



UDC 622.502.175

T. Behrendt

Geographical Institute, Johannes Gutenberg-University, Mainz, Federal Republic of Germany,

V.D. Bortsov

SA "VNIIItsvetmet" RSA "NTKPMS RK", Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan Republic

A GEOECOLOGICAL INVESTIGATION OF CONTAMINATION BY HEAVY METALS FROM TAILINGS  
OF THE IRTYSH COPPER PROCESSING PLANT

According to "The possibility of applying x-ray and florometrical method at heavy metals contamination zoning of Ust-Kamenogorsk city" the correlation between chemical content in plants and the chemism of the environment of plants allows to use the impulse ( $i$ ) by applying x-ray for ecological monitoring. In this research the samples are shot by x-ray of different energy to get the data of impulses for arsenic, copper, iron, lead and zinc. The values are compared with a standard of defined content ( $c$ ) of each metal and with the formula

$$R = \frac{i \cdot c}{1/2(s_1 + s_2)}$$

the results ( $R$ ) can be calculated with a device-mistake of  $\pm 0,1\%$ . To consider changes in the environment the average of the pre-standard ( $s_1$ ) and post-standard ( $s_2$ ) was taken.

As main causes for disstorage of heavy metals the effects of rain and wind are assume (Fig.1). The rain on the surface implements a neglectable distribution of the tailings, but the undersurface water trickles away and heavy metals are taken into deeper zones. The highest amount of heavy metals may be situate directly under the tailings, however therefore are no results available at present. Because of the places of storage are mostly situated in small valleys with a natural stream of water out of it, heavy metals contaminate the deeper soil in a large area around the tailings and enrich in roots and lately into the bark, branches and leaves. A distribution of dust and small particles along a large territory is caused by wind.

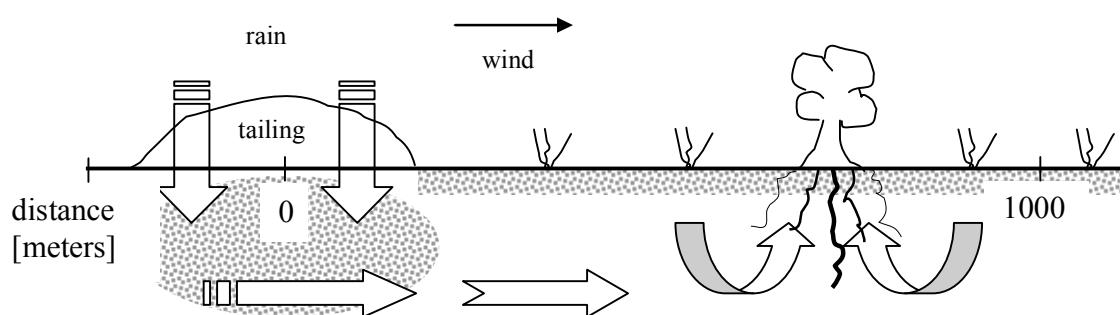


Figure 1 - Transport of heavy metals from tailings

Connected to this model this analyze show conclusions for the distribution in distance for

roots, bark, branches and leaves of maple trees, grass and soil. If it can assume that heavy metals enrich in trees with the movement of water, the concentration should be decrease from roots to leaves. This implement that the lowest concentration should be locate in leaves. Tab. 1 points the highest concentration 30 meters away from the tailings in leaves and contradicts with the previous conclusion. An explanation can be a higher pollution in the air near to the tailings by the means of the wind which leads to an enrichment in the leaves because of the respiration of leaves.

Table 1

*Distribution of metals in leaves of maple*

		distance [meters]						
		30	80	140	550	650	850	1000
content [%]	As	0,32	0,19	0,11	0,14	0,15	0,13	0,13
	Cu	0,10	0,07	0,07	0,06	0,10	0,09	0,11
	Fe	0,39	0,20	0,25	0,19	0,27	0,28	0,26
	Pb	0,18	0,12	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07
	Zn	0,08	0,05	0,05	0,06	0,08	0,08	0,10

Grass and leaves possess one year growth period and in compare with each other tendentially grass contents the lower values. Because of friction near the ground in grass is registered the content of metals which enrich mainly from the pollution in topsoil through roots and in leaves also the pollution from the wind. The maximum result of grass is located at 650 meters and connected to the data of bark and branches it seems that a second source of pollution exists in 650 – 850 meters distance of the tailings (Tab. 2).

Table 2

*Distribution of metals in grass*

		distance [meters]						
		30	80	140	550	650	850	1000
content [%]	As	0,16	0,12	0,18	0,20	0,24	0,15	0,15
	Cu	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,07	0,08
	Fe	0,22	0,22	0,02	0,26	0,28	0,27	0,26
	Pb	0,10	0,07	0,12	0,11	0,12	0,09	0,09
	Zn	0,07	0,04	0,05	0,07	0,06	0,08	0,07

To reach less deviate values for grass in future analyze only one type of grass should take. In the data for soil especially arsenic and lead in Tab.3 point an increase of concentration of heavy metals in topsoil with the distance from the tailings. At 140 meters an accumulation of particles exist. This maximum of heavy metals can explain through a weakening transport power by the wind. While the pollution in the atmosphere and in the topsoil by the source of the wind seems as an effect of restricted character, the undersurface disstorage cause by water from rain extend over a higher amount.

Branches and Roots possess less content of metals than the bark. In larger distance the results for bark stay nearly constant this is a proof for enrichment and long-term instorage of heavy metals inside (Tab.4). According to the article "The possibility of applying x-ray and florimetrical method at heavy metals contamination zoning of Ust-Kamenogorsk city" a dynamic tendency of

environmental pollution which is confine of the correlation between age and amount of concentration (especially in bark of birch) exists. Another dynamic correlation can work out between age and localization of the maximum of concentration. This results for young plants near to the ground and for older trees (more than 40 centimeters in diameter) in 1,0 – 1,5 meters in birch, maple and willow.

Table 3  
*Distribution of metals in topsoil (depth 0-2 cm)*

		distance [meters]						
		30	80	140	550	650	850	1000
content [%]	As	0,48	0,67	0,69	0,43	0,49	0,24	0,73
	Cu	0,28	0,38	1,37	0,22	0,62	0,47	0,18
	Fe	2,41	7,94	5,18	1,37	2,25	4,33	2,07
	Pb	0,35	0,68	1,15	0,37	0,61	0,68	0,50
	Zn	0,59	1,07	0,62	0,27	0,50	0,41	0,14

Table 4  
*Distribution of metals in bark of maple (high of sampling 1-1,5 meters)*

		distance [meters]						
		30	80	140	550	650	850	1000
content [%]	As	0,21	0,14	0,19	0,21	0,32	0,17	0,40
	Cu	0,10	0,09	0,11	0,08	0,24	0,11	0,11
	Fe	0,27	0,25	0,24	0,22	0,36	0,29	0,25
	Pb	0,15	0,10	0,12	0,14	0,26	0,24	0,26
	Zn	0,08	0,07	0,09	0,06	0,16	0,09	0,10

Tab.5 represents the highest concentration in branches up to 80 meters from the tailings and a second peak at 850 meters for copper, iron and zinc. It seems as therefore a second source is responsible.

