INEFFICIENT SOILS

Stromskiy A. S.¹, Head of Department, phone: +375 (17) 374-70-39

Shemyakina M. G.¹, Head of Laboratory

Pleshkova L. D.¹, Researcher

¹«Belgorkhimprom» JSC (Minsk, Republic of Belarus)

This work gives the results of researches of absorbent capacity and exchange complex of insoluble residue of clay-salt slimes of Mine Departments of «Belaruskali» JSC. There is defined that absorbent capacity of water-insoluble residue (average in Mine Departments) is 17.4 mEq for 100 g of insoluble residue. Exchange complex consists of cations of K^+ , Na^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} . The Ca^{2+} cation has the basic part (to 84 %) in this complex.

According to results of researches, there was made a conclusion, that clay-salt slime of concentration plants of «Belaruskali» JSC can be used as structure-forming and fertilizing addition for inefficient Belorussian soils (sands, worked-out peat beds etc) for the purpose of their returning into agricultural use.

Participated in the work of these professionals of «Belgorkhimprom» JSC:

Mishina D. R., Second Category Engineer;

Molokovich S. O., Senior Researcher.

Key words: *clay-salt slime, physical-chemical properties, absorbent capacity, exchange cations, absorbent complex, structural addition, insoluble residue.*

REFERENCES

1. Gorbunov N. I. *Mineraly i plodorodie pochv* (Minerals and soil fertility). Agrokimiya – Eurasian Soil Science, 1965, No. 7.

2. Lysenko M. P. *Sostav i fiziko-mekhanicheskie svoystva gruntov* (Composition and physical-mechanical properties of soils). Moscow : Nedra, 1980, 271 p.

3. Logvinenko N. V. *Metody opredeleniya osadochnykh porod : uchebnoe posobie dlya vuzov* (Methods of definition of residual rocks : tutorial for universities). Leningrad : Nedra, 1986, 238 p.