

Қазақстан республикасының  
табиғи ресурстары және қоршаған  
ортаны қорғау Министрлігі  
Республиканың мемлекеттік  
«КазГидромет» кәсіпорны

Министерство природных  
ресурсов и охраны окружающей  
среды республики Казахстан  
Республиканское государственное  
предприятие «КазГидромет»

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ

Әр тоқсанда шағарылатын ғылыми-техникалық  
журнал

№ 4

# ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Ежеквартальный  
научно-технический журнал

АЛМАТЫ  
1999



## Редакционный совет

Директор Агентства по гидрометеорологии и мониторингу природной среды Минэкобиоресурсов, директор КазНИИМОСК, канд.экон.наук А.М.Шамен (председатель); академик НАН РК, доктор биол.наук И.О.Байтулин (зам.председателя); вице-министр экологии и биоресурсов РК К.С.Баишев; декан геогр.факультета АГУ, чл-корр. НАН РК, доктор геогр.наук А.С.Бейсенова; чл-корр. НАН РК, доктор техн.наук, ректор Таразского государственного университета им.М.Х.Дулати В.К.Бишимбаев; декан геогр.факультета КазГУ, доктор геогр.наук В.М.Болдырев; академик НАН РК, доктор с-х наук Э.Ф.Госсен; зам.председателя Комитета по водным ресурсам Минсельхоза А.Д.Рябцев; директор Института географии МН-АН НАН, чл-корр. НАН РК, доктор геогр.наук И.В.Северский; профессор КазГУ, академик АН Высшей школы, доктор геогр.наук В.С.Чередниченко; зав.кафедрой КазГУ, доктор геогр.наук А.В.Чигаркин.

## Редакционная коллегия

Зам.директора КазНИИМОСК, доктор геогр.наук Г.Н.Чичасов (председатель); начальник Бюро погоды, канд.техн.наук П.Ж.Кожаметов (зам.председателя); канд.физ-мат.наук О.Е.Семенов (ответственный секретарь); доктор геогр.наук М.Е.Бельгибаев; канд.геогр.наук В.В.Голубцов; канд.техн.наук Б.С.Степанов; зам.директора КазНИИМОСК, канд.геогр.наук М.Ж.Бурлибаев; доктор социологических наук, директор НИИ эколого-экономических проблем при ТарГУ им.М.Х.Дулати Б.А.Алдашов; доктор техн.наук А.К.Заурбеков; канд.техн.наук И.С.Тилегенов; канд.техн.наук М.М.Маханов; канд.экон.наук Н.А.Ибраева; канд.экон.наук М.К.Алиев; канд.техн.наук И.С.Бекбасаров.

## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

№ 4

Журнал выходит 4 раза в год.

Регистрационное свидетельство № 1538.

Министерство печати РК.

Подписной индекс 75855.

---

Подписано к печати 18.06.99г. Формат бумаги 70x100 1/16

Объем 15.2 п.л. Заказ 8. Тираж 500.

Цена договорная

---

Типография ТарГУ им.М.Х.Дулати, г.Тараз, ул.Сулейманова 7.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>Г.К.Бишимбаева, Х.Р.Садиева, У.Ж.Джусипбеков, В.К.Бишимбаев</b> Экологические аспекты переработки отходящих промышленных газов, содержащих сернистый газ.....	9
<b>А.К.Адрышев, И.С.Тилегенов</b> Утилизация и обезвреживание промышленных отходов – актуальная экологическая проблема .....	16
<b>А.Р.Медеу, М.Т.Нурланов, М.Р.Заппаров, А.С.Есжанова</b> Проблемы оптимизации селезащитных мероприятий в Казахстане .....	24
<b>Е.О.Сыргалиев, К.К.Бейсеуов</b> К вопросу рационального использования кожевенных отходов .....	41
<b>В.К.Бишимбаев, Д.А.Идрисов</b> Сушильные свойства вакуумированных масс из вскрышных пород аргиллитового состава .....	47
<b><u>М.Ж.Бурлибаев</u></b> Рекогносцировочная оценка изменения водно-химического режима речной экосистемы на примере реки Сырдарья .....	54
<b>Ж.С.Мустафаев, Л.Ж.Мустафаева, К.Ж.Мустафаев</b> Обоснование критерии устойчивости экологической системы .....	65
<b>А.К.Заурбеков, А.К.Бишимбаев</b> Экологическая обстановка по основным бассейнам рек Казахстана ...	74
<b>Ж.У.Ахметов, А.Т.Козыкеева, Л.Ж.Мустафаева</b> Математическое моделирование водных ресурсов речных экологических систем .....	85
<b>М.М.Бураков</b> Методика интерпретации результатов опытно-фильтрационного опробования слоистых толщ при оценках техногенного воздействия на подземные воды .....	91
<b>С.И.Исабай, М.А.Абдиров, Н.Б.Избасов</b> Рациональные и экологические водные режимы почвы и дозы удобрений для кукурузы .....	105
<b>Е.В.Баймакова, У.Ж.Джусипбеков, С.С.Омаров, Б.И.Свирыкин</b> Оценка влияния породных отвалов Жезказганской площадки предприятий корпорации «Казахмыс» на компоненты окружающей среды .....	112

<b>А.А.Джумабеков, А.Джумабеков, Э.С.Абдуллаева</b> Технология выращивания маловодотребовательного риса при периодических поливах .....	125
<b>К.Ш.Нурымгереев</b> Природа современных экологических проблем Казахстанского Приаралья. ....	131
<b>Г.К.Бишимбаева, Ш.М.Умбетова, В.К.Бишимбаев, У.Ж.Джусипбеков</b> Новые технологические процессы получения тиосоединений натрия из техногенных газов .....	139
<b>Л.М.Павличенко, М.М.Бураков, Т.Т.Махмутов</b> Пространственная детализация процессов формирования химического состава подземных вод в зоне влияния породных отвалов .....	147
<b>М.Ж.Бурлибаев</b> О некоторых проблемах методологии восстановления речного стока...	159
<b>А.К.Адрышев, И.С.Тилегенов</b> Переработка и обезвреживание мышьяк содержащих отходов на Усть-Каменогорском металлургическом комплексе АО «Казцинк» .....	170
<b>Ж.Д.Достай</b> Научные и прикладные основы управления гидроэкологическим состоянием бассейна озера Балхаш .....	178
<b>И.С.Тилегенов, Т.О.Сейдалиев, С.С.Усупов</b> Исследование и совершенствования устройств для обеспечения экологически чистого воздуха в узлах перегрузки обогатительной фабрики «Каратау» .....	190
<b>С.А.Байтілен, А.А.Алшева</b> 60-80 жылдары Қазақстан ауыл шаруашылығында мелiorатив-тік жұмыстар мен егіншілікті химияландырудың қоршаған табиғи ортаға тигізген залалы .....	197
<b>М.Е.Бельгибаев, А.В.Белый</b> Изменение климата и аридизация территории Северного и Центрального Казахстана .....	203
<b>Ж.У.Ахметов, А.Т.Козыкеева, Л.Ж.Мустафасва</b> Математическое моделирование использования водных ресурсов бассейна рек .....	215
<b>Э.А.Закарин, Б.Э.Бекмухамедов, Т.В.Дедова</b> Определение зон возникновения пыльных бурь в Приаралье методами спутникового зондирования .....	221

<b>М.Сахы, Р.Б.Жарлыкапова, В.К.Бишимбаев, Г.Т.Балакаева</b> Изучение оптимальных условий получения экологически безвредных гетерополиядерных хромалюминиевых комплексных соединений .....	229
<b>Н.Б.Қазанғалова</b> Қазақстанның табиғи суларындағы карбонат құру процесстері .....	236
<b>Е.В.Баймакова, У.Ж.Джусипбеков, Б.И.Свирикин</b> Изучение влияния хвостохранилища Балхашского горно-металлургического комбината корпорации «Казахмыс» на компоненты окружающей среды .....	245
<b>А.К.Адрышев, И.С.Тилегенов</b> Выбор моделей процессов, протекающих в подземных водоисточниках .....	255
<b>С.А.Байтлен</b> 60-80 жылдардағы ауыл шаруашылығын экологиялық негізде қайта құру бағыты және олардың тағдыры .....	264
<b>Е.В. Баймакова, У.Ж. Джусипбеков, С.С.Омаров, Б.И.Свирикин</b> Оценка воздействия породных отвалов Балхашской площадки предприятий корпорации «Казахмыс» на компоненты окружающей среды .....	271
<b>А.К.Адрышев, И.С.Тилегенов</b> Решение задач о процессах массопереноса в подземных водах ...	285
<b>К.Т.Тогжигитов, Ж.С.Тулеубасв</b> Применение аморфного диоксида кремния ( $\text{SiO}_2\text{NH}_2\text{O}$ ) для очистки технологических сбросов .....	291
<b>М.С.Дуамбеков, И.С.Тилегенов</b> Прогноз динамики экологической безопасности Жамбылской области на среднесрочную перспективу .....	296
<b>М.Сахы, Р.Б.Жарлыкапова</b> Расчет технологических параметров получения безвредных хромтитановых комплексных соединений .....	301
<b>К.Б.Асылбаева</b> Мировой опыт государственной поддержки агросектора .....	305
<b>Г.С.Садыркулов</b> Государственные приоритеты в сфере науки и технологий, инноваций .....	311

## CONTENT

<b>G.K.Bishimbayeva, H.R.Sadleva, U.Zh.Dzhusipbekov, V.K.Bishimbayev</b> The ecological aspects of wasting industrial gases processing which contain sulphurous gas .....	9
<b>I.S.Tilegenov, A.K.Adrishev</b> Utilization and ... of industrial wastes is an actual ecological problem.....	16
<b>A.R. Medey, M.T.Nurlanov, M.R.Zapparov, A.S.Eszhanova</b> Problems of optimization of land slide protection in Kazakhstan .....	24
<b>E.O.Sirgaliev, K.K.Beyseuov</b> Concerning the question of rational usage of tanning wastes .....	41
<b>V.K. Bishimbayev, D.A. Idrisov</b> Drying characteristics of vacuumed masses from rocks of argillite structure	47
<b>M.Zh.Burlibaev</b> Reconnaissance mark of waterchemical changing regime of river eco-system of the example of river Syrdarya .....	54
<b>Zh.S. Mustafaev, L.Zh.Mustafaeva, K.Zh. Mustafaev</b> The argument of ecological system's perseverance criterions .....	65
<b>A.K. Zaurbekov, A.K. Bishimbaev</b> Ecological situation on hydroeconomic regions of Kazakhstan .....	74
<b>Zh.U. Akhmetov, A.T. Kozykeeva, L.Zh. Mustafaeva</b> Mathematical modeling of water resources of river ecological system .....	85
<b>M.M. Burakov</b> Methods of interpretation of results of experimental-filter testing of stratum marking of underground water technological influence .....	91
<b>S.I. Isabay, M.A. Abdirov, N.B. Izbasov</b> Rational and ecological water regime of soil and dices of corn manuring	105
<b>E.V.Baimakova, U.Zh.Dzhusipbekov, S.S.Omarov, B.I.Sviriyakin</b> Evaluation of the ore falls of the "Kazakhmys" corporation Baikhash group of enterprises influence on the components of the environment .....	112
<b>A.A.Dzhumabekov, A.Dzhumabekov, E.S. Abdullaeva</b> The technology of growing little water needed rise with periodical watering	125
<b>K.Sh.Nuryngereev</b> The Nature of modern ecological problems of Kazakhstan's Priaralye .....	131

<b>G.K.Bishimbayeva, Sh. M. Umbetova U.Zh.Dzhusipbekov, V.K. Bishimbayev</b> New technological processes of getting sodium thiocompounds from technogen gases .....	139
<b>L.M. Pavichenko, M.M. Burakov, T.T. Makhmutov</b> The Gimensional detalization of the process of formation of the subterranean waters' chemical structure in the zone of ore falls influence ....	147
<b>M.Zh. Burliybaev</b> About some problems of river flowing restoration methodology .....	159
<b>A.K.Adrishev, I.S.Tilegenov</b> Processing and deharining of wastes containing arsenic at Ust.Kamenogorsk metallurgical complex "Kazakzink" .....	170
<b>Zh.D. Dostay</b> Scientific and applied basis of management of hydro ecological condition of Balhash lake sasin .....	178
<b>I.S.Tilegenov, T.O.Seydaliev, S.S.Usupov</b> The basis and the elaboration of air overdusting reducing system in places of overloading .....	190
<b>S.A.Baitilen, A.A. Alieva</b> Harmful influence of the meloirative works and chemicalization of agriculture in 60-80s on the Kazakhstan environment conditions .....	197
<b>M.E.Belgibaev, A.V. Bely</b> Climate change and oridisation of North and Central Kazakhstan territory...	203
<b>Jh. N. Akhmetov, A.T. Kozykeeva, A. Zh. Mustafaeva</b> Mathematical modeling of water resources of river ecological systems.....	215
<b>E.A.Zakarín, B.E.Bekmuhamedov, T.V.Dedova</b> The definition of dust storms zones origin in Priaralye by methods of sputhic sound .....	221
<b>M. Sakhy, R.B.Zharlykapova, V.K. Bishimbaev, G.T. Balakaeva</b> Research of the optimal conditions for getting ecologically harmless heteropolynuclear chromealuminizing complex combinations .....	229
<b>N.B.Kazangapova</b> Carbon processing in the natural waters of Kazakhstan .....	235
<b>E.V.Baimakova, U.Zh. Dzhusipbekov, B.I. Svirrryakin</b> Exploration of the Balkhash mining-metallurgical plant of the "Kazakhmys" corporation's tailings repository's influence on the components of the environment .....	245

<b>A.K. Adrishev, I.S. Tilegenov</b> Selecting the models of processes, proceeding in the underground water sources .....	255
<b>S.A. Baitilen, G.Sh. Baimuzatova</b> The main trends of Kazakhstan's agriculture reorganization in 60-80s on the basis of ecology and their destination .....	264
<b>E.V. Baimakova, U.Zh. Dzhusipbekov, S.S. Omarov, B.I. Sviriyakin</b> Evaluation of the ore falls of the "Kazakhmys" corporation Baikhashi group of enterprises influence on the components of the environment .....	271
<b>I.S. Tilegenov, A.K. Adrishev</b> Selecting the models of processes proceeding in the underground water sources .....	285
<b>K.T. Togzhigitov, Zh. Alteev, Zh.S. Tileubaev</b> The role of the ecological knowledge in the development of physics .....	291
<b>M.S. Duambekov, I.S. Tilegenov</b> Prognosis of Jhambul oblast ecological emergency dynamics middle perspective .....	296
<b>M. Sakhy, A. Zharlykapova</b> Calculations of technological parameters of getting harmless chrometitanium complex combinations .....	301
<b>K.B. Asylbaeva</b> World experience of agrosector's state support .....	305
<b>G.S. Sadyrkulov</b> State priorities in the field of scientific technological innovations.....	311



УДК 577:542.7

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДЯЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ, СОДЕРЖАЩИХ СЕРНИСТЫЙ ГАЗ

Канд.хим.наук

Г.К.Бишимбаева

Х.Р.Садиева

Докт.техн.наук

У.Ж.Джусипбеков

Докт.техн.наук

В.К.Бишимбаев

*Показана возможность переработки вредных техногенных газовых выбросов, содержащих сернистый газ на дешевые сульфитные соли. Методами химического и физико-химического анализов жидкой и твердой фаз продуктов поглощения сернистого газа щелочными, карбонатными и аммиачными растворами установлено, что основными продуктами являются гидросульфит, сульфит и, частично, сульфат натрия.*

Современное производство еще долгое время будет иметь отходы и вредные выбросы, поэтому необходимо совершенствовать способы очистки отходящих газов и сточных вод, утилизации твердых и жидких отходов, а также развивать санитарно-гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе, воде и почве.

В последние годы все большее значение приобретает санитарная очистка от двуокиси серы выбросных газов химических, металлургических, фосфорных и других производств. Это объясняется необходимостью ликвидации загрязнения атмосферы, а также возможностью введения в сферу полезного использования огромных количеств серосодержащих соединений.

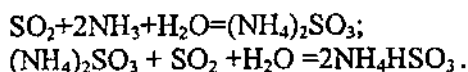
Предложены и в разной степени разработаны многие методы извлечения  $SO_2$  из газов с помощью абсорбентов водных растворов и суспензий химически активных поглотителей, таких как: карбонат натрия, сульфит натрия, сульфит аммония. Подавляющее большинство этих методов очистки газов от  $SO_2$  связано с образованием сульфитов и гидросульфитов [1].

С целью совершенствования технологии утилизации отходящих сернистых газов изучены вопросы абсорбции  $\text{SO}_2$  разнообразными поглотителями.

Выбор того или иного абсорбента определяется такими факторами, как эффективность абсорбента, легкость регенерации поглотителя, конъюнктура реализации полученного при абсорбции продукта.

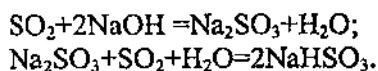
При поглощении  $\text{SO}_2$  едкими щелочами (например,  $\text{KOH}$ ) сперва образуется сульфит ( $\text{K}_2\text{SO}_3$ ), а затем бисульфит ( $\text{KHSO}_3$ ). Вместо едких щелочей обычно пользуются растворами карбонатов (например,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

Абсорбция  $\text{SO}_2$  водными растворами аммиака сопровождается следующими реакциями:

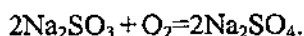


Нами в качестве поглотителей сернистого газа выбраны растворы карбоната натрия, щелочи и аммиачный.

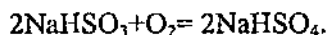
В результате абсорбции  $\text{SO}_2$  раствором щелочи образуется сульфит и гидросульфит натрия:



Соли сернистой кислоты являются сильными восстановителями. Их растворы при взаимодействии с кислородом воздуха окисляются:



Растворы  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  относительно легко окисляются на воздухе, растворы  $\text{NaHSO}_3$  окисляются примерно в 10 раз медленнее:



Образование всех вышеназванных веществ при насыщении поглотительного раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  двуокисью серы подтверждается Раман-спектроскопией жидкой фазы (рис.1). На рис.1 наблюдаются интенсивные пики  $1053 \text{ см}^{-1}$  и  $1023 \text{ см}^{-1}$ , характерные для  $\text{HSO}_4^-$  и  $\text{HSO}_3^-$ , соответственно. Об образовании  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{SO}_3^{2-}$  - ионов свидетельствуют сильные полосы с интенсивностью  $928 \text{ см}^{-1}$  и  $968 \text{ см}^{-1}$ , соответственно[2].

С целью предотвращения окисления образующихся сульфитов поглощение сернистого газа нами проводилось под током азота до полного насыщения (рН-среды в растворах колебалось от 5.8 до 8.0). Из насыщенного раствора выпадали кристаллы. При этом гидросульфит

натрия  $\text{NaHSO}_3$  кристаллизуется из растворов в твердую фазу в виде пиросульфита натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  [3].

Состав жидкой и твердой фаз поглотительных растворов определяли методами весового и объемного (иодометрического титрования) анализов, результаты которых приведены в таблице 1.

Участок Раман-спектра водного раствора карбоната натрия, насыщенного сернистым газом

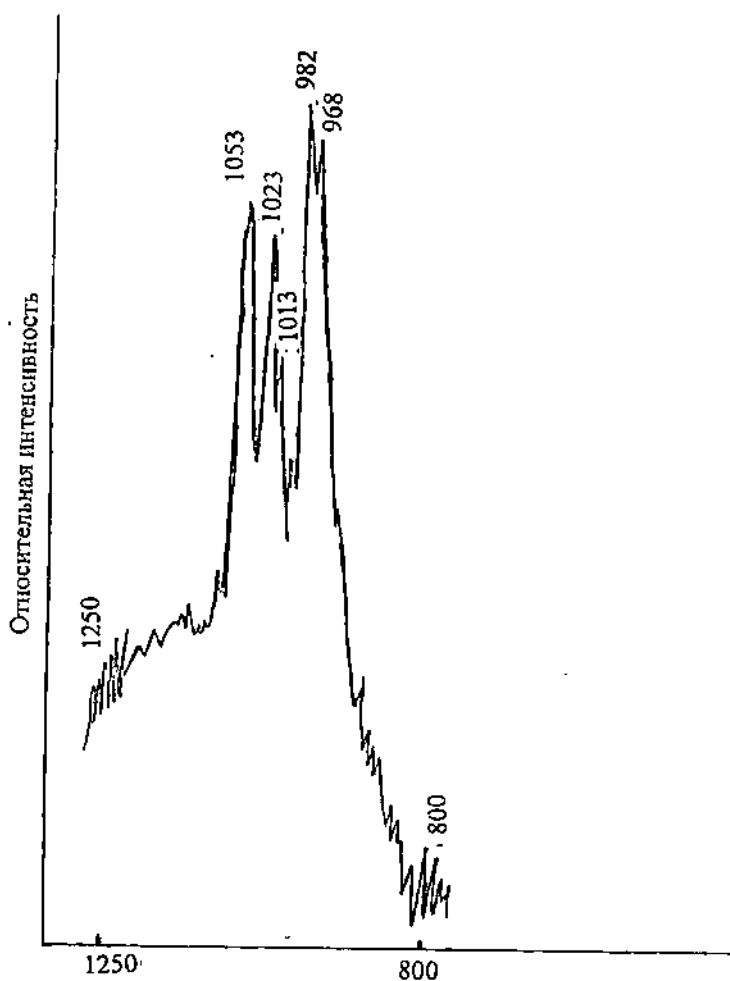


Рисунок 1

Таблица 1

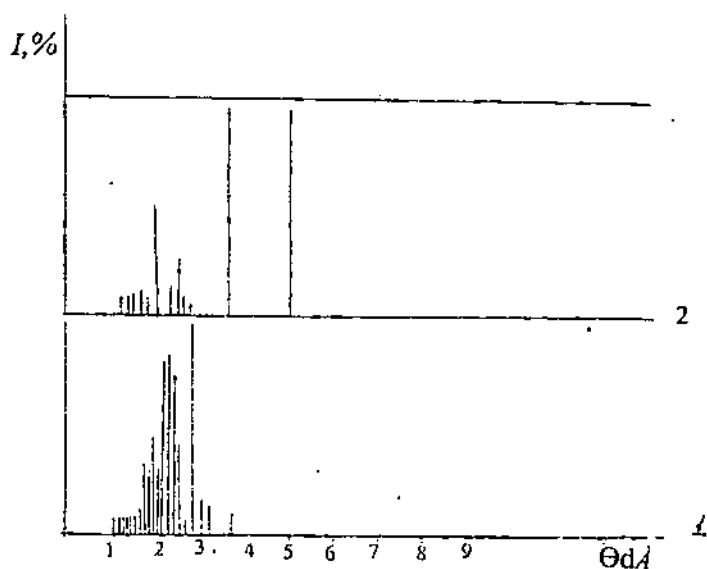
№ п/п	Поглотительный раствор	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Сумма SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Масс.%				
1	25% р-р Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	20,3	63,4	16,3
2	30% р-р NaOH	6,3	77,1	16,6
3	10% р-р NH <sub>4</sub> OH	19	64,3	16,7

Как видно из таблицы 1, основным продуктом поглощения сернистого газа водными растворами карбоната натрия, щелочи и аммиака является гидросульфит натрия.

Результаты рентгенофазового анализа кристаллов, полученных из содового и аммиачного поглотительных растворов, подтверждают данные химического анализа. Штрихдиаграммы твердых фаз (рис.2) представлены хорошо выраженными линиями семиводного сульфита натрия с межплоскостными расстояниями 3,34; 2,69; 2,18; 1,93; 1,56 Å, а также - сульфита аммония - 3,69; 2,78; 2,61; 1,69 Å и пиросульфита натрия - 2,76;

2,60; 2,34; 2,24; 2,15; 2,87 Å. Кроме того, отмечаются слабые пики, характерные для гидросульфата, сульфата натрия и аммония [4].

Штрихдиаграммы твердых фаз,  
выделенных из насыщенных сернистым газом растворов

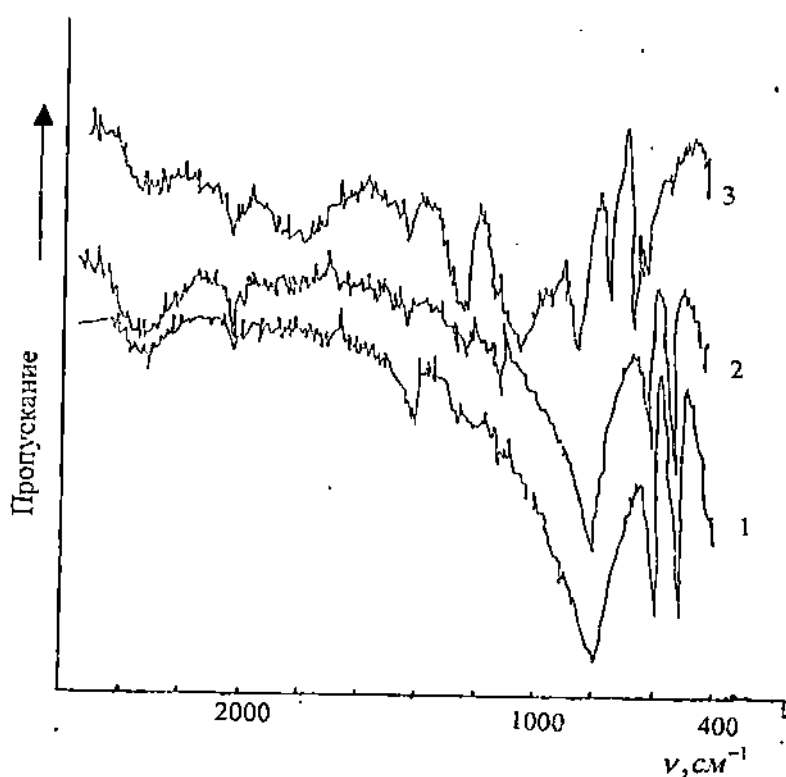


1 - 25% р-ра Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 - 10% р-ра NH<sub>4</sub>OH

Рисунок 2

На ИК-спектрах этих образцов (рис.2 и 3) наблюдаются интенсивные полосы, характерные для сульфита натрия с частотами  $496\text{ см}^{-1}$ ,  $632\text{ см}^{-1}$ ,  $976\text{ см}^{-1}$ , и пиросульфита натрия - при  $512\text{ см}^{-1}$ ,  $1184\text{ см}^{-1}$ . ИК-спектр твердой фазы, вылавшей из аммиачного поглотительного раствора полностью идентифицируется ИК-спектром реактивного сульфита аммония (марки х.ч.) с интенсивными пиками в области  $616\text{ см}^{-1}$ ,  $1104\text{ см}^{-1}$ ,  $1392\text{ см}^{-1}$ ,  $3112\text{ см}^{-1}$ .

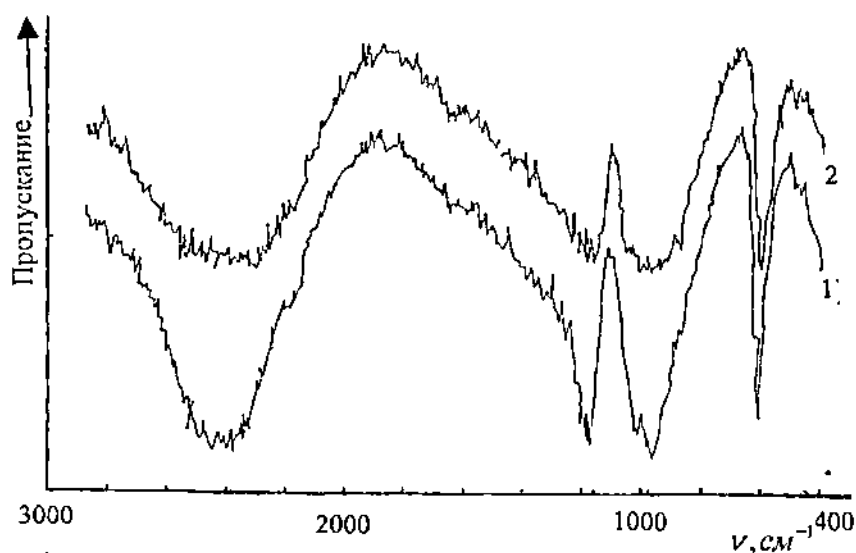
### ИК-спектры



1 - реактивного  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (б/в, ч.д.а.) и твердых фаз, выделившихся из: 2 - 30% р-ра  $\text{NaOH}$ ; 3 - 25% р-ра  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Рисунок 3

## ИК – спектры



- 1 – реактивного  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (х.ч.) и  
 2 – твердой фазы, выделившейся из 10% р-ра  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

Рисунок 4

Приведенные результаты химического и физико-химического анализов жидкой и твердой фаз продуктов поглощения сернистого газа щелочными, карбонатными и аммиачными растворами, подтверждая и дополняя друг друга, показывают, что основными продуктами являются сульфит, гидросульфит, в твердой фазе пиросульфит натрия.

Таким образом, показана возможность переработки вредных техногенных газовых выбросов, содержащих сернистый газ на дешевые сульфитные соли, потребность в которых остро ощущается в текстильной, кожевенной, пищевой, целлюлозно-бумажной, микробиологической и золотодобывающей отраслях промышленности. Экологическая и экономическая целесообразность разработки технологии получения сульфитов из отходящих газов не вызывает сомнения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей Л. Химия 1974 С.506
2. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координацион-ных соединений. М. 1991 С.153
3. Авербух Т.Д, Телепнева А.Е. Технология сульфитов. М. Химия 1984 С.13
4. Недома И. Расшифровка рентгенограмм порошков. М. Metallургия, 1975 С.153

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

**ШЫҒАРЫЛҒАН ӨНЕРКӘСІПТІК ГАЗДАРДЫҢ  
ҚҰРАМЫНДАҒЫ КҮКІРТТІ ГАЗДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ  
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ**

- Хим.ғыл.канд. Г.Қ.Бишімбаева
- Х.Р.Садиева
- Техн.ғыл.докт. Ө.А.Жусіпбеков
- Техн.ғыл.докт. У.Қ.Бишімбаев

Құрамында күкіртті газы бар зиянды техногенді газдарды қайта өңдеп олардан өнеркәсіптердің әртүрлі саласында өте қажетті сульфитті тұздарды алу мүмкіншіліктерді қарастырылған. Сілтілі, карбонатты және амиакты ертілділермен суық және қатты түріндегі күкіртті газалық сіңіру заттарына химиялық, және физика химиялық әдістермен талдау жасалынған. Гидросульфит, сульфит және спармен қатар натрийдің тиосульфатты олардың негізін құрайтындылығы анықталған.

УДК 628.542 (547.42)

**УТИЛИЗАЦИЯ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ОТХОДОВ - АКТУАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА**

Док.техн.наук А.К.Адрышев  
Кан.техн.наук И.С.Тилегенов

*В статье рассмотрены проблемы, связанные с утилизацией, обезвреживанием и захоронением промышленных отходов, причины низкого уровня использования твердых отходов г.Усть-Каменогорска по технологии обезвреживания, приведены результаты поиска земельных участков, перспективных под полигон для захоронения промтоходов.*

Быстрый рост промышленности способствовал не менее быстрому увеличению объема отходов, ставших одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Положение усугубляется тем, что большая часть промышленных отходов из-за отсутствия разработанных экономически приемлемых технологических методов утилизации и производственных мощностей по их использованию, скапливается на территориях предприятий либо вывозится на свалки, в большинстве своем неорганизованные и неконтролируемые. Наука и производство еще не располагают экономичными технологическими процессами переработки многих видов отходов, и потребуются достаточно продолжительный период времени для существенного сокращения количества отходов, связанных с совершенствованием технологических процессов.

На данном этапе необходимо обеспечить технически достижимые способы удаления, обработки и рационального уничтожения промышленных отходов, утилизация которых при сложившейся технологии не представляется возможной. Наиболее целесообразно и рационально устройство специальных полигонов для централизованного приема, обработки и захоронения отходов, что позволяет сочетать надежную охрану окружающей среды с экономичным расходованием земельных площадей, способствует улучшению благоустройства города, позволяет определять количественный и качественный анализ состава



промышленных отходов, необходимый для совершенствования технологии их переработки и максимальной утилизации.

Потребность в строительстве современного полигона с промышленными методами обезвреживания и переработки промышленных отходов г. Усть-Каменогорска вызвана следующими факторами:

- наличием токсичных элементов в не утилизируемых промстоках, хранящихся на промплощадках или городских свалках;
- неблагоприятными геологическими разрезами для складирования и хранения токсичных отходов в пределах городской черты;
- наличием токсичных микроэлементов в подземных водах водозаборного горизонта города;
- несоответствием существующих условий хранения промстоков требованиям санитарных правил, которые предусматривают соответствующее хранение на специализированных полигонах, удаленных не менее чем на 3000 м от жилой застройки [ 1 ].