Table 5  
*Distribution of metals in branches of maple*

		distance [meters]						
		30	80	140	550	650	850	1000
content [%]	As	0,19	0,31	0,12	0,12	0,16	0,11	0,19
	Cu	0,09	0,10	0,08	0,09	0,09	0,13	0,09
	Fe	0,30	0,27	0,21	0,22	0,23	0,39	0,22
	Pb	0,15	0,28	0,09	0,08	0,11	0,10	0,10
	Zn	0,06	0,08	0,05	0,07	0,07	0,09	0,08

Connect to the research in x-ray and florametrical method at heavy metals in Ust-Kamenogorsk city this investigation represents present viewpoint: in leaves and grass only the recent year. To reconstruct the environmental pollution for the last decades old trees could offer a geoarchive in their different annual rings. As the results show in long-term it is necessary to stop the movement of heavy metals into the depth and larger territory. Therefore an artificial layer (e.g. clay, plastic) under the tailings can construct or applying methods for filtration or absorb-

tion the permanent pollution in undersurface water and air can use. The mobilization through wind seems restrict on a less amount and can repair by coverage of tailings.

Finally it can be say that the higher content of heavy metals in air, soil and ground water enrich in the body of living being cause by respiration, agricultural products, milk products and drinking water. Beside the long-term recommendations in short-term it should be define the area of high contamination and avoid using this territory as grassland and farming land. For evaluation of extent of the contamination the research in secondary pollution e.g. through burning of wood, leaves, heavy metal content in drinking water, milk products and meat should continue. Because of a deviation in the standards for copper, iron and zinc this conclusions are mainly base on the data for arsenic and lead.

#### Literature

1. A.S. Filatov, V.D. Bortsov, V.P. Naumov, M.A. Mizernaya, Urko Izquierdo Ireno, The possibility of applying x-ray and florametrical metod at heavy metals contamination zoning of Ust-Kamenogorsk city // Труды ВНИЦветмета, г. Усть-Каменогорск. - № 3-4, 2007. - С. 19-22.

Получено 12.11.07

---

УДК 628.543:669.2/8

**Ю.Н Еремеева**

Каз НТУ им. К. И. Сатпаева

**В.П. Колпакова**

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

#### ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Начиная с XX века наблюдается рост городов и интенсивное развитие всех отраслей промышленности, включая цветную металлургию. Расширение объемов промышленного производства предполагает увеличение объемов переработки сырья. Продукция, выпускаемая предприятиями цветной металлургии, характеризуется достаточно высокой водонемкостью производства. Производственные сточные воды предприятий цветной металлургии содержат ионы тяжелых цветных металлов, поэтому они относятся к числу наиболее опасных для окружающей среды. В связи с этим, развитие предприятий цветной металлургии требует повышенного внимания специалистов к вопросам экологической безопасности, включая очистку производственных сточных вод, образующихся в результате технологических процессов.

Производственные сточные воды предприятий цветной металлургии представляют собой агрегативно устойчивую систему. Поэтому для очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии наиболее часто применяется физико-химический метод. В большинстве случаев используется реагентный способ обработки стоков - коагуляция. С помощью коагулянтов нарушается агрегативная устойчивость производственных сточных вод, при этом образуются более крупные агрегаты частиц, которые затем удаляются из сточных вод механическими методами. Реагентный метод предусматривает

в основном осаждение тяжелых цветных металлов в форме гидроксидов. Ряд металлов (алюминий, цинк, кадмий, свинец, хром) образуют амфотерные гидроксиды, что не всегда позволяет количественно выделить их из растворов сточных вод. Для интенсификации процесса коагуляции могут применяться флокулянты. Традиционными для очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии являются минеральные коагулянты: соли алюминия - глинозем  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$ , алюминат натрия  $\text{NaAlO}_2$ , оксихлорид алюминия  $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$  и др.; соли железа - железный купорос  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ , хлорид железа  $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ , сульфат железа  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times 9\text{H}_2\text{O}$ ; соли магния - хлорид магния  $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ , сульфат магния  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ ; известь; шламовые отходы и отработанные растворы отдельных производств: хлорид алюминия (производство этилбензола), сульфат 2-валентного железа (травление металлов), известковый шлам.

В целях уменьшения расходов коагулянтов процесс коагуляции следует осуществлять в диапазоне оптимальных величин pH. Так, значения pH при оптимальных условиях коагуляции: для  $\text{Al}(\text{OH})_3$  - 4,5÷7; для  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  - 8,5÷10,5, а для  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  - 4÷6 и 8÷10 [1].

В настоящее время все большее внимание уделяется вопросу использования в качестве коагулянтов отходов различных производств: сахарного, цементного, производства эпихлоргидрина, сернистого натра и других.

Коагулянт, содержащий окись кальция, является отходом производства эпихлоргидрина в количестве 1-3 мас. %. Реагент производства эпихлоргидрина (РПЭ) имеет следующие химический состав: активная окись кальция ( $\text{CaO}$ ) - 0,5÷1; хлористый кальций ( $\text{CaCl}_2$ ) - 2,5÷30; хлористый натрий - 2,5÷3,0; глицерин и хлорорганические соединения в перерасчете дихлоргидрин - по 0,05÷1,00. Метод очистки включает в себя обработку реагентом, содержащим окись кальция, с последующим отделением образовавшегося осадка. Данный реагент применяется для очистки стоков от ионов железа и цветных металлов (меди, цинка). Остаточное содержание металлов в очищенной воде в 2 раза ниже, чем при применении суспензии известкового молока [2].

Дефекат - кальцийсодержащий реагент-осадитель - отход сахарного производства, применяемый для переработки серно-кислотных сточных вод, содержащих ионы железа и цветных металлов (свинец, сурьма) в соотношении 100: (1-5). При этом степень очистки по железу составляет 99,3, по свинцу - 99,995 %, по сурье - 99,5 %. Остаточная концентрация железа в сточных водах значительно меньше, чем при использовании в качестве коагулянта отхода производства эпихлоргидрина [3].

Высокодисперсное железо получено в процессе электролиза отработанных соляно- и сернокислотных растворов от травления стали и угольного порошка (может быть получен в процессе истирания в шаровых мельницах либо при разрушении в процессе электролиза насыпных или спрессованных анодов). Реагент вводят в виде суспензии при массовом соотношении компонентов железосодержащего реагента и угольного порошка 1:(0,05-0,1). Суспензию вводят в количестве, стехиометрическом к суммарному содержанию ионов тяжелых металлов. Величина частиц железа - 0,05÷1,0 мкм. Процесс обработки осуществляется при магнитоожижении среды в переменном магнитном поле напряженностью 5-15 кА/м в присутствии намагниченных сферических частиц. Образующийся осадок преимущественно в виде свободных металлических фаз имеет кристаллическую структуру, обладает повышенной гидравлической крупностью до 1,2-1,5мм/с, легко отстаивается и обезвоживается, что снижает капитальные и эксплуатационные затраты при проведении этих операций. Кроме того, облегчается проблема утилизации таких осадков

в металлургическом производстве [4].

Клинкер - отход цементной промышленности и известняк, взятые в массовом соотношении 1: (2-1), вводятся в сточную воду виде 1 %-ной суспензии. Содержание веществ в составе известняка – 85 % CaO; клинкера - 3÷8 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1÷3 % MgO, 17÷25 % SiO<sub>2</sub> и 50÷67 % CaO. Остаточные содержания меди, цинка и свинца в очищенных стоках составляют 0,01 мг/л, степень осветления – 98 %. Процесс осветления сточных вод ускоряется; осадок, образовавшийся в процессе очистки стоков, приблизительно в 2-3 раза меньше, чем при обработке водной суспензии смесью кальцийсодержащих реагентов. Полученные после очистки осадки можно хранить в естественных условиях, так как они практически нерастворимы [5].