Усть-Каменогорск является крупным промышленным городом с различными отраслями производства: цветной металлургией, машиностроением, теплоэнергетикой, электротехнической и легкой промышленностью, промышленностью строительных материалов и другими, что предопределяет состав отходов, их свойства и характер воздействия на окружающую среду. С целью правильного выбора природоохранных мероприятий в научно-исследовательской лаборатории охраны и оздоровления окружающей среды ВКТУ были собраны и изучены данные по объемам образования, накопления и повторного использования промышленных отходов, определены объемы токсичных компонентов для оценки степени экологического влияния их на окружающую среду. Сбор данных производился путем рассылки на предприятия города Усть-Каменогорска специально разработанной формы (составленной на основе формы №4 "Отходы" статистической отчетности), с последующей обработкой полученных материалов и уточнением их натурными и лабораторными исследованиями.

Наибольшее количество (по массе) составляют отходы цветной металлургии (шлаки, шламы, кеки, возгоны и др.) - 44,1%, большая часть которых из-за содержания в своем составе ценных компонентов, хранится на территориях предприятий. Однако такой способ хранения нецелесообразен по экологическим соображениям, т.к. для переработки сырья применяются токсичные реагенты, загрязняющие отходы, либо токсичными являются остаточные содержания самих металлов. Вторым видом многотоннажных отходов являются шлаки и золы ТЭЦ - 30%. Около 60% отходов складывается на промплощадках предприятий или за их пределами и вывозится на различного рода свалки. Около 15% отходов можно вывозить на свалки только после предварительной нейтрализации и обезвреживания, превратив их в категорию инертных веществ и, таким образом, исключив отрицательное воздействие отходов на окружающую среду. В противном случае под воздействием ат-

*М. Сурожев*

мосферных осадков, ветра и грунтовых вод возможно распространение вредных примесей на значительные расстояния.

Из общего количества отходов не утилизируемые, подлежащие обезвреживанию и захоронению на специализированном полигоне за пределами города составляют более 104 тыс. т/год, включая токсичные отходы. Утилизации подвергаются некоторые отходы цветной металлургии (около 30%), большая часть отходов переработки древесины, отходы черных и цветных металлов, отработанные нефтяные масла и некоторые другие. Чрезвычайно низок уровень использования зол и шлаков ТЭЦ (3,3%).

Низкий уровень использования твердых отходов объясняется отсутствием оборудования для переработки многих видов отходов или их подготовки для переработки на предприятиях других отраслей; экономически обоснованных методик расчета эффективности переработки отходов с учетом экологических требований, а также экономического стимулирования предприятий; оперативной информации об объемах образующихся отходов, их физико-химических свойствах и методах использования.

Многие виды крупнотоннажных отходов не отнесены к категории товарной продукции соответствующих отраслей промышленности, т.к. отсутствуют требования к ним, как к сырью для других отраслей, где возможно их использование. Экономические расчеты свидетельствуют о высокой эффективности применения золы и шлаков тепловых электростанций для производства различных строительных материалов. Однако, несмотря на то, что свойства золошлаковых отходов изучены достаточно полно и разработаны технологические процессы их использования, уровень использования золы и шлаков в городе составляет чуть более 3%. Одна из причин этого заключается в необходимости решения целого комплекса вопросов, связанных с ликвидацией золошлакоотвалов и их переработкой в строительные материалы:

транспортирование, строительство золопогрузочных устройств и установок по раздельному сбору зол и шлаков на ТЭЦ, разработка технических условий на их применение (с учетом химического состава, неоднородности и т.д.). Определенную трудность представляет предотвращение распыления и распространения золы и шлаков в окружающую среду.

Однако, даже при полном решении проблем связанных с утилизацией некоторых отходов, пятая часть общего их объема относится к не утилизируемой и содержит в своем составе токсичные компоненты. Эти отходы подлежат вывозу за пределы города для обезвреживания и захоронения на полигоне.

По технологии обезвреживания все промышленные отходы г. Усть-Каменогорска можно разделить на четыре группы:

1. Негорючие твердые отходы (шлаки, кеки, хвосты от обогащения руд, отходы минераловатного производства и т.д.).

II. Горючие твердые отходы (отходы древесины, текстильных материалов, резиносодержащие, и бумажные отходы).

III. Горючие жидкие промышленные отходы (отработанные масла в смеси с ветошью и грязью, отработанное горючее, загрязненное различными веществами, загрязненные растворители).

IV. Негорючие жидкие отходы, содержащие органические и неорганические соединения (отработанная кислота, отходы гальванических производств, эмульсии типа "масло в воде").

Анализ способов обезвреживания промышленных отходов позволяет рекомендовать следующие из них по группам [2].

Негорючие твердые отходы (I группа) целесообразно обезвреживать методом захоронения в котлованах, вырытых в толще плотных водоупорных глин. Захоронение отходов в такие котлованы создает предпосылки для локального накопления твердой части отходов и в дальнейшем имеет немаловажное значение для извлечения из них наиболее ценных компонентов.

Наиболее рациональным способом обезвреживания отходов II группы - сжигание их в камерных печах с утилизацией тепла для обезвреживания негорючих жидких отходов.

Широко распространен в мировой практике термический метод обезвреживания жидких горючих отходов (III группа) в специальных установках с утилизацией тепла для обезвреживания жидких отходов, содержащих минеральные и органические примеси.

Для обезвреживания жидких негорючих отходов (IV группа) можно рекомендовать два способа: захоронение отходов в толще глины и обезвреживание в термических установках за счет тепла, выделяющегося при сжигании горючих отходов. Образующаяся при сжигании смесь механических и минеральных примесей подлежит захоронению.

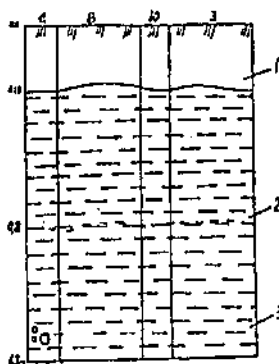
Химический способ обезвреживания применяется для жидких отходов, содержащих неорганические примеси, взаимно нейтрализующие друг друга (щелочные и кислотные). При этом способе непосредственному захоронению подвергают лишь выпавшие в осадок шламы, гидроокиси и соли тяжелых металлов, а основная масса отходов, в виде обезвреженной и осветленной жидкой фазы, подается насосом на испарение: летом - на специальные площадки, зимой - в термическую установку. Термический способ обезвреживания необходимо предусматривать на полигонах для обезвреживания жидких горючих отходов и возможного круглогодичного обезвреживания жидких негорючих отходов.

При описанной схеме обезвреживания отходов максимально реализуются возможности обезвреживания одних отходов другими - при смешивании жидких отходов в котловане происходит их нейтрализация, а за счет тепла образующегося при сжигании горючей части отходов, обезвреживаются негорючие жидкие отходы.

Изучение фондовых материалов производственного объединения "Востокказгеология" [3, 4] показало, что в прилегающих к г.Усть-Каменогорску районах, в радиусе до 50-100 км имеются более 20 участков с линзами плотных неогеновых глин, перспективных под полигон токсичных промышленных отходов (ТПО), площади которых совершенно не изучены (не разведаны бурением) относительно размеров и формы линз неогеновых глин ни в плане, ни в разрезах. Линзы глин подтверждены лишь отдельными скважинами, которые в разные годы бурились с целью поиска неогеновых керамзитовых глин и пресных подземных вод для водоснабжения сельского населения. Большинство из этих участков занято под пропашные культуры, только отдельные - под пастбища.

Из обследованных под полигон ТПО земельных участков наиболее перспективным представляется участок «Сухая балка», площадью около 100 га, расположенный в 40 км от г.Усть-Каменогорск и в 8 км южнее с.Завидного. На участке было пройдено два шурфа. Шурф №2 (рис. 1), пройденный до глубины 1,3 м вскрыл под почвенным слоем, мощностью 0,25 м, неогеновую красно-бурю плотную тугопластичную глину, подошва которой не подсечена.

Зарисовка стенок шурфа СБЦ-2 участка «Сухая балка»



1 - почва черноземная с корнями травы; 2 - глина неогеновая плотная вязкая красно-буря с черными пятнами и жилками гумификации; 3 - глина неогеновая плотная вязкая красно-буря. МВ 1:10, МГ 1:50

Рисунок 1

Компрессионная кривая замоченной глины пробы СБШ-2 участка  
«Сухая балка»



$\delta$  - нормальная распределенная нагрузка;  
 $e$  - коэффициент пористости

Рисунок 2

При помощи режущих колец и заполнением бюксы были отобра-  
ны пробы неогеновой глины и определены объемная масса твердых  
частиц, естественная влажность на границе текучести, влажность на  
границе раскатывания, набухание, компрессионная кривая грунта, ко-  
эффициент фильтрации. Проведен расчет объемной массы скелета  
грунта, коэффициент пористости, числа пластичности, показателя кон-  
систенции. Результаты исследований физических и водно-физических  
свойств приведены в таблице 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Инженерно-геологические (физические и водно-физические)  
свойства глинистых грунтов участка «Сухая балка»

Наименование показателей	Единица измерения	Численные значе-
объемная масса гру нта, $\gamma$	г/см <sup>3</sup>	1,87
объемная масса твердых частиц, $\gamma_s$	то же	2,71
объемная масса скелета грунта. $\gamma_{sc}$	г/см <sup>3</sup>	1,59
лажность грунта, $W$	доли единицы	0,19
оэффициент пористости, $e$	доли единицы	0,7

Продолжение таблицы

ажностиа границе текучести, $W_L$	то же	0,38
Влажность на границе раскатывания, $W_p$	-//-	0,18
Число пластичности, $W_n$	-//-	0,20
Показатель консистенции, $IL$	-//-	0,05
Набухание, $W$	%	
Коэффициент фильтрации, $K_f$	см/сек	0,0000002
	см/сут	0,017

На основании проведенных исследований под полигон ТПО предложен земельный участок «Сухая балка», дана геологическая и гидрогеологическая характеристика местности, составлен генеральный план полигона с размещением основных зданий, сооружений и коммуникаций, разработаны технологические карты производства работ [5].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные правила проектирования, строительства и полигонов захоронения не утилизируемых промышленных Недр, 1977.
2. Титов А.П., Кривега С.Е., Беспмятнов Г.П. Обезвреживание промышленных отходов. - М.: Стройиздат, 1980.
3. Кирпиченков Н.Я., Назмаева Л.П. Отчет о результатах поисков подземных вод для водоснабжения хозцентров Таврического, Уланского, Самарского районов ВКО за 1979 год. - Усть-Каменогорск, 1980.
4. Кравченко М.М., Жукова А.А. Отчет о поисках и предварительной разведке керамзитового сырья в районе г.Усть-Каменогорска, проведенных в 1972-1976 гг. - Усть-Каменогорск, 1976.
5. Адрышев А.К., Лазарев А.И. Проведение исследований и разработка природоохранных рекомендаций по оздоровлению жилой и производственной среды г.Усть-Каменогорска. - Усть-Каменогорск: УКСДИ, 1989.

## ӨНДІРІСТІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ЗИЯНСЫЗДАНДЫРУ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕ

Техн.ғыл.докт. А.Қ.Адрышев  
Техн.ғыл.канд. И.С.Тілегенов

Бұл мақалада өндірістік қалдықтарды пайдалану, зиянсыздандыру оларды төменгі деңгейдегі себептері, Өскемендегі өндірістік қалдықтардың сипаттамалы тізімге алынуы, қалдықтарды көмуге ыңғайлы жер аумағын іздеу қарастырылған.

## ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЕЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Доктор геогр. наук      А. Р. Медеу  
Канд. геогр. наук      М. Т. Нурланов  
                                 М. Р. Заппаров  
                                 А. С. Есжанова

*В XX веке в орогенных поясах земли были отмечены многочисленные катастрофические селепроявления ливневого, гляциального и сейсмогенного происхождения, в сферу разрушительного воздействия которых попали крупные города и другие населённые пункты. Наряду с огромным материальным ущербом, исчисляемым миллиардами долларов США, селевые потоки унесли тысячи человеческих жизней. Поэтому вполне правомерно, что проблема предотвращения угрозы воздействия селея пристальное внимание оказывается Генеральной Ассамблеей ООН, принявшей программу Международного десятилетия (1991-2000гг.) по сокращению опасности стихийных бедствий.*

### Современное состояние борьбы с селевыми явлениями.

Зарубежный опыт. В настоящее время проводимые противоселевые мероприятия условно можно подразделить на три сложившиеся школы: европейскую, азиатскую и американскую. Для европейской школы характерно сочетание большого объема лесомелиоративных мероприятий с мелкими гидротехническими склоновыми и русловыми сооружениями (террасирование склонов, системы запруд, донные пороги, канализированные и мощные русла, направляющие дамбы). Из европейских государств, где прослеживается активная селевая деятельность, Франция была первой страной, организовавшей систематическую борьбу с селями. Ее основы были заложены инженером Сюррелем, являющимся основоположником лесной школы борьбы с горными потоками. В последующем его



идеи нашли свое развитие во всем мире.

Для азиатской школы (Япония, Китай) характерно применение агромелиоративных мероприятий (террасы, террасы-каналы) в сочетании с густой сетью гидротехнических сооружений, обеспечивающих сохранение русла от размыва и задержание твердой составляющей стока. Только в Японии в селеопасных бассейнах построено и эксплуатируется более 4000 наносоудерживающих плотин. Сооружено много дамб различной высоты, берего- и склоноукрепительных стен. Проводимые здесь противоселевые инженерные мероприятия в основном сводятся к перехвату большей части твердого материала, а также регулированию количества поступающих в низовьях рек наносов, из которых формируются пляжи в прибрежной полосе.

Огромный опыт проектирования, строительства и эксплуатации разнообразных типов и размеров противоселевых гидротехнических сооружений, имеющий более чем 70-летнюю историю, накоплен в США. Об объеме осуществленных за этот период мероприятий можно судить по тому, что только в округе Лос - Анжелеса в течение 1915-1979 гг. на противоселевые мероприятия израсходовано свыше 1 млрд долларов. В результате был создан комплекс защитных гидротехнических сооружений высотой до 100 м, состоящий из системы руслостабилизирующих запруд, ряда селе- и водохранилищ в условиях сильно разветвленной водосборной сети. При этом противоселевые системы позволили комплексно решить поставленную задачу и использовать осветленную воду для водоснабжения. Параллельно с осуществляемыми гидротехническими сооружениями в верховьях водосборных бассейнов широкое развитие получили агролесомелиоративные мероприятия в засушливых районах США (штат Юта), направленные прежде всего на охрану водоразделов и скорейшее восстановление нарушенного почвенно-растительного покрова.

Огромный моральный и материальный ущерб, наносимый селевыми потоками населенным пунктам, хозяйственным объектам и земельным угодьям в бывшем СССР, обусловил необходимость разработки эффективных способов уменьшения вероятности возникновения селей или снижения их разрушительной силы. Основным средством борьбы русские ученые считали регулирование поверхностного стока путем облесения горных склонов, опираясь на опыт противоселевых работ, проводившихся во Франции и Швейцарии. Впервые работы по облесению горных склонов

в России были предприняты в 1876 году в Крыму, около Феодосии. В Средней Азии проведение лесомелиоративных работ, с целью борьбы с селевыми потоками, началось в конце прошлого столетия. Русские лесоводы Н.И. Корольков и С.Ю. Раднер применили террасирование горных склонов в селеопасных бассейнах Аман-Кутан и Ак-Таш. На Кавказе подобные укрепления горных селеопасных склонов были предприняты В.Н. Лисневским, И.И. Роциным, А.И. Брилинским. Русская школа укрепления и террасирования горных склонов продолжает развиваться в работах Ф.Н. Кочерги в Средней Азии и А.И. Олиферова в Крыму.

К настоящему времени, благодаря работам крупных ученых М.А. Гагошидзе, И.И. Херхеулидзе, Б.А. Будагова, А.И. Шеко, С.М. Флейшмана, Н.В. Думитрашко, Э.Д. Церетели по Кавказу и горному Крыму; В.Н. Пушкаренко, П.М. Карпова, Р.А. Нязова, Ш.К. Хожаева по Средней Азии и т.д., накоплен большой опыт по научному обоснованию и реализации схем противоселевых мероприятий и конкретных гидротехнических сооружений.

Казахстанский опыт. В Казахстане также накоплен значительный опыт борьбы с селевыми потоками. В становлении практики противоселевых мероприятий большую роль сыграли многие выдающиеся ученые и инженеры бывшего СССР, включая и саму республику. Благодаря их работам и усилиям коллективов многих учреждений в настоящее время осуществлен, на наш взгляд, первый, основной этап селезащитных мероприятий в горных районах Юго-Восточного Казахстана. Особенно большим достижением в этом направлении является селезащитный комплекс г. Алматы в За-илийском Алатау. Селетехнические мероприятия начали осуществляться здесь после катастрофического селевого потока 1921 года.

Для предупреждения селевой опасности, по специальному постановлению правительства республики, в 1934 году была создана служба предупреждения и оповещения при Казахском управлении гидрометслужбы.

Первый проект противоселевой защиты Алматы был составлен в 1934-1935 гг. Всесоюзным лесомелиоративным институтом в 1937 г., где основной акцент делается на облесение бассейнов рек. Но в то же время было очевидно, что одними лесомелиоративными мероприятиями нельзя было предотвратить возникновение селевых потоков небольших по мощности. Поэтому возник второй проект, который был разработан в 1937-1939 гг. экспедицией Академии коммунального хозяйства РСФСР под ру-

листами были привлечены научные учреждения, проектные и производственные организации Москвы и Санкт-Петербурга.

Проект предусматривал также проведение комплекса мелиоративных работ, обеспечивавших долговременность действия гидротехнических сооружений. Одновременно с этими мероприятиями предусматривалась организация оперативной службы предупреждения селевых потоков, оборудованной современными гидротехническими устройствами, новейшей аппаратурой и средствами связи.

В 1959 г. по проекту Гипроводхоза начались подготовительные работы по строительству плотины Медеу. Идея создания плотины направленным взрывом вызвала многочисленные возражения. В результате в 1961 г. строительство было законсервировано, а проект плотины передан на экспертизу Институту Гидропроекта им. С.Я. Жука. Экспертиза указала на ряд существенных недостатков проекта, однако идея взрывного возведения плотины нашла поддержку, как прогрессивная. Между тем катастрофический селевой поток 1963 г. гляциального генезиса уничтожил озеро Иссык, разрушил несколько улиц в г. Иссык и причинил огромный материальный (более 10 млн руб. по ценам тех лет) и моральный ущерб.

После Иссыкской катастрофы защита столицы Казахстана приобрела первостепенное значение. В августе 1963 г. Совет Министров республики рассмотрел вопрос "О мерах защиты г. Алматы от селевых потоков". Сель 1963 г. внес коррективы в расчеты проектирования и строительства проти-воселевых гидротехнических сооружений. В 1964 г. Казахский филиал "Гидропроекта" разработал новый проект плотины Медеу, значительно усилив ее конструкцию. В этот же период в средней части долины р. М. Алматинки были построены четыре опытных сквозных металлических селеуловителя, а в верховьях — габийонная плотина Мынжилки, предназначенная для предотвращения ледниковых селей.

В 1964-1966 гг. по заданию Министерства коммунального хозяйства РК Казахским филиалом Института "Гидропроект" была разработана схема селезащиты населенных пунктов Заилийского Алатау. В схеме были определены селеопасные территории и намечены мероприятия по их защите. В 1969 г. АН СССР и Госстрой СССР (бывшие структуры) рассмотрели и одобрили составленный Казгидропроектом проект первоочередных мероприятий по защите г. Алматы, отвергнув в то же время предложения группы алматинских ученых о создании вместо плотины Медеу каскада

ководством профессора Н.С. Дюрнбаума /1/. Он разрабатывается на основе тщательного обследования следов прохождения селя 1921 г., а также изучения зарубежного опыта селезащиты, в особенности Лос-Анжелеса. Однако в этом проекте были существенные недоработки, связанные с уровнем знания того времени.

Третий проект защиты г. Алматы был разработан в 1938-1940 гг. Он предусматривал стабилизацию всех селевых притоков М. Алматинки системой 822 каменной накладки-барражей высотой от 2 до 5 метров. В сочетании с обширными фитолесомелиоративными работами этими мероприятиями полагалось полностью предотвратить образование ливневых селей в бассейнах р. Малой Алматинки. В качестве временной защиты намечалось устройство четырех котлованов-селеуловителей в горном устье р.М. Алматинки со сбором осветленного в котлованах селевого стока по канализированному руслу р. Весновка, с расходом  $600 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В 1940 г. был выполнен четвертый проект селезащиты г. Алматы. Здесь на первый план выдвигались котлованы-селеуловители с общей емкостью  $2,4 \text{ млн. м}^3$  и сбросным расходом до  $800 \text{ м}^3/\text{с}$ . Реализации проекта помешала война. В 1951 г. этот проект был частично переработан Казахским Гос-стройпроектом, но строительство по нему не предпринималось, так как опасались, что сброс свободной воды, объемом  $600-800 \text{ м}^3/\text{с}$ , вызовет повторный селевой поток ниже котловано-селеуловителей.

Селевые потоки 1951 и 1956 гг. гляциального происхождения позволили специалистам по-новому взглянуть на природу селевых явлений и меры борьбы с ними. Итогом более чем тридцатилетних поисков и дискуссий явился новый проект защиты г. Алматы Всесоюзного государственного проектно-изыскательского и научно-исследовательского института "Гипроводхоз". В окончательном варианте проекта Гипроводхоза МСХ СССР, разработанного в 1953-1959 гг., намечались: строительство плотины в урочище Медеу и Весновского водоотделителя, обвалование русла, строительство плотин в районе Весновской дамбы и в ур. Мынжилки. Емкость селехранилища воздвигаемой плотины Медеу была намечена в  $5,6 \text{ млн. м}^3$ ;  $1,5 \text{ млн. м}^3$  должны быть сброшены в нижний бьеф в течение нескольких дней после селя с безопасными (до  $30 \text{ м}^3/\text{с}$ ) расходами. В отличие от прежних проектов, здесь впервые учитывалась возможность прохождения селей ледникового происхождения.

Следует отметить, что к разработке проекта казахстанскими специа-

сквозных селезадерживающих сооружений. К 1973 г. была построена 110-метровая каменно-набросная плотина с емкостью селехранилища 6,2 млн. м<sup>3</sup>. В 1973 г. после прохождения грандиозного грязекаменного потока впервые удалось точно определить его объем: плотиной было задержано 5,5 млн. м<sup>3</sup> воды. Выше плотины он разрушил все мелкие селезадерживающие сооружения, у урочища Мынжилки размыл 18-метровую габионную плотину, у турбазы "Горельник" — два сквозных металлических селеуловителя высотой 10 м. Горная долина на протяжении 10 км превратилась в глубокий каньон, селевой очаг с отвесными неустойчивыми, легко размываемыми склонами, сложенными валунно-галечниками.

Из-за недостроенности водосборных сооружений селехранилище было занесено селевой массой на 2/3 всего объема, намечалась усиленная фильтрация воды через тело плотины, угрожая ее устойчивости. Только своевременные меры спасли плотину и разрушение западной части г. Алматы. Таким образом, селевой поток 1973 г. внес значительные изменения в оценку масштабов селепроявления в долине р. М. Алматинки и в организацию мероприятий по борьбе с ними, вызвав необходимость составления новой, седьмой по счету, схемы селезащиты г. Алматы.

В целях устранения аварийной ситуации и надежной защиты г. Алматы были срочно приняты меры по наращиванию плотины до 150 м с доведением емкости селехранилища до 12,6 млн. м<sup>3</sup>. Предусматривалось создание водосборных и водоприемных сооружений, обеспечивающих зарегулированный безопасный сброс воды до 30 м<sup>3</sup>/с с любого горизонта селехранилища. Общая стоимость сооружения, по ценам тех лет, составила 33,9 млн. руб. Для осуществления комплекса защитных работ в республике в 1973 г. было создано специализированное Главное управление по строительству и эксплуатации противоселевых сооружений при Совете Министров Казахстана.

В верховьях р. М. Алматинки урочище Мынжилки на высоте 3000 м сооружена 17-метровая насыпная плотина с селехранилищем емкостью более 20 тыс. м<sup>3</sup>, которая нейтрализует средние гляциально-прорывные сели непосредственно в очаге селеобразования. Ниже плотины построено два сквозных сооружения, предназначенных для задержания селей, выходящих из притоков рек Батарейки и Казачки. Завершены работы по стабилизации русел Весновки, Кимасар и строительству на них наносостойников.

В 1977 г. в августе на р. Б. Алматинке впервые прошли небывалые по мощности селевые потоки с суммарным объемом грязекаменной и водной массы до 6 млн. м<sup>3</sup> и максимальным расходом до 11 000 м<sup>3</sup>/с. В результате в восьмой раз возникла необходимость в пересмотре проекта защиты г. Алматы от селей. В этих целях в западной части города на р. Б. Алматинке построена 40-метровая железобетонная ячеистая плотина с устройствами комплекса водосборных сооружений, обеспечивающих автоматический сброс с любого горизонта селехранилища до 45 м<sup>3</sup>/с водных масс. Созданная емкость при уклоне поверхности селехранилища 4° имеет объем 14,5 млн. м<sup>3</sup>. Общая стоимость строительства - 12,4 млн. руб. Кроме того, в целях предотвращения прорыва Большого Алматинского озера проведены работы по наращиванию естественной плотины озера. По всей долине осуществлены руслостабилизирующие работы с устройством каскада крупных наносоуловителей. Схема алматинского селезащитного комплекса, по данным Казселезащита, представлена на рисунке 1.

Для улучшения эксплуатации крупных плотин, продления возникновения катастрофических селей гляциального генезиса впервые в Казахстане в Заилийском, а в последующем в Джунгарском и Кунгей Алатау, начиная с конца 70 - х годов, стало осуществляться превентивное опорожнение селеопасных высокогорных озер ( бас. рр. М. и Б. Алматинок, Чилик, Сарканд и некоторых других). Научное обоснование мелиорации озер разработано Б. С. Ниязовым, А. С. Деговцом, Н.В. Поповым, В. А Керемкуловым, М. Т. Нурлановым, В. Н. Виноходовым. Такой подход имел значительные преимущества в плане предотвращения возникновения мощных гляциальных селей, но имел и весьма важный недостаток. Опорожнения озер приводят к обнажению моренных отложений, и тем самым на этих участках активизируются криогенные явления, которые способствуют образованию новых очагов селей. Тем не менее, эффективность такого превентивного метода определяется и оправдывается разрядкой напряженности ситуаций и предотвращением формирования катастрофических селей гляциального генезиса.

В пределах Заилийского и Джунгарского Алатау, наряду с приведенными выше средствами защиты от селевых потоков, осуществляются фитолесомелиоративные мероприятия, которые в основном направлены на закрепление очагов ливневого селеформирования. В целях предупреждения селевой опасности и своевременного принятия мер ГУ Казселезащита

с РГП "Казгидромет" разработала и использует схему оперативного оповещения и сигнализации об угрозе селей.

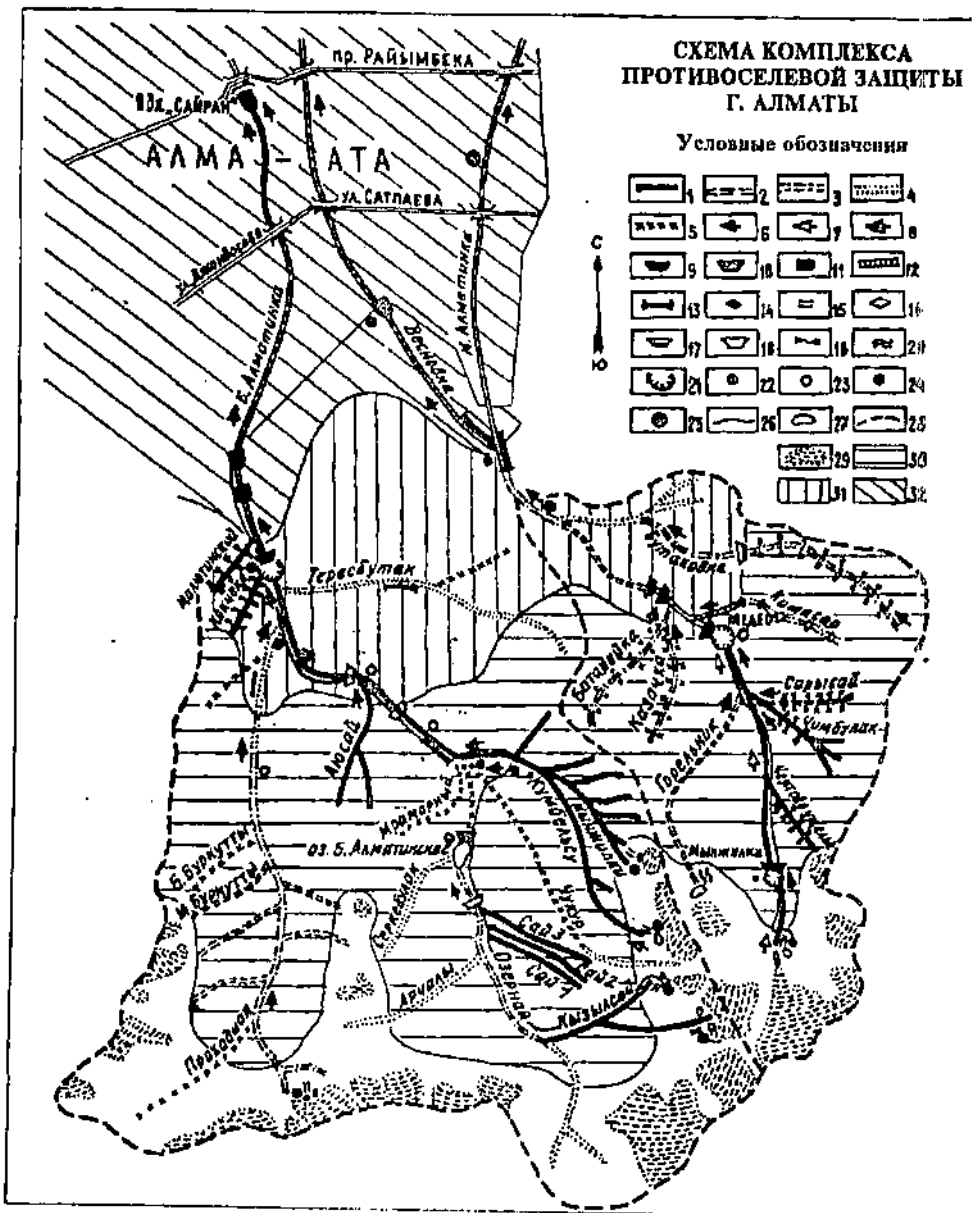


Рис. 1 СХЕМА КОМПЛЕКСА ПРОТИВОСЕЛЕВОЙ ЗАЩИТЫ ГОРОДА АЛМАТЫ. Оценка селеопасности рек: 1 — весьма селеопасные, 2 — сильноселеопасные, 3 — среднеселеопасные, 4 — слабоселеопасные, 5 — неселеопасные. Пути движения катастрофических селей: 6 — сель 1921 г.,

7 — сель 1973 г., 8 - сель 1977 г. Противоселевые сооружения: действующие: 9 - селезадерживающие плотины, 10 - сквозные селеуловители, 11 — наносоотстойники, 12 — водосбросные тракты со стабилизацией русел, 13 — защитные дамбы, 14 — запруды, 15 — водосбросные каналы из моренных озер; строящиеся: 16 — запруды; проектируемые: 17 — селезадерживающие плотины, 18 — сквозные селеуловители, 19 — стабилизация русла (запруды), 20 — водосбросные каналы из моренных озер, 21 — увеличение емкости селехранилищ горными выработками (карьерами). Эксплуатационные мероприятия: 22 — сейсмооповестители селя, 23 — радиооповестители селя, 24 — пункты наблюдений и информации, 25 — главный диспетчерский пункт приема и передачи информации о селях. Другие обозначения: 26 — дороги к селевым очагам, 27 — селеопасные озера, 28 — водораздельные линии. Ландшафтные зоны: 29 - высокогорно-гляциальная (4900-3200 м): ледники, современные морены, скалы (зона формирования гляциальных селей); 30 - среднегорная (3200-1800 м): альпийские и субальпийские луга, хвойные и лиственные леса (зона формирования ливневых селей); 31 — низкогорно-предгорная (1800—1000 м): лесостепной пояс (зона транзита и аккумуляции селей); 32 — предгорная равнина (ниже 1000 м): конусы выноса (зона накопления селевых отложений).