Шлам - содосодержащий реагент, полученный при производстве сернистого натра. Шлам используют в количестве 1,6-8,5 г на 1л очищаемых сточных вод. При такой дозировке концентрация цветных металлов в очищенных стоках в основном соответствует предельно допустимой для рыбохозяйственных водоемов и водоемов санитарно-бытового водопользования. Используется в виде суспензии, которую подают в водовод сточных вод, а затем полученная смесь поступает в отстойники. Суспензию дозируют к очищаемым стокам в объемном соотношении, равном 1: (10-15). Результаты очистки ухудшаются при значении pH меньшем 3,1 стоков. Основные компоненты шлама - кальцинированная сода и сульфат натрия, содержания которых в сухой пробе составляют соответственно 55 и 30%, кроме того, шлам содержит окислы алюминия, кремния, железа и сульфид натрия. Использование в качестве содосодержащего реагента шлама вместо дефицитного и дорогостоящего продукта - кальцинированной соды, повышает степень очистки при одновременном удешевлении процесса. По сравнению с очисткой стоков известью предлагаемый способ сокращает количество твердого продукта (шлама), образующегося при очистке, значительно повышает содержание полезных компонентов в этих шламах и уменьшает затраты на их переработку [6].

Кроме отходов металлообработки изделий из алюминия, например алюминиевая стружка или порошок, возможно также использование отходов обработки изделий из сплавов. Эти реагенты обеспечивают обезвреживание большой остаточной кислотности или щелочности растворов. В качестве растворов, подлежащих обработке, могут быть использованы отработанные травильные растворы и электролиты, содержащие соединения меди, никеля, цинка, свинца, алюминия, кобальта и других металлов. Для нейтрализации отработанных азотокислых ванн травления меди или медных сплавов обезвреживание проводят сначала медьсодержащими отходами, а затем уже используют алюминийсодержащие отходы. В качестве реагента-осадителя используют фосфаты щелочных металлов, такие, как тринатрийфосфат. Могут быть использованы содержащие фосфат-ионы отработанных ванн обезжиривания деталей. Отработанные ванны обезжиривания содержат тринатрийфосфат (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), соду кальцинированную (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), жидкое стекло (Na<sub>2</sub>O<sup>X</sup> nSiO<sub>2</sub>), омыленные жиры и другие примеси. Ионы тяжелых цветных металлов выпадают в осадок в виде фосфатов этих металлов. Осадки фосфатов практически нерастворимы в солевых, слабокислых и слабощелочных средах по сравнению с осадками в виде гидроксидов металлов, которые легко растворимы в них. Использование в качестве коагулянта отходов, содержащих фосфат-ионы, дает возможность полностью удалить цветные тяжелые металлы из обрабатываемых стоков. Образующиеся осадки, содержащие катионы тяжелых цветных металлов в форме фосфатов и частично силикатов (в слу-

чае использования в качестве реагента-осадителя отработанных ванн обезжиривания), красиво окрашены и могут быть использованы в качестве пигментных паст при изготовлении рентгенозащитных, антикоррозионных красок и антипаренов, наполнителей для пожаробезопасных составов [7].

Использование отходов позволяет ликвидировать отвалы побочных продуктов, занимающие большие площади, устраниить расходы на содержание этих отвалов, дает возможность вовлечь в производство неутилизируемый продукт, повысить степень очистки стоков, тем самым повысив степень извлечения ценных примесей из сточных вод, предотвратить загрязнение подземных вод ионами цветных металлов.

К тому же, применение отходов промышленности в качестве эффективных и дешевых реагентов для физико-химической очистки производственных сточных вод предприятий цветной металлургии является одним из способов экологизации существующего производства.

#### Список литературы

1. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. -2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1985. - 335 с.: ил.
2. А.С. 1161479 СССР. Способ очистки сточных вод от ионов железа и цветных металлов /Ю.Р. Абдрахимов, Р.А. Мукминов, Л.Н. Салимова. - Опубл.15.06.85, Бюл. № 22. -2 с.
3. Пат. 2023673 РФ. Способ очистки сточных вод от ионов железа и цветных металлов /С.О. Алексеев, В.А. Лата, Л.Д. Хегай, Л.В.Соколовская, В.И. Масевич. -Опубл. 30.11.94, Бюл. № 22. - 6 с.
4. А.С. 1761686 СССР. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов /В.В. Ковалев, О.В. Ковалева. - Опубл.15.09.92, Бюл. № 34. - 6 с.
5. А.С. 1214605 СССР. Способ очистки сточных вод от ионов цветных металлов / Т.И.Реброва, З.О. Кадырова, Б.М. Рудман. -Опубл. 28.02.86, Бюл. № 8. - 2 с.
6. А.С. 833573 СССР. Способ очистки сточных вод от тяжелых цветных металлов/ Э.И. Башаратьян, Б.А. Рахметов, С.И. Шелест, В.П. Арсеньев. - Опубл. 30.05.81, Бюл.№ 20. - 4 с.
7. Пат. 2110487 РФ. Способ переработки отработанного раствора, содержащего ионы тяжелых цветных металлов или их сплавов / Н.Г. Рослякова, Б.П. Конорев, А.О. Росляков, Р.О. Росляков - Опубл. 10.05.98, Бюл. № 13. - 10 с.

Получено 15.10.07

---

УДК 628.334.5

**В.П. Колпакова**  
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

#### ПРИМЕНЕНИЕ ОСВЕТЛИТЕЛЕЙ СО ВЗВЕШЕННЫМ СЛОЕМ ОСАДКА ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В настоящее время в практике очистки хозяйственно-бытовых сточных вод широкое применение находят биологические способы.

Требования к качеству сточных вод разных категорий после их очистки при сбросе в водные источники или на поверхность изменяются и возрастают.

При этом на многих очистных станциях существующие сооружения физически устарели или не обеспечивают требуемые показатели очистки воды. Поэтому всё в большей мере встаёт вопрос реконструкции действующих очистных сооружений с целью интенсификации их работы и строительства новых станций очистки с учётом современных теоретических и экспериментальных данных, которые могут обеспечить требуемый эффект ос-

ветления воды при наименьших затратах.

Очистка городских и близких к ним по составу производственных сточных вод осуществляется в сооружениях механической и биологической очистки, с дальнейшим прохождением через вторичные отстойники и сооружения по доочистке.

Механическая очистка воды с целью удаления грубодисперсных загрязнений проходит в первичных отстойниках различных конструкций. Удаление органических загрязнений осуществляется в сооружениях биологической очистки – на биофильтрах и в аэротенках.

Повысить эффективность работы сооружений биологической очистки, таких, как, аэротенки, можно за счёт увеличения биомассы, которая участвует в процессе очистки сточных вод. В свою очередь, для выделения из воды отмершей биологической плёнки после биофильтров и активного ила после аэротенков, сточную воду направляют во вторичные отстойники. После вторичных отстойников в воде может содержаться до 15-20 мг/л, а иногда и больше взвешенных веществ и БПК<sub>5</sub>. Поэтому эти воды необходимо направлять на сооружения по доочистке: песчаные фильтры или микрофильтры.

После этих сооружений достигается высокий эффект осветления воды. Так, концентрация взвешенных веществ снижается до 3-5 мг/л, а БПК<sub>5</sub> - до 10 мг/л.

Однако опыт эксплуатации этих сооружений показывает, что они требуют высокого технического уровня обслуживания, имеют высокую стоимость строительства и эксплуатации, а также высокую себестоимость очистки.

Один из новых способов улучшения качества очищаемой воды при минимальных затратах - осветление воды после биофильтров и аэротенков в осветлителях со взвешенным слоем осадка, сформированным из хлопьев биоплёнки или активного ила.

Теоретические исследования по применению осветлителей со взвешенным слоем осадка для очистки городских и близких к ним по составу производственных сточных вод проведены не достаточно полно.

На эффективную работу осветлителей влияют такие параметры, как температура воды, колебание количества подаваемой на сооружения воды, скорость восходящего потока воды, концентрация осадка во взвешенном слое, высота взвешенного слоя.

Эффективность работы осветлителей со взвешенным слоем осадка также зависит от физико-химического и гидробиологического состава сточных вод, направляемых на осветление.

Поэтому при проведении исследований по эффективности применения осветлителей со взвешенным слоем осадка, для отделения биоплёнки или активного ила, необходимо выполнить следующие этапы работ: определить анализ свойств сточных вод; провести экспериментальные исследования процесса отделения биоплёнки или активного ила во взвешенном слое осадка.

Разработка новых конструкций осветлителей со взвешенным слоем осадка для очистки сточных вод проводится на основании теоретических положений о процессах.

Теоретические исследования заключались в установлении зависимости процесса изъятия загрязнения во взвешенном слое осадка; получении экспериментальных зависимостей ряда факторов, влияющих на эффективность окисления органических загрязнений; установлении оптимальных конструктивных размеров осветлителей со взвешенным слоем осадка.

Повысить эффективность работы сооружений биологической очистки, таких, как аэротенки или биофильтры, можно за счёт увеличения биомассы, которая участвует в про-

цессе очистки сточных вод, т.е. в процессах окисления органических загрязнений. В свою очередь, это приводит к увеличению объема аэротенков или увеличению слоя биопленки на загрузке биофильтров и, соответственно, росту энергетических затрат, связанных с подачей повышенного количества растворенного кислорода и увеличению объема сооружений по отделению избыточного активного ила или отмершей биопленки.

Большое внимание уделяется исследованию и разработке сооружений с развитой иммобилизованной микрофлорой, т.е. биомассы, прикрепленной к загрузке и сооружениям с очисткой воды во взвешенном слое осадка. К ним относятся сооружения с псевдоожиженным слоем и осветлители со взвешенным слоем осадка разных конструктивных модификаций.

Сточная вода, отводимая после биофильтров, содержит в себе продукты полного и частичного окисления органических загрязнений в виде биологической пленки, которая отделяется от воды на следующей ступени очистки воды.

Очистные сооружения п. Новая Бухтарма, расположенные в Восточно-Казахстанской области, рассчитаны на полную биологическую очистку хозяйствственно-бытовых сточных вод поселка и домов отдыха, расположенных на побережье Бухтарминского водохранилища. Проектная производительность очистной станции 1200 м/сут. Фактически на очистную станцию поступает от 2000 до 3200 м/сут хозяйствственно-бытовых сточных вод.

Качество воды, поступающей на очистку, характеризуется следующими показателями: концентрация взвешенных веществ - до 200 мг/л, БПК - до 150 мг/л, хлориды - до 50 мг/л, общий - до 30 мг/л, нитриты - от 0,5 до 1,5 мг/л.

Сточные воды проходят механическую очистку через горизонтальные песководки с прямолинейным движением воды и первичные отстойники.

Далее вода поступает в два новых сооружения (биореакторы), в которых одновременно протекают процессы биологической очистки и очистки во взвешенном слое осадка. Процессы биологической очистки протекают по принципу очистки с подачей в воду сжатого воздуха. Далее вода поступает в зону осветления воды, проходя через взвешенный слой осадка, который формируется из хлопьев активного ила. На очистной станции построено два биореактора разных по своим конструктивным параметрам.

Одно сооружение - квадратное (в плане 7x7 м) с пирамidalной нижней частью. В центре сооружения находится зона аэрации, а по его периметру - зона осветления. В зоне осветления, в нижней ее части, формируется взвешенный слой осадка из хлопьев активного ила высотой до 0,8-1,2 м, а над взвешенным слоем находится зона осветления высотой 1,5-1,7 м. Для обеспечения эффективной очистки воды в сооружениях предусмотрено равномерное распределение исходной воды и осветленной воды. Продолжительность обработки воды в данном сооружении составляет 30-50 минут в зоне аэрации и 1-1,5 часа в зоне осветления при скорости восходящего потока воды от 0,5 до 1,2 м/с. В сооружении предусмотрена рециркуляция осадка с верхнего уровня взвешенного слоя зоны осветления в зону аэрации с помощью эрлифтов для улучшения процессов биологической очистки, так как эффективность очистки воды зависит от дозы биомассы в зоне взвешенного слоя. Отбор осадка происходит равномерно по периметру сооружения. Это также обеспечивает поддержание определенного уровня взвешенного слоя, то есть необходимой высоты взвешенного слоя (0,8-1,2 м) для обеспечения эффективной очистки воды.

Другое сооружение состоит из двух секций осветления размером 4x4 м и двух секций аэрации размером 1x8 м, расположенных с двух противоположных сторон секций освет-

ления. В секцию аэрации подается сжатый воздух от воздуходувок.

Получено 13.11.07

УДК 628.315

**Е.Н. Крюкова**

КазНТУ им. К. И. Сатпаева, г. Алматы

**В.П. Колпакова**

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**СПОСОБЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ОСАДКОВ ПЕРЕД МЕХАНИЧЕСКИМ ОБЕЗВОЖИВАНИЕМ**

В процессе механической, биологической, физико-химической очистки бытовых и производственных сточных вод образуются различные осадки. В зависимости от типа сооружений очистки сточных вод осадки разделяются на следующие виды: грубые примеси на решетках, тяжелые примеси на песколовках, плавающие вещества на масло-, нефте- и жироуловителях, взвешенные вещества в первичных отстойниках, растворенные и коллоидные примеси во вторичных отстойниках.

Основными задачами обработки осадков являются улучшение санитарно-эпидемиологических показателей (обеззараживание) и уменьшение его объема (обезвоживание). Основной целью механического обезвоживания является преобразование жидкой массы осадка в кек влажностью до 80–75 %, который может быть конечным продуктом переработки или передаваться в дальнейшем на сушку или сжигание. Одним из способов подготовки осадка к механическому обезвоживанию является кондиционирование.

Кондиционирование осадка представляет собой вид обработки, при котором изменяется структура осадка и формы связи воды, поэтому осадок лучше обезвоживается. В настоящее время известны следующие методы кондиционирования осадка: замораживание и оттаивание, тепловая, реагентная, реагентно-тепловая обработка.

Замораживание осадков сточных вод относится к безреагентным методам обработки осадков. Полное промораживание осадков снижает их удельное сопротивление до  $(1-10)10^{-10}$  см/г [1], что позволяет обезвоживать осадки без предварительного коагулирования химическими реагентами. Замораживание и последующее оттаивание осадков приводит к изменению их структуры, переходу части связанной влаги в свободную, следовательно, улучшаются водоотдающие свойства осадков.

Замораживание осадков в естественных условиях осуществляется на иловых площадках. Для практического применения искусственного замораживания необходимо создание специального оборудования, но в настоящее время проектирование установок замораживания осадков носит лишь экспериментальный характер [1].

Тепловая обработка заключается в нагревании осадков до температуры 170-220 °С при давлении 1,2-2 МПа, соответствующем давлению насыщенных водяных паров при данной температуре, с выдержкой осадков при указанных параметрах в течение 30-120 минут в зависимости от их свойств [1].

В процессе тепловой обработки происходит распад органических веществ, в основном белков, их растворение и переход из осадков твердой фазы в жидкую. При тепловой обработке осадки полностью обеззараживаются, приобретая способность к хорошей водоот-

даче [2].

При дальнейшем совершенствовании процессов обезвоживания осадков после тепловой обработки оказалось, что в ряде случаев необходима периодическая или регулярная реагентная обработка осадков (для получения кека с приемлемым содержанием сухого вещества) [3].

Метод реагентно-тепловой обработки заключается в снижении pH осадков до близких к изоэлектрической точке значений (5–5,5), нагревание осадка до температуры 65–75<sup>0</sup> С и последующей флокуляции полиэлектролитами.

Метод реагентно-тепловой обработки прошел опытно-производственную эксплуатацию на Красносельской станции аэрации Санкт-Петербурга. В процессе работы сравнивалась эффективность реагентов при коагулировании осадков городских сточных вод: хлорным железом, отходами цехов травильного производства сталепрокатного завода, содержащими около 20 % серной кислоты, а также сернокислым алюминием. Были получены следующие результаты: за счёт нагревания исходного осадка до температуры 59-64<sup>0</sup> С доза флокулянта сокращалась на 11,2-15,1 %, а количество кека – на 24,2-20,6 %. Коагулирование осадков хлорным железом и отходами травильных производств и их последующее нагревание позволили добиться сокращения расхода флокулянта на 41,7-51,5 %, количества кека на 26,2-30,3 %; влажность кека при этом уменьшилась с 81,55 до 73,4 – 76,3 %. Яйца гельминтов в обезвоженном осадке не обнаруживались.

Для изменения структуры осадков используются присадочные материалы, представляющие собой инертные, легко фильтрующиеся вещества, которые существенно не изменяют заряда частиц осадка, но создают крупнопористую структуру, улучшающую влагоотдачу осадков. В качестве присадочных материалов нашли применение опилки, древесная мука, диатомит, шлак, зола, кремнезем и другие [1].

В качестве традиционных реагентов при кондиционировании осадков перед механическим обезвоживанием используются: хлорное железо FeCl<sub>3</sub>, сернокислое окисное железо Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, железный купорос FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, известняк, сернокислый алюминий Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> и другие.

Применение FeCl<sub>3</sub> при обработке смеси сырого осадка и активного ила позволяет снизить удельное сопротивление осадка до 109·10<sup>-10</sup> см/г; при обработке сброшенной смеси осадка первичных отстойников и активного ила – до 1000·10<sup>-10</sup> см/г. Применение Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> совместно с известняком при обработке сырого осадка позволяет снизить удельное сопротивление до 5·10<sup>-10</sup> см/г; при обработке сброшенной смеси – до 22,2·10<sup>-10</sup> см/г [1].

Применение известняка с перечисленными выше реагентами при обработке осадков сточных вод позволяет снизить расход основных реагентов. Известь предотвращает загнивание осадков. Одновременно известняк выступает в качестве присадочного материала, изменяющего и повышающего жесткость структуры осадка.

Также для сокращения расхода химических реагентов на коагуляцию применяется промывка анаэробно сброшенных осадков. Это обусловлено тем, что при промывке снижается удельное сопротивление осадков за счет частичного удаления коллоидных и взвешенных частиц. Так, при промывке сброшенной смеси активного ила и осадка первичных отстойников и последующей коагуляции FeCl<sub>3</sub> удельное сопротивление снижается до 8,3·10<sup>-10</sup> см/г [1].

Кондиционирование осадков минеральными реагентами характеризуется рядом недостатков: большой расход реагентов, доставка и хранение реагентов, коррозия оборудования, внесение в обрабатываемый осадок балластных веществ. Опыты, проведенные

различными исследователями, свидетельствуют о том, что минеральные реагенты при обработке осадков городских сточных вод можно заменить химическими реагентами, которые являются отходами различных производств. Так, И. С. Туровский проводил исследования, в которых в качестве реагентов использовались отходы термического отделения сталепрокатного завода, травильные растворы металлургического завода, травильные растворы электромеханического завода, отходы от производства ацетилена, плав хлоридов титаномагниевого комбината и другие реагенты.

Результаты исследований, приведенных в работе [1], показали, что применение сернокислого закисного железа в сочетании с известью позволило снизить удельное сопротивление осадка до  $(20 - 40) \cdot 10^{-10}$  см/г, против удельного сопротивления осадка, равного  $280 \cdot 10^{-10}$  см/г при коагуляции осадка сернокислым железом (доза 4,2 % сухого вещества) и  $50 \cdot 10^{-10}$  см/г при применении хлорного железа (доза 6 % массы сухого вещества).

Ряд исследователей предложил способ обработки осадков сточных вод отходами твердых хлоридов титаномагниевого производства (ТМП) перед механическим обезвоживанием. Осадок сточных вод обрабатывают коагулянтом, полученным при смешении отходов ТМП с водой и гидроксидом кальция в количестве 1,2 – 6% от массы хлоридных отходов, затем вводят известковое молоко и подвергают механическому обезвоживанию. Введением в обрабатываемый осадок гидроксида кальция авторы обеспечивают снижение влажности и повышение степени обеззараживания. Так, при влажности исходного осадка сточных вод (94%) введение CaO в размере 1,1 % (от массы хлоридных отходов ТМП) позволяет снизить влажность осадка до 79,5 %; при дозе CaO, равной 6,0 % (от массы хлоридных отходов ТМП), позволяет снизить влажность осадка до 77,0 %; при дозе CaO, равной 6,1 % (от массы хлоридных отходов ТМП), влажность осадка составляет 77,5 % [5].

Использование в качестве реагентов отходов различных производств позволяет снизить стоимость обработки осадков. Кроме того, частично решается вопрос утилизации отходов промышленного производства, и исключается загрязнение ими почв и подземных вод в местах устройства площадок захоронения.

В настоящее время значительное распространение получило механическое обезвоживание с применением флокулянтов. Доза внесения флокулянтов в осадок значительно меньше, а эксплуатация реагентного хозяйства значительно проще, чем при использовании минеральных реагентов. Но стоимость флокулянтов превышает стоимость минеральных реагентов, кроме того, отсутствие в Казахстане производства флокулянтов делают их применение на станциях очистки сточных вод дорогостоящим.

При способе обезвоживания в естественных условиях, получившем наибольшее распространение, происходит накопление осадков на иловых площадках, что требует отчуждения значительных земельных площадей. Помимо этого, неблагоприятные для естественной сушки на площадках атмосферные условия, отсутствие специальной техники для ворошения, вывоза подсушенного осадка определяют неудовлетворительную работу данных сооружений.

Выходом из данной ситуации является механическое обезвоживание осадков на различных аппаратах. Механическое обезвоживание позволяет получить осадок меньшей влажности, а следовательно, и меньший объем складируемого осадка. Правильно выбранная технология подготовки осадка к механическому обезвоживанию обеспечивает получение максимально обезвоженного осадка, эффективную работу оборудования для механического обезвоживания вакуум-фильтров, центрифуг, камерных фильтров-

прессов, ленточных фильтров-прессов.

Список литературы

1. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. - М.: Стройиздат, 1988. - 256 с.
2. Монгайт Л. И., Гаврилов М. И., Шерстнев В. П. - М.: Стройиздат, 1981. - 92 с.
3. Обработка и удаление осадков сточных вод. В 2 т. /Пер. с англ. Т. А. Карюхиной, И.Н. Чурбановой, И.Х. Заена. - М.: Стройиздат, 1985. - Т.1: Обработка осадков. - 256 с.: ил. -Перевод изд.: Sludge Treatment and Disposal.- Cincinnati, Ohio, 1978. -V. 1:Sludge Treatment.
4. Гумен С.В. Реагентно-тепловая обработка осадков сточных вод/ С.В. Гумен, Б.В. Васильев, С.В. Морозов, Г.П.Медведев //Водоснабжение и санитарная техника. - 2001. - № 4.
5. Пат. 1416451 СССР. Способ обработки осадков сточных вод /А.А. Загоровская, В.С. Баженов, Х.М. Александрович, В.И. Никалаюк; Опубл. 15.08.88, Бюл. № 30. - 3 с.

Получено 09.10.07

---

---

УДК 614.8

**Е.А. Куриленко**  
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАСЧЕТА ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ  
НА ЗАТРАТЫ ПО СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЖИЗНИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИИ «ДОЗА-ЭФФЕКТ» В РЕГИОНЕ ВКО**

В настоящее время многими международными научными организациями и большинством авторов, исследующих проблему биологических эффектов малых доз, признается, что главными отрицательными для здоровья человека эффектами являются:

- увеличение частоты злокачественных новообразований определенных органов (или тканей);
- увеличение частоты некоторых наследственных болезней у потомков.

Оба класса эффектов носят стохастический (вероятностный) характер. При этом эффекты очень незначительны, поэтому не могут быть измерены непосредственно (например в эксперименте). Для оценки эффектов малых доз используют известную зависимость «доза-эффект» в области больших и средних доз, эту зависимость экстраполируют, используя определенные гипотезы и модели, в область малых доз.

Наиболее серьезно данный вопрос был исследован в медицинских учреждениях США. Обследования проводились в течение многих лет и в нескольких сотнях городов, отдельно по каждому загрязнителю от промышленных предприятий и по каждому физическому воздействию, например влиянию изменения приземной концентрации частиц пыли размером до 10 мкм PM10 на внезапную смертность [1]. Мелкодисперсная пыль PM10 на-

всегда остается в легких человека, в отличие от крупнодисперсной, которая задерживается в дыхательных путях и выводится из организма. Например, пылевые частицы наряду с химическими соединениями, загрязняющими атмосферный воздух, играют большую роль в возникновении легочных заболеваний. Стоит при том же уровне химического загрязнения уменьшить запыленность атмосферы, как легочные заболевания снижаются [2].

В последние годы аналогичные исследования проводятся и в России, и в Казахстане. Каждое физическое воздействие имеет свою экономическую оценку, например: расходы на лечение болезней; затраты, необходимые для повышения безопасности и снижения смертности от экологического воздействия и т.д.

Для определения экономической оценки ущерба, наносимого окружающей среде от вредных выбросов, ключевым параметром является величина стоимости среднестатистической жизни -Value of Statistical Life (VOSL).

Принципиальным моментом при вычислении VOSL является наличие информации статистической корреляции заболеваний со средним уровнем загрязняющих веществ, при контроле над смешиваемыми факторами, также коррелирующими с данными заболеваниями (например состав питания, характер перемещения и т.д.). В предыдущих наших работах [3,4] была использована OLAP-технология, позволившая выделить из всей массы заболеваний такие, которые имеют непосредственную связь с выбросами в городе Усть-Каменогорске с коэффициентом корреляции выше 0,7 (см. табл.).

*Значения коэффициентов корреляции для наиболее затратных заболеваний по Восточно-Казахстанской области*

Заболевания	Коэффициент корреляции
T85B – осложнения, связанные преимущественно с беременностью	0,27
T28B – цереброваскулярные болезни	0,51
T87B – родоразрешение	0,34
T84B – кровотечение в ранние сроки беременности	0,56
T89Д – крайняя незрелость, внутриутробная гипоксия	0,32
<b>T1B – кишечные инфекции</b>	<b>0,87</b>
<b>T42B – стенокардия</b>	<b>0,74</b>
<b>T87B – воспалительные болезни женских органов</b>	<b>0,83</b>
<b>T99B – отравление и другие воздействия внешних причин</b>	<b>0,92</b>
<b>T89Д – хронический бронхит, астма</b>	<b>0,88</b>
<b>T38Д – болезни горла, носа</b>	<b>0,91</b>

Данная корреляция позволила произвести расчет уровня воздействия «доза-эффект», при этом было учтено, что в случае преждевременной смерти коэффициент «доза-эффект» выражается в виде процентного изменения базового уровня смертности на единицу увеличения концентрации загрязняющего вещества (т.е. таким образом, коэффициент умножают на значение 0,01). В этом случае стандартное уравнение для оценки преждевременной смертности представлено уравнением:

$$M = B \cdot (0,01 \cdot b_j) \cdot A_j \cdot P \cdot E , \quad (1)$$

где  $M$  – число дополнительных случаев преждевременной смерти;

$B$  – базовый уровень смертности;

$P$  – население в группе риска;

$E$  – интенсивность воздействия на население в группе риска;

$A_j$  – концентрация загрязняющего вещества « $j$ »;

$b_j$  – коэффициент «доза-эффект» для смертности.

Коэффициенты «доза-эффект» для заболеваемости чаще показывают как общее изменение последствий для здоровья в связи с изменением концентрации загрязняющего вещества. Тогда рассчитывают дополнительные случаи воздействия на здоровье « $i$ » загрязняющего вещества « $j$ » с помощью уравнения:

$$H = d_{ij} \cdot A_j \cdot P \cdot E , \quad (2)$$

где  $H_i$  – дополнительные случаи воздействия на здоровье « $i$ »;

$d_{ij}$  – коэффициент «доза-эффект» для заболеваемости.

Для автоматизации исследований по влиянию «доза-эффект» была создана информационная система, позволяющая осуществлять расчет VOSL с учетом вышеназванных коэффициентов. Вид главной формы приведен на рис. 1.

№ веществ	Название веществ	Концентрация веществ
1	CO	0,15045411
2	PYL_SO2	0,075998231
3	SO2	0,21946041
4	As_Pb	0,0010536291
5	NOx	0,053617871
6	R_H	0,0005875716

Рисунок 1 – Форма для расчета VOSL

Результаты, полученные после расчета, данная подсистема отправляет в текстовый файл формата Microsoft Word, показанный на рис. 2.

Отчет расчета ценности статистической жизни VOSL (value-of-statistical-life) ¶	
ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ: ¶	
Базовый уровень смертности = 9 на 1000 чел ¶	
Население в группе риска = 380000 человек ¶	
Интенсивность воздействия на население в группе риска = 0,8 ¶	
Выбранное загрязняющее вещество: СО ..... ¶	
Концентрация загрязняющего вещества: 0,150454133749008 ¶	
Коэффициент "доза-эффект" для смертности = 0,087 для выбранного вещества ¶	
Коэффициент "доза-эффект" для заболеваемости = 27 на 100000 человек ¶	
Платежеспособность человека = 1 \$ ¶	
ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ: ¶	
Число дополнительных случаев преждевременной смертности = 4760 ¶	
Число дополнительных случаев воздействия на здоровье = 107427 ¶	
VOSL = 29403200 \$ ¶	

Рисунок 2 – Отчет расчета VOSL

Так, по нашим расчетам, проведенным с помощью автоматизированной системы и статистическим данным, взятым из справочника «Индикаторы мирового развития», World Bank, 2000, а именно, для города Усть-Каменогорска, базовый уровень смертности 9 на 1000 населения, коэффициент «доза-эффект» для смертности - 0,087, коэффициент «доза-эффект» для заболеваемости – 27 на 100 000 взрослых, концентрация загрязняющего вещества - 0,002 г/м<sup>3</sup>, население в группе риска - 380 000 человек, население в группе риска - 248 366 взрослых, интенсивность воздействия на население в группе риска – 0,8, число дополнительных случаев преждевременной смерти по формуле (1) за год составляет 4 760, а число дополнительных случаев последствий для здоровья по формуле (2) за год, составляет 107 294.

Данные вычисления позволяют рассчитать ценность статистической жизни с использованием методики, основанной на готовности платить для гарантированного сохранения собственной жизни или жизни конкретного человека. Данная готовность платить в современных условиях, и особенно в зонах повышенного экологического риска, по выступлению президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева, должна делиться на три составляющих: готовность платить собственно человеком, производством-загрязнителем и государством, т.е. это подчеркивает важность приводимых расчетов и позволяет в дальнейшем осуществить более правильные экономические вычисления.

Таким образом, используем формулу, отражающую ценность статистической жизни VOSL [1]:

$$VOSL = WTP \cdot \frac{1}{SR}, \quad (3)$$

где  $WTP = \$ \cdot M$  - готовность платить за риск для жизни;

$\$$  - количество денег для оплаты;

$M$  – число дополнительных случаев преждевременной смерти, формула (1);

$SR$  – сокращения риска (данное соотношение было использовано нами при расчете в формулах как 0,016).

Подставив расчетные значения в формулу 3, получаем, что ценность статистической жизни  $VOSL$  в промышленной зоне города Усть-Каменогорска будет составлять \$.294

032, т.е. даже если платежеспособность человека будет составлять 1 \$, ценность человеческой жизни будет составлять 294 тыс. долларов, что согласуется с цифрами по ценности человеческой жизни в развитых странах, таких, как США и ряд европейских стран, где ценность человеческой жизни составляет 10,7 млн долларов [5].

Сопоставление ущерба здоровью населения с платой предприятий-загрязнителей за выбросы показало, что уровень нормативной платы за выбросы, как минимум, на порядок меньше ущерба, причиняемого здоровью населения и определяемого по методике оценки сокращения жизни от загрязнения окружающей среды. Таким образом, существующая плата за вредные выбросы не стимулирует промышленные предприятия к внедрению экологически чистых технологий.

Список литературы

1. The World Bank Environment Department, Katharine Bolt Giovanni Ruta Maria Sarraf /Estimating the Cost of Environmental Degradation (a Training Manual in Russian), September, 2005.
2. Иванов Б.Я. Опыт изучения заболеваемости, связанной с загрязнением окружающей среды / Б.Я. Иванов, И.И. Токаренко, Т.Е. Куличева // Гигиена и санитария. - 1992. - № 11-12.
3. Мутанов Г.М. Исследование влияния вредных выбросов промышленных предприятий в атмосферу на состояние здоровья населения с использованием OLAP-технологии / Г.М. Мутанов, И.А. Квасов, А.Е. Бакланов, Е.А. Куриленко, О.Е. Бакланова //Вестник ВКГТУ. -2007. - №3. - С.103-109.
4. Тлебаев М.Б. Автоматизация процесса моделирования распространения выбросов вредных веществ от промышленных предприятий / М.Б. Тлебаев, Е.А. Куриленко //Наука и образование Южного Казахстана. - Шымкент: ЮГТУ, 2007.
5. Индикаторы мирового развития: Справочник. - World Bank, 2000.

Получено 20.12.07

---

УДК 574.5

**С.В. Пашков**  
СКГУ им. М. Козыбаева, г. Петропавловск

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА В СЕВЕРО-КАЗАХСАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Вследствие тотальной распашки в регионе во время целинной эпохи значительно сократились площади пастбищных угодий. Одновременно росло поголовье скота, что сопровождалось постепенным нарастанием нагрузок на пастбища, при этом, в связи с массовым выпасом скота, наблюдалось обеднение видового состава трав и кустарников.

Проведенные расчеты по определению пастбищных нагрузок свидетельствуют об очень высоком прессе на растительный покров территории области (рис. 1)

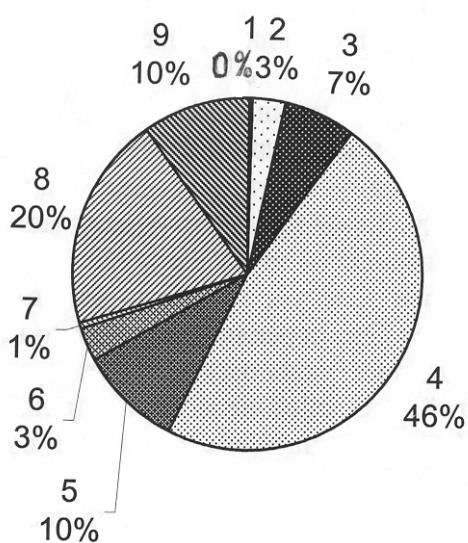


Рисунок 1 – Состояние пастбищных угодий в среднем по области: 1 – влияние выпаса отсутствует; 2 – слабое влияние выпаса; 3 – умеренное влияние выпаса; 4 – сильное влияние выпаса; 5 – полусбой; 6 – сбой; 7 – абсолютный сбой; 8 – земли залуженные; 9 – земли в стадии коренного улучшения

дия дигрессии – сбой или «толока» – выбитый выгон с нарушением травостоя, где растут лишь однолетники (спорыш), непоедаемые растения (чертополохи, молочай), ядовитые (льнянка, белена).

Анализ данных показал, что доля угодий с сильным влиянием выпаса составила 47 % площади, 12,7 % пастбищного фонда находились в финальной стадии пастбищной дигрессии и только на 10 % влияние выпаса отсутствует, на остальных – наблюдается слабая или умеренная дигрессия. Рассчитанный коэффициент дигрессии пастбищ в среднем по области равен 7,6. Из этого следует, что площади сильно деградированных пастбищ в 7,6 раз превышают площади средне- и малодеградированных. Виды растений, ранее обычных для региона, переходят в разряд редких и исчезающих [1].

В относительно лучшем положении находятся пастбищные угодья Кызылжарского и Мамлютского районов по сравнению с вышеуказанными, где угодья сильно деградированные - в 3,1 и 4 раза, соответственно, по площади превышают слабодеградированные. Близко к среднеобластному показателю дигрессии находятся пастбища Жамбылского и Есильского районов. Сильно выбиты и истощены пастбища Аккайынского, М. Жумабаева, Шалакына, Тимирязевского районов (табл. 1).

Пастбищная дигрессия – острая экологическая проблема в Северо-Казахстанской области (СКО), вызванная перевыпасом. Она характеризуется определенным чередованием стадий по мере увеличения интенсивности выпаса (число животных на единицу площади) и его продолжительности. Продуктивность пастбищ упала как за счет изреживания растительного покрова вплоть до сбоя травостоя, так и за счет сокращения видового состава с выпадением наиболее ценных кормовых растений, с увеличением доли полукустарников и общей ксерофитизацией травостоя.

Степень деградации пастбищ определяется состоянием растительного покрова. Например, в ковыльно-типчаковых степях нарушается мертвый покров, выпадают степные мхи, уменьшается высота травостоя. Ковыли и типчаки уступают господство полыни, появляются мятыник луковичный, сорные пастбищные однолетники. Заключительная стадия дигрессии – сбой или «толока» – выбитый выгон с нарушением травостоя, где растут лишь однолетники (спорыш), непоедаемые растения (чертополохи, молочай), ядовитые (льнянка, белена).

Состояние пастбищных угодий по некоторым районам СКО

Площадь кормовых угодий по районам области, %

Таблица 1

Характеристика степени дегрессии	Кызыл-жарский	М. Жума-баева	Аккайын-ский	Жамбыл-ский	Есиль-ский	Мам-лютский
Влияние выпаса отсутствует	0,3	0,2	-	0,2	0,2	0,3
Слабое влияние выпаса	4,7	5,5	0,3	2,7	4,4	5,6
Умеренное влияние выпаса	6,3	7,3	4,2	5,5	6,9	7,7
Сильное влияние выпаса	35,1	54,0	45,4	49,7	43,5	45,3
Полусбой	9,0	8,4	11,6	9,2	8,8	7,8
Сбой	2,5	1,8	4,2	3,1	2,4	1,5
Абсолютный сбой	0,1	0,1	1,3	0,1	0,1	0,1
Земли коренного улучшения, залуженные	30,3	18,6	28,5	17,9	30,0	20,0
В стадии коренного улучшения	11,7	4,1	8,5	11,6	3,7	11,7
Коэффициент дегрессии	4,1	4,9	14,0	7,4	4,8	4,0

Таким образом, сложившаяся структура землепользования, масштабы эксплуатации природных ресурсов привели к значительным изменениям природных ландшафтов, усилили процессы деградации и обеднения лесостепной зоны, которая, в конечном итоге, практически перестала существовать [2].

Сохраняющиеся тенденции техногенного типа развития аграрного производства ведут к осложнению экологической ситуации. Ресурсосберегающий путь развития АПК подразумевает изменение отношения к природопользованию земельных и растительных ресурсов. Для сельского хозяйства региона важнейшими проблемами являются увеличение плодородия почв и восстановление естественных пастбищ. Решение этих проблем следует начинать с проведения нового агроландшафтного районирования и типологии земель с последующей хозяйствственно-экономической оценкой отдельных типов. Для сохранения природного разнообразия антропогенно-природных ландшафтов должна быть увеличена доля земель экологического фонда [3].

Уровень кормления скота и птицы, питательность и полноценность их рационов во многом определяют продуктивность и рентабельность животноводства, качество всех видов продукции этой отрасли. Только при полноценном кормлении реализуются потенциальные генетические возможности животных.

В себестоимости продукции животноводства удельный вес затрат на корма составляет от 50 до 75 %. Отсюда ясно: интенсивное ведение животноводства возможно лишь при создании прочной, устойчивой кормовой базы, позволяющей обеспечивать потребности высокопродуктивных животных во всех необходимых питательных веществах.

При интенсификации сельского хозяйства с целью повышения экономической эффективности особое внимание уделяется тем производствам, которые обеспечивают более высокую окупаемость. Если принять за единицу среднюю цену 1 центнера пшеницы, то

средние цены 1 центнера важнейших продуктов животноводства выражаются в относительных величинах (табл. 2). Сравнение соотношения между ценами реализации продуктов растениеводства (пшеницы) и продуктов животноводства (а также соотношение их себестоимости) показывают, что продукция животноводства гораздо дороже по сравнению с зерном. Главной причиной этого являются условия содержания и кормления – стойловое животноводство, преобладающее в области, что резко повышает себестоимость продукции.

Таблица 2  
*Отношение цены 1ц продукции животноводства к цене 1ц пшеницы*

Виды про- дукции	Ср. цены 1926-27 гг.	Сопоставимые цены 1965 г.	Ср. цены реализа- ции про- дукции колхозов в 1971 г.	Ср. себес- тоимость продукции в колхозах в 1971 г.	Средне- мировые цены, ко- торыми пользуется ФАО	Ср. себес- тоимость продукции за 2004 г.		Ср. цены реализации продукции за 2004 г.	
						по РК	по об- ласти	по РК	по об- ласти
пшеница	1	1	1	1	1	1	1	1	1
мясо крс (в живом весе)	4,1	13,4	15,8	26,3	5,47	12,3	14	10,7	11,2
мясо сви- ней	6,8	17,2-19	15,7	26	5,91	17,2	11,9	16,3	13,3
мясо овец	5,7	11-13	10	17,9	3,95	12	22,2	10,7	17,5
молоко	1,14	2,16	1,98	3,9	1,1	2,2	1,8	2,0	2,1
шерсть	16,6	58	50,5	87,8	17,2	2,6	10,6	3,4	6,7

Проблема кормов в области решалась двумя путями: полевым выращиванием кормов и повышением продуктивности естественных кормовых угодий. В результате распашки в области значительно сократились площади естественных пастбищ и лугов. Поэтому до недавнего времени в хозяйствах области в среднем до 70-75 % годовой потребности кормов обеспечивала пашня, корма стойлового периода на 95-98 % заготавливались в системе полевого кормопроизводства, а в летний период из-за быстрого выгорания степных пастбищ приходилось значительную часть зеленой подкормки для скота получать за счет пашни путем создания зеленых конвейеров.

Сотрудники Казахского аграрного университета, рассматривая вопросы практической реконструкции заброшенных земель, предлагают использовать для производства кормов выведенную из оборота пашню, превратившуюся в бурьянистые залежи, которых по самым скромным подсчетам в северных областях не менее 12 – 15 млн га [4].

Если использовать хотя бы половину из них, проблема с кормами может быть решена. При этом в первую очередь следует проводить залужение и превращение в сенокосы и пастбища залежей с более высоким уровнем плодородия и лучшими условиями увлажнения. После оккультуривания на этих полях можно будет выращивать силосные, а также зерновые культуры (пшеницу, ячмень, овес).

В северных районах области насчитывается до 630 тыс. га естественных кормовых угодий, пригодных для коренного улучшения. Опыт прошлых лет показал, что коренное улучшение при небольших затратах дает большой экономический эффект – урожайность трав повышается в 3-5 раз, меняется их ботанический состав, улучшается качество кормов.

Надежным источником увеличения производства кормов стало создание долголетних культурных орошаемых пастбищ и лугов в хозяйствах Есильского, Кызылжарского и района Шал акына, где уже создано их около 6 тыс. га. По данным Северного научно-исследовательского института животноводства и ветеринарии, при поверхностном внесении на этих участках 2 ц аммиачной селитры на гектар они способны давать по 40 ц сена с высоким содержанием растительного белка.

Также была отмечена высокая эффективность орошаемых культурных пастбищ и при использовании их для загонного выпаса скота. Так, надой от каждой коровы, по данным опытного хозяйства того же института, за 70 дней пастьбы увеличился в среднем на 169 кг по сравнению с животными контрольной группы.

С целью улучшения состояния кормовой базы области следует также реконструировать заброшенные земли и бурьянистые залежи и превратить их в сенокосы и пастбища, что позволит снабдить животноводство СКО высококачественными кормами [5].

#### Список литературы

1. Белецкая Н.П. Экологические проблемы Северо-Казахстанской области / Н.П. Белецкая, И.Н. Волкодав, Р.Н. Диссембаев и др. – Петропавловск, 1994. – 51 с.
2. Бубнов Г.М. Сохранение биоразнообразия в условиях сплошной сельскохозяйственной освоенности // Экология и устойчивое развитие. -2003. – №1. – С. 75 – 77.
3. Можаев И.Н. Фитоценотические и практические основы реконструкции заброшенных земель и кормовые угодья в Северном Казахстане / И.Н. Можаев, Н.А. Серикпаев, Г.Ж. Стыбажев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2004. – № 9. – С. 21 – 24.
4. Можаев И.Н. Теоретические и практические аспекты освоения под кормовые угодья заброшенной пашни в северном степном регионе Казахстана // Освоение целинных и залежных земель: история и современность. – Астана, 2004. – С. 129 – 141.
5. Пашков С.В. Эколого-экономические аспекты степного землепользования (на примере Северо-Казахстанской области): дис. ... канд. геогр. наук. – Томск: ТГУ, 2006. – 177 с.

Получено 23.11.2007