Опыт защиты г. Алматы и других населенных пунктов, расположенных в горных долинах и предгорьях Заилийского Алатау, используется и по другим селеопасным районам Казахстана. В этом плане большие работы осуществлены в Джунгарии для защиты городов Текели, Сарканд и Жаркент.

Таким образом, приведённый анализ современного состояния противоселевых мероприятий показывает достижения в области борьбы с селями в мире и в Казахстане. Вместе с тем он также отражает уровень знания о природе и селевых явлений и средств защиты от них.

### **Оценка селеопасности территорий горных районов Юго-Восточного Казахстана.**

В последние 40-50 лет достигнут определенные успехи в изучении селевых бассейнов, развитии селевых процессов и методов организации борьбы с последними. Изучена природа селевых явлений. Раскрыт механизм формирования и движения селевых потоков различного генезиса и



структурно-реологических типов. исследованы физико-механические свойства селевой массы. Проведена большая работа по составлению карт специального содержания. К числу таких карт относится "Карта фоновой оценки селеопасности территории Казахской ССР" (1:1000000) /2/, согласно которой горные районы Казахского орогенного пояса по степени селеопасности на основе оценки их количественных и качественных признаков подразделяются на пять категорий:

1. Зона весьма высокой степени селеопасности с очаговым зарождением катастрофических селепроявлений: объём выноса до 5млн. м<sup>3</sup> и более, расход до 1500, при экстремумах до 5-10 тыс. м<sup>3</sup>/с, повторяемость 2-5 при расходах более 500-1000 м<sup>3</sup>/с. К этой категории отнесены бассейны центральной части Заилийского Алатау.

2. Зоны потенциально высокой степени селеопасности: объём выноса до 1млн. м<sup>3</sup>, экстремумы – 1.5 млн. м<sup>3</sup>, расходы до 500, а экстремальные – до 2000 м<sup>3</sup>/с, повторяемость 1-2 при расходах 500 м<sup>3</sup>/с и более. Ко второй категории отнесена обширная территория высокогорных и среднегорных областей Джунгарского Алатау, в меньшей степени Заилийский Алатау, Угамского хребта, Киргизского и Таласского Алатау.

3. Зоны средней степени селеопасности: объём выноса 0,5 млн. м<sup>3</sup>, расход до 100 м<sup>3</sup>/с, повторяемость – 5-15 при расходах менее 100 м<sup>3</sup>/с. Селеопасные бассейны третьей категории типичны для Алтая, Тарбагатай, отрогов Джунгарского и Заилийского Алатау.

4. Зоны относительно слабой степени селеопасности с расходами до 50-80 м<sup>3</sup>/с и объёмом выносов 0.1 – 0.3 млн. м<sup>3</sup> приурочены к небольшим водотокам предгорно-низкогорной области и нижней части среднегорья.

5. Зоны возможного проявления селей при сходе сейсмических оплывин: объёмом до 100-500 тыс. м<sup>3</sup>, в случае магнитуды до 6.5-7.3 и интенсивности землетрясений 8-10 баллов.

#### Оптимизация противоселевых мероприятий.

Горные районы и предгорная территория рассматриваемой территории представляют собой многокомпонентный природный комплекс, включающий полезные ископаемые, продуктивные земельные угодья, водные ресурсы и другие составляющие природной среды. Все это в значительной мере предопределяет интенсивность широкого их вовлечения в сферу хо-

зайственного освоения. В предгорной зоне и межгорных впадинах Казахского орогенного пояса на конусах выноса селеопасных рек, расположен г. Алматы и многие населенные пункты городского и сельского типа, районные центры. В бассейне реки Текели значительную площадь занимают производственные сооружения и жилой массив Текелийского промышленного комплекса. В долинах водотоков хр. Каратау и Алтая расположены горнорудные и жилые объекты, которые так же, как и крупные животноводческие фермы и ряд важных линейных объектов (дороги, обводнительные каналы, водозаборы, линии электропередач и другие), могут оказаться в зоне разружительного воздействия селевых потоков. Селевые потоки, наряду с причиняемым ими моральным и материальным ущербом, одновременно оказывают пагубное влияние и на такие компоненты природной среды, как культурные ландшафты.

В настоящее время осуществление противоселевых мероприятий по республике в целом возложено на созданную в этих целях специализированную организацию ПЮ "Казглавселезащита". Решение всех основных вопросов селезащиты, в основном, осуществляется в соответствии с региональной схемой противоселевых мероприятий, составленной Казгидропроектом и дополнительными специальными проработками Казглавселезащиты. В соответствии с этим, противоселевой защитой по горным районам Юго-Восточного Казахстана охватывается площадь в общей сложности более тыс. м<sup>2</sup>. В дополнение к ней и ранее осуществленным селезащитным мероприятиям, нами, в связи с выявленными выше основными закономерностями селеформирования, предлагается ряд оптимальных средств противоселевой защиты, направленных на снижение селевой опасности /3/. Основные направления селезащитных мероприятий в условиях горной территории Юго-Восточного Казахстана, как уже отмечалось, должны носить комплексный характер, т.е. предусматривать оптимальное сочетание активных методов воздействия на селеобразующие очаги с инженерными средствами защиты на транзитной части каналов стока и в зонах возможной аккумуляции выноса.

Существенно важным направлением управления селевыми процессами в зонах I и II категории с очень высокой степенью риска являются ликвидация опасных и потенциально опасных очагов зарождения глициальных селей посредством: 1 - частичной, вплоть до полной сработки уровней селеопасных моренных озер; 2 - устройством гидротехнических

сооружений на пути селевого стока; 3 - использованием приведенных методов в сочетании. Эти практические мероприятия осуществляются на основе наблюдения по типу геосистемного мониторинга за динамикой моренных озер и развитых здесь криогенных процессов. Аэровизуальные и наземные обследования гляциально-опасных объектов, геодезические и батиметрические съемки озер, анализ грунтов необходимы для получения количественных показателей изменений, происходящих в системах озеро-морена-ледник.

Следует отметить, что эффективность проведения селезащитных мероприятий в определенной степени лимитируется труднодоступностью отдельных объектов в условиях высокогорных, а иногда даже среднегорных зон, особенно при слабой их освоенности. В подобных условиях как Заилийского, так и Джунгарского Алатау, на выявленных селеопасных озерах, очевидно, наиболее приемлемой формой профилактики их возможных прорывов являются заблаговременные попуски и сбросы критических уровней. На практике этот комплекс мероприятий был успешно реализован при выполнении неотложных работ, связанных с ликвидацией угрозы возникновения селевых потоков в бассейнах рек Малая Алматинка и Талгар в 1997-1999 гг., где возникли экстремальные ситуации из-за возможного прорыва высокогорных моренно-ледниковых озер. Тем самым, впервые в Казахстане создана эффективная система управленческих мер профилактического характера /4/. В качестве одних из средств защиты от селевых потоков в перспективе, по мере освоения горных территорий, в пределах троговых долин, целесообразно уже строительство гидротехнических сооружений, способных зарегулировать прорывные паводки еще до того, как они войдут в зону основного обогащения рыхлообломочным материалом древних морен. В этом плане можно считать рациональным строительство плотин подобных мынжылкинским (М. Алматинка) на участках троговых долин. Последние, в Джунгарском Алатау, имея незначительные уклоны (3-5°), по своей протяженности вдвое-втрое превышают таковые в Заилийском Алатау, создавая тем самым благоприятствующие условия работы аналогичных сооружений.

Применение перехватывающих емкостей в сочетании с запланированным спуском вод из селеопасных озер, бесспорно, явится одним из эффективных средств борьбы с разрушительным воздействием гляциально-прорывных селей. Кроме того, эти емкости в перспективе, при обоснова-

нии соответствующими проектными проработками, могут быть использованы и для иных целей.

С экономической и технической позиции в настоящее время в наиболее селеопасных реках Заилийского и Джунгарского Алатау в ряде случаев может явиться рациональным апробирование плотинных селеуловителей. В бассейнах, характеризующихся менее высокими степенями селеопасности (боковые притоки), возможно сооружение системы селеуловителей ЗаКНИИ, предложенных И.И. Херхеулидзе.

Значительная протяженность каналов стока большинства селеопасных рек, сопровождающаяся мощным выколаживанием уклонов с расширением долин на участках межгорных впадин, служит достаточно благоприятным естественным фактором, способствующим аккумуляции твердых селевых выносов. В связи с этим строительство плотинных сквозных селеуловителей необходимо планировать ниже зон естественного распластывания селевых отложений, на участках сужения поперечных профилей и повторного нарастания уклонов.

В системе информационно-предупредительных мероприятий, которая является составной частью управления, в условиях значительной протяженности каналов транзита рек северного склона Джунгарского Алатау, важную роль играет служба наблюдения и оповещения населения о селевой опасности. В этом плане, на первоначальных этапах ее организации настоятельно необходима установка радиооповестителей РОС и сейсмооповестителей в наиболее селеопасных долинах рек Заилийского Алатау и Джунгарского Алатау. Эффективность применения последних предопределяется тем, что сформировавшийся селевой поток в высокогорной зоне достигает предгорных районов за время, достаточное для предупреждения и эвакуации населения из опасных селеугрожаемых зон.

В этом плане ПО Казглавселезащита в тесном сотрудничестве с Казахским УГКС на примере Заилийского Алатау разработана и осуществляется схема оперативного оповещения и контроля для всех объектов, находящихся под угрозой воздействия селей. В селеопасный период организуются сезонные посты гидрометеорологических наблюдений и информации. Они располагаются в верховьях наиболее селеопасных рек и на моренных озерах. По радиотелефонной связи информация передается на кустовые диспетчерские пункты, а затем на Главный диспетчерский пункт. Здесь специалисты-гидрологи обрабатывают и анализируют полученную

информацию, составляют обзор селевой обстановки. В дни, когда степень селеопасности возрастает, производятся аэровизуальные облеты на вертолетах. Такое комплексное слежение за развитием опасных процессов в горах позволяет сделать своевременные предупреждения о возможности возникновения селя. Против ливневых селей в зонах III и IV категории с умеренно высокой и слабой степенью риска, наряду со средствами инженерной защиты на транзитной части и в зонах аккумуляции, целесообразно применение фитолесомелиорации в сочетании с организационно-хозяйственными мероприятиями. Строительство каскадов сквозных селеуловителей в сочетании с барражированием отдельных участков селеопасных русел в селевых очагах, а также ниже участков их развития, по всей вероятности, были бы достаточно эффективными в ряде бассейнов. Осуществление их в комплексе с другими противоселевыми мероприятиями (организационно-хозяйственными, фитолесомелиоративными) дает возможность, если не совсем ликвидировать, то значительно ослабить отрицательное воздействие селевых потоков на жилые, горнорудные, хозяйственные объекты и естественные компоненты природной среды.

Древесно-кустарниковый и растительный покров на горных склонах является естественным, значительно ослабляющим фактором развития геодинамических процессов, включая и селевые. Поэтому необходимо рационально использовать лесные массивы, проводить лесопосадки, травосеяние и, по возможности, регламентировать выпас скота, особенно на пораженных участках. Необходимым условием при разработке древесины является строгое соблюдение технологических приемов, принятых для горной территории. Производить вырубку на горных склонах категорически воспрещается.

Лесопосадочные работы, травосеяние необходимо производить на склонах селевых бассейнов, в селевых руслах и на конусах выноса. При этом важное значение имеет правильный подбор ассортимента древесно-кустарниковых пород, которые экологически должны отвечать высотному положению местности, экспозиции, крутизне склонов и пораженности. Наиболее эффективным при этом, естественно, будут растительные ассоциации, уже прижившиеся к настоящему времени в данных экологических условиях. Для ближайшего к рассматриваемому субрегиону, в частности для Заилийского Алатау, характеризующегося во многом сходными природными чертами с Джунгарским, Казахским НИИ лесного хозяйства

(КазНИИЛХ) в качестве перспективных для указанных целей рекомендованы 14 пород, в числе которых выделяются тянь-шаньская ель (для лесо-лугового пояса) и яблоневые деревья (для предгорий и низкогорий). Предлагается широко высаживать растущие здесь кустарниковые, такие, как можжевельник сибирский, барбарис, таволга тянь-шаньская, и другие. Наиболее эффективными по своему противоэрозионному эффекту в субальпийском поясе являются арчевники, характеризующиеся повышенной плотностью крон. Проведение фитолесомелиоративных работ и организационно-хозяйственных мероприятий в первую очередь особенно необходимо в зоне интенсивного хозяйственного освоения, к каковым относятся прилавки Заилийского Алатау. Эта зона относится к V категории селеопасности со слабой степенью риска. Последняя градация в условиях проявления сейсмоселей может представлять территорию с очень высокой степенью риска. В качестве паллиативных мероприятий рекомендуется организовать здесь стационарные наблюдения за состоянием склонов на участках вероятного возникновения оползней, борьбу с эрозионными процессами на склонах, осуществление мер, направленных на предотвращение искусственного переувлажнения лёссовых горизонтов на присклоновых массивах. Осуществление отмеченных мероприятий, несомненно, в значительной степени уменьшит активность проявления эрозионно-оползневых процессов на горных склонах, что в целом, бесспорно, даст положительный эффект снижения общей селеопасности рассматриваемой территории.

В числе других мероприятий представляется правильным перенос мелких поселений, которые, согласно районной планировке, относятся к неперспективным. Однако в связи с интенсификацией освоения горных территорий целесообразность их полной ликвидации бывает далеко не всегда оправдана. В особо сложных ситуациях наиболее радикальным является перенос части населенных пунктов и ценных хозяйственных объектов на территории, находящиеся за пределами опасной зоны. Во избежание нежелательных последствий отвод земельных участков под новое строительство необходимо производить только по согласованию с ГУ Казселезащитой. Заключение о безопасности земельных участков от селей и лавин выдается заказчику после тщательного изучения имеющихся материалов и осмотра участка специалистами. При наличии селевой опасности и в зависимости от конкретных условий даются рекомендации о строи-

тельстве соответствующих защитных сооружений либо освоение участка запрещается.

Эксплуатационными подразделениями ГУ Казселезащита совместно с местными акиматами ежегодно следует разрабатывать мероприятия для организаций, предприятий и хозяйств по защите хозяйственных объектов от селевых потоков и паводков, а также на случай необходимости эвакуации населения. Для оперативности оповещения и принятия экстренных мер по эвакуации и аварийно-спасательным работам необходимо взять на учет все гражданские и промышленные объекты в селеопасных зонах.

#### Выводы.

Из всего вышеизложенного следует, что к рациональным методам противоселевой защиты в условиях бассейнов первой и второй категории относятся сочетания активных средств борьбы непосредственно в очагах селезарождения (дренаж моренных озер и термокарстовых полостей, с инженерными мероприятиями на транзитной части и в зоне возможной аккумуляции выносов, устройство селехранилищ, преимущественно в плотинном варианте, стабилизация селеопасных русел и др.) и организация информационно-предупредительной службы. Для обеспечения безопасности населенных пунктов, животноводческих ферм и других объектов (горные дороги, линии электропередач, каналы) от воздействия селевых потоков средних и небольших мощностей, отвечающих по параметрическим значениям III и IV категориям селеопасности, достаточно эффективных средств локальной защиты, преимущественно в линейных вариантах (устройство дамб, защитных поясов, струенаправляющих сооружений и др.). При этом обязательными элементами всего защитного комплекса, наряду с инженерными средствами, должны также явиться организационно-хозяйственные и фитолесомелиоративные мероприятия.

В системе информативно-предупредительных мероприятий в условиях значительной протяженности зон транзита селеопасных рек важную роль играет служба наблюдения и оповещения населения о селевой опасности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дюрнбаум Н.С. К защите г.Алма-Аты от селевых потоков.// Коммунальное строительство. - 1939, №8-9 – С. 14-17.
2. Карта фоновой оценки селопасности территории Казахской ССР. М-б 1:1000000 (Колотилин Н.Ф., Медеуов А. и др.). - Ташкент, 1988.
3. Медеуов А., Колотилин Н.Ф., Керемкулов В.А. Сели Казахстана. - Алматы: Конжык, 1993. - 157с.
4. Бижанов Н.К., Виноходов В.Н., Кулмаханов Ш.К. и др. Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане. - Алматы, 1998. – 101с.

Институт географии МОИИ РК  
ГУ “Казселезащита”



УДК 675.(075)

**К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
КОЖЕВЕННЫХ ОТХОДОВ**Канд. физ.-мат. наук Е.О. Сыргалиев  
Докт. техн. наук К.К. Бейсеуов

*В работе обобщены технические решения утилизации кожевенных отходов и выявлены наиболее оптимальные разработки получения на их основе веществ и материалов для новых кожевенных технологий.*

Каждый неиспользованный и не имеющий определенного предназначения продукт (сырье, материал, продукт конечный и использованный) становится отходом. Каждый отход становится в свою очередь сырьем (или сырьевым резервом) с момента его использования (а также предназначения для использования). В природе нет ни одного такого вещества, которое имело бы исключительно свойства отхода и невозможно было бы сделать из него сырья. Нет также физических, химических и биологических критериев, позволяющих отличить отходы от сырья, материалов и конечного продукта. Основные критерии квалификации того или иного вещества, причисления его к отходам или сырью определяются технологией продукции и бытовой - хозяйственными системами.

Кожевенная промышленность относится к материалоемким отраслям, в которых стоимость сырья составляет свыше 70% себестоимости готовой продукции, поэтому рациональное использование сырьевых ресурсов за счет утилизации кожевенных отходов (составляющих 30-40% от исходного объема сырья и образующихся при механической обработке шкур и кожевенного полуфабриката) имеет особое значение. В соответствии с статическими данными в последние десятилетия в мире ежегодно перерабатывается 4,8 млн. тонн шкур крупного рогатого скота. При этом география этой переработки /1/ представляется следующим образом:

- 950 тыс. тонн (20%) перерабатывается в Западной Европе,
- 760 тыс. тонн (15%) перерабатывается в Северной Америке,

- 180 тыс. тонн (4%) перерабатывается в Японии,
- 800 тыс. тонн (16%) перерабатывается в Южной Америке.

Россия, Казахстан, страны Восточной Европы, Африка и Азия перерабатывают оставшиеся 45% (2100 тыс. тонн) шкур.

Несложно представить себе какое количество кожевенных отходов образуется в мире. В связи с тем, что в последние годы мировое сообщество значительно повысило стандарты на требования к охране окружающей среды, перед многими кожевенными предприятиями встал вопрос о рентабельности производства, когда затраты на природоохранные мероприятия стали сопоставимы с прибылью. В этой связи традиционные технологии кожевенного производства стали фактически сдерживающим фактором необходимости расширения производства кожи (в связи с экспоненциальным ростом численности населения Земли).

За многие годы деятельности кожевенных предприятий на свалках оказались захороненными огромное количество полезных кожевенных отходов, наносящих невосполнимый ущерб окружающей среде. Бытует мнение, что кожевенные отходы, по истечении определенного времени превращаются в эффективное удобрение. Однако следует помнить, что в 100 кг мездры находится около 50 г фтора, а рыбы погибают при содержании его в воде лишь 0,0015 г/л. Кроме того, в зеленой мездре содержатся сульфиды. При гниении белка на свалках выделяется большое количество аммиака и трупного яда. Особую угрозу это представляет для птиц. Поэтому в последние годы существенно возросли штрафные санкции за выбросы кожевенных отходов, увеличение платы за содержание свалок и запрет на вывоз отходов с территорий предприятий. Эти обстоятельства заставляют специалистов работать над созданием новых технологий, связанных с утилизацией неизбежно получаемых отходов.

Сложная ситуация в отрасли с использованием кожевенных отходов не связана с отсутствием технических решений, а результат недооценки экологических и экономических факторов, отсутствия возможностей для практического осуществления научных разработок. Преобразование "отходов в доходы" можно осуществить организацией при кожевенных предприятиях специализированных малых предприятий, цехов, участков. При этом решается одна из многих проблем: как с минимальными затратами избавиться от складирования твердых отходов. Поэтому в настоящей работе мы кратко изложили основные наиболее рациональные на наш взгляд пути решения экологической проблемы утилизации кожевенных отходов.

Для упорядочения использования отходов применяют классификацию отходов, учитывающих их природу, свойства, экологическую вредность, пригодность, массовость продукции. В соответствии с

классификацией Европейского сообщества /1/, отходы кожевенного производства делятся на следующие группы:

- отходы кож недубленных,
- отходы кож дубленных,
- кожевенные жиры,
- меховые отходы,
- иные отходы (шерсть, щетина, волосы),
- отходы многокомпонентные,
- отходы кожевенные поэксплуатационные.

Отличительной особенностью отходов зеленых шкур является довольно значительное содержание сульфида натрия, поглощенного кожей в процессе обезвоживания. Сульфид-ион обладает восстановительными свойствами, дает множество соединений с металлами и органическими соединениями. Вследствии своей сильной электроотрицательности сульфид-ион способен даже вступать в реакцию с элементами неметаллической природы. Эти свойства делают его очень активным и опасным для окружающей среды. Поэтому эти отходы проходят полную нейтрализацию и удаление ионов сульфидов /1/.

Отходы недубленных и дубленных кож при совмещении рациональной обрядки с другими элементами малоотходной технологии составляют /2/: спилок 12,2 %, мездра - 8,6%, гольевая обрезь - 12,5%, стружка - 7,1%, спилковая хромовая обрезь - 11,2%, обрезь, лоскут, пыль - 3,7%, растворимые отходы - 5,1%.

Технические решения утилизации кожевенных отходов не связанных с кожевенным, обувным и кожгалантерейным производством включают /2/:

- производство технического и фотографического желатина и глютинового (мездрового) клея,
- производства жира, мыла, катионоактивных веществ,
- производство коллагеновых пленок для трансплантатов, желатиновых губок для медицины и косметики,
- добавки к фармацевтическим препаратам,
- производство колбасных оболочек, модифицированных полимеров,
- производство кормов для животных,
- изготовление тепло- и звукоизоляционных плит для строительных целей (под полы и междуэтажные перекрытия), использование в качестве наполнителя при производстве ДСП из деревянной стружки, использование в качестве подстилочного материала,
- производство пластифицирующих добавок в шпаклевки, добавок для регулирования времени затвердевания гипсовых и цементных растворов, для приклеивания обоев и декоративных пленок (взамен крахмала и синтетических клеев),

- производство сельскохозяйственных удобрений.

При этом на перечисленные способы переработки кожевенных отходов используется 40% всех образующихся отходов. Безусловно, отмечая положительную сторону утилизации этих отходов, следует отметить, что в связи с экспоненциальным ростом численности населения Земли (значительно превышающим рост поголовья скота, и соответственно объема кожевенного сырья) использование кожевенных отходов должно быть увеличено в направлении создания основных и вспомогательных материалов для кожевенного, обувного и кожгалантерейного производства.

Анализ образования и использования дубленых отходов показывает, что лишь незначительная их часть (около 10%) перерабатывается на кожевенных заводах и около 50% передается предприятиям, производящим кожкартон (используется при изготовлении деталей обуви и кожгалантерейных изделий стелек, задников, подложек, обводок и т.д.). Кожкартон содержит около 70-75% кожевенного волокна и поэтому, с экономической точки зрения является наиболее рациональным способом утилизации кожевенных отходов, так как кожа снова, хотя и в иной форме, выполняет свое первоначальное назначение. Сдерживающим фактором увеличения объема производства кожкартона в последнее время стала экологическая несостоятельность существующей традиционной технологии производства кожкартона. Это связано с тем, при производстве 1 кг расход воды при периодическом способе (100-130 л) и на длинносеточной машине (400-500 л)/4/. Это приводит соответственно к большому объему сточных вод. В связи с этим в настоящее время разрабатываются безводные (сухие) способы производства кожкартона /2/. При одном из вариантов сухого способа производства картона волокнистые отходы кожи смешивают с порошкообразным термопластичными полимерами (например полиэтиленом). Холст формируется аэродинамическим или механическим путем. горячее прессование (термофиксацию) картона осуществляют в прессах. При нагревании термопластичные полимеры расплавляются и проклеивают волокнистую массу.

При другом варианте /2/ кожевенные волокна смешивают с термоусадочными полимерами (ПЭ и ПВХ), а затем полученный холст подвергают иглопрокалыванию. При этом происходит свойлачивание и упрочнение холста, который закрепляется при термообработке в результате усадки термопластичных полимерных волокон.

Несомненно интересным направлением использования кожевенных отходов (в том числе использованных кожевенных изделий в составе бытовых отходов) является создание искусственной кожи /1/. Однако к настоящему времени технические решения по получению ис-

искусственной кожи из кожевенных отходов являются энерго- и трудоемкими. Поэтому работы в этом направлении продолжаются /1/.

Безусловно важным направлением рекуперации непродубленных отходов является получение белкового гидролизата для наполнения кож на различных стадиях технологического процесса, что способствует наполнению рыхлых участков кож, а следовательно более рациональному использованию низкосортного кожевенного сырья /3/. При этом технология получения наполнителей для отделки кожи основана на полимеризации белкового гидролизата с акрилатами /2/. Растворы и гидролизаты коллагена с хорошими результатами используются для гидрофилизации основ, импрегнатов и полиуретановых покрытий искусственных кож для улучшения гигиенических свойств /1/.

На некоторых кожевенных заводах нашел применение способ обработки хромированного полуфабриката продуктами ферментативной деструкции гидролизата немодифицированными и модифицированными полимерными фосфатами /2/. Наполнение такими продуктами, не снижая прочности кож, способствует увеличению адгезии покрывной пленки, улучшению шлифуемости полуфабриката, получение кожи, менее склонной к отдушистости.

Методом привитой сополимеризации гидролизата коллагена и различных мономеров (акриловая кислота, бутилакрилат, метилакрилат, стирол и др.) можно получить большое количество различных пленкообразователей, причем представляется возможным регулировать их свойства, изменяя соотношения продуктов реакции. Эти продукты с успехом можно использовать для наполнения, отделки и крашения кож /2/.

Кожевенные отходы используются также для получения наполнителей пластификаторов ПВХ, используемых для производства подошв для обуви, модификации реактивных полиуретановых композиций, а также гидрофилизации полимерных материалов в процессе формирования пористых покрытий искусственных кож /1/.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.С.Павлова. Экологический аспект химической технологии кожи. М.: МГАЛПП, 1997, 191 с.
2. В.А.Журавский. Малоотходные технологии кожевенного производства. - М.: Легпромбытиздат, 1993. - 128 с.
3. А.Блажей, М.Младек. Переработка отходов кожевенной промышленности. Пер. с чеш. под ред. А.Михайлова, М.: Легкая индустрия, 1976.-208 с.

4. Е.О.Сырғалиев, К.Б.Бейсеуов. Экологический анализ производства кожи и меха // Научно-технический, экономический, отраслевой журнал "Тауар", Алматы, 1998, N 4, с.22-25

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

Южно-Казахстанский государственный университет им.М.О.Ауэзова

### **БЫЛҒАРЫ ҚАЛДЫҚТАРЫН ТИІМДІ ҚОЛДАНУ ЖОЛДАРЫ**

Физ-мат.ғыл.канд.  
Техн.ғыл.докт.

Е.О.Сырғалиев  
К.К.Бейсеуов

Жұмыста былғары қалдықтарын өңдеудің техникалық негіздері жинақталып, оларды тиімді қолдану тәсілдері нәтижесінде былғары өндірісінде қолданылатын жаңа өнімдер алу жолдары келтірілген.

УДК 666.646

**СУШИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВАКУУМИРОВАННЫХ МАСС  
ИЗ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД АРГИЛЛИТОВОГО СОСТАВА**

Доктор технич. наук В.К. Бишимбаев  
Канд. технич. наук Д.А. Идрисов

*В работе рассмотрены узкие технологические вопросы качественной переработки вскрышных пород для получения керамических материалов. Установлено, что при сушке вакуумированного аргиллита критическая влажность зависит от соотношения коллоидного и капиллярнопористого характера материала*

Проблема охраны окружающей среды, обезвреживания промышленных отходов, рационального использования природных ресурсов с каждым годом обостряется.

В настоящее время в мире добываются около 25 млрд. т. всех видов сырья и материалов, включая топливо, руды, строительные материалы, продукты питания. В виде готовой продукции используется примерно 1... 1,5 млрд. т., а остальное идет в отходы [1].

Одним из факторов нарушения земель и загрязнения окружающей среды являются отходы горно-обогатительного производства. В настоящее время в отвалах рудников накоплено более 9 млрд. т. вскрышных пород, 0,5 млрд. т. некондиционных руд и около 3 млрд. т. хвостов обогащения. Количество отходов растет прогрессирующими темпами. Так, в расчете на 1 т. металла в руде приходится добывать на карьерах 1... 5 тыс. т. вскрышных пород, на 1 т. металла в концентратах при обогащении руд приходится 30... 100 т. измельченных хвостов, а на одну тонну металла в металлургическом производстве 1... 8 т., шламов, клинкера или других отходов.

Ежегодно в отвалы поступает свыше миллиарда тонн вскрышных пород и отходов (хвостов) обогащения руд, а общее количество зе-

мельных угодий, нарушенных горными работами, превышает 2 млн. га. Затраты на поддержание хвостохранилищ достигают 10 % от общих капитальных затрат на строительство горнорудных предприятий. В связи с этим остро стоит проблема утилизации вскрышных пород и других отходов промышленности.

Однако при этом необходимо учесть, что технологические свойства отходов могут качественно отличаться от традиционного сырья. Это требует более тщательного анализа отходов, в т.ч. вопросов вакуумирования масс.

Основное значение вакуумирования заключается в придании керамическим массам высоких формовочных свойств, вследствие удаления воздушной фазы, предопределяющей улучшение пластичности сырья. Последнее связано с наличием водной сольватной оболочки вокруг твердых глинистых частиц, понижающей их взаимное трение. Наличие третьей фазы - воздуха будет отражаться как на движении сольватированных частиц под действием внешней нагрузки, так и на самом процессе сольватации. Следовательно, воздушная фаза отражается и на сушке увлажненной до пластического состояния керамической массы, поскольку этот процесс является тепло-физико-химическим процессом, в котором форма связи влаги с материалом играет решающую роль в характере его протекания.

Процесс сушки аргиллитов исследовали в электрическом сушильном шкафу с терморегулятором - для поддержания постоянства температуры.

Влагоотдачу и усадку измеряли одновременно для двух образцов ( $d = 30$  мм,  $l = 100$  мм), находившихся в одинаковых условиях. Один из образцов помещался в чашку весов, подвешенную внутри шкафа. Вторая чашка весов с равновесом находилась вне сушильного пространства, что давало возможность по убыли веса образца с точностью до 0,01 г. через равные промежутки времени регистрировать влагоотдачу в процессе сушки.

По полученным данным определялась кривая сушки в координатах: влажность - время и по кривой сушки методом графического дифференцирования строилась кривая скорости сушки в координатах: скорость сушки - влажность.

Воздушная усадка измерялась на другом образце при помощи часового индикатора, который помещался над шкафом. Штифт индикатора упирался в длинный кварцевый стержень с малым коэффициентом теплового расширения, заключенный в изолирующий пустотелый кожух. Стержень упирается в тонкую пластинку, лежащую на торце об-



разца, что позволяло фиксировать линейную усадку по положению стрелки индикатора с визуальной точностью до 0,005.

Незначительная поправка на тепловое расширение вспомогательного инвентаря определялась на основании опыта без образца при том же режиме сушки. Последний во всех опытах оставался одинаковым, для мелкодисперсного аргиллита: температура сухого термометра  $50^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха - естественная циркуляция; для трубодисперсного аргиллита температура  $80^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха 20 %.

В качестве сырьевых материалов для изготовления образцов использовали два порошка из аргиллита вскрышных пород Экибастузского бассейна, отличающиеся дисперсностью: 1) менее 0,125 мм и 2) менее 0,6 мм. Для первого образца формовочная влажность составила 18 %, для второго - 14 %.

Кривые скорости сушки аргиллита показаны на рисунке 1. Глубокое вакуумирование (700 мм рт. ст.) понижает скорость сушки как в периоде постоянной, так и периоде падающей скорости сушки на ту или иную величину в зависимости от дисперсности аргиллита. С другой стороны, продолжительность периода постоянной скорости сушки уменьшается лишь при вакуумировании мелкодисперсного аргиллита, оставаясь приблизительно постоянной при вакуумировании грубодисперсного аргиллита.

Скорость перемещения влаги в материале зависит от формы связи ее с материалом [2,3], что обуславливает физико-химическую природу процесса сушки. В процессе постоянной скорости сушки влажность поверхности материала больше гигроскопической влажности, и поэтому давление пара у поверхности не зависит от влажности и равно давлению насыщенного пара при температуре материала. Следовательно, уменьшение поверхностной влажности материала до гигроскопической не будет оказывать влияние на величину давления пара у поверхности и на величину скорости сушки.

С момента достижения поверхностью гигроскопической влажности давление пара у поверхности становится меньше давления пара при температуре материала, и скорость сушки начинает падать. Таким образом, первая критическая точка, или критическая влажность, на кривой скорости сушки наступает в момент, когда влажность на поверхности становится равной гигроскопической влажности.

Вторая критическая точка на кривой скорости сушки коллоидного тела соответствует тому моменту, когда влажность поверхности становится равной величине адсорбционно- связанной влаги. Более проч-

ная физико-химическая связь адсорбционной влаги с материалом определяет изменение ее физических свойств в сравнении с механически связанной влагой материала и, в частности, повышение плотности и понижение упругости пара у ее поверхности. Отсюда следует, что скорость сушки при удалении адсорбционно-связанной влаги должна резко понижаться, что дает на кривой скорости сушки вторую критическую точку.

При глубоком вакуумировании мелкодисперсного аргиллита первая и вторая критические точки перемещаются в сторону более высоких влажностей. Это связано с гидрофилизацией твердой фазы при удалении адсорбированного и мелкодисперсного воздуха в процессе вакуумирования. Действительно, дополнительная адсорбция воды при вакуумировании увеличивает количество адсорбционно-связанной воды на поверхности вакуумированного аргиллита при достижении второй критической точки в процессе сушки. С другой стороны, величина гигроскопической влажности материала также определяется его способностью связывать воду, причем чем больше эта способность, тем выше значение гигроскопической влажности.

Вакуумирование грубодисперсного аргиллита, не обладающего большой адсорбционной способностью, почти не изменяет положения первой критической влажности на кривой скорости сушки. Следовательно, уплотнение массы в результате вакуумирования не играет решающей роли в увеличении первого критического влагосодержания.

Физические представления о характере критической влажности у капиллярно-пористых тел, связывающие появление первой критической точки с резким увеличением капиллярного давления и наличие второй критической точки с переходом капиллярного состояния влаги на поверхности материала в состояние защемленного воздуха /4/, для тонкодисперсного аргиллита, обладающего высокой адсорбционной способностью, также не являются

определяющим фактором.

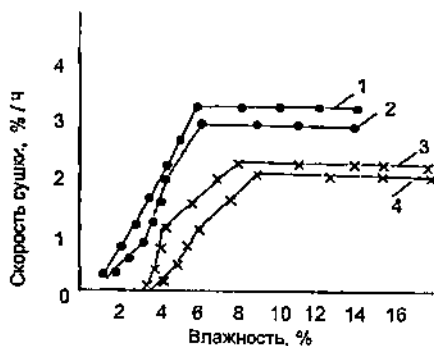
Отсутствие второй критической точки у леввакуумированного грубодисперсного аргиллита объясняется его непластичным характером. Вероятно, гигроскопическая влажность на поверхности материала близка к такой поверхностной влажности, при которой капиллярное состояние переходит в состояние защемленного воздуха; при этом вторая критическая точка совпадает с первой - случай, характерный для тощих глин.

Вакуумирование, повышая пластичность масс, настолько изменяет ее капиллярно-пористую структуру, что состояние защемленного

воздуха наступает гораздо медленнее в области более низких влажностей, и вторая критическая точка на кривой скорости сушки выступает вполне отчетливо.

С кривыми скорости сушки аргиллита согласуются кривые его усадки. Вакуумирование мелкодисперсного аргиллита заметно понижает его усадку как по абсолютной величине, так и по интенсивности, характеризуемой коэффициентом линейной усадки, что объясняется уплотнением массы в процессе вакуумирования. Изменение коэффициента линейной усадки связано с изменением характера связи влаги с материалом. Увеличение количества адсорбционной влаги за счет капиллярной должно уменьшить количество усадочной воды, поскольку адсорбционно-связанная вода удаляется в период падающей скорости сушки, когда усадка практически прекращается.

Кривая скорости сушки аргиллита



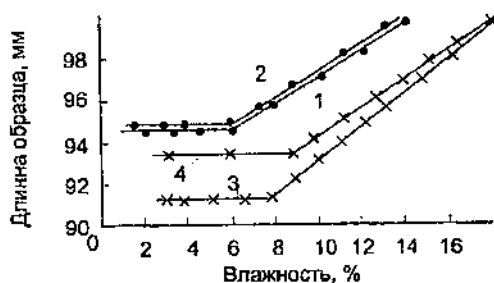
1, 2 - грубодисперсный аргиллит, соотв. невакуумированный и вакуумированный; 3, 4 - мелкодисперсный аргиллит, соотв. невакуумированный и вакуумированный

Рисунок 1

Усадка грубодисперсного аргиллита не уменьшается ни по абсолютной величине, ни по интенсивности. Это объясняется тем, что для вакуумированных масс фактор уплотнения, влияющий на усадку в сторону ее понижения, и фактор повышения пластичности, влияющий в

сторону ее увеличения, взаимно нейтрализуют друг друга, в то время как для пластичных вакуумированных масс фактор уплотнения усиливается снижением влаги за счет увеличения количества адсорбционно-связанной влаги.

### Кривые усадки аргиллита



Обозначения те же, что и на рисунке 1

Рисунок 2

Таким образом, при сушке вакуумированного аргиллита ход процесса зависит от соотношения коллоидного и капиллярнопористого характера материала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Экономические проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды.- М.:МГУ, 1982.- С. 6-11.
2. Лыков А. В. Теория сушки.- М.: Энергия, 1968.- 471 с.
3. Лыков А. В. Явления переноса в капиллярно- пористых телах .- М.: Гостехиздат, 1954.- 296 с.
4. Денисов Н. Я. , Ребиндер П. А. Доклады АН СССР, 54, 6, 523 (1946).

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

**АРГИЛЛИТ ҚҰРАМДЫ АРШЫЛҒАН ЖЫНЫСТАРДАН  
АУАСЫЗДАНДЫРЫЛҒАН МАССАЛАРДЫҢ КЕПТІРІЛУ  
ҚАСИЕТТЕРІ**

Техн.ғыл.докторы У.Қ.Бишімбаев  
Техн.ғыл.канд. Д.А.Идрисов

Бұл жұмыста керамикалық материалдар алуға арналған ашылған жыныстарды сапалы өңдеудің өзекті технологиялық мәселері қарастырылған. Ауасыздандырылған аргиллитті кептіргенде оның критикалық ылғалдылығы материалдың коллоидті және капилляр-кеуекті сипаттарының қатынасына байланысты екені анықталған.

УДК 504. 4. 062. 2 (574)

**РЕКОГОНСЦИРОВОЧНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ  
ВОДНО - ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕЧНОЙ ЭКОСИ-  
СТЕМЫ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ СЫРДАРЬЯ**

Канд. геогр. наук

М. Ж. Бурлибаев

*Впервые приводятся результаты рекогонсцировочной оценки изменения водно - химического режима реки Сырдарья по вероятностным характеристикам, на основе многолетних данных наблюдения за естественным и нарушенным гидрологическим и гидрохимическим режимам. При этом подтверждается тезис о том, что основными факторами влияния на естественный гидрологический и гидрохимический режимы являются необоснованные режимы регулирования речного стока каскадом водохранилищ и сброс коллекторно - дренажных вод с орошаемых массивов.*

Актуальность изучения гидрологического и гидрохимического режима р. Сырдарья определялась со времени начала инструментального наблюдения за этими параметрами. При этом, если в начальный период мониторинга ставилась и считалась первоочередной задачей определение питьевого и ирригационного качества вод водотка, то в настоящее время к этому прибавилась объективная оценка антропогенного изменения естественного гидрологического и гидрохимического режима р. Сырдарья, с целью получения однозначного ответа на вопрос о пригодности или непригодности использования речной воды для различных отраслей экономики. Между тем известно, что с ухудшением гидрологического и гидрохимического режимов р. Сырдарья, начиная с 1960 года по настоящее время, в многочисленных трудах отечественных исследователей нет однозначного ответа на вышеперечисленные вопросы. Как необходимое отступление следует подчеркнуть, что до сих пор для р. Сырдарья не производились полноценные сопоставительные оценки естественного и нарушенного гидрологического (гидрохимического) режимов, для выявления картины их изменения под влиянием комплекса антропогенных факторов, а также не

решена одна из главных задач речной гидрохимии, т. е. определение зависимости химического состава воды от водности реки.

В этой статье, посвященной исследованию изменению гидрологического и гидрохимического режима водотока, наши расчеты будут базироваться на многолетнем статистическом ряде створа ГП Казалы. Предпочтение ГП Казалы будет отдаваться не потому, что у этого створа наблюдения за водным режимом ведутся с 1912 года, а с учетом эффекта контроля замыкающего створа. Ибо известно, что для получения полной картины деградации экосистемы, т.е. собственно речной экосистемы низовьев и Аральского моря, эти наблюдения наиболее точно отражают те изменения, произошедшие в естественном гидрологическом режиме замыкающего створа всего речного комплекса. При этом весь период наблюдения за гидрологическим режимом р. Сырдарьи нами будет разделен на два периода, т.е. условно-естественный и нарушенный периоды. Разумеется, что так называемый период с естественным гидрологическим режимом будет носить признаки условности, т.к. р. Сырдарья, находясь в зоне традиционного орошения, своим началом хозяйственного освоения водных ресурсов уходит корнями в глубь предыдущих веков. Поэтому, несмотря на наличие исторических фактов раннего земледелия с элементами современного понятия мелиорации и орошения, их в прикладные статические расчеты невозможно приложить. С учетом этого фактора встает задача определения объективных критериев разделения имеющихся статических рядов на условно-естественные и нарушенные периоды. На наш взгляд, наряду с множеством факторов основное внимание заслуживает ухудшение состояния Аральского моря, т.е. те изменения, которые стали осязаемыми и зафиксированы инструментальными замерами, будь то падение уровня, повышение минерализации и т.д. Если принять такие априори, то несомненно, за начало интенсивной деградации можно принять 1960 год - год, совпадающей с началом ввода и эксплуатации Шардаринского водохранилища, положивший начало коренному переустройству исторически сложившихся экосистем низовья р. Сырдарьи и Аральского моря. При этом период с 1912 года до 1960 года нами будет принят за условно-естественный период гидрологического режима.

Учитывая специфику поставленных целей и задач, исследования изменения гидрологического режима нами будет вестись и основываться на вероятностных характеристиках двух независимых гидрологических рядов, т.е. условно-естественного и нарушенного периодов. Известно, что ведение сопоставительного анализа между произвольно взятыми отдельными годами из двух периодов неминуемо приведет к абстрактным результатам из-за отсутствия объективного объединительного критерия между этими годами. Поэтому нам представляется целесообразным прибегать к помощи вероятностных характеристик по обеспеченностям (25, 50,

75 и 95%), ибо, рассматривая эти статические ряды, мы соприкоснемся так или иначе с математическим аппаратом, используемым в статистике. При этом мы должны четко отдавать себе отчет в том, что применение понятия вероятности в экологических изысканиях сталкивается с двумя различными типами вероятности. В нашем же случае применяемая вероятность - это эмпирическая вероятность, основанная на реальных статических данных, полученных с помощью непосредственных замеров на инструментальной основе, а не постулированная теоретическая вероятность.

Как необходимое отступление, следует подчеркнуть, что определению всех видов хозяйственной деятельности в целостном бассейне в настоящей работе посвящен целый раздел, поэтому в этом разделе мы на них не будем останавливаться. Исходя из этих соображений, изменения гидрологического режима в створе ГП Казалы будут базироваться на констатации реальных фактов антропогенного изменения при различных обеспеченностях нарушенного режима относительно условно-естественного периода.

Внутригодовое распределение стока р. Сырдарья в многолетнем периоде наблюдений, (условно-естественный период гидрологического режима в 1912-60 гг.) показывает, что этот процесс был полностью подчинен природным факторам формирования стока [1], за исключением незначительного влияния Фархадского и Кайракумского водохранилищ, и, по классификации Б. Зайкова, относится к Тянь-Шанскому типу с характерными половодьем и паводком в теплый период года и меженью в холодный. При этом в бассейне р. Сырдарья присутствуют все виды основных факторов формирования стока, т.е. талые снеговые, дождевые, ледниковые и подземные воды в зависимости от месторасположения составляющих гидрографической сети. Основной объем переносимого стока, как правило, приходится главным образом на долю половодья, начало и окончание которого зависит от высотного положения водосборов притоков, характера распределения снежного покрова, климатических условий дождевого стока, наличия ледников и снежников, гидрологических условий бассейна и т.д. Не вдаваясь в подробности детального изучения следственно-причинных обстоятельств формирования стока отдельных притоков и самой р. Сырдарья подчеркнем, что нас, в рамках этой работы, интересует прежде всего внутригодовое распределение стока реки в створе ГП Казалы. Наблюдение за гидрологическим режимом р. Сырдарья в створе ГП Казалы, как отмечено выше, осуществляется с 1912 года.

Полученные нами результаты исследования внутригодового распределения стока как за условно-естественный, так и за нарушенный периоды различной обеспеченности показывают, что начиная с 1960 года эти показатели коренным образом преобразованы. Очевидно, что подверглись изменению не только фактические стоки за отдельные месяцы, но и про-



изошли перестановки во внутригодовом распределении. Например, при 25 % обеспеченности для условно-естественного периода характерны высокие расходы для марта, апреля, мая, июня и июля месяцев, при нарушенном же периоде гидрологического режима они изменены в сторону уменьшения, т.е. произошла срезка пиков половодья. При кажущейся незначительности разности стоков, они таковы; при условно-естественном гидрологическом режиме - март - 650 м<sup>3</sup>/с; апрель - 930 м<sup>3</sup>/с; май - 670 м<sup>3</sup>/с; июнь - 720 м<sup>3</sup>/с; июль - 630 м<sup>3</sup>/с; - при нарушенном гидрологическом режиме - март - 410 м<sup>3</sup>/с; апрель - 445 м<sup>3</sup>/с; май - 305 м<sup>3</sup>/с; июнь - 180 м<sup>3</sup>/с; июль - 175 м<sup>3</sup>/с. Это то, что касается весенне-летнего стока. Такое же положение наблюдается и в осенне-зимнем стоке, за исключением сентября месяца, когда оба показателя, характерные для двух периодов гидрологического режима, примерно равны на уровне 300 м<sup>3</sup>/с. Тем не менее следует отметить, что срезка характерных во внутригодовом распределении весенне-летних расходов осуществляется и в отношении осенне-зимних расходов воды.

Совершенно иная картина предстает при анализе изменения внутригодового распределения стока при 50% обеспеченности. Если при сравнении фактических расходов воды двух периодов 25 % обеспеченности расходы воды нарушенного периода более или менее осязаемые относительно условно-естественного периода, то при 50 % обеспеченности расходы нарушенного периода уменьшены на несколько порядков от первоначальных. Например, при условно-естественном периоде расходы воды составляли: март - 400 м<sup>3</sup>/с; апрель - 650 м<sup>3</sup>/с; май - 710 м<sup>3</sup>/с; июнь - 827 м<sup>3</sup>/с; июль - 740 м<sup>3</sup>/с; август - 480 м<sup>3</sup>/с. При нарушенном периоде эти показатели следующие: март - 90 м<sup>3</sup>/с; апрель - 105 м<sup>3</sup>/с; май - 80 м<sup>3</sup>/с; июнь - 80 м<sup>3</sup>/с; июль - 40 м<sup>3</sup>/с; август - 80 м<sup>3</sup>/с. Иначе говоря, произошли коренные изменения не только во внутригодовом распределении, но и в показателях фактических расходов воды стока половодья. Как и в предыдущей обеспеченности более или менее сопоставимы фактические расходы воды в сентябре месяце, где они соответственно равны 300 м<sup>3</sup>/с и 205 м<sup>3</sup>/с. Произшедшие изменения в осенне-зимнем периоде тоже заслуживают акцента внимания. При условно-естественном режиме во внутригодовом распределении стока фактические расходы отдельных месяцев составляли: октябрь - 316 м<sup>3</sup>/с; ноябрь - 510 м<sup>3</sup>/с; декабрь - 490 м<sup>3</sup>/с; январь - 350 м<sup>3</sup>/с; февраль - 320 м<sup>3</sup>/с. Нарушенный период гидрологического режима показывает, что за вышеперечисленные месяцы фактические расходы воды составляют: октябрь - 115 м<sup>3</sup>/с; ноябрь - 115 м<sup>3</sup>/с; декабрь - 190 м<sup>3</sup>/с; январь - 110 м<sup>3</sup>/с; февраль - 110 м<sup>3</sup>/с.

Аналогичное изменение во внутригодовом распределении стока произошло и в 75 % обеспеченности с еще большим уменьшением фактических показателей за отдельные месяцы. Например, весенне-летний сток

воды за отдельные месяцы условно-естественного периода был отмечен: март - 420 м<sup>3</sup>/с; апрель - 610 м<sup>3</sup>/с; май - 770 м<sup>3</sup>/с; июнь - 780 м<sup>3</sup>/с; июль - 740 м<sup>3</sup>/с; август - 505 м<sup>3</sup>/с. В настоящее время они отличаются на уровне: март - 40 м<sup>3</sup>/с; апрель - 10 м<sup>3</sup>/с; май - 5 м<sup>3</sup>/с; июнь - 10 м<sup>3</sup>/с; июль - 8 м<sup>3</sup>/с; август - 8 м<sup>3</sup>/с. Осенне-зимние расходы воды условно-естественного периода фиксировались; сентябрь - 405 м<sup>3</sup>/с; октябрь - 390 м<sup>3</sup>/с; ноябрь - 490 м<sup>3</sup>/с; декабрь - 400 м<sup>3</sup>/с; январь - 280 м<sup>3</sup>/с; февраль - 310 м<sup>3</sup>/с. Современное их преобразование показывает, что за эти месяцы они составляют: сентябрь - 10 м<sup>3</sup>/с; октябрь - 8 м<sup>3</sup>/с; ноябрь - 8 м<sup>3</sup>/с; декабрь - 19 м<sup>3</sup>/с; январь - 20 м<sup>3</sup>/с; февраль - 19 м<sup>3</sup>/с.

Такая же картина наблюдается и в 95 % обеспеченности. При условно-естественном периоде гидрологического режима фактические среднемесячные расходы воды за отдельные месяцы составляли: март - 375 м<sup>3</sup>/с; апрель - 440 м<sup>3</sup>/с; май - 340 м<sup>3</sup>/с; июнь - 460 м<sup>3</sup>/с; июль - 380 м<sup>3</sup>/с; август - 305 м<sup>3</sup>/с. В настоящее время они составляют: март - 20 м<sup>3</sup>/с; апрель - 8 м<sup>3</sup>/с; май - 8 м<sup>3</sup>/с; июнь - 8 м<sup>3</sup>/с; июль - 5 м<sup>3</sup>/с; август - 3 м<sup>3</sup>/с. Результаты сопоставительного анализа осенне-зимних расходов воды показывают, что при естественном периоде они были: сентябрь - 220 м<sup>3</sup>/с; октябрь - 285 м<sup>3</sup>/с; ноябрь - 410 м<sup>3</sup>/с; декабрь - 290 м<sup>3</sup>/с; январь - 260 м<sup>3</sup>/с; февраль - 305 м<sup>3</sup>/с. При нарушенном периоде гидрологического режима эти среднемесячные расходы составляют: сентябрь - 5 м<sup>3</sup>/с; октябрь - 5 м<sup>3</sup>/с; ноябрь - 8 м<sup>3</sup>/с; декабрь - 25 м<sup>3</sup>/с; январь - 42 м<sup>3</sup>/с; февраль - 40 м<sup>3</sup>/с.

Подытоживая полученные результаты исследования изменения внутригодового распределения стока р. Сырдарья в створе ГП Казалы показывают, что при всех обеспеченностях коренным образом произошли изменения, всецело ассоциирующие только уменьшением среднемесячных расходов воды по сравнению с условно-естественным периодом гидрологического режима. И, как закономерный итог такого изменения внутригодового распределения стока, также претерпел существенные изменения и годовой сток при различных обеспеченностях. Например, при условно-естественном периоде гидрологического режима р. Сырдарья имела годовой сток с обеспеченностью: 25 % - 17,03 км<sup>3</sup>; 50 % - 16,18 км<sup>3</sup>; 75 % - 12,05 км<sup>3</sup> и 95 % - 10,66 км<sup>3</sup>. Разность стоков (равных обеспеченностей) при естественном и нарушенном гидрологических режимах водотока составляет: 25 % - 8,86 км<sup>3</sup>; 50 % - 12,58 км<sup>3</sup>; 75 % - 11,27 км<sup>3</sup>; 95 % - 10,13 км<sup>3</sup>; при фактических значениях годового стока нарушенного периода 25 % - 8,18 км<sup>3</sup>; 50 % - 3,60 км<sup>3</sup>; 75 % - 0,78 км<sup>3</sup>; 95 % - 0,53 км<sup>3</sup>. Такое положение объясняется тем, что основное предназначение каскада водохранилищ, расположенных на территории Узбекистана и Казахстана, заключается в перераспределении стока не только во времени, но и в пространстве для целей орошения. Этот случай красноречиво говорит о том, что речная экосистема и Аральское море, не являясь полноправными участниками

водохозяйственного баланса бассейна, удовлетворяются по принципу остаточного явления. И, как нам представляется, современные деградации экосистем низовья р. Сырдарьи обязаны в первую очередь тем санитарным попускам и минимально-необходимым расходам воды, разработанными и внедренными в «Схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов р. Сырдарьи» под эгидой Союзводпроекта СССР. Речная экосистема Сырдарьи прежде всего трансформировалась благодаря срезке пиков весеннего половодья, ибо известно, что благополучие и жизнедеятельность этой самой системы определяется весенним затоплением, тогда как в остальное время года к внутригодовому распределению стока предъявляются требования по поддержанию того самого благополучия.

При неизбежности задач мониторинга качества поверхностных вод, заключающихся в определении приоритета контроля антропогенного воздействия, строгой систематичности и комплексных наблюдений, оперативности получения и передачи информации, как необходимое отступление следует отметить, что вся система современного мониторинга зачастую не соответствует оптимальному решению вышеназванных задач. Например, в отличие от наблюдений за гидрологическими параметрами, мониторинг за гидрохимическим режимом не имеет четких нормативов ни по календарному графику отбора проб как в внутрисуточном, так и в месячном режимах, что в свою очередь показывает отсутствие системности при производстве таких работ. Такое положение не нуждается в трудоемких доказательствах, для чего достаточно убедится простым анализом данных «Ежегодных данных качества поверхностных вод» (ранее «Гидрохимические бюллетени»). В свою очередь, отсутствие системности в отборе проб для гидрохимического анализа приводит к тому, что на основе имеющихся данных по гидрохимическим показателям можно лишь строить приближенную картину динамики изменения химического состава поверхностных вод как для р. Сырдарьи, так же для других водотоков.

В этом подразделе нами будут проанализированы изменения общей минерализации и главных ионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) в жесткой взаимосвязи с гидрологическим режимом для получения конкретных результатов зависимости гидрохимического режима от гидрологического. Следует подчеркнуть, что для этих целей нами будут подвергаться анализу зависимости гидрохимического режима от гидрологического как за периоды с условно-естественным, так и с нарушенным режимом. При этом, наравне с установлением зависимости гидрохимического режима от условно-естественного гидрологического режима будет достигнута и другая цель, т.е. установление антропогенного изменения гидрохимического режима в нарушенный период в независимости от водности, хотя следует отметить, что это в некотором роде и противоречит основному постулату гидрохимического изучения водотоков по определению зависимости хи-

мического состава воды от водности. Применение этого определения в основном справедливо в отношении к водотокам с естественным гидрологическим режимом, в нашем же случае, на примере р. Сырдарьи, химический состав воды последнего 20-летия во многом не зависит от водности, т.е. от нарушенного гидрологического режима водотока, которая по существу превратилась в «сточную канаву» возвратных вод с орошаемых территорий. Иначе говоря, тех попусков, осуществляемых в нижний бьеф Шардаринского водохранилища, недостаточно для внесения существенных изменений в антропогенный гидрохимический режим водотока.

Как и в подразделе, посвященном изменению гидрологического режима, так и в этом подразделе исследования по определению изменения условно-естественного и нарушенного периодов гидрохимического режима будут базироваться на вероятностных характеристиках водности. Существенным отличием от предыдущих исследований будет дополнительный ввод в расчетные ряды отдельных лет, которые по водности соответствуют тем или иным годам условно-естественного периода гидрологического режима по вероятностным характеристикам (по обеспеченностям).

Полученные результаты внутригодового распределения общей минерализации в створах Тюмень-Арык, Кызылорда и Казалы за условно-естественный период гидрологического режима 25 % обеспеченности, показывают, что от первого створа к последнему прослеживается постепенное уменьшение фактической концентрации в зависимости от водности и периода года в стохастическом режиме. При этом в створе Тюмень-Арык максимумы концентрации от 800 до 950 мг/л отмечаются в осенне-зимние периоды с минимумами до 400 мг/л в летние месяцы, т.е. совпадающие во времени с половодьем. При всех обеспеченностях нарушенного периода во всех трех створах в фактических концентрациях общей минерализации отмечается аномальная стохастичность, причем с резким возрастанием показателей в летний период, очевидно связанного с ростом сброса возвратных вод с орошаемых территорий. Например, ранее наблюдавшиеся максимумы в осенне-зимние месяцы и минимумы в весенне-летнее время в настоящее время сглажены стохастичностью. Практически при всех обеспеченностях условно-естественного периода отмечались максимумы концентрации минерализации на уровне до 1000 мг/л, тогда как в современных условиях они повсеместно превышают этот уровень и доходят до 2000 мг/л независимо от водности года и периода во внутригодовом распределении. Такой же вывод справедлив и в отношении 1969, 1964 годов, которые приблизительно соответствуют по водности года 50 и 75 % обеспеченностям условно-естественного периода гидрологического режима. Результаты исследования также показывают, что ранее отмеченные возрастания или уменьшения фактических концентрации от створа к створу в

настоящее время полностью утрачены и характеризуются неоднозначностью внутригодового распределения.

Анализ изменения внутригодового распределения кальция показывает, что во всех трех створах идет также неоднозначный процесс, т.е. по сравнению с условно-естественным периодом в зимние месяцы идет уменьшение, а в летние месяцы возрастание их концентрации. Например, если до 1960 года зимние концентрации отмечались на уровне от 120 до мг/л, то после ввода Шардаринского водохранилища эти же показатели отмечены в пределах 80 мг/л, причем независимо от обеспеченности. Летние минимумы кальция от 60 до 100 мг/л возросли до 150 мг/л, одновременно со сглаживанием зимних максимумов и летних минимумов.

По сравнению с кальцием, анализ изменения внутригодового распределения магния показывает, что независимо от периода года идет постоянный рост этого ингредиента, причем самый максимальный рост отмечается в створе ГП Кызылорда. Ранее отмеченные максимумы концентрации магния в пределах от 7,0 до 60 мг/л в настоящее время стабильно находятся на уровне 100 мг/л и более. Минимумы концентрации от 10 до 20 мг/л, отмеченные во время половодья, при современных условиях фиксируются в пределах от 60 до 120 мг/л, различаясь в зависимости от створов наблюдения. Для магния тоже характерна потеря зимних максимумов и летних минимумов с одновременным ростом концентрации на протяжении всего года при всех обеспеченностях.

Изменения внутригодового распределения суммы натрия и кальция идентичны изменениям магния, т.е. идет постоянный рост этого показателя в течение всего года независимо от обеспеченностей. Например, в створе Тюмень-Арык, в зимний период фактические концентрации суммы натрия и калия в пределах 100 мг/л при 25 % обеспеченности условно-естественного периода, в нарушенный же период той же обеспеченности они отмечены уже на уровне 175 мг/л. Этот же показатель для ГП Кызылорда соответственно равен 75 и 175 мг/л. В Тюмень-Арыке летние минимумы в значениях от 25 мг/л возросли до 150 мг/л, тогда как в ГП Казалы они составляют соответственно 98 мг/л и 325 мг/л. Такая же четкая картина роста концентрации суммы натрия и калия на протяжении всего года отмечена и в 50, 75 и 95 % обеспеченностях параллельной потерей летних минимумов. В некоторые периоды во внутригодовом распределении суммы натрия и калия в створах ГП Кызылорда и Казалы соответственно достигают 408 и 440 мг/л.

Полная противоположность росту магния - суммы натрия и калия, т.е. снижение наблюдается на примере гидрокарбонатов, причем это справедливо по отношению ко всем обеспеченностям. Концентрации гидрокарбонатов, отмечаемые на уровне 250 мг/л в створе ГП Тюмень-Арык, при условно-естественном режиме достигли отметки 175 мг/л в зимние

месяцы. Обратная картина, т.е. некоторое повышенное содержание концентрации гидрокарбонатов отмечается в этом же створе при 25 % обеспеченности в летний период: порядка 150 мг/л против 120 мг/л естественных. Сопоставительный анализ также показывает, что при условно-естественном периоде гидрологического режима максимальные показатели гидрокарбонатов были зафиксированы в ГП Казалы, причем эти максимумы были отмечены как в летние месяцы, так и в зимние, соответственно 240 и 275 мг/л. Аналогично ранее отмеченной стохастичности, характерной для всех ингредиентов, эта же стохастичность характерна и для гидрокарбонатов, разумеется, в нарушенном периоде гидрологического режима при всех обеспеченностях. Самые минимальные значения концентрации гидрокарбонатов нарушенного периода на уровне 38 мг/л в летние месяцы отмечаются в створе ГП Тюмень-Арык при 75 и 95 % обеспеченностях. Анализом установлено, что минимальный размах колебаний разности зимних и летних колебаний концентрации из всей группы главных ионов присущи только для гидрокарбонатов как при условно-естественном периоде, так и нарушенном периоде для всех рассматриваемых обеспеченностей.

Исследования изменения внутригодового распределения сульфатов дает однозначную тенденцию на повсеместный рост этого ингредиента, разумеется, при нарушенном периоде гидрологического режима против наблюдаемых значений сульфатов условно-естественного режима. Например, при 25 % обеспеченности естественного режима, максимальные концентрации сульфатов для створа Тюмень-Арык были отмечены в пределах от 200 до 300 мг/л в зимние месяцы и минимальные порядка 180 мг/л в летние. На современном уровне они наблюдаются на уровне 500 - 600 мг/л в зимние месяцы и 200 мг/л в летние. Для створа Кызылорда при условно-естественном периоде в зимний период максимумы были 200 - 320 мг/л и минимумы в пределах 150 - 180 мг/л. Современные максимумы фактической концентрации сульфатов находятся в пределах 620 - 670 мг/л с минимумами летних месяцев от 400 до 480 мг/л. Эти же показатели для створа Казалы при условно-естественном периоде отмечались на уровне 300 мг/л и с летними минимумами 140 - 145 мг/л. Современный зимний максимум концентрации находится на отметке 650 - 670 мг/л, тогда как летний минимум составляет порядка 500 мг/л. Такая же картина характерна и для 50 % обеспеченности. При 75 % и 95 % обеспеченностях нарушенного режима зимние максимумы концентрации сульфатов зачастую переваливают отметку в 1000 мг/л, тогда как летние минимумы находится на уровне 400 - 600 мг/л, т.е. многократно превышают предельно-допустимые концентрации.

Тенденция роста хлоридов также очевидна для всех рассматриваемых створов. Например, в настоящее время во внутригодовом распределе-

нии хлоридов отсутствуют ярко выраженные зимние максимумы и летние минимумы, характерные для условно-естественного периода гидрологического режима. Естественные максимумы в 50 - 60 мг/л на современном уровне находятся в пределах 100 - 140 мг/л, а летние же минимумы возросли от 20 - 30 мг/л до 250 мг/л. При 75 и 95 % обеспеченностях современные максимумы достигли отметки 400 мг/л, тогда как эти максимумы при условно-естественном периоде гидрологического режима никогда не превышали 100 мг/л. Современные же минимумы концентрации хлоридов, находящихся в пределах 200 мг/л, превышают естественные минимумы порядка  $4^x$  раз. Подытоживая общий анализ изменения внутригодового распределения общей минерализации и группы главных ионов, необходимо подчеркнуть, что, за исключением кальция и гидрокарбонатов, произошли коренные изменения как во внутригодовом распределении, так и в фактических их концентрациях, ассоциирующихся только ростом. Напротив такому положению, наблюдается обратный процесс в отношении кальция и гидрокарбонатов, т.е. их повсеместное уменьшение. Общим для всех является то, что во внутригодовом распределении всех рассматриваемых ингредиентов на современном уровне отсутствуют зимние максимумы и летние минимумы, больше стало места для стохастичности чуждых для условно-естественного периода гидрологического режима.

В современных условиях р. Сырдарья подвергается загрязнению на всем протяжении самой реки, т.е. в пределах Узбекистана и Казахстана. При этом немалую лепту в загрязнение водотока привносит Республика Узбекистан. Например, по результатам анализа данных Казгидромета видно, что в 1996 году на трансграничном участке реки (с. Кокбулак) в воде содержались фенолы и нитраты, превышающие в среднем свои Предельно-допустимые концентрации (ПДК) в 4 раза, тогда как максимальные концентрации нитритов были на уровне 25 ПДК, фенолов 6 ПДК, нефтепродуктов 5 ПДК.

В нижнем течении реки, т.е. в ГП Тюмень-Арык, Кызылорда, Казалы обнаруживаются загрязнения не в меньшей степени. Анализ «Ежегодных данных качества поверхностных вод» показывает, что в этих створах содержание нефтепродуктов в среднегодовом исчислении достигало уровня 9 ПДК, сульфатов 7 ПДК, нитритов 4 ПДК, при максимальных концентрациях сульфатов 8 ПДК, нитритов 5 ПДК и нефтепродуктов 10 ПДК. Из группы тяжелых металлов постоянно присутствует медь и с мая по июль их содержания отмечены на уровне 1,5 ПДК при максимальных показателях 3 ПДК. Уровень загрязненности р. Сырдарья в створе ГП Казалы гексахлораном достигло 5,7 ПДК, линданом 2,6 ПДК. При этом необходимо отметить, что хлорорганические пестициды не имеют лимитирования в виде ПДК. Поэтому в отношении ПДК пестицидов нами принимается нижний порог чувствительности атомно - абсорбционного метода.

Как правило, гидробиологическое исследование на р. Сырдарья проводится по фито- и зоопланктону. В настоящее время фитопланктон в водотоке представлен 47 видами и формами водорослей. Во время весеннего половодья обычно преобладают диатомовые, тогда как в летний период синезеленые водоросли с участием пировых и золотистых водорослей, что очевидно, связано с биогенными нагрузками в водотоке. К осенней межени опять проявляется активность диатомовых водорослей с индексом сапроонности от 1,75 до 2,10.

В зоопланктонном сообществе имеются 23 вида, из них: 12 - колеровраток, 7 - встvistoусые, 4 - веслоногие. Причем, трансграничный участок с Республикой Узбекистан является самым уязвимым место для зоопланктонного сообщества из-за сильной загрязненности транзитного стока. Такая же картина наблюдается на отрезке между ГП Кызылорда и ГП Казалы, где практически отсутствуют эти сообщества, что связано прежде всего с сильным загрязнением реки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 14., Вып. 1. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 326 с.

Казахский научно - исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

### СЫРДАРЬЯ ӨЗЕНІНІҢ МЫСАЛЫНДА ӨЗЕН ЭКОЖУЙЕСІНІҢ СУ - ХИМИЯЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ ӨЗГЕРУІНІҢ БОЛЖАМ БАҒАСЫ

Геогр. ф. канд.      М. Ж. Бурлібаев

Табиғи және өзгерген гидрологиялық, гидрохимиялық режимдердің көп жылдық қадағалау материалдарының негізінде Сырдарья өзенінің су - химиялық режимінің математикалық ықтималдық өзгерістерінің бағасы берілген. Бұл жұмыс табиғи гидрологиялық режимдерінің өзгеруінің негізінде су ағындарын су қоймаларының көмегімен дәлелсіз бөгеу және реттеу, оған қоса суармалы жерлерден қайтым сулардың ағыны жатыр деген тезисті қолдайды.



УДК. 556.555.8(574)

**ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

Доктор техн. наук      Ж.С.Мустафаев  
                                 Л.Ж.Мустафаева  
                                 К.Ж.Мустафаев

*Предложены принципы и выбор критериев комплексной оценки устойчивости экосистемы, позволяющих оценить изменения и направленность природного процесса в результате антропогенной деятельности человека. При выборе критериев оценки устойчивости экологической системы определена система ценностей и объект его воздействия: ценностями являются человек и среда его обитания, а объектом воздействия – компоненты природной системы.*

В настоящее время не существует какого-либо единого обобщенного критерия, с помощью которого можно было бы судить о направленности и устойчивости природного процесса в результате природообустройства и использования природных ресурсов.

Правильное преобразование природной системы должно сочетать в себе две равнозначные группы мероприятий: защиту технической системы и защиту экосистемы с ее живыми организмами от неблагоприятных воздействий (изменений), чтобы не нарушить их устойчивость. В связи с этим степень устойчивости природной системы в процессе природообустройства или природопользования можно рассматривать в качестве критериев устойчивости экологической системы, определяющих допустимую степень антропогенного вмешательства. В теории и практике природопользования и природообустройства в основном широко пользуются тремя критериями, что составляют теоретическую и методологическую основу преобразования природных систем, не подвергаемых разрушению:

- мера пользования природных ресурсов;
- мера допустимого загрязнения;

- мера техногенного насыщения.

Все множество системных параметров, которые используются в качестве критериев эффективности и устойчивости функционирования природных систем, можно разделить на следующие четыре вида:

- функциональное, оценивающее степень полноты выполнения системой возложенных на ее функции по управлению и регулированию природным процессом;
- стоимостное, оценивающее в денежном выражении как затраты на создание и функционирование природной системы, так и показатели ее эффективности;
- временные, оценивающие время реализации отдельных фаз или всего цикла выработки (управляющих) решений;
- показатели, оценивающие надежность и устойчивость функционирования природной системы.

Таким образом, задача формирования состава критериев позволяющих оценить изменения и направленность природного процесса заключается в строгом соответствии избранного показателя той цели, которая должна решаться в процессе природообустройства и природопользования. Однако управление геосистемой нельзя осуществлять без научно обоснованного выбора критериев, оценки устойчивости экологической системы, ограничивающих отрицательные воздействия факторов среды на хозяйственные мероприятия и жизнь человека /5/.

Существует мнение, что в ходе преобразования природы и природообустройства, путем антропогенного изменения сложившегося экологического равновесия для увеличения биологической продуктивности или хозяйственной производительности природных комплексов, человек может «улучшать» природу. При этом не указываются критерии этого «улучшения», что лишает утверждения всякого смысла. Очевидно, что человек может приспособлять природные системы и экологические удобства использования природных ресурсов, например увеличения урожая сельскохозяйственных культур, жертвуя при этом многими природными объектами и свойствами. Однако, для эволюционного процесса в геосистеме и в целом планеты, ее жизни такое изменение природных систем отнюдь не улучшение, так как локальный природный процесс происшедший от целого и развивающийся за счет него, не может улучшать это целое.

В связи с этим исходной посылкой для оценки устойчивости экосистемы с одной стороны должно служить представление о неизбежности ограниченного преобразования природы для хозяйственных целей, а с другой целесообразности сохранения экологического равновесия и рациональности максимальной адаптации человеческого хозяйства, всего уклада жизни к условиям меняющейся природной среды. Это указывает о необходимости формирования на основе системы ценностей новой экологической оценки устойчивости геосистемы на основе законов природы, что должно позволить в перспективе оптимизировать

уровень антропогенной деятельности человека при использовании природных ресурсов и природообустройства. При этом антропогенный характер использования природных ресурсов не позволяет точно анализировать их вне системы человеческих ценностей.

Однако управление геосистемой нельзя осуществлять без научно обоснованного выбора критериев оценки устойчивости экологической системы, ограничивающих отрицательное воздействие факторов среды на хозяйственные мероприятия и жизнь человека.

Выбрав методологическую и практическую основу оценки экологической устойчивости для сопоставления степени изменения природного процесса следует выделить природно-экологические факторы, влияющие на природную среду, чтобы выявить смысл наблюдаемых экологических кризисов в результате антропогенной деятельности.

Одна из основных организующих сил антропогенной нагрузки - это взаимодействие и взаимообусловленность между производством и потреблением, которые имеют особое влияние на развитие природного процесса. При этом основное внимание нужно уделить физиологии, переносу энергии, росту и развитию, круговороту питательных веществ, а также рождаемости и смертности, причем в пространственно-временных масштабах. Исследования по влиянию пространственной георогенности на взаимодействие между производителем и потребителем в геосистемах можно объединить с изучением структуры обычной экосистемы, а также факторов, которые действуют в ее пределах.

Современные экосистемы полностью зависят от деятельности человека, и их деятельность как природного объекта, проводилась главным образом на основе изучения трех групп характеристики: распространения определенных видов в различных компонентах; функциональных свойств, таких как перенос энергии в круговороте питательных веществ, а также реакции экосистем на определенные их нарушения. Четвертой группой свойств, которая также имеет важное значение, служит группа параметров. Ответственных за аллопатическое регулирование, т.е. характеризующих влияние совместно проживающих организмов разных видов друг на друга посредством выделения продуктов жизнедеятельности. Поэтому при проведении системного и ретроспективного анализа необходимо уделять особое внимание положительным взаимодействиям среди компонентов экосистемы. Под положительными взаимодействиями понимаются такие, которые обычно приводят к сохранению функциональной интеграции, биотической устойчивости и саморегулированию. В противоположность этому, отрицательными взаимодействиями являются те, которые ведут к снижению экологической устойчивости экосистемы и потере функциональной интеграции. С целью обеспечения эффективного использования природных ресурсов и устойчивости экосистем в будущем при управлении и регулировании природных процессов, необходимо выделить их

основные компоненты для определения положительных и отрицательных воздействии.

При этом любая вещественно-энергетическая или концептуальная совокупность взаимосвязанных составляющих, объединяющихся прямыми и обратными связями в некоторое единство, характеризующих количественно-качественное состояние экологических компонентов (вода, растение, животный мир, почва, атмосфера, человек) природной среды, позволяют моделировать необходимый уровень экологического (естественного, природного) равновесия или устойчивости определенного типа ландшафта.

В области взаимоотношений человека и природы, научное понимание характера и силы экологических взаимодействии на хозяйство и жизнь человека, исходит из предпосылки, что развитие идет от часто технологических ограничений к постановке, прежде всего экологических целей, сохранения природной среды жизни для нынешнего и будущего поколения людей. По этому нагрузка на природу может быть определена по реакции отдельных экологических компонентов (изменение водности, качества воды, видового состава растений, животных, почвенно-мелиоративное состояние почвы, направленности почвообразовательного процесса и т.д.) или определенных фаз развития в ходе эволюционного процесса под влиянием природных факторов или воздействия человека. При определенных значениях нагрузки на природу меняется характер экологического равновесия и устойчивости, сначала локально, затем регионально и в конечном итоге глобально.

Для экологической оценки устойчивости природных систем Н.М. Решеткиной, Н.И. Парфеновой и С.Д. Исаевой /1/ введено понятие коэффициента экологической устойчивости (КЭУ) и А.К. Заурбековым /2/- параметр экологической благополучности региона (ЭБР). Если, коэффициент КЭУ принимается равным отношению площади с негативными явлениями ( $F_H$ ) к общей сельскохозяйственных угодий региона или агроландшафта ( $F_0$ ), который выражается в долях единицы, а ЭБР определяют как отношение приведенного на одного работника национального дохода в контрольном районе к фактическому национальному доходу в загрязненном районе и изменяются от 1,0 до 10,0. Системный анализ и количественная оценка коэффициента КЭУ и параметра ЭБР показывают: во-первых, они прямолинейно или прямопропорционально изменяются от уровня использования отдельных компонентов природной среды, что несоответствует законам природы (синергетики); во-вторых, они не учитывают взаимосвязанности и взаимообусловленности природных процессов; в третьих, не определена система ценностей, позволяющих управлять и регулировать природными процессами при природопользовании и природообустройстве.

Для правильного понимания целей и задачи использования природных ресурсов и природообустройства надо точно определить систему ценностей и обозначить объект воздействия. Система ценностей, как

известно, складывается из представлений или социальных установок людей о значении в их жизни предметов и явлений из мира природы и общества, служащая критерием при оценке и выборе решения. Такими ценностями в настоящее время в природопользовании и природообустройстве, являются человек и среда его обитания, а объектом воздействия почва, вода, атмосфера, растительность и животный мир, как составная часть биосферы ландшафта в целом и как основное средство и предмет труда в производстве.

При этом для количественно-качественной оценки и установления пределов изменения компонентов экосистемы, необходимо обобщенная оценка спектра биологических откликов живого организма (человека) в ответ на антропогенное воздействие природы. Так как обычно норма качества среды определяется по реакции самого чуткого к изменениям вида организмов, то степень устойчивости экосистемы может быть определена количественно-качественным показателем, соблюдения которого гарантирует безопасные или оптимальные условия существования человека.

Наиболее перспективным, и в этом отношении, представляется принцип формирования обобщенных оценок спектра биологических откликов в ответ на воздействие загрязнителей внешней среды, предложенный Ж.С. Мустафаевым /3/, на основе коэффициента негативной реакции на воздействие /4/, который изменяется от 0 до 1 и показывает, что при его возрастании наблюдается повышение степени ухудшения окружающей среды под влиянием хозяйственной деятельности. Указанные рамки позволяют определить степень максимально-допустимого вмешательства человека в систему природопользования, обеспечивающая сохранение желательной структуры экосистемы и их динамических качеств, а также, возможности их использования для оценки экологической устойчивости природной системы.

Использование коэффициента негативной реакции на воздействие ( $\Delta Э_k$ ) для оценки экологической устойчивости природных систем: во-первых, позволяет учитывать все компоненты экосистемы, подвергающихся антропогенному воздействию в результате деятельности человека; во-вторых, между  $\Delta Э_k$  и КЭУ (коэффициентом экологической устойчивости) существует определенная зависимость, установление которой, дает возможность в определенной степени решить проблемы взаимоотношения человека с природой.

При этом можно выделить два взаимосвязанных вопроса при обосновании критериев и выбора параметров экосистемы:

- какой из факторов имеет большое относительное влияние на изменение функции отклика  $\varphi(x_1, \dots, x_n)$  при данной комбинации экологических факторов;
- сохраняется ли относительная важность факторов при переходе к другим точкам пространства экологических факторов, достаточно от-

личительным от данной точки  $(x_i^{(1)} \dots x_n^{(1)})$ , например к точке  $(x_i^{(2)} \dots x_n^{(2)})$ .

Поэтому при определении устойчивости экосистемы, степень изменения компонентов природного процесса, может быть определен через параметр деятельности природной среды  $X_i$ , который характеризуется взаимосвязью ТМ/М (где М - природные материалы; ТМ - оформленные человеком материалы). Тогда, на основе «закона совместного действия факторов», устойчивость не только зависит от какого-нибудь одного фактора, но и от всей совокупности факторов одновременно, т.е.  $\varphi = \varphi(x_i, \dots, x_n)$ .

При этом частная функция отклика экологической устойчивости природной среды на некоторый их компонент  $x_i (1 \leq i \leq n)$ , при фиксированных значениях факторов  $x_j (j \neq i)$ , может быть описана выражением вида:

$$\begin{aligned} \varphi_i(x_i) &= \varphi(x_i^*, \dots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \dots, x_n) = \\ &= A_i(x_i^*, \dots, x_{i-1}^*, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*) (1 - 10^{-c_i x_i}) \cdot 10^{-kx_i^2} = \\ &= A_{\max} (1 - 10^{-c_i x_i}). \end{aligned} \quad (1)$$

Переходя к основанию натуральных логарифмов  $e$  и обозначая  $a_i = c_i \ln(10)$ , получим:

$$\varphi_i(x_i) = A_{\max} (1 - e^{-a_i x_i}). \quad (2)$$

Таким образом, как видно из уравнения (2), что при изменении компонентов природной среды ( $x_i$ ) изменяется также и относительное влияние факторов на функцию отклика  $\varphi(x_i)$ , интервалы толерантности, положение точки (зоны) оптимума, масштаб и форма частных функций отклика на каждый из экологических компонентов природной среды. Все это подчеркивает необходимость изучения зависимости функции отклика  $\varphi(x_i, \dots, x_n)$  от всей совокупности факторов  $(x_i, \dots, x_n)$ .

Как видно из уравнения (2)  $\varphi(x_i) / A_{\max}$  в количественном и качественном отношении соответствует  $F_H/F_O = KЭУ$ , т.е.:

$$KЭУ = \frac{F_H}{F_O} = \frac{\varphi(x_i)}{A_{\max}} = 1 - \exp(-\alpha x_i). \quad (3)$$

Если компоненты природной среды ( $x_i$ ) характеризовать через коэффициент негативной реакции на воздействие, т.е.:

$$x_i = (\Delta Э_{\kappa} - \Delta Э_{opt}) / (\Delta Э_{\kappa} - \Delta Э_i), \quad (4)$$

тогда, уравнение (3) примет вид:

$$KЭУ = \frac{F_H}{F_O} = \frac{\varphi(x_i)}{A_{\max}} = 1 - \exp \left[ -\alpha \left( \frac{\Delta Э_{\kappa} - \Delta Э_{opt}}{\Delta Э_{\kappa} - \Delta Э_i} \right) \right],$$

где:  $\Delta Э_i$  – текущее значение коэффициента негативной реакции;  
 $\Delta Э_{opt}$  – оптимальное значение коэффициента негативной реакции;  
 $\Delta Э_{\kappa}$  – критическое значение коэффициента негативной реакции;  
 $\alpha$  – параметр соответствия.

В соответствии с приведенной градацией спектра биологических откликов организма в ответ на внешнее воздействие /3/ и коэффициента экологической устойчивости природной системы/1/, можно предложить схему интегральной оценки опасности экологической ситуации на здоровье человека и геосистемы (таблица 1).

Таким образом, предложенный принцип методологического подхода оценки природно-деятельностной системы с экологической позиции продиктован требованиями времени, поскольку человеческую деятельность необходимо гармонично вписывать в природную среду. Для этого нужно глубокое понимание природных процессов, знание сущности большого геологического и малого биологического круговоротов воды и химических веществ, и определение требуемых экологических ограничений в системе природопользования и природообустройства.

Количественная и качественная оценка экологической ситуации  
и устойчивости природной системы

Индекс градации	Характер биологического отклика	Уровень опасности	$\Delta Э_k$	Степень устойчивости природной системы	КЭУ
0	Смерть	Чрезмерно опасно	1	Катастрофический	1
1	Наличие заболевания организма	Очень опасно	0,64-0,80	Кризисный	0,75
2	Наличие физиологических принципов болезни	Умеренно опасно	0,48-0,64	Необратимый	0,5
3	Наличие физиологических и других сдвигов	Мало опасно	0,32-0,48	Экологически устойчивый	0,35
4	Появление химических веществ в органах и тканях, не вызывающих каких-либо сдвигов	Условно опасно	0,16-0,32	Предельно допустимый	0,25
5	Отсутствие признаков не благоприятного влияния	Не опасно	0,16	Экологически допустимый	0,1

Очевидно также, что предложенный выше принцип количественной и качественной оценки состояния внешней среды способствует не только совершенствованию методологических приемов разработки, прогнозов возможного неблагоприятного влияния экологических факторов на человека, но и позволит существенным образом повысить действительность текущего надзора за влиянием на среду обитания человека при использовании природных ресурсов.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решеткина Н.М., Парфенова Н.И., Исаева С.Д. О связи биологического и геологического круговорота при мелиоративной и водоохранной деятельности // Мелиорация и водное хозяйство, 1998, №2, с.21-24.
2. Заурбеков А.К. Научные основы рационального использования и охрана водных ресурсов бассейна реки: Автореферат. дисс. ...докт. техн. наук., Тараз, 1998, 49 с.
3. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане: Автореферат. дисс. ...докт. техн. наук. М., 1992, 50 с.
4. Хачатурьян В.Х. Обоснование сельскохозяйственных мелиораций с экологических позиции // Вестник с.-х. науки. М., 1990, №5, с.43-48.
5. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Мустафаева Л.Ж. Критерии устойчивости экологической системы // Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды, часть 2, Алматы, 1998, с.24-25.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНЫҢ СЫНАҚТЫҚ  
КӨРСЕТКІШІН НЕТІЗДЕУ

Техн.ғыл.докторы

Ж.С.Мұстафаев  
А.Ж. Мұстафаев  
К.Ж. Мұстафаев

Адамзаттың табири-техникалық қызметінің нәтежесінде табиғи құбылыстардың бағытын және өзгеру қарқынын анықтауға арналған, экологиялық жүйенің тұрақтылығын бағалауға қажетті сынықтық көрсеткіштерді таңдау және мақсаты көрсетілген. Экологиялық жүйенің тұрақтылығын бағалауға арналған сынықтық көрсеткіштердің құндық дәрежесі ретінде адам және оны қоршаған орта алынған.

УДК 577.4:333.93

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА  
ПО ОСНОВНЫМ БАССЕЙНАМ РЕК КАЗАХСТАНА**Доктор техн.наук А.К.Заурбеков  
А.К.Бишимбаев

*Анализируются водные ресурсы, динамика изменения потребности в воде, удельные нормы водопотребления отраслей экономики, качество воды и оценены водохозяйственная и экологическая обстановки по основным бассейнам рек Казахстана.*

На современном уровне развития отраслей экономики, особое внимание уделяется вопросам рационального и экономического использования природных ресурсов. Пересматриваются ранее существовавшие принципы использования природных ресурсов в целях одной без учета интересов других отраслей. В частности, растущая потребность в воде отраслей экономики в бассейнах рек с одной стороны, и вопросы охраны окружающей среды, с другой стороны ставят на первый взгляд противоречивые задачи. Обоснование допустимого уровня использования водных ресурсов бассейна реки – одна из наиболее сложных проблем водного хозяйства. Решение этой задачи позволяет раскрыть имеющиеся резервы водных ресурсов, возможных к использованию в перспективе, или же определить необходимые мероприятия по преобразованию сложившейся схемы использования водно-земельных ресурсов на рассматриваемой территории (регионе, бассейне реки); одновременно приходится отвечать на вопросы экономической целесообразности мероприятий, направленных на забор воды из рек, а также разрабатывать гипотезы перспективного развития отраслей экономики и устойчивости экосистем.

Поэтому на первом этапе необходимо анализировать уровень использования водных ресурсов и оценить экологическую обстановку по бассейнам рек.

Исследования проводились в разрезе водохозяйственных районов Казахстана и в основу положены – изданные кадастровые материалы по водным источникам о режиме рек и о качестве воды Республики Казахстан и сопредельных территории Кыргызстана.

Водные ресурсы по водохозяйственным районам Казахстана, на 1960г. (относительно устойчивый в экологическом отношении период) и на 1995г. приведены в таблице 1.

Необходимые объемы воды для удовлетворения потребности в воде отраслей экономики до 1990г. в основном возрастали. В последующие года, водопотребление отраслей экономики несколько снизилось. Потребности в воде отраслей экономики анализированы в соответствии с материалами Казгипроводхоза /1/. Причем, до 1980 годов – фактические данные, а данные 1985, 1990, 1995 годов и I перспективного периода (2000г) являются прогнозными, табл.1.

Из таблицы 1 видно, что составление ВХБ по водохозяйственным районам очень сложная задача, так как трудно точно определить какое количество возвратных вод (и сколько раз) участвует в удовлетворении потребности в воде водопотребителей по длине водотока.

Для оценки уровня использования водных ресурсов бассейнов рек по водохозяйственным районам применен показатель /2/:

$$\alpha = \Pi / W_0, \quad (1)$$

где:  $\alpha$ - уровень использования водных ресурсов бассейна реки;  $\Pi$ - объем водопотребления;  $W_0$ - водные ресурсы (среднегодовое значение).

При производстве расчетов потребности в воде водопотребителей и размеры водных ресурсов приняты в целом по ВХР (табл.1). Отсюда видно, что уровень использования водных ресурсов по водохозяйственным районам изменяется в широких пределах. В восточном ВХР использование местных водных ресурсов увеличилось от 7% (1900) до 31% (1980) и достигнет 43% к первому перспективному периоду, а с учетом природоохранного стока и потребности в воде и лугов составит 95% и более. Этот же показатель в расчете на суммарный сток достигнет 80% к первому перспективному периоду; как видно, на Востоке Казахстана имеются резервы для развития отраслей экономики. Но при условии, что отъемы стока в КНР остаются на современном уровне.

На Северном ВХР использование местных (суммарных) водных ресурсов достигнет к первому перспективному периоду 50%. На первый взгляд здесь тоже имеются некоторые резервы для развития отраслей экономики. Однако нельзя упускать из виду, что в табл.1 не учтены полностью требования окружающей среды и потребности в воде пойм, лугов, приречных тугаев и других природных подсистем.

В Центральном ВХР местные водные ресурсы уже в настоящее время используются полностью. Если учесть объем перебрасываемого стока из реки Иртыш, то уровень использования составит к первому перспективному периоду 66%. Но и здесь не учтены полностью требо-

Таблица 1

Уровень использования водных ресурсов по ВХР Казахстана  
(без учета потребности в воде пойм и лугов, природоохранного стока,  
оставляемого в водном источнике), км<sup>3</sup>

ВХР	Водные ресурсы		Водопотребление			природо охран- ный сток
	местные	Суммарные	1990г.	1980г.	1-перспек тивный Период	
	1960 1995	1960 1995				
1	2	3	4	5	6	7
Восточный	28,53	36,33	2,00	8,71	12,31	13,34
	27,53	35,33				
Северный	4,90	4,90	0,1	1,25	2,45	0,20
	4,90	4,90				
Центральный	1,65	1,65	0,2	1,55	1,75	-
	1,65	2,65 <sup>1</sup>				
Юго-Восточный	13,90	25,00	2,0	8,26	11,08	10,60
	13,90	24,00 <sup>3</sup>				
Южный	6,13	31,42	4,0	18,84	21,81	8,40
	6,13	18,82 <sup>2</sup>				
Западный	5,26	15,66	1,0	3,88	6,14	5,70
	5,26	14,76 <sup>4</sup>				
Всего по Казахстану	60,37	114,96	9,30	42,49	55,55	38,24
	60,37	100,46				

Окончание таблицы 1

Потребности в воде пойм и лугов	Зарегулированность стока					
	1900		1980		1 перспективный период	
	при местном истоке	при суммар- ном истоке	при местном истоке	при суммарном истокс	при местном истоке.	При суммарном истоке
8	9	10	11	12	13	14
1,62	0,07	0,06	0,31	0,24	0,43	0,34
	0,07	0,06	0,32	0,25	0,45	0,35
0,00	0,2	0,2	0,26	0,26	0,50	0,50
	0,2	0,2	0,26	0,26	0,50	0,50
0,00	0,12	0,12	0,94	0,94	1,07	1,07
	0,12	0,08	0,94	0,58	1,07	0,66
0,42	0,14	0,08	0,59	0,33	0,80	0,44
	0,14	0,08	0,59	0,34	0,80	0,46
1,86	0,65	0,13	3,07	0,60	3,56	0,69
	0,65	0,21	3,07	1,00	3,56	1,16
0,38	0,19	0,06	0,74	0,25	1,17	0,39
	0,19	0,07	0,74	0,26	1,17	0,42
4,28	0,15	0,08	0,70	0,37	0,92	0,48
	0,15	0,09	0,70	0,42	0,92	0,55

Примечание: \* экспертные данные; <sup>1</sup>-1км<sup>3</sup> перебрасывается в Центральный ВХР; <sup>2</sup>-по реке Сырдарья к границе Казахстана поступает 10км<sup>3</sup> и в пределы Жамбылской области - 2,69км<sup>3</sup> воды в год; <sup>3</sup>-отъем стока из реки Или в КНР в объеме 1км<sup>3</sup>; <sup>4</sup>-отъем стока из реки Урал в России в объеме 0,9км<sup>3</sup>.

вания охраны окружающей среды и потребности в воде природных подсистем.

Уровни использования местных водных ресурсов в Юго-восточном районе возросли с 14% (1900г.) до 59% (1980г.) и ожидается в размере 80 процентов к первому перспективному периоду. В расчете на суммарный сток – 46%. С учетом природоохранного стока в озеро Балхаш и потребности в воде пойм и лугов составит более 90% суммарного стока рассматриваемого региона, причем считается, что отъемы стока в КНР на перспективу останутся в объеме  $1,0\text{км}^3$  воды в год, что мало вероятно. Необходимо также иметь в виду, что воды озера Балхаш являются источником водоснабжения промышленности города Балхаш и некоторых других народнохозяйственных объектов его северного побережья. Нельзя упускать из виду рыбохозяйственное значение самого озера, тем более, что Казахстан уже лишился рыбной продукции Аральского моря и к тому же небогат водоемами рыбохозяйственного значения.

В Южном ВХР местные водные ресурсы давно уже используются полностью. Использование местных водных ресурсов возросло с 65% (1900г.) до 100% уже в 1920 годы. А вот использование суммарных водных ресурсов возросло с 21% 1900г. до 100% в 1980г. Причем, здесь во внимание не принимался природоохранный сток, который необходимо было оставлять в водном источнике в размере не менее  $8,40\text{км}^3$  в год.

Использование местных водных ресурсов Западного ВХР возросло с 19% (1900г.) до 74% в 1980 году и превысят 100% уже в ближайшие годы. Суммарные водные ресурсы к первому перспективному периоду будут использоваться в пределах 40%. Причем, сток реки Урал используется как на территории России, так и на территории Казахстана. По мере развития отраслей экономики, уровень использования стока реки Урал будет возрастать. В целом в водохозяйственном районе есть свободные водные ресурсы. Но если учесть то, что сток реки Урал в первую очередь должен использоваться для развития рыбного хозяйства (особо ценные породы рыб), то новые отрасли экономики там, в перспективе не должны размещаться, а существующие будут иметь ограниченное развитие.

Как видим, в целом по Республике уровень использования местных источников уже к первому перспективному периоду приблизится к своему пределу, а по многим ВХР уже достиг этой величины. Что касается суммарного стока, то его использования связано с межрайонными и межгосударственными интересами. Поэтому на этот показатель пока не следует рассчитывать.

Динамика изменения объемов отводимых вод в отраслях экономики показывает, что объемы водоотведения за прошедший период в отраслях сельскохозяйственного водоснабжения, теплоэнергетики, коммунального и рыбного хозяйства, рекреации возрастали, а в отрас-

лях регулярного орошения, промышленности уменьшались. Размеры водоотведения в долях от водопотребления на 1980 год (фактические) и первый перспективный период (прогнозные) по отраслям экономики соответственно составят:

- регулярное и лиманное орошение – 14,3 и 10,2 процента;
- сельскохозяйственное водоснабжение – 13,9 и 33,8 процента;
- промышленность в целом – 91,9 и 80,2 процента;
- теплоэнергетика – 89,1 и 81,6 процента;
- коммунальное хозяйство – 65,8 и 86,2 процента;
- рыбное хозяйство – 59,1 и 32,0 процента;
- рекреация – 85,4 и 85,2 процента.

Осредненные по всем отраслям экономики – 22,1 и 20,6 процента.

В перспективе водоотведение в долях от водопотребления в отраслях регулярного орошения, промышленности (в том числе и теплоэнергетика), рыбного хозяйства уменьшается, а в сельскохозяйственном водоснабжении, коммунальном хозяйстве наоборот возрастают, что указывает на технический процесс. В отрасли рекреация, остаются практически на одном и том же уровне. В целом водоотведение по всем отраслям экономики снижается, но малыми темпами (порядка 0,1% в год).

Размеры повторного использования вод в долях от объемов водоотведения на 1980 год (фактические) и первый перспективный период (прогнозные) по отраслям экономики соответственно:

- сельское хозяйство – 100 и 100%;
- промышленность в целом – 65,6 и 39,2%;
- теплоэнергетика - 100 и 100%;
- коммунальное хозяйство – 27,0 и 44,3%;
- сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ - 100 и 100%;
- рекреация - 100 и 100%;

Осредненно по всем отраслям экономики – 89,6 и 84,5%.

Сточные воды отраслей экономики сельского хозяйства (регулярное орошение, сельскохозяйственное водоснабжение, обводнение пастбищ), теплоэнергетика, рыбное хозяйство и рекреация используются повторно полностью. Использование сточных вод коммунального хозяйства повысится с 27,0% (1980г.) до 44%, а в промышленности наоборот, ожидается уменьшение с 65,6% (1980г.) до 39,2% к первому перспективному периоду. В целом осредненно по всем отраслям экономики повторное использование возвратных пресных вод несколько снизится с 89,6% (1980г.) до 84,5% к первому перспективному периоду.

Таким образом, в результате роста объемов водоотведения в целом по отраслям экономики и уменьшения в целом доли повторного использования возвратных пресных вод, ожидается дальнейшее увели-

чение нагрузки на окружающую среду и в том числе на водные объекты.

Качество воды в основных реках Казахстана в 1975 году. В работе /1/ отмечается, что в реке Иртыш в районе г.Семипалатинска из-за сброса сточных вод предприятий пищевой и легкой промышленности содержание фенолов увеличилось до 50 ПДК. Превышение ПДК наблюдается и по следующим вредным веществам: медь, цинк, фенолы, нефтепродукты.

Ишим, Тобол протекают по сельскохозяйственным районам и загрязняются, в основном, неорганизованными сбросами и ливневыми стоками с территории населенных пунктов, животноводческих хозяйств и сельскохозяйственных полей. Периодически отмечались случаи содержания аммиака (аммония) до 3 ПДК и фенолов до 13 ПДК (р.Ишим –г.Петропавловск).

Река Нура загрязняется, в основном, сточными водами г.Темиртау (Карагандинский металлургический комбинат, завод синтетического каучука, ГРЭС и др.). Уровень загрязнения реки Нура в районе г.Темиртау зависит от степени разбавления сточных вод (т.е. от величины попусков из Самаркандского водохранилища). Основные загрязняющие вещества органические (альфаметилстирол, альдегиды и т.п.), соединения азота и ртути /1/.

Источниками загрязнения рек Чу и Талас являются сахарные заводы. Наблюдаются единичные случаи превышения ПДК: фенолов 3-4 ПДК и аммония до 1,7 ПДК /1/.

Качество воды в основных реках Казахстана за 1985г. приведены в таблице 2. Анализ показывает, что большинство рек по качеству воды относятся к высокой степени загрязненности. Содержание в воде некоторых ингредиентов доходит до 50 ПДК. Несколько лучше качество воды в реках Талас, Урал, Тобол, Ишим, Или. Однако и в этих реках, превышение ПДК по некоторым ингредиентам составляет в пределах 3...10.

Удельные нормы водопотребления отраслей экономики. Расчеты по определению удельных норм водопотребления отраслей экономики приведены в таблице 3. Анализ показывает, что удельные нормы водопотребления в отраслях промышленности, теплоэнергетике, рыбного хозяйства и регулярного орошения, по мере развития общества, постепенно снижаются, а в отраслях коммунально-бытового водоснабжения, сельскохозяйственного водоснабжения, рекреации, и обводнения пастбищ по мере развития общества, наоборот, увеличиваются. И то и другое подтверждает улучшение технологии и принципов рационального использования водных ресурсов в первых отраслях и улучшение производственных и других условий во вторых. Однако с сожалением приходится констатировать, что в последнем случае идет экстенсивное увеличение затрат воды, без коренного улучшения культуры ее использования. Что же касается лиманного орошения и потребности в воде

Таблица 2  
 Качество воды в основных реках Казахстана в долях ПДК /3/

Река	1985					
	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cz <sup>6+</sup>
1	2	3	4	5	6	7
Сырдарья	1,5	15,4	2,0	0,6	-	-
Шу	0,3	19,9	-	-	-	-
Талас	0,3	4,4	3,0	-	-	-
Асса	0,4	13,5	-	-	-	-
Урал	0,3	4,3	4,0	4,2	-	-
Тобол	0,1	4,6	-	-	-	-
Ишим	0,1	3,4	8,0	0,5	-	-
Иртыш	0,1	4,7	32,0	20,0	0,333	0,20
Или	0,1	8,0	4,0	1,6	-	-
Нура	0,3	12,7	19,0	0,8	-	-

Окончание таблицы 2

1985					
ДДД	ДДГ	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	Классификация загрязнения	
				Высокое	Экстремально высокое
8	9	10	11	12	13
0,5	49,1	1,2	1,0	ВЗ	-
0,4	0,9	3,6	2,4	ВЗ	-
0,4	0,6	1,2	1,0	-	-
-	-	-	-	ВЗ	-
0,6	2,2	2,9	1,3	-	-
-	0,2	0,0	0,0	-	-
-	-	-	-	-	-
0,2	1,2	2,9	1,5	ВЗ	-
0,3	2,2	2,2	1,4	-	-
0,4	1,2	0,6	0,8	ВЗ	-



Таблица 3

**Удельные нормы водопотребления  
по основным отраслям экономики Казахстана**

Отрасль экономики	Показатели единицы измерения	Годы				I перспективный период
		1960	1970	1980	1990	
1	2	3	4	5	6	7
Коммунально-бытовое водоснабжение	Численность городского населения, тыс. чел	4067	6505,0	826,0	9925,3	11039,3
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>		0,45	0,91	1,69	2,01
	Удельное водопотребление		189,5	301,5	466,5	498,8
Промышленность	Выпускаемая продукция, млн. руб.		13572	23308	32689	
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup> (потребление свежей воды)		1,05	1,79	1,78	1,66
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> /руб.		0,077	0,077	0,057	
Теплоэнергетика	Вырабатываемая электроэнергия, млрд. квт. ч.			48,16	118,9	
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>			3,78	5,17	
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> /(квт. час)			0,078	0,043	
Сельскохозяйственное водоснабжение	Численность сельского населения (плюс с/х животные в перерасчете жителей, тыс. чел) объем водопотребления, км <sup>3</sup>		20,0	22,9	25,1	28,0
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>			0,36	0,61	0,87
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> (сут. чел.)			43,1	66,6	85,1
Рекреация	Количество отдыхающих, тыс. чел.		0,354	1,201	1,700	2,200
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>			0,07	0,09	0,19
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> (сут. чел)			58,3	145,0	236,6
Рыбное хозяйство	Объем продукции, тонн			2893	9684	12632
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>			0,41	1,24	1,56
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> (кг)			141,7	128,0	123,5

1	2	3	4	5	6	7
Регулярное орошение	Орошаемая площадь, тыс.га		1369,0	2015,0	2665,	3266,0
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>		18,190	24,01	0	30,42
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> /га		13290	11915	28,80	9315
					10810	
Лиманное орошение	Площадь лиманного орошения, тыс.га		709,4	910,9	1055,	1152,6
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>			4,87	5	6,24
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> /га			5350	3,95	5410
					3740	
Обводнение пастбищ	Общая обводненная площадь, млн.га			139,8	145,0	160,0
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>			0,12	0,16	0,18
	Удельное водопотребление, л/га			86	110	112
Поймы и луга	Общая площадь, тыс.га		633,4	687,8	680,0*	680,0*
	Объем водопотребления, км <sup>3</sup>			4,28	6,17	5,71
	Удельное водопотребление, м <sup>3</sup> /га			6220	9070	8400

Примечание: \* - данные за 1985 год; ° - оценки экспертные.

лугов и пойм, тут удельные нормы водопотребления хоть и колеблются в разные периоды, но будут по-видимому оставаться на одном и том же уровне. Колебания удельных норм для пойм и лугов можно объяснить не соблюдением сроков и продолжительности их затопления, то есть несоблюдением оптимального режима подачи воды для этой цели. Что же касается лиманного орошения, то тут можно ожидать некоторое снижение удельных норм водопотребления за счет улучшения технического состояния сооружений и повышения качества агромелиоративных работ. Таким образом, вышеназванные нормы водопотребления с некоторыми погрешностями можно принять постоянными.

Анализ использования водных ресурсов по водохозяйственным районам, качества воды в основных реках Казахстана, а также динамики изменения удельных норм водопотребления и водоотведения отраслей экономики показывает, что с уровнем развития общества, нагрузка на окружающую среду возрастает. Тем самым водохозяйственная и экологическая обстановки в бассейнах рек все более будут усугубляться. Поэтому необходимо разработать принципы рационального использования водных ресурсов бассейна реки.

## ВЫВОДЫ

1. На основе анализа принято, что на уровень 1960 годов водные ресурсы рек Казахстана оценивались в размере  $114,96 \text{ км}^3$ , из которых на территории Республики формировались  $60,37 \text{ км}^3$ . На настоящее время водные ресурсы, формировались на территории Казахстана, остались в том же размере, а сток рек, поступающий из сопредельных территорий (областей или государств) уменьшился, особенно по бассейну р.Сырдарья. На 1995г. суммарные водные ресурсы Республики должны быть равны  $100,46 \text{ км}^3$ . Фактически эта цифра осталась недостигнутой в связи с уменьшением притока из сопредельных территорий.

2. Уровень использования местных и суммарных водных ресурсов по водохозяйственным районам (ВХР) Казахстана изменяется в широких пределах. Относительно низкий уровень использования, местных водных ресурсов наблюдается в Восточном (около 40%), Северном (около 45%) ВХР. К предельному уровню использования водных ресурсов подошли в Западном (около 85%) и превзошли уже давно этот уровень в Центральном и Южном ВХР. Уровень использования водных ресурсов в расчете на суммарные является значительным в Западном и Юго-Восточном (около 40%), в Северном и Восточном ВХР (около 45%), подошел и превзошел предельные значения в Центральном и Южном водохозяйственных районах, что и явилось причиной Аральской катастрофы.

3. Анализ динамики изменения потребности в воде отраслей экономики показывает, что удельные нормы водопотребления в отраслях промышленности (в том числе теплоэнергетике), регулярном орошении и в рыбном хозяйстве по мере развития общества постепенно снижались. В промышленности от  $77 \text{ л/руб}$  (1970г.) до  $57 \text{ л/руб}$  (1990г.), теплоэнергетике – от  $78$  до  $43 \text{ л/(квт. час)}$ , регулярном орошении от  $13290$  до  $10810 \text{ м}^3/\text{га}$  соответственно за рассматриваемый период и в рыбном хозяйстве от  $141,7 \text{ м}^3/\text{кг}$  в 1980 году до  $128 \text{ м}^3/\text{кг}$  в 1990г.

Удельные нормы водопотребления возрастали в коммунально-бытовом водоснабжении от  $189,5$  в 1970г. до  $466,5 \text{ л/(сут.чел)}$  в 1990г., сельскохозяйственном водоснабжении от  $43,1$  до  $66,1 \text{ л/(сут.чел)}$ , рекреации от  $58,3$  до  $145 \text{ л/(сут.чел)}$ , обводнении пастбищ – от  $86$  до  $110 \text{ л/га}$  соответственно за 1980 и 1990 годы.

4. Ожидается, что объемы водоотведения в теплоэнергетике, коммунальном- и рыбном хозяйствах, сельскохозяйственном водоснабжении, рекреации будут возрастать, а в регулярном орошении и промышленности (без теплоэнергетики) уменьшатся.

Размеры водоотведения к первому перспективному периоду в долях от объемов водопотребления также будут возрастать в сельскохозяйственном водоснабжении и коммунальном хозяйстве, а в регулярном орошении, промышленности (в том числе и в теплоэнергетике) и в рыбном хозяйстве уменьшатся по сравнению с 1980 годом.

5. Загрязнение воды в основных реках Казахстана в 1975 и в 1985 годах было выше допустимого. Превышения составляют от нескольких единиц до десятков ПДК. В частности, по реке Сырдарья по ингредиенту ДДТ 49,1 ПДК, по реке Иртыш по ингредиенту  $\text{Cu}^{2+}$  32 ПДК. Согласно принятой классификации загрязнения, качество воды в реках Сырдарья, Чу, Асса, Иртыш и Нура относится к экстремальным высоким. Относительно низкий уровень загрязнения зафиксированы на реках Талас, Урал, Тобол, Ишим и Или.

6. В результате дальнейшего развития отраслей экономики Республики Казахстан ожидается постепенный рост как объемов водопотребления, так и объемов водоотведения. Вследствие этого будет наблюдаться дальнейшее истощение и загрязнение водных ресурсов во всех основных бассейнах рек Казахстана.

Поэтому назрела острая необходимость в разработке методологии по социально-эколого-экономическому обоснованию уровня использования водных ресурсов бассейна реки, позволяющему оценить как положительные эффекты, так и отрицательные последствия водохозяйственных мероприятий, направленных на использование водных ресурсов определенной территории.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Казахской ССР.-Алма-Ата: Казгипроводхоз.-1985.-480с. /Архивные материалы/.
2. Крицкий С.Н., Мендель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. -Л.: Гидрометеоиздат, 1952.-392с.
3. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1985.-Том. V (5). Бассейны рек Казахской ССР и озера Балхаш. Вып.3. Бассейны Сырдарья, Чу, Таласа. -Алма-Ата: УОП Казахского УКГС.-1986.-108с.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

### ҚАЗАҚСТАННЫҢ СУ ШАРУАШЫЛЫҒЫ АУДАҢДАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Техн.ғыл.докторы А.К.Заурбеков  
А.К.Бишімбаев

Су қорлары мен экономика салаларының су қажетсінуінің өзгеруі және меншікті су пайдалану мөлшері мен су сапаларын саралау арқылы Қазақстанның негізгі өзендеріндегі су шаруашылық және экологиялық жағдайлар бағаланған.

УДК 566.18: 681.5

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ  
РЕЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Ж.У.Ахметов  
Канд.техн.наук А.Т.Козыкеева  
Л.Ж.Мустафаева

*Предложены математические модели формирования водных ресурсов речных экологических систем, на основе балансового уравнения гидрогеографических сетей. Отдельные компоненты водно-балансовых уравнений описаны согласно закона природы.*

Оценка водохозяйственных систем и процесса выбора оптимального варианта использования водных ресурсов, речных бассейнов, обеспечивающих сбалансированное решение социальных, экономических и экологических проблем региона, представляют довольно сложную задачу природопользования.

В связи с этим в настоящей работе делается попытка на основе обучения закономерности формирования составляющих водохозяйственного баланса в пределах бассейна рек, разработать математическую модель формирования водных ресурсов в речных экологических системах, которая бы, используя основные положения существующей методики [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] и базируясь на гидрологической информации, позволило бы то же время решить проблемы рационального использования природных ресурсов.

При описании моделей речных экосистем необходимо рассматривать систему четырех взаимосвязанных и взаимообусловленных между собой компонентов: гидрографической сети; почвогрунтов богарных земель; почвогрунтов орошаемых земель и емкости базисного стока.

Формирование влагозапасов, перераспределение воды между компонентами речных экосистем с учетом атмосферных осадков, испарение, поверхностный приток и отток является предметом моделирования.

При моделировании сделаны следующие допущения, т. е. во-первых, можно пренебречь поверхностными емкостями не связанных с

русловыми потоками; во-вторых, атмосферные осадки, выпадающие в бассейне реки, распределяются между - гидрографическими сетями, почвогрунтов богарных и орошаемых земель; в третьих, в моделях выделены два управления - управление режимом стока и режимом орошения сельскохозяйственных культур.

Формирование объема воды в гидрографической сети описывается балансовыми уравнениями следующего вида:

$$ОВГС^{t+\Delta t} = ОВГС^t + \Delta t (ППСД + ПВС + ПТЛС + ПЗП + ПБЗ + ИВП + СРБ + БТВ), \quad (1)$$

- где: *ППСД* - поступление поверхностных притоков из других бассейнов рек;  
*ПВС* - поступление воды извне;  
*ПТЛС* - поступление воды в связи с стоянием ледников и снежников;  
*ПЗП* - подземный приток воды;  
*ИВП* - испарение с водной поверхности;  
*СРБ* - сток с речных бассейнов;  
*БТВ* - безвозвратные потери воды при водопотреблении.  
 Формирование влагозапасов почвогрунтов богарных и орошаемых земель:

$$ВПБ^{t+\Delta t} = ВПБ^t + \Delta t (ВВОБ + ПБЗ - ОИПВБ) \quad (2)$$

$$ВПО_т + \Delta t = ВПО_т + \Delta t (ВВОО + ОР - СОЗ - ОИПВО) \quad (3)$$

- где: *ВВОБ* - объем впитывания влаги осадков на богарных землях;  
*ИПВБ* - объем испарения и транспирации почвенной влаги на богарных землях;  
*ВВОО* - впитывание влаги осадков на орошаемых землях;  
*ОР* - орошение;  
*СОЗ* - сток орошаемых земель;  
*ИПВО* - испарение и транспирация почвенной влаги на орошаемых землях.

Интенсивность впитывания воды в почву (*ИВВП*<sup>т</sup>) зависит от уровня наименьшей влажности почвы (НВП), интенсивности выпадения атмосферных осадков (*АО*) и площади богарных земель в бассейне рек (*ПБЗ*). В связи с этим, в основу расчетных формул положены следующие предположения, т. е. впитывание почвой влаги осадков идет тем интенсивнее, чем меньше увлажненность почвы:

$$ИВВП_t = \left( \frac{НВП - ВП}{НВП - ВО} \right) (ВВН - КФ) \cdot \exp(-КВ \cdot t) + КФ, \quad (4)$$

где:  $ВП$  – влажность почвенного слоя за момент  $t$ ;  
 $ВО$  – влажность завядания почвы;  
 $ВВН$  – скорость впитывания воды в начальный момент времени;  
 $КФ$  – коэффициент фильтрации;  
 $ИВВП_t$  – скорость впитывания воды в почву в момент времени  $t$ ;

При достижении уровня максимальной полевой влагоемкости ( $НВП$ ), приближенно усредненной по всем богарным землям в бассейне реки, т. е.  $ВП \rightarrow НВП$ , впитывание почвенных осадков почти прекращается ( $ИВВП_t \rightarrow КФ$ ).

Тогда, объем воды, аккумулирующихся в почвенном слое, за счет атмосферных осадков богарных землях может описываться из системы уравнений:

$$\begin{aligned} ВВОБ &= АО' * ПБЗ' * ДАОВП'; \\ ДАОВП' &= КСПП' * КНВП'; \end{aligned} \quad (5)$$

$$КНВП' = \begin{cases} \frac{НВП - УБЗ \cdot МРС}{НВП - КУП}, & \text{при } УБЗ' < КУП \\ 1, & \text{при } УБЗ' < КУП, \end{cases} \quad (6)$$

где:  $ДАОВП'$  – доля атмосферных осадков, впитываемых почвой;  
 $КСПП'$  – коэффициент, характеризующий степень промерзания почвы;  
 $КНВП'$  – коэффициент, характеризующий насыщенность влагой почвы;  
 $УБЗ$  – увлажненность богарных земель;  
 $МРС$  – мощность расчетного слоя или рассматриваемого слоя;  
 $КУП$  – критическое значение увлажненности почвы.

Интенсивность испарения воды и транспирации ее растениями с богарных земель ( $ИПВБ$ ) – определяются площадью богарных земель в бассейне реки ( $ПБЗ$ ), показателем максимального потенциального испарения ( $ПИ$ ) и коэффициентом реализации испарения ( $КРИ$ ).

Показатель ( $ПИ$ ) (максимального потенциального испарения) можно определить по формуле:

$$ПИ = МКК \cdot БК \cdot И, \quad (7)$$

где:  $МКК$  – микроклиматический коэффициент;  
 $БК$  – биологический коэффициент;  
 $И$  – испаряемость.

Коэффициент реализации испарения определяется увлажненностью почвы:

$$КРИ = \begin{cases} 0, & \text{при } ВПБ' \leq КУП \\ \frac{ВПБ' - КУП}{УБЗ - КУП}, & \text{при } КУП < ВПБ' < УБЗ \\ 1, & \text{при } ВПБ' \geq УБЗ. \end{cases} \quad (8)$$

Как видно, из уравнения (8), при падении увлажненности почвы до критического значения ( $КУП$ ), испарение практически отсутствует и  $ПИ=0$ , что наблюдается на богарных землях в результате которого полностью прекращается рост и развитие растений. А коэффициент реализации испарения от увлажненности почвы, можно считать линейной, причем  $КРИ$  возрастает с ростом увлажненности, пока при некотором значении не достигает 1.

Тогда объем воды на испарение с богарных земель ( $ОИПВБ'$ ) можно записывать так:

$$ОИПВБ' = ИПВБ' \cdot КРИ' \cdot ПБЗ' \quad (9)$$

Дополнительный сток или приток богарных земель ( $ПБЗ$ ) считается равным нулю при увлажненности почвы, не превышающей  $КУП$ , и линейно возрастающим при  $ВПБ' > КУП$ :

$$ПБЗ = \begin{cases} 0, & ВПБ' < КУП \\ (ВПБ' - КУП) \cdot ПБЗ', & ВПБ' > КУП \end{cases} \quad (10)$$

При моделировании формирования объема стока воды в речных бассейнах, большой интерес представляет, уровень увлажненности почвогрунтов орошаемых земель, определяющий следующими параметрами:

- впитывание влаги осадков на орошаемых землях. ( $ВВОО$ )
- испарение и транспирация почвенной влаги с орошаемых земель ( $ИПВО$ )
- сток с орошаемых земель ( $СОЗ$ )
- орошение ( $ОР$ ).

Как известно, согласно основного принципа мелиорации земель, орошение производится с интенсивностью, пропорциональной разности потребности растений в воде ( $ОР'$ ) и увлажненность почвы недостаточна:



$$OOP' = ИПВО - \Delta t [AO' + (ВПО' - УПВ')]. ПОЗ, \quad (11)$$

где  $ПОЗ$  – площадь орошаемых земель.

Испарение воды с водной поверхности, вычисляется как произведение показателя максимального потенциального испарения ( $ПИ$ ) на площадь водной поверхности ( $ПВП$ ):

$$ИВВП = ПИ' \cdot ПВП' \quad (12)$$

С целью сохранения экосистемы в низовьях рек, необходимо рассматривать ограничение на забор воды для нужды орошения. В этом случае, на основе имеющего необходимого объема воды в гидрологической сети ( $НОВГС$ ), определяется объем допустимого забора воды ( $ОДЗБ$ ) от водоисточника с учетом особенности охраны окружающей среды, предъявляемых в низовьях реки. При этом, объем, допустимого забора воды ( $ОДЗБ$ ) представляет собой линейную функцию от уровня объема воды в гидрологической ( $ОВГС$ ), т.е.:

$$ОДЗБ = \begin{cases} (1 + КДВ) \cdot ОВГС, & ОВГС = МОВГС, \quad КДВ = 0; \\ (1 + КДВ) \cdot ОВГС, & ОВГС = НОВГС, \quad КДВ \neq 0. \end{cases} \quad (13)$$

Безвозвратное потребление воды ( $БВП$ ) состоит из двух блоков, т.е. водопотребление промышленностью ( $БПВП$ ) и население ( $БПВН$ ).

Поверхностный сток поступающих в гидрологическую сеть ( $СРБ$ ) в результате выпадания атмосферных осадков непосредственно на зеркало водосмов ( $ООЗВ$ ), поверхностного ( $ОПС$ ) и грунтового стока ( $ОГС$ ) с богарных и орошаемых земель, вычисляются по формуле:

$$СРБ = ООЗВ' + ОПС' + ОГС'; \quad (14)$$

$$ООЗВ' = АО' \cdot ПВП'; \quad (15)$$

$$ОПС' = АО' (ПОЗ' \cdot КСОЗ' + ПБЗ' \cdot КСБЗ'), \quad (16)$$

где:  $КСОЗ'$  – коэффициент стока орошаемых земель ( $1 - ДАОВП$ );  
 $КСБЗ'$  – коэффициент стока богарных земель ( $1 - ДАОВП$ ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рациональное использование водных ресурсов бассейна Азовского моря (Под ред. И. И. Воровича), М, Наука, 1981, 360 с.
2. Мустафаев Ж. С., Даримбетов У.Д. Математическое моделирование оросительных систем //Вестник с/х науки Казахстана, 1985, №1, с. 67 - 75.
3. Мустафаев Ж. С., Гололобаев В.И. Расчет режима орошения сельскохозяйственных культур на ЭВМ-СМ4-20. //Вестник с/х науки Казахстана, 1988, №6, с. 82-86.
4. Мустафаев Ж. С., Байбатшаев Б. Н., Абжапаров Б. М. Физико-математическое обоснование процессов влагопереноса при само-течном поверхностном поливе по бороздам. // Вестник с/х науки Казахстана, 1989, №3, с. 75-78.
5. Воропаев Г. В., Исмаилов Г. Х., Федоров В. М. Моделирование водохозяйственных систем аридной зоны СССР, М, Наука, 1984, 312с.

Таразский Государственный университет им. М.Х.Дулати

ӨЗЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІНДЕГІ СУ ҚОРЫНЫҢ  
МАТЕМАТИКАЛЫҚ БЕЙНЕСІ

	Ж.У.Ахметов
Техн.ғыл.канд.	А.Т.Қозыкеева
	А.Ж.Мұстафаева

Өзен экологиялық жүйесінің табиғи жағдайдағы су қорының пайда болуының және гидрографикалық желідегі тепе-теңдік теңдеуінің негізінде су көлемінің құрылуының математикалық бейнесі келтірілген. Су қорының математикалық бейнесін құру барысында оның жеке бөлшектерінің сандық мәнін табиғаттың заңдылықтарына сүйене отырып анықтадық.

УДК 556.332.4.042

**МЕТОДИКА ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННОГО ОПРОБОВАНИЯ  
СЛОИСТЫХ ТОЛЩ ПРИ ОЦЕНКАХ ТЕХНОГЕННОГО  
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ**

Канд. геол.-минер. наук

М.М. Бураков

*Предлагается методика проведения и интерпретации результатов опытных откачек из слоистых толщ для случая, когда наибольшую водопроницаемостью имеет верхний слой. Рассмотрен вариант комплексирования опытных откачек с индикаторными опытами.*

В условиях аридного климата на большей части территории Казахстана практически единственным надежным источником хозяйственно-питьевого, технического, а часто и сельскохозяйственного водоснабжения являются подземные воды. Последние представляют собой один из важнейших элементов геоэкологических систем, часть которых (эколого-гидрогеологические) целиком определяются режимом и качеством подземных вод. Актуальной проблемой, поэтому становится оценка техногенного воздействия на них.

Объекты поисково-разведочных гидрогеологических работ для хозяйственно-питьевого водоснабжения, мелиоративного строительства, осушения месторождений твердых полезных ископаемых и оценки воздействия инженерных мероприятий на подземные воды характеризуются существенной неоднородностью фильтрационных разрезов, знание и учет которой в значительной мере определяет достоверность инженерных расчетов и прогнозов. В специальной литературе большое внимание уделено исследованию фильтрации в слоистых толщах при наличии перетекания через слой слабопроницаемых отложений (или подтока воды из него) и при условии возмущения скважиной одного из проницаемых пластов (обзор решений такой задачи дан, например, Т.Н. Плугиной [14]). В ряде работ ([8, 19]) рассмотрены решения задачи о фильтрации к скважине, вскрывшей несколько (два и более) водоносных слоев, разделенных непроницаемыми отложениями; слои взаимодействуют между собой только через ствол возмущающей и наблюдательной скважин.

Вместе с тем, значительные трудности возникают при обосновании гидрогеологических параметров, принимаемых для расчета водоотбора, по

результатам опытных откачек из слоистых толщ в случае, когда возмущающей скважиной вскрываются несколько водоносных слоев, отличающихся проводимостью, хотя такие условия фильтрации подземных вод на практике далеко не составляют исключение. Так, к орошаемым межгорным долинам рр. Чирчик и Ахангаран в окрестностях Ташкента приурочены крупные месторождения грунтовых вод. В разрезе водоносного пласта по проницаемости выделяются два или три слоя [1, 13, 15]. Наибольшим коэффициентом фильтрации ( $K \geq 200$  м/сут) характеризуется верхний слой. Мощность его преимущественно 3-5 м, иногда достигает 10-16 м. Ниже по разрезу вскрываются галечники мощностью до 30 м с  $K = 50-70$  м/сут. Последние часто подстилаются водоносными отложениями мощностью 30-40 м, для которых  $K = 15-25$  м/сут. Такие же фильтрационные разрезы характерны для конусов выноса в предгорье Зайлийского Алатау.

Многослойной толщей могут быть представлены и трещинные водоносные пласты. Например, на рудном месторождении Коктенколь в Центральном Казахстане [5] в разрезе водоносного пласта по данным термометрии при откачках из 22 разведочных скважин и продолжительного водоотлива из разведочной шахты выделено (в определенной мере условно) 4 слоя с более или менее постоянными по глубине фильтрационными параметрами.

При оценке эксплуатационных запасов подземных вод, водопритоков в горные выработки из слоистых толщ в расчет водоотбора вводится обычно обоснованная по результатам опытно-фильтрационного опробования (ОФО) величина водопроводимости  $T$ , которая представляет собой сумму водопроводимостей всех слоев. На практике же понижение уровня на контуре водозабора часто превышает мощность верхнего (хорошо проницаемого) слоя, и характеристики водоотбора обусловлены в основном проницаемостью нижнего слоя, имеющей значительно меньшую величину по сравнению со средневзвешенной. Такой подход к оценке водоотбора приводит к его завышению, т.е. к низкой оправдываемости гидрогеологических прогнозов [13]. В этом случае существенно повышаются требования к обоснованности и достоверности методики проведения опытных откачек и расчета по их результатам необходимых для прогнозирования водозабора из слоистых толщ гидрогеологических параметров: коэффициентов фильтрации, водопроводимости и емкости проницаемых слоев. Однако разработанной методики проведения и интерпретации ОФО в литературе не имеется [15].

Рассмотрим в рамках гидравлической модели движения жидкости задачу о притоке воды с постоянным дебитом  $Q$  к скважине, вскрывшей двухслойный водоносный пласт. Фильтрацию будем считать изотермической, подчиняющейся линейному закону сопротивления. Примем также, что влиянием границ пласта в плане на протяжении возмущения можно пренебречь, а мощность капиллярной каймы для отложений обоих слоев одинакова, причем приток из нее мал в сравнении с расходом потока из

зоны полного насыщения. Решение будем искать с использованием одного из наиболее общих и гибких приближенных методов – метода интегральных соотношений [2], обеспечивающего решение задачи применительно к ряду схем течения, для которых точные решения не существуют, а также высокую точность расчетов фильтрации подземных вод.

В зависимости от строения слоистой толщи и характеристик возмущения выделяются три схемы течения подземных вод к возмущающей скважине:

- верхний слой значительной мощности; уровень подземных вод на протяжении возмущения остается в пределах этого слоя;
- верхний слой значительной мощности; за период времени, соизмеримый с продолжительностью возмущения, уровень подземных вод в скважине и вблизи нее сбавляется ниже подошвы верхнего слоя;
- верхний слой небольшой мощности; уровень подземных вод в скважине сбавляется ниже подошвы этого слоя практически сразу же с пуском откачки.

Постановка задачи для первой схемы течения следующая. Проницаемые слои вскрыты гидродинамически совершенной скважиной. Взаимодействие слоев выражается тем, что в процессе возмущения депрессионные кривые по ним полностью совпадают; радиусы условной области влияния возмущения обуславливаются емкостью верхнего слоя, так как депрессия формируется только в нем. Задача сводится к отысканию понижения уровня в возмущающей скважине и за ее пределами, а также функций дебитов из проницаемых слоев.

Понижение уровня в водоносных слоях должно удовлетворять дифференциальным уравнениям (с учетом линеаризации исходного, описывающего фильтрацию воды в верхнем слое, способом Л.С. Лейбензона, Н.А. Багрова, Н.Н. Веригина)

$$a \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u_1}{\partial r} \right) = \frac{\partial u_1}{\partial t}, \quad a \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u_2}{\partial r} \right) = \frac{\partial u_2}{\partial t}, \quad (1)$$

при следующих начальном,

$$h_1(r, 0) = h_2(r, 0) = h_0, \quad (2)$$

и краевых условиях –

$$h_1(r, t) = h_2(r, t), \quad Q_1(r_0, t) + Q_2(r_0, t) = Q = const, \quad (3)$$

$$\frac{\partial h_1[L(t), t]}{\partial r} = \frac{\partial h_2[L(t), t]}{\partial r}, \quad h_1[L(t), t] = h_2[L(t), t] = h_0. \quad (4)$$

Здесь  $u_1 = h_1^2$ ;  $u_2 = mh_2$ ;  $h_1$  и  $h_2$  – напоры соответственно в верхнем и нижнем слоях на расстоянии  $r$  от оси возмущающей скважины в момент времени  $t$  от начала возмущения, отсчитываемые от кровли нижнего слоя;  $m$  – мощность нижнего слоя;  $h_0$  – мощность потока в верхнем слое до начала

возмущения;  $a = \frac{T}{\mu_1}$  – уровеньпроводность пласта, а  $\mu_1$  – емкость верхнего слоя;  $Q_1(r_0, t)$  и  $Q_2(r_0, t)$  – расходы потоков воды из проницаемых слоев;  $L(t)$  – длина условной области влияния возмущения.

Распределение функций  $u_1(r, t)$  и  $u_2(r, t)$  в соответствии с общим правилом, изложенным в работе [2], возьмем в виде

$$\begin{aligned} u_1 &= b(t) \ln \frac{r}{L(t)} + b_0(t) + b_1(t) \frac{r}{L(t)}, \\ u_2 &= p(t) \ln \frac{r}{L(t)} + p_0(t) + p_1(t) \frac{r}{L(t)}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $b_i(t)$  и  $p_i(t)$  – коэффициенты, зависящие от времени. Для их отыскания воспользуемся условиями непрерывности расходов и напоров на внешней границе области возмущения (4), которые применительно к напорным функциям преобразуются следующим образом:

$$\begin{aligned} u_1[L(t), t] &= h_0^2, \quad u_2[L(t), t] = mh_0, \\ \frac{\partial u_1[L(t), t]}{\partial r} &= 2 \frac{\partial u_2[L(t), t]}{\partial r} = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

На внутренней границе области течения (боковой поверхности скважины) должны выполняться очевидные условия:

$$\pi K_1 r \frac{\partial u_1}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = Q_1(r_0, t), \quad 2\pi K_2 r \frac{\partial u_2}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = Q_2(r_0, t), \quad (7)$$

где  $K_1$  и  $K_2$  – коэффициенты фильтрации соответственно верхнего и нижнего слоев.

Условия (6) и (7) приводят выражения в (5) к виду

$$\begin{aligned} u_1(r, t) &= h_0^2 + \frac{Q_1(r_0, t)}{\pi K_1} \left[ \ln \frac{r}{L(t)} + 1 - \frac{r}{L(t)} \right], \\ u_2(r, t) &= mh_0 + \frac{Q_2(r_0, t)}{2\pi K_2} \left[ \ln \frac{r}{L(t)} + 1 - \frac{r}{L(t)} \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Выразив в этих уравнениях функции  $u_1(r, t)$  и  $u_2(r, t)$  через понижения уровня  $S_1(r, t)$  и  $S_2(r, t)$ , решив уравнения относительно  $Q_1(r_0, t)$  и  $Q_2(r_0, t)$  и подставив их во второе выражение из (3), получаем

$$\begin{aligned} S(r, t) &= \frac{Q}{2\pi \left[ \left( h_0 - \frac{S}{2} \right) K_1 + T_2 \right]} \left[ \ln \frac{L(t)}{r} - 1 + \frac{r}{L(t)} \right], \\ S(r, t) &= S_1(r, t) = S_2(r, t). \end{aligned} \quad (9)$$

Представим теперь функции  $Q_1(r_0, t)$  и  $Q_2(r_0, t)$  через дебит возмущения и параметры водоносного пласта. Для этого приведем уравнения в (5) к исходным переменным и с учетом условий (4) преобразуем их следующим образом:

$$h_1(r, t) = h_0 + b'(t) \left[ \ln \frac{r}{L(t)} + 1 - \frac{r}{L(t)} \right],$$

$$h_2(r, t) = h_0 + p'(t) \left[ \ln \frac{r}{L(t)} + 1 - \frac{r}{L(t)} \right].$$

Для определения вида функций  $b'(t)$  и  $p'(t)$  воспользуемся условиями (3), а также приведенными к исходным переменным (7), которые позволяют составить систему

$$\left. \begin{aligned} b'(t) &= p'(t) \\ T_1 b'(t) + T_2 p'(t) &= \frac{Q}{2\pi} \end{aligned} \right\}, \quad (10)$$

где  $T_1 = K_1 \left( h_0 - \frac{S}{2} \right)$ . С другой стороны,  $b'(t) = \frac{Q_1(r_0, t)}{2\pi T_1}$  и  $p'(t) = \frac{Q_2(r_0, t)}{2\pi T_2}$ .

Тогда из (10) имеем окончательно

$$Q_1(r_0, t) = \frac{QT_1}{T}, \quad Q_2(r_0, t) = \frac{QT_2}{T}, \quad T = T_1 + T_2. \quad (11)$$

Воспользовавшись последним выводом, найдем вид функции  $L(t)$ . Подставим в первое интегральное соотношение – уравнение материального баланса (по Баренблатту [2]), вытекающее, например, из первого уравнения системы (1), зависимость (8) для  $u_1(r, t)$  и условия (6) и (7). После несложных преобразований получаем, что  $L^2(t) = 12at$ . Обобщенная величина водопроницаемости, входящая в выражение уровнепроводности  $a$ , в соответствии с (9) и (11) равна сумме водопроницаемостей проницаемых слоев.

Приведенное решение не учитывает упругие свойства водоносного пласта и вертикальное сопротивление потоку. Контрольное время соответствия его реальным условиям оценивается выражением [17]

$$t \geq (5 + 10) \frac{h_0 \mu_1}{K_z},$$

где  $K_z$  – коэффициент фильтрации верхнего слоя по вертикали. Применительно к схеме течения в двухслойной толще, когда высокопроницаемый слой залегает сверху, контрольное время становится относительно малым и принятая на практике продолжительность опытных откачек обеспечивает возможность получения на графиках прослеживания понижения уровня асимптотического участка, отвечающего приведенному решению.

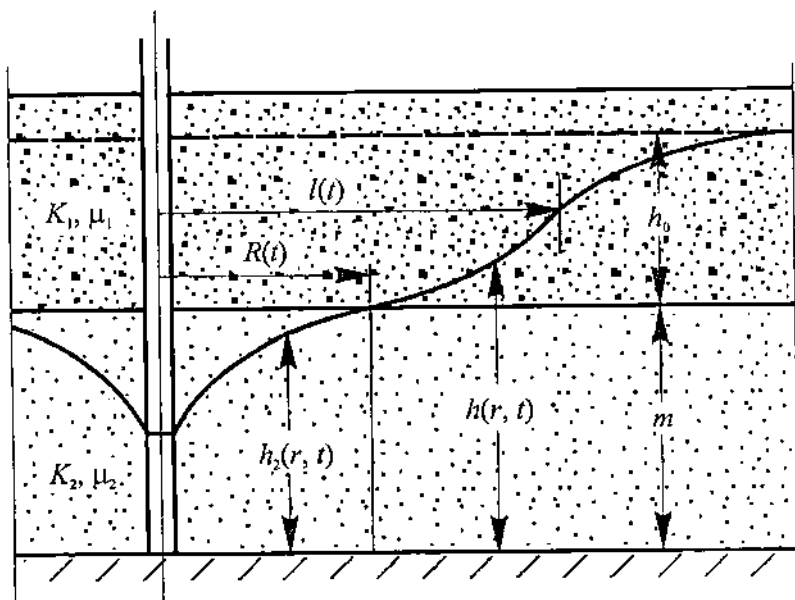


Рис. Схема фильтрации подземных вод к скважине в двухслойной толще

Использование последнего не требует внесения существенных корректив в стандартную методику расчета параметров водоносного пласта [3]. В соответствии с ней по результатам прослеживания оцениваются величины  $T$ ,  $a$  и  $\mu_1$ . Данные расходомерии возмущающей скважины позволяют дифференцировать приток подземных вод в нее по вертикали, откуда на основе соотношений (11) вычисляются водопродимости проницаемых слоев  $T_1$  и  $T_2$ .

Возмущение применительно ко второй схеме течения подземных вод развивается в два этапа. Постановка задачи и ее решение для первого этапа остаются такими же, как и в первом случае; по результатам прослеживания уровня на первом этапе оцениваются водопродимность водоносного пласта  $T$ , уровнепродность  $a$  и емкость верхнего слоя  $\mu_1$ .

Фильтрация в двухслойной толще на втором этапе, при  $t > t_0$ , т.е. когда уровень подземных вод вблизи возмущающей скважины опускается ниже границы слоев (см. рис.), описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$a_2 \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial h_2}{\partial r} \right) = \frac{\partial h_2}{\partial t}, \quad r \leq R(t), \quad (12)$$



$$a \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial h}{\partial r} \right) = \frac{\partial h}{\partial t}, \quad R(t) \leq r \leq l(t). \quad (13)$$

Вновь введенные обозначения здесь ясны из рис., остальные обозначения прежние.

Уравнения (12) и (13) должны быть решены при следующих краевых условиях:

$$\begin{aligned} r \frac{\partial h_2}{\partial r} \Big|_{r=r_0} &= \frac{Q}{2\pi T_2}, \\ h[R(t), t] &= h_2[R(t), t] = m, \quad \frac{\partial h[R(t), t]}{\partial r} = \frac{\partial h_2[R(t), t]}{\partial r}, \\ h[l(t), t] &= H_0, \quad \frac{\partial h[l(t), t]}{\partial r} = 0. \end{aligned}$$

Отыскание решения подобной задачи возможно только на основе приближенных методов. Как показал В.К. Мамонтов [11] для сходной по постановке задачи, на использование метода интегральных преобразований по Лапласу или Лапласу-Карсону накладывается то ограничение, что на момент времени  $t_0$  перехода уровня подземных вод на внутреннем контуре возмущения через границу раздела слоев не существует изображения потенциальной функции. Точно так же, на представление решения в каждой зоне течения в виде функций [6]

$$S_i(r, t) = A_i \cdot E_1 \left( \frac{r^2}{4a_i t} \right) + B_i, \quad (14)$$

в которых  $E_1$  – интегральная показательная функция;  $A_i$  и  $B_i$  – постоянные;  $i = 1, 2, \dots, n$  (где  $n$  – число выделенных зон фильтрации), – накладывается условие постоянства расходов из этих зон. Это условие (в виде  $\frac{t-t_0}{t} \cong 1$ ) приближенно выполняется по истечении значительного времени. При реальной продолжительности откачек по второй схеме течения оно в большинстве случаев не позволяет использовать представление решения в виде (14).

Приближенное решение сходной задачи приведено в работе [10]. Применительно к поставленной здесь задаче оно может быть преобразовано так:

$$\begin{aligned} S_1(r, t) &= \frac{Q}{2\pi T} \left[ \ln \frac{L(t)}{r} - 1 + \frac{r}{L(t)} \right] + \frac{Q_2(t)}{2\pi T_2} \left[ \ln \frac{l(t)}{r} - 1 + \frac{r}{l(t)} \right], \\ &\quad R(t) \leq r \leq l(t), \\ S_2(r, t) &= \frac{Q}{2\pi T_2} \ln \frac{R(t)}{r} + \frac{Q_2(t)}{2\pi T_2} \left[ 1 - \frac{r}{R(t)} \right], \quad r \leq R(t), \end{aligned}$$

$$\frac{Q_2(t)}{2\pi T_2} = \frac{h_0}{\alpha(t)} - \frac{Q}{2\pi T_2} \frac{\beta(t)}{\alpha(t)},$$

$$\alpha(t) = \ln \frac{l(t)}{R(t)} - 1 + \frac{R(t)}{l(t)}, \quad \beta(t) = \ln \frac{L(t)}{R(t)} - 1 + \frac{R(t)}{L(t)}, \quad (15)$$

$$l^2(t) = 12a(t-t_0) + R^2(t), \quad R^2(t) = \lambda a_2(t-t_0). \quad (16)$$

Здесь понижение уровня  $S(r, t)$  отсчитывается от статического уровня  $H_0$ , а  $S_2(r, t)$  – от отметки границы раздела слоев.

Величина  $\lambda$  во втором уравнении (16) на выбранный момент времени определяется выражением

$$\lambda = 12 \left[ \frac{\beta \frac{Q}{2\pi T_2} - h_0}{\alpha \frac{Q}{2\pi T_2} \left( 3 - 2 \frac{\beta}{\alpha} \right) + 2h_0} \right]. \quad (17)$$

Применительно к нуждам интерпретации результатов ОФО в двухслойной толще прослеживание уровня на втором этапе обеспечивает возможность, в дополнение к уже оцененным по данным первого этапа параметрам, определения емкости нижнего слоя. Порядок обработки опытных данных при этом следующий.

1. На графике прослеживания уровня в любой наблюдательной скважине, отстоящей на расстояние  $r$ , от возмущающей, определяется момент времени  $t$ , снижения уровня до границы раздела слоев, так что

$$r_i^2 = \lambda a_2(t-t_i).$$

2. По известным значениям  $a$ ,  $t_0$  и  $t_i$  определяются радиусы зон течения:

$$L^2(t_i) = 12at_i, \quad l^2(t-t_0) = 12a(t_i-t_0) + r_i^2, -$$

и из уравнения (15) рассчитываются параметры  $\alpha$  и  $\beta$ .

3. Подстановка последних в уравнение (17) с учетом данных первого этапа опыта, обеспечивающих оценку величины  $\frac{Q}{2\pi T_2}$ , позволяет вычис-

лить параметр  $\lambda$ . С учетом его значения несложно оценить из (16) уровень проводности и емкость нижнего слоя.

Необходимо отметить, что достоверность и точность определения емкости нижнего слоя по представленной методике лимитируется, главным образом, точностью оценки фильтрационных и емкостных параметров толщи на первом этапе возмущения, например, графоаналитическим методом. Иными словами, эта методика хорошо стыкуется со стандартными методами интерпретации ОФО.

При анализе фильтрации по *третьей* схеме полагается, что с пуском откачки уровень в возмущающей скважине практически мгновенно сраба-

тывается ниже границы раздела слоев. Вблизи скважины депрессионная воронка формируется в нижнем слое (внутренняя зона), а в удалении от нее воронка формируется в верхнем слое (внешняя зона). Граница между зонами фиксируется линией пересечения уровенной поверхностью подземных вод поверхности раздела слоев и постепенно удаляется от возмущающей скважины.

Математическая постановка задачи применительно к этой схеме течения остается такой же, что и для второго этапа предыдущей схемы: при  $t > 0$  фильтрация описывается системой дифференциальных уравнений (12) и (13) с теми же краевыми условиями.

В статье [18] приведено автомодельное решение задачи в сходной постановке, а в [4, 9] показано приближенное решение такой же задачи, полученное с использованием метода интегральных соотношений. Для принятой здесь схемы течения приближенное решение преобразуется следующим образом:

$$S(r,t) = \frac{h_0}{\alpha} \left[ \ln \frac{l(t)}{r} - 1 + \frac{r}{l(t)} \right], \quad R(t) \leq r \leq l(t), \quad (18)$$

$$S_2(r,t) = \frac{Q}{2\pi T_2} \left[ \ln \frac{R(t)}{r} - 1 + \frac{r}{R(t)} \right] + \frac{h_0}{\alpha} \left[ 1 - \frac{r}{R(t)} \right], \quad r \leq R(t), \quad (19)$$

$$\alpha = \ln \frac{l(t)}{R(t)} - 1 + \frac{R(t)}{l(t)},$$

$$l^2(t) = 12at + R^2(t), \quad R^2(t) = \lambda a_2 t = 12 \left[ \frac{\alpha \frac{Q}{2\pi T_2} - h_0}{\alpha \frac{Q}{2\pi T_2} + 2h_0} \right] a_2 t. \quad (20)$$

Здесь все обозначения прежние.

Нами на базе приближенного решения разработан метод интерпретации ОФО водоносного пласта [9], этот метод может быть применен и к анализу результатов возмущения скважиной слоистой системы по третьей схеме течения. Вместе с тем, в расчетные зависимости прямо не входит суммарная водопроводимость слоистой толщи  $T$ . Это обуславливает необходимость выполнения ОФО на два понижения.

Для проведения откачки на первое понижение подбирается дебит, обеспечивающий граничные условия на скважине, отвечающие первой схеме течения. По данным этого возмущения известными традиционными методами оцениваются параметры  $T$  и  $\mu_1$  (а привлечение расходомерии дает возможность дифференциации водопроводимости по вертикали).

Дебит откачки на второе понижение должен обеспечить возмущение при условиях на скважине по третьей схеме фильтрации. Последовательность обработки результатов такого ОФО следующая.

1. По начальным прямолинейным участкам графиков прослеживания уровня в наблюдательных скважинах (характеризующим фильтрацию во внешней зоне), для которых уравнение (18) совпадает с уравнением Тейса-Джейкоба, определяется уровнепроводность слоистой толщи  $a$ , и, с учетом оцененной по данным первого понижения, — емкости верхнего слоя  $\mu_1$ .

2. Угловые коэффициенты  $C$  этих прямых на графиках прослеживания связаны с параметром  $\alpha$  следующим соотношением:

$$C = \frac{h_0}{2\alpha}, \quad (21)$$

откуда несложно вычислить параметр  $\alpha$ .

3. На графиках прослеживания в наблюдательных скважинах фиксируется момент времени  $t_i$  снижения уровня до границы раздела слоев, и вычисляется величина  $\lambda a_2$ :

$$\lambda a_2 = \frac{r_i^2}{t_i}.$$

4. Известные значения  $a$  и  $t_i$  позволяют проверить полученный из (21) параметр  $\alpha$ :

$$\alpha = \ln \frac{\sqrt{12at_i + r_i^2}}{r_i} - 1 + \frac{r_i}{\sqrt{12at_i + r_i^2}}.$$

5. Уравнение (19) связывает понижение уровня во внутренней зоне с параметрами нижнего слоя. Решив его относительно  $T_2$ , имеем

$$T_2 = \frac{\frac{Q}{2\pi} \left[ \ln \frac{R(t)}{r_i} - 1 + \frac{r_i}{R(t)} \right]}{\left\{ S_2(r, t) - \frac{h_0}{\alpha} \left[ 1 - \frac{r_i}{R(t)} \right] \right\}},$$

откуда несложно вычислить водопродимость  $T_2$ , а с учетом интерпретации ОФО на первое понижение — водопродимость верхнего слоя.

6. На последнем этапе обработки опытных данных по известным величинам  $Q$ ,  $T_2$ ,  $h_0$  и  $a$  из второго уравнения (20) вычисляется значение параметра  $\lambda$  и оценивается уровнепроводность  $a_2$  и емкость  $\mu_2$  нижнего слоя.

В последнее время многие исследователи обращают внимание на возможность и перспективы комплексирования ОФО и опытно-миграционного опробования (ОМО) для повышения информативности первых с целью изучения проницаемости по разрезу опробуемого пласта [12, 16]. Наиболее часто при этом применяются пакетные запуски трассеров в наблюдательные скважины на поздних этапах кустовых откачек [12]. Интерпретация осуществляется из предпосылки послойного переноса индикатора в условиях плановой фильтрации.

В процессе обработки результатов ОМО используются графики изменения концентрации трассера в откачиваемой воде. Если на таком графике достаточно четко выделяются отдельные пики концентрации, отвечающие времени  $t_{\max,j}$  поступления индикатора с водой по слоям с существенно различающимися коэффициентами действительной скорости фильтрации  $k_j$ , то [12]

$$k_j = \frac{\pi T r_i^2}{Q_{\max,j}^t}, T_j = \frac{\pi T r_i^2 (m_j n_j)}{Q_{\max,j}^t}, \quad (22)$$

где  $n_j$  – динамическая (активная) пористость  $j$ -того слоя.

Для правильной диагностики опытов необходима информация о последовательности привноса трассера в скважину из отдельных слоев, что реально при малом (2-3) их числе и при различающихся скоростях движения жидкости по ним. Соответственно точность приведенных построений существенно повышается в важном для нас варианте разреза водоносного пласта, когда пласт содержит слой с резко увеличенной проницаемостью. Вместе с тем, регистрация концентрации индикатора в возмущающей скважине возможна только применительно к первой рассмотренной схеме течения. При проведении опытов в условиях второй и третьей схем фильтрации необходимо использование двух опытных скважин, расположенных в зоне возмущения, где исключается сработка уровня подземных вод до границы раздела слоев. Требования, предъявляемые к опытным скважинам для организации в них ОМО, приведены в [12, 16] – они по важнейшим показателям совпадают с требованиями к подготовке возмущающей и наблюдательных скважин при проведении ОФО: скважины должны вскрывать пласт на всю мощность и быть оборудованными единой фильтровой колонной.

В представленном виде методика проведения и интерпретации опытов с трассерами по своим результатам слабо стыкуется с результатами обработки данных прослеживания уровня при откачках. Так, дифференциация коэффициентов фильтрации по вертикали требует определения независимыми методами величин  $n_j$ , что на практике при проведении ОФО связано с определенными трудностями и существенно снижает ценность опытов с трассерами.

Целесообразно поэтому дополнить обработку результатов ОМО методикой, рассмотренной в работе В.Г. Самойленко [16]. Она отличается тем, что с графиков изменения концентрации индикатора помимо величин  $t_{\max,j}$  снимаются значения  $\Delta C_j = C_{\max,j} - \sigma C_{j-1} - C^0$  ( $C_{\max,j}$  – пик концентрации,  $C^0$  – фоновая, а  $\sigma C_{j-1}$  – остаточная концентрации трассера в зонах рассеяния предшествующих пиков).

Используя предпосылку, например, для двухслойного пласта

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\Delta C_2}{\Delta C_1}, \text{ нетрудно найти, что}$$

$$K_1 = \frac{T - K_2 m_2}{m_1}, K_2 = \frac{T \cdot \Delta C_1}{m_1 \cdot \Delta C_2 + m_2 \cdot \Delta C_1} \quad (23)$$

Таким образом, эта методика в целом полнее отвечает данным ОМО, незначительно уступая в точности оценки  $k_f$ . Вычислив из уравнений (23) значения коэффициентов фильтрации слоев, а из (22) — коэффициентов действительной скорости фильтрации, получаем возможность рассчитать динамическую пористость слоев.

При планировании и выполнении ОФО главной целью их ставится получение достоверной информации о гидрогеологических параметрах водоносного пласта. Соответственно одной из важнейших задач является учет и возможно более полное исключение влияния целого ряда гидродинамических факторов, искажающих результаты опытов. Применительно к рассмотренным схемам течения такими факторами могут быть образующийся в возмущающей скважине при откачке из безнапорного пласта участок высачивания, потери напора, обусловленные инерционной составляющей сопротивления движению жидкости и нарушением естественной проницаемости водовмещающих отложений в процессе бурения скважин.

Эти дополнительные потери напора определяют, в частности, существенные систематические погрешности (или вообще делают неопределенными) оценок величины  $l_0$  в опытах по второй схеме фильтрации. Использование затрубного пьезометра, обеспечивающего исключение искажающего влияния участка высачивания, принципиально проблему не решает. Кроме того, продолжительная сработка уровня подземных вод в возмущающей скважине в пределах верхнего слоя обуславливает малый расход потока, формирующегося во внутренней зоне (нижнем слое). Соответственно малы абсолютные значения параметра  $\lambda$ , так что депрессионная воронка во внутренней зоне развивается медленно, а время сработки уровня до границы раздела слоев даже в ближайшей наблюдательной скважине может превышать продолжительность откачки. Расположение же наблюдательных скважин слишком близко к возмущающей вызовет искажение понижения уровня в них вследствие проявления инерционной составляющей сопротивления движению жидкости.

Таким образом, наиболее целесообразно проводить ОФО с граничными условиями на возмущающей скважине, соответствующими первой и третьей схемам течения. При ОФО по третьей схеме необходимо возмущение на два понижения. Дебит первого должен обеспечивать граничные условия на скважине, отвечающие первой схеме, с уверенным фиксированием понижения уровня по крайней мере в ближайших наблюдательных скважинах. Соответственно этому требованию подбираются расстояния от оси возмущающей скважины до наблюдательных. При откачке на второе понижение априорно полагается мгновенная сработка уровня в возмущающей скважине ниже границы раздела слоев и дополнительные потери

напора не имеют решающего значения на достоверность и точность определяемых параметров.

Анализ решений задачи о фильтрации в трехслойной толще, полученные в работе [7], показывает нецелесообразность оценки параметров слоев на базе ее ОФО. Предпочтительным в этом случае становится использование результатов ОМО.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдулин Р.Н., Сидоренко В.Ф., Пономарев В.Н., Чеботарева О.В.* Особенности методики анализа опытных откачек и результатов эксплуатации крупных водозаборов в межгорных орошаемых речных долинах (на примере Чирчикского и Ахангаранского месторождений грунтовых вод) // Методы анализа и обработки гидрогеологических данных для прогноза ресурсов подземных вод. – Таллинн: Изд. АН ЭССР, 1984. – С. 172-175.
2. *Баренблатт Г.И.* О некоторых приближенных методах в теории неустановившейся фильтрации при упругом режиме // Известия АН СССР. Отделение технических наук. – 1954. – № 9. – С. 35-49.
3. *Боревский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С.* Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. – М.: Недра, 1979. – 326 с.
4. *Бураков М.М.* О неустановившейся напорно-безнапорной фильтрации // Известия АН КазССР. Серия геологическая. – 1984. – № 6. – С. 65-70.
5. *Бураков М.М.* Исследование водоотбора в неоднородных по фильтрационным и емкостным свойствам водоносных пластах (на примере месторождений Центрального Казахстана). Автореферат диссертации... кандидата геол.-минер. наук. – Алма-Ата, 1987. – 25 с.
6. *Веригин Н.Н.* Нагнетание вязких растворов в горные породы в целях повышения прочности и водонепроницаемости оснований гидротехнических сооружений // Известия АН СССР. Отделение технических наук. – 1952. – № 5. – С. 674-687.
7. *Веригин Н.Н., Дзекцер Е.С.* Неустановившаяся фильтрация вблизи каналов и дрен в многослойных грунтах // Известия АН СССР. Механика жидкости и газа. – 1967. – № 1. – С. 170-174.
8. *Гершанович И.М.* Гидрогеологические исследования в скважинах методом расходомерии. – М.: Недра, 1981. – 295 с.
9. *Жапарханов С.Ж., Бураков М.М.* О фильтрации к скважине при частичном осушении напорного пласта // Гидрогеологические и инженерно-геологические аспекты охраны окружающей среды: Межвузовский сборник. – Новочеркасск: НПИ, 1985. – С. 94-105.
10. *Жапарханов С.Ж., Бураков М.М.* О напорно-безнапорной фильтрации к выработкам большого диаметра // Алма-Ата, 1986. – 12 с. – Рукопись деп. в ВИНТИ 28.07.86, № 5463-В86.

11. *Мамонтов В.К.* Прогноз водопритоков в горные выработки в условиях напорно-безнапорной нестационарной фильтрации. Автореферат диссертации... кандидата геол.-минер. наук. – М., 1983. – 18 с.
12. *Мироненко В.А., Румынин В.Г.* Опытнo-миграционные работы в водоносных пластах. – М.: Недра, 1986. – 240 с.
13. *Нагевич П.П.* Учет фильтрационной неоднородности водоносных горизонтов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод речных долин // Ресурсы подземных вод и их охрана от истощения и загрязнения. – Ташкент: САИГИМС, 1986. – С. 33-40.
14. *Плугина Т.А.* Определение геофильтрационных параметров слабопроницаемых отложений натурными методами // Обзор. ВИЭМС. Гидрогеология и инженерная геология. – М.: ВИЭМС, 1978. – 56 с.
15. *Пономарев В.Н., Сидоренко В.Ф., Чеботарева О.В.* Определение коэффициентов фильтрации двухслойной толщи при малой мощности и большой проницаемости верхнего слоя для подсчета эксплуатационных запасов грунтовых вод // Применениe ЭВМ при решении задач гидрогеологии и инженерной геологии. – Ташкент: САИГИМС, 1987. – С. 56-53.
16. *Самойленко В.Г.* Гидрохимическая дифференциация вертикальной неоднородности водопроницаемости водоносных горизонтов // Управление ресурсами подземных вод. – Ташкент: САИГИМС, 1985. – С. 3-16.
17. *Шестаков В.М.* Теоретические основы оценки подпора, водопонижения и дренажа. – М.: МГУ, 1965. – 233 с.
18. *Moench A.F., Prickett T.A.* Radial flow in an infinite aquifer undergoing conversion from artesian to water table conditions // Water Resources Research. – 1972. – 8. – № 2. – P. 494-499.
19. *Papadopoulos I.S.* Nonsteady flow to multiaquifer wells // Journal of Geophysical Resources. – 1966. – 71. – № 3. – P. 4791-4797.

Институт гидрогеологии и гидрофизики  
им. У.М. Ахмедсафина МО и Н РК



УДК. 631.6

**РАЦИОНАЛЬНЫЕ И ЭКОЛОГИЧНЫЕ ВОДНЫЕ РЕЖИМЫ  
ПОЧВЫ И ДОЗЫ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ КУКУРУЗЫ**

Канд.с-х.наук С.И.Исабай  
М.А.Абдиров  
Н.Б.Избасов

*В работе рассмотрены вопросы исследования различного сочетания водного и пищевого режимов почвы и на его основе разработаны рациональные поливные режимы и нормы внесения различных удобрений, обеспечивающие получение запрограммированного урожая кукурузы на зерно. Наиболее рациональным оказался вариант с поддержанием предполивной влажности почвы 70-80-70% НВ и внесением нормы органико-минеральных удобрений-навоза 30 т/га и + азот, фосфор и калия эквивалентной 30 т/га навоза, при этом чистый доход составил 100960 тг/га, а себестоимость одного центнера зерна равнялся 291 тенге.*

В условиях острого дефицита водных ресурсов южных областей Казахстана интенсивное земледелие, связанное с широкой химизацией, безусловно, дает большой выигрыш в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, однако часто вызывает нарушения равновесия в экологической системе почва-растение-человек. Поэтому перед сельскохозяйственной наукой стоит многоплановая задача разработки принципов биологического земледелия или разработки таких систем земледелия, которые бы сочетали в себе эффективность традиционных и экологичность альтернативных.

С этой целью проведение научных исследований по определению оптимального водного режима почвы, обеспечивающего в сочетаний с внесением расчетных норм различных видов удобрений получение программируемых урожаев кукурузы является своевременным и актуальным.

Для решения этой проблемы авторами в течение ряда лет проводили исследования с районированным позднеспелым гибридом кукурузы КАЗАХСТАНСКИЙ 705 СВ на землях Жамбылского ГОСХОЗ.

Учитывая биологические особенности растений, для определения оптимального водного режима, вегетационный период кукурузы на зерно был разделен на три периода, как предлагают ученые Н.С.Горюнов, В.М.Петрунин и др. (1,2); первый период - посев - образование 13-14 листьев; второй период образование 13-14 листьев - молочная - полная спелость зерна. Ряд исследователей считают во всех периодах поддерживать одинаковую предполивную влажность почвы (3), а другие совсем противоположного мнения и рекомендует дифференцированный порог предполивной влажности в различные периоды (2,4). Изучение этого вопроса заложено в нижеследующих двухфакторных полевых опытах.

Фактор А, режим орошения:

A1- поливы при режиме влажности почвы 70-70-70 % НВ:

A2- то же при 70-80-70% НВ.

Фактор В, норма внесения удобрений:

B0- без удобрений:

B1- расчетная норма минеральных удобрений N 140 P60 K80:

B2-навоз 60 т/га

B3- НРК эквивалентный 60 т/га:

B4- навоз 30 т/га +НРК эквивалентный 30 т/га навоза:

B5- биогумус 3т/га.

Варианты опытов закладывались в четырехкратной повторности, а агротехника соответствовала рекомендациям орошаемого земледелия зоны (5).

В опытах проводились все основные и сопутствующие наблюдения и исследования согласно существующей методики исследований(6).

Почвы опытного участка лугово-сероземные, содержание гумуса в пахотном слое - 1,7.....1,9. Почвы не засоленные, плотный остаток в метровом слое составляет 0,066 до 0,088 %. Плотность почвы в слое 0-60см равна 1Ю47 г/см куб, а наименьшая влагоемкость (НВ) равнялась 18,46 % к массе абсолютно сухой почвы. Глубина залегания грунтовых вод равнялась 1-1Ю5 м от поверхности земли.

Исследования проводились с 1993 по 1996 годы. Согласно климатических данных и дефицита водопотребления 1993 и 1996 годы относятся к среднесухому, а 1994 и 1995 годы исследования к среднему.

Результаты исследований режима орошения кукурузы на зерно представлены в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что в зависимости от

принятой схемы полива и природных условий меняется количество поливов.

На варианты 70-70-70% НВ влажность расчетного слоя почва до требуемого предполивного порога влажности в 1994 и 1995 годы опускались четыре раза: по одному разу в первый период от фазы посева до образования 13-14 листьев и третий период от фазы молочной до полной спелости зерна: два раза во второй период от фазы образования 13-14 листьев до молочной спелости зерна. В целом на этом варианте в 1993 и 1996 годы потребовалось проведение пяти поливов с ежегодной оросительной нормы 3000 м куб/га, а в 1994 и 1995 годы - четырех поливов с оросительной нормой 2400 м куб/га (таблица 1).

Таблица 1  
Результаты исследований режима орошения кукурузы на зерно  
в зависимости от различной водообеспеченности

Варианты влажности % НВ	Годы Исследования	Схема полива	Оросительная норма, м. куб/га	Поливная норма, м. куб/га
1	2	3	4	5
70-70-70	1-ый	2-2-1	3000	600
	2-ой	1-2-1	2400	600
	3-ий	1-2-1	2400	600
	4-ый	2-2-1	3000	600
70-80-70	1-ый	2-3-1	3300	500-600
	2-ой	1-3-1	2700	500-600
	3-ий	1-3-1	2700	500-600
	4-ый	2-3-1-	3300	500-600

На варианте с дифференцированным режимом увлажнения почвы (70-80-70 % НВ) в первый период от посева до образования 13-14 листьев снижение запасов почвенной влаги до 70 % НВ (1994 и 1995 г.г.) происходило один раз, во второй период снижение влажности почвы до предполивной влажности 80 % НВ происходило три раза, а в третий период снижение влажности до 70 % НВ число их было больше по сравнению с менее водообеспеченным (70-70-70 % НВ) вариантом и доходило до 5...6 поливов по годам, а оросительная норма колебалась от 2700 до 3300 м куб/га. Поливная норма равнялась 500...600 м куб/га (таблица 1).

Из анализа данных проведенных исследований для поддержания режима влажности почвы на уровне 70-70-70% НВ возможна про-

ведением в средний год влажности четырех поливов с оросительной нормой

2400 метр. куб/га, в среднесухой год-пяти поливов с оросительной нормой 3000 метр. куб/га. Для поддержания режима влажности почвы на уровне 70-80-70% НВ возможно проведение в средний год по влажности пяти поливов с оросительной нормой 2700 метр. куб/га, а в среднесухой год-шести поливов с оросительной нормой 3300 метр. куб/га.

Результаты исследований (таблица 2) показывают возможность формирования высокого уровня урожайности при различном сочетании факторов водного и пищевого режимов почвы [7.8.9].

Так, продуктивность посевов кукурузы на зерно на уровне 100 ц/га достигается при увеличении максимальной площади листьев до 50.6-52.7 тыс. метр. квадрат/га, фотосинтетического до 3300,4-3402,6 тыс. метр. квадрат дней/га. Обеспечивались данные параметры продуктивности посевов на вариантах с внесением навоза 60 т/га в сочетании с изученными режимами орошения (70-70-70 и 70-80-70%). Урожайность кукурузы близкая 120 ц/га, обеспечивалась поливами по схеме 70-70-70 % НВ и 70-80-70% НВ при внесении навоза 30 т/га и N PK эквивалентной 30 т/га навоза. На этих вариантах максимальная площадь листовой поверхности изменялась от 51.0 до 51.9 тыс. метр. квадрат/га, фотосинтетический потенциал - от 3385.2 до 3470.0 тыс. метр. квадрат дней/га, (таблица 2).

Таблица 2

Продуктивность и показатели фотосинтетической деятельности кукурузы (среднее за 4 года исследований)

Сочетание факторов						
Варианты Влажности % НВ	Норма внесения удобрений, кг/га д.в.	Урожай- ность зерна, ц/га	Максим. площадь листьев, тыс. метр квадрат ц/г	ФП, дней тыс. метр. квадрат/га	Козф-т использо- вания ФАР, %	ЧПФ, г/м. квадрат сутки
1	2	3	4	5	6	7
70-70-70	судобренный	62,0	38,6	2461,5	1,39	5,8
	140 P60 K80	91,9	44,9	3014,3	1,92	6,5
	авобот/га	105,5	50,6	3300,4	2,36	7,5
	PK экв 60 т/га авоза	112,7	52,8	3495,6	2,70	8,1
	авоз 0т/га + NPK экв	115,2	51,8	3465,5	2,60	7,9
	0т/га и авоза иогуму3 т/га	117,2 74,9	51,0 40,8	3385,2 2777,4	2,51 1,59	7,7 5,9

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
70-80-70	Без удобрений	66,3	40,8	2593,4	1,48	5,8
	N140 P60 K80	97,7	46,7	3131,9	1,90	6,6
	Навоз 60 т/га	110,3	52,7	3402,6	2,47	7,6
	НРК экв 60т/га навоза	120,9	55,2	3665,5	2,80	7,9
	Навоз 30 т/га+НК экв 30	126,8	51,9	3470,0	2,65	7,8
	Биогумус 30т/га	76,3	41,2	2762,1	1,61	6,0

На вариантах с различной водообеспеченностью и нанесением биогумуса в количестве 3 т/га не обеспечил заметной прибавки урожая зерна кукурузы (74,9...76,3 ц/га) в сравнении с вариантом без удобрений, а также показатели фотосинтетической деятельности кукурузы были очень низкие.

Из анализа данных исследования в таблице 2 видно, что величины листовый поверхности и сухой биомассы по вариантам опыта находятся в прямой зависимости от коэффициента использования фотосинтетической активной радиации (ФАР) - от малых значений в начале вегетаций достигая максимума в период цветения. Например, коэффициент использования ФАР на вариантах без удобрений равнялся 1,39-1,48%, на вариантах с внесением навоза 60 т/га - 2,36-2,47, а на вариантах с внесением в сочетании органоминеральных удобрений этот показатель равнялся 2,51-2,65%.

Чистая продуктивность фотосинтеза на влагообеспеченных и удобренных вариантах равнялся 7.5-7.8 г/метр. квадрат в сутки.

Исследования показывают, что суммарное водопотребление кукурузы на зерно на влагообеспеченных вариантах больше чем на менее влагообеспеченных вариантах (таблица 3).

Одним из элементов суммарного водопотребления является использования почвенной влаги, которая колебалась по вариантам влажности от 253 до 283 метр. квадрат/га и возрастала с уменьшением влагообеспеченности почвы с 3,8 до 4,4% от суммарного водопотребления.

Потребность растений в воде за счет атмосферных осадков обеспечивалось на 9.9...10.2%. Влагообмен в зоне аэрации увеличивалось с уменьшением водообеспеченности.

Данные исследований свидетельствует, что разные нормы удобрений при различных режимах орошения оказали определяющие

влияние на величину коэффициента водопотребления кукурузы на зерно. Так, например, при различных режимах орошения на фоне без удобрения коэффициент водопотребления изменялся от 999 до 1041 метр. куб/т, а на вариантах с внесением навоза 60 т/га коэффициент водопотребления колебался в пределах 600...612 метр. квадрат/т, это например на 59...60% меньше затрачивается воды на единицу продукции, чем на вариантах без удобрений, значит повышается эффективность поливной воды.

Экономический наиболее целесообразным оказался вариант с поддержанием предполивной почвы 70-80-70% НВ и внесением норма органо-минеральных удобрений-навоза 30т/га + N РК экв. 30 т/га навоза, при этом чистый доход составит 100960 тг/га, а себестоимость одного центра зерна - 291 тенге.

Таблица 3

Суммарное водопотребление кукурузы на зерно  
в зависимости от водного режима почвы, метр. куб/га  
(среднее за четыре года исследований)

Расход Влаги из почвы	Осадки за вегетацию	Ороситель- ная норма	Влагообмен в зоне аэрации	Суммарное водопот- ребление
70-70-70%				
283	659	2700	2811	6453
70-80-70% НВ				
253	659	3000	2711	6623

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горюнов Н.С., Петрунин В.М. Орошение кукурузы в Казахстане. Гидротехника и мелиорация, 1964, №3
2. Петрунин В.М. Изучение и обоснование режима орошения кукурузы. Тр. КазНИИВХ, 1965, 4 т, с. 44-57.
3. Листопад Г.Е. Иванов А.Ф. Программирование урожаев. Тр. Волгоградского СХИ. Волгоград, 1988, т 67, 303с.
4. Лысогоров С.Д. Орошасное земледелие. М., Колос, 1971, 376 с
5. Рекомендаций по системе ведения сельского хозяйства. Жамбылская область - Алма-Ата: Кайнар, 1976, 376 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд. доп. и перераб. М: Агрпромиздат, 1985, 351 с.

7. Шатилов И.С. Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая. Л.: Гидрометиздат, 1980, 320 с.
8. Иванов А.Ф. и др. Основные принципы программирования урожая сельскохозяйственных культур, В кн.: Программирование урожая сельскохозяйственных культур. М: Колос, 1975, с 18-34
9. Островская Н.Г., Ребров Г.И., Карпов Е.А., и др. Влияние минеральных удобрений и орошения на фотосинтетическую деятельность и содержание свободных аминокислот у кукурузы.  
//Минеральные элементы и механизм фотосинтеза. Кишинев, 1969, с 209-215.

Таразский государственный университет

**ЖҮГЕРІНІҢ ТИІМДІ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТОПЫРАҚ-СУ  
РЕЖИМІ МЕН ТЫҢАЙТҚЫШ МӨЛШЕРЛЕРІ**

А-ш. техн.ғыл. С.И.Исабай  
М.А. Абдиров  
Н.Б. Избасов

Бұл жұмыста топырақтың су және қоректік режимдерін зерттеу мәселелері қарастырылған және де осының негізінде дәндік жүгерінің жоспарланған өнімін алуға жағдай жасайтын тиімді жасалған. Ең тиімді вариант болып суғару алдындағы ылғалдылықты ЕТЫС 70-80-70 пайыз мөлшерінде ұстап және 30 т/га қара шірік пен оған эквивалент азот, фосфор және калий тыңайтқышын енгізген вариант табылады. Бұл жерде таза табыс гектарына 100690 теңге, ал дәннің бір центнерінің өзіндік құны 291 теңгеге тең болады.

УДК 502:551.48:662.693.2(574)

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ  
ЖЕЗКАЗГАНСКОЙ ПЛОЩАДКИ ПРЕДПРИЯТИЙ  
КОРПОРАЦИИ «КАЗАХМЫС» НА КОМПОНЕНТЫ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Е.В.Баймакова  
Докт.техн.гаук У.Ж.Джусипбеков  
Канд.техн.наук С.С.Омаров  
Канд.техн.наук Б.И.Свириякин

*В данной статье рассматривается влияние группы породных отвалов корпораций «Казахмыс», Сатпаевской, Коунрадской и Саякской на окружающую среду.*

Как показало обследование, *породные отвалы* корпорации «Казахмыс» можно условно подразделить по месту их расположения и, следовательно, схожести гидрологических и гидрогеологических условий на три группы: Сатпаевскую, Коунрадскую и Саякскую/1,2/.

Рассмотрим более подробно влияние отвалов Сатпаевской группы на компоненты окружающей среды/3-5/.

**Сатпаевская группа.** Сюда входят отвалы вскрышных пород и забалансовых руд Северо-Жезказганского рудника, в состав которого входит целый ряд карьеров открытой добычи (карьеры Златоуст-Беловский, Акчий-Спасский, Средне-Спасский, Малый Спасский, «Итауз» и «Актас-3») с отвалами забалансовых руд и вскрышных пород. Общая площадь, занятая породными отвалами Северо-Жезказганского рудника, составляет 1861 га, причем на отвалы Златоуст-Беловского карьера приходится 685,8 га, а на отвалы Акчий-Спасского участка - 233,8 га.

Из всех перечисленных карьеров в настоящее время добыча руды и, соответственно, складирование отвальных пород, осуществляются лишь на Акчий-Спасском участке, карьерах «Итауз» и «Актас-3».

Необходимо отметить, что описываемый район относится к районам с крайне малым количеством атмосферных осадков (150 мм), большая часть которых выпадает в зимний период.

Поверхностные водотоки крайне редки и имеют сезонный (временный) характер стока.



Стратиграфический разрез района расположения Жезказганского медно-свинцового месторождения (снизу вверх) следующий:

- 1) докембрийские отложения;
- 2) силурийские отложения (Эскулинская свита);
- 3) отложения девона;
- 4) отложения карбона и перми;
- 5) мезотретичные и четвертичные отложения.

Все подземные воды региона представляют собой более или менее связанный, гидравлически единый горизонт, так как региональные полноценные водоупоры в разрезе отсутствуют. Различия в минерализации вод, помимо неодинаковой засоленности вмещающих пород, объясняются различной интенсивностью водообмена и водообильностью различных горизонтов.

Из числа имеющихся в регионе водоносных горизонтов и комплексов для нас наибольший интерес представляют следующие (в порядке удаления от дневной поверхности):

- водоносный горизонт в четвертичных аллювиальных отложениях;
- водоносный горизонт терригенно-карбонатных пород пермской системы;
- водоносный комплекс терригенных пород намюрского яруса, среднего и верхнего карбона;
- водоносный комплекс терригенно-карбонатных пород визейского яруса.

Водоносный горизонт в четвертичных аллювиальных отложениях распространен в долинах рек и в логах. Водовмещающими породами являются песчанистые и щебенистые суглинки и супеси, несортированные пески, гравий и галечники. Мощность аллювия изменяется от 3 до 10 м. Подошву их слагают породы палеозоя. Подземные воды аллювия повсеместно характеризуются свободной поверхностью с абсолютными отметками уровней 350-420 м. Глубина залегания уровня от поверхности не более 6 м, составляя обычно 2-5 м. Коэффициент фильтрации пород 40-106 м/сут. Химический состав вод аллювия пестрый, с некоторым преобладанием сульфатно-натриевых или хлоридно-натриевых вод. Общая минерализация воды изменяется в пределах от 0,4 до 2,0 г/дм<sup>3</sup>. Подземные воды этого горизонта имеют тесную связь с поверхностными водами, поэтому их режим тесно связан с режимом поверхностных водотоков и характеризуется двумя пиками: максимальным – весенним и меньшим – осенним. Практическое использование этого горизонта невозможно из-за малой мощности водоносного аллювия.

Второй от дневной поверхности водоносный горизонт приурочен к аргиллитам, алевролитам и мелкозернистым песчаникам пермской системы. Трещиноватость водовмещающих пород незначительна, что предопределяет низкую водоотдачу. Минерализация этих вод значительна (2-10 г/дм<sup>3</sup>), что определяет их очень низкое качество и делает

невозможным применение даже для водопоя скота. Химический тип вод, в основном, сульфатно-хлоридный натриево-магниевый.

Водоносные толщи комплекса терригенных отложений среднего и верхнего карбона представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами, подчиненными известняками и конгломератами. Трещиноватость пород и здесь в основном незначительна. Лишь в песчаниках она более интенсивна. Удельные дебиты скважин составляют 0,03-0,8 дм<sup>3</sup>/с. Минерализация вод колеблется от 0,5 до 15 г/дм<sup>3</sup>. Зачастую обводненность пород носит сезонный характер. После весеннего паводка, в период сухого летнего сезона, вода во многих скважинах исчезает. Очевидно, осушение временно обводненных скважин связано с испарением воды в зоне аэрации и с фильтрацией в глубокие слои до регионального водоносного горизонта.

Глубина залегания уровня подземных вод в естественных, не нарушенных горными выработками условиях колеблется от 1,0 до 30 м. В настоящее время естественное направление движения подземных вод искажено вследствие развитой сети инженерных сооружений: рудников подземной и открытой добычи полезных ископаемых, отвалов вскрышных и вмещающих пород, инженерных коммуникаций и прудов-накопителей сточных и шахтных вод. Зеркало подземных вод имеет сложную поверхность. При этом выделяется ряд депрессий, к которым направлены подземные потоки. В районе расположения изучаемых объектов (отвалов) эти депрессии являются результатом работы мощных систем водопонижения рудников.

Отсутствие в разрезе сколько-нибудь выдержанных водоупоров привело к тому, что в настоящее время в районе размещения карьеров и подземных выработок Северо-Жезказганского рудника водоносные породы верхних горизонтов в районе развития депрессионных воронок осушены практически полностью. Следует заметить, что размеры воронок депрессии в площадном отношении превышают их глубину в десятки раз. Так воронка депрессии на Акчий-Спасском участке в плане имеет размеры 7×12 км при величине водопонижения 400-450 м. Вполне естественно, что в ее зону влияния попадают все расположенные на бортах карьеров отвалы.

Конструкция породных отвалов и характер их эксплуатации исключают появление в подземных водах прилегающих территорий других объемов вод, кроме как связанных с выпадением атмосферных осадков. При этом основная роль породных отвалов в данном случае - перераспределение поверхностного стока вследствие перепланировки природного рельефа и, как следствие этого, изменение режима питания подземных вод. Поскольку, как уже отмечено выше, количество атмосферных осадков в районе Жезказганского месторождения невелико, соответственно и влияние породных отвалов в этом плане минимально.

Рыхлость уложенных в отвалы пород, обладающих высокими фильтрационными свойствами, обеспечивает быструю фильтрацию

атмосферных осадков и паводковых вод в грунты основания отвалов. Фильтруя через толщу пустых пород и забалансовых руд, эти воды претерпевают некоторые изменения в своем химическом составе и, смешиваясь с подземными водами, изменяют их природный химический состав. В связи с этим приобретает большое значение наличие в отвальных породах легко мигрирующих компонентов.

Анализируя показатели, приведенные в таблицах, видим, что валовое содержание в отвальных породах целого ряда металлов довольно велико. Особенно в этом плане выделяются свинец и медь. В то же время содержание водорастворимых форм металлов остаются намного ниже предельно-допустимых концентраций для почвы.

Таблица 1  
Валовое содержание и содержание водорастворимых форм металлов в пробах отвальных пород Северо-Жезказганского рудника

Объект	Содержание, мг/кг									
	Валовое					водорастворимых форм				
	Си	Ni	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb
Отвал	32.8	28.0	26.8	1.4	38.0	0.17	<0.5	0.04	н/о	0.24
Промежуточный										
Карьер Средне-Спасский, отвал № 9	13.8	28.0	22.0	<0.5	6.2	н/о	<0.5	н/о	н/о	0.34
Карьер Малый-Спасский, отвал № 10	58.0	36.0	60.0	<0.5	9.0	н/о	<0.5	н/о	н/о	0.44
Карьер Акчий-Спасский, отвал № 7	73.8	16.0	22.0	<0.5	9.6	0.02	<0.5	н/о	н/о	0.44
Карьер Актас-3, Действующий отвал	12.8	38.0	24.0	1.3	131.5	0.01	<0.5	0.04	н/о	0.41

Содержание подвижных форм металлов в пробах отвальных пород Северо-Жезказганского рудника

Объект	Содержание подвижных форм, мг/кг									
	экстрагируемых ААБ- рН <sub>4,8</sub>					экстрагируемых 1М HNO <sub>3</sub>				
	Си	Ni	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb
Отвал промежуточный	2.8	<0.5	78.0	0.005	12.6	5.4	<0.5	10.0	1.1	1.6
Карьер Средне-Спасский, отвал № 9	3.6	6.0	5.0	<0.05	11.3	9.4	<0.5	14.0	0.005	2.3
Карьер Малый-Спасский, отвал № 10	7.2	6.0	6.0	<0.05	1.6	29.8	9.0	18.0	1.7	9.6
Карьер Акчий-Спасский, отвал № 7	2.4	<0.5	<0.5	<0.05	2.2	10.6	<0.5	8.0	0.005	4.2
Карьер Актас, действующий отвал	2.0	12.0	<0.5	1.9	10.6	2.6	14.0	<0.5	2.8	11.7

На момент обследования отвалов и карьеров только в карьере Актас-3 имелось водопроявление, которое и было опробовано. Результаты спектрального анализа отобранной пробы воды приведены в табл.3 Из таблицы видно, что, за исключением свинца (превышение ПДК в 2 раза) и кобальта (в 1,2), концентрации остальных элементов в карьерных водах находятся в допустимых пределах. Здесь нужно отметить, что повышенные содержания этих металлов нельзя однозначно отнести

за счет влияния отвалов, так как в данном случае это может являться природной аномальной концентрацией.

Таблица 3  
Результаты спектрального анализа пробы воды  
из карьера Актас-3, мг/кг

As	Ba	Ca	Cl	Co	Cr	Cu	F
<0,01	n/o	146,3	198,8	0,12	<0,01	0,028	0,80
Mg	Mn	Pb	SO <sub>4</sub>	Ti	Zn	Fe	Сухой остаток
52,3	<0,01	0,060	460,1	<0,01	0,02	<0,01	1482,0

Отвалы, как и их естественные аналоги, – природные возвышенности, обладают способностью изменять характер своей поверхности под воздействием ветра так, что дефляционный эффект уменьшается во много раз. Поэтому оценка интенсивности дефляции не может проводиться в отрыве от изучения морфологии отвалов как форм техногенного рельефа, характеризующихся определенным набором геологических и геоморфологических процессов.

Используемая технология отсыпки отвалов обуславливает довольно монотонный характер откосов и кромок отвалов. Повсеместно наклон откосов составляет 33-35° и изменяется незначительно, так как формирование большей части откосов происходит под воздействием сил тяжести с наклоном под углом естественного откоса. Продольный профиль откосов – прямолинейный, переход от верхней плоскости отвала к склону имеет характер излома. Господствующим геологическим процессом на свежотсыпанных откосах является гравитационная дифференциация обломков пород: наиболее крупные обломки щебнисто-глыбовой размерности скатываются к подножью откоса.

Необходимо учитывать, что с течением времени вид поверхности отвала меняется. Породы отвалов склонны к размоканию и разрушению под действием сезонных процессов, поскольку состоят в основном из песчаников, алевролитов и аргиллитов. При выветривании аргиллиты образуют остроугольные пластинчатые отделимости диаметром 3-5 мм, тогда как элювий песчаников имеет преимущественно супесчаный состав. Вследствие этого поверхность откоса становится более однородной, куски породы, за исключением крепких песчаников, оплывают, а крупные глыбы аргиллитов разрушаются под воздействием влаги и сезонных температур. В результате выпадения осадков мелкие фракции пород цементируются в элювиальную корку толщиной 0,5-2,0 см, препятствующую выдуванию породных частиц. Четырехлетний срок – это время, через которое дефляционное разрушение поверхностей резко

сокращается: на откосах образуется первичная корка и получает развитие водная эрозия. Наблюдения показывают отсутствие различий морфологии склонов и их приобвочных (наиболее подверженных ветровому воздействию) частей на ветроударных и подветренных склонах.

На большей части территории отвалов, рыхлые осадочные породы перемешаны со скальными, которые в результате выветривания распадаются на обломки, защищающие поверхность отвала от ветровой эрозии. Особенно хорошо защищают поверхность аргиллиты, образующие в результате выветривания пластинчатые отдельности. Пылеватые частицы образующиеся в результате выветривания, выносятся за пределы отвала. Более крупные частицы выдуваемые с бугров накапливаются в понижениях рельефа.

Дефляция поверхности отвала зависит от его возраста и морфологических элементов. На склонах значительное сокращение дефляции происходит за первые 4 года существования, а на горизонтальных площадках – за 3-4 месяца. Образование элювиальной корки и бронирование приводят к тому, что на старых отвалах через 3 месяца дефляция локализуется на бровках, а через 4 года резко сокращается даже там.

В то же время, до скорости ветра на поверхности отвала 10-12 м/с не наблюдается признаков пыления даже в свежесыпанной части отвального яруса. При этой скорости ветра начинается выдувание пыли из свежесыпанной части отвала и пыли, осевшей на рабочих площадках и ранее отсыпанных откосах отвала, происходящее при порывах ветра.

Таким образом, при оценке пыления отвалов необходимо учитывать закрепление поверхности отвалов естественными геологическими процессами. Стабилизирующая роль растительности на отвалах корпорации "Казахмыс" в силу специфических климатических особенностей незначительна. Даже естественная растительность на прилегающих территориях настолько разрежена, что не может служить препятствием для дефляции почвы. Исследования по биологической рекультивации отвалов показывают, что несмотря на теоретическую возможность выращивания травянистых и древесных растений на горизонтальных площадках отвалов, защита биологическими методами наиболее подверженных дефляции бровок отвалов невозможна.

Исследования, проведенные на отвалах, позволяют сделать вывод, что основным источником пылеобразования на отвалах является рабочее оборудование, в первую очередь, работающие экскаваторы и движущийся автотранспорт.

Поскольку основным источником пылеобразования на отвалах является рабочее оборудование, в первую очередь, работающие экскаваторы и транспорт, то в расчетах степени загрязнения атмосферного воздуха в районе действующих отвалов необходимо учитывать отношение общей площади отвалов к площади рабочих площадок, которая составляет не более 5 %.

Для характеристики состояния почв территорий, прилегающих к породным отвалам карьеров рудников корпорации "Казакмыс", были заложены почвенные шурфы на границе горных отвалов. Ниже приводятся результаты химических анализов образцов, отобранных из различных генетических горизонтов почв территорий, прилегающих к породным отвалам карьеров Акчий-Спасского участка и карьера "Актас-3".

Группа породных отвалов (отвалы № 7, 9, 10, "Промежуточный"), куда складываются вскрышные и вмещающие породы карьеров Акчий-Спасского участка, в целом, не оказывают существенного влияния на почвы прилегающих территорий. Действительно, вскрышные и вмещающие породы, складываемые в эти отвалы, отличаются крупноразмерностью, они хорошо дренируют атмосферные осадки, в них содержится достаточно большое количество карбонатов и мало сульфидных минералов, которые могли бы, в процессе их окисления, явиться источником образования кислых продуктов.

Анализы показали, что *вскрышные и вмещающие породы Акчий-Спасского участка* карьеров Северо-Жезказганского рудника довольно существенно разнятся по содержанию тяжелых металлов (табл. 4.)

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в породах карьеров, мг/кг  
(лето 1998 г.)

Наименование продукта	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb
орода отвала "Промежуточный"	32.8	28.0	26.8	1.4	38.0
орода отвала № 7	73.8	16.0	22.0	<0.5	9.6
орода отвала № 9	13.8	28.0	22.0	<0.5	6.2
ерыйтонкозернистый алевролит-ргиллит отвала № 9	236.0	30.0	42.0	1.8	10.0
орода отвала № 10	58.0	36.0	60.0	<0.5	9.0
орода карьера "Актас-3"	12.8	38.0	24.0	1.3	131.5

Из табл.4 видно, что меди больше всего содержится в породах отвала № 7 (до 74 мг/кг), в то время как в породах отвала "Промежуточный" ее обнаружено 33 мг/кг, в породах отвала № 10 - 58 мг/кг а в породах отвала № 9 - всего лишь 14 мг/кг. Для справки: в алевролите-аргиллите, заскладированном в отвале № 9, содержание меди достигает 236 мг/кг.

В породах отвала № 10 никеля и цинка содержится больше (соответственно 36 и 60 мг/кг), против других отвалов Акчий-Спасского участка, у которых содержание никеля колеблется в пределах 16-28, а цинка - 22-27 мг/кг. Наибольшее содержание свинца обнаруживается в породах отвала "Промежуточный" - 38 мг/кг, в то время как остальные

породы содержат свинца 6-9 мг/кг. Содержание кадмия в породах Акчий-Спасского участка, как правило, обнаруживается менее 0,5 мг/кг.

Сравнивая породы отвалов Акчий-Спасского участка с почвогрунтами, можно сказать, что они содержат тяжелые металлы (никель, цинк и свинец) в количествах, не превышающих ПДК для почвы. Лишь меди содержится здесь повышенное против ПДК количество (33-74 мг/кг).

Вскрышная и вмещающая известняково-глинистая порода карьера "Актас-3", складываемая в породный отвал, состоит преимущественно из глинисто-дресвяного заполнителя и некондиционных кусков (более 400 мм в диаметре) известняка. В породном отвале соотношение между глинисто-дресвяным материалом и некондиционным известняком примерно 1:5 (1:6) по объему.

Исследования почвенных образцов показали, что на границе (условной) санитарно-защитной зоны с наветренной стороны (фон) в почве обнаружены в количествах значительно меньших ПДК такие элементы, как никель, цинк, свинец. Медь в этих почвах содержится в количестве равном ПДК. Кадмия с наветренной стороны обнаруживается в количестве 1,4 мг/кг грунта (предельно допустимая концентрация этого элемента в почвах не нормируется). Содержание кадмия в почве не нормируется, но, по литературным данным, установлено, что среднее содержание его в почвах мира составляет в среднем 0,1 мг/кг. Следовательно, почвы Жезказганской площадки, руководствуясь этими сведениями, следует отнести к почвам с довольно высоким содержанием кадмия.

При рассмотрении характера распространения исследуемых в настоящей главе потенциально опасных химических элементов по профилю почв территорий, прилегающих к породным отвалам Акчий-Спасского участка, видно, что с глубиной по профилю концентрация меди в грунте снижается, достигая в конце метровой толщи его величины 16,0 мг/кг. Содержание никеля с глубиной несколько повышается (до 38 мг/кг), но к концу метрового слоя почвы содержание никеля вновь опускается до 22,0 мг/кг. Практически неизменно (с незначительными колебаниями в отдельных генетических горизонтах) по профилю почвы содержание цинка и кадмия. Содержание свинца с глубиной по профилю несколько снижается, однако к концу метрового профиля его содержится в два раза больше, чем с поверхности.

Однозначно наблюдается резкое увеличение практически всех описываемых цветных металлов в солевом горизонте профиля почвы (горизонт 40-50 см): меди здесь обнаруживается 77,6 мг/кг, никеля 30,0 мг/кг, цинка 56 мг/кг и свинца 33,0 мг/кг. Очевидно, в солевом горизонте профиля почв происходит интенсивное связывание ионов цветных металлов в процессе их миграции в нижние горизонты профиля. Содержание кадмия по всем горизонтам почвенного профиля изменяется незначительно (табл.5).



Таблица 5

Содержание валовых форм потенциально опасных элементов  
в почвах территорий, прилегающих к породным отвалам  
Северо-Жезказганского рудника, мг/кг

Глубина отбора проб, см	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb
1	2	3	4	5	6
<b>I. Акции-Спасский участок</b>					
Шурф 1 (фон), заложен в 300 м западнее породного отвала № 9 - пастбищное угодье					
0-7	16,6	30,0	54,0	1,2	7,2
7-15	23,8	22,0	54,0	1,4	9,9
15-25	19,6	38,0	54,0	1,8	8,5
40-50	77,6	30,0	56,0	1,3	33,0
80-90	16,0	22,0	44,0	1,5	15,4
Шурф 2, заложен восточнее Средне-Спасского карьера на территории рудного поля (горного отвода) (у шахты № 67) в створе шурфа 1 и отвала 9 - пастбище					
15-25	47,8	32,0	42,0	1,9	8,2
35-45	46,4	36,0	40,0	1,7	7,8
50-60	37,8	44,0	40,0	2,1	15,8
80-90	40,0	42,0	34,0	1,2	6,9
<b>II. Карьер "Актас-3"</b>					
Шурф 1, заложен в замкнутом понижении в 400 м западнее карьера - солончаково-солонцовое пастбище					
0-10	17,6	72,0	42,0	1,7	10,7
15-25	17,6	94,0	48,0	1,7	7,3
30-40	15,0	78,0	48,0	1,8	3,5
50-60	15,0	86,0	40,0	1,7	3,8
70-80	31,0	72,0	42,0	1,7	3,8
100-110	66,0	44,0	40,0	1,8	6,1
Шурф 2, заложен в 500 м восточнее карьера - пастбище на малоразвитой щебнисто-дресвяной почве					
0-10	6,0	32,0	40,0	1,7	6,5
15-25	5,2	52,0	44,0	1,2	6,5
30-40	5,4	36,0	30,0	1,1	3,7
45-55	5,8	24,0	12,0	1,2	1,6
60-70	4,4	20,0	34,0	1,4	2,3

Почвы территорий, прилегающих к карьеру "Актас-3" и к его породному отвалу, характеризуются сочетанием солончаково-солонцовых почв междувалистых понижений, сформировавшихся в условиях близкого залегания зажатых грунтовых вод, и малоразвитых щебнисто-дресвяных почв увалов, имеющих характерный бурый (красноватый) цвет всего профиля. И те и другие почвы сформировались в условиях близкого (0,7-1,5 м) залегания известняковых коренных пород.

Породный отвал, куда осуществляется складирование вскрышных и вмещающих пород карьера "Актас-3", также как и предыдущая

группа карьеров, в целом, не оказывает существенного влияния на почвы прилегающих территорий.

Исследования показали, что на границе (условной) санитарно-защитной зоны с наветренной стороны (фон) обнаружены в количествах значительно меньших ПДК такие элементы, как никель, цинк, свинец. Медь в этих почвах содержится в количестве равном ПДК. Кадмия с наветренной стороны обнаруживается в количестве 1,4 мг/кг грунта (предельно допустимая концентрация этого элемента в почвах не нормируется). Содержание кадмия в почве не нормируется, но, по литературным данным, установлено, что среднее содержание его в почвах мира составляет в среднем 0,1 мг/кг.

Следовательно, почвы Жезказганской площадки, руководствуясь этими сведениями, следует отнести к почвам с довольно высоким фоновым содержанием меди и кадмия, что позволяет принять  $K_n$  равным единице.

В процессе оценки воздействия породных отвалов Сатпаевской группы предприятий корпорации на компоненты окружающей среды изучался уровень загрязнения подземных вод, атмосферного воздуха и почв.

В процессе исследований установлено следующее:

#### **Подземные воды**

Подземные воды на этом участке формируются в специфических природно-климатических условиях, характеризующихся чрезвычайно малым количеством осадков и слабым развитием поверхностных вод. Кроме того, подземные воды участка представляют собой более или менее связанный, гидравлически единый горизонт, так как полноценные водоупоры в разрезе отсутствуют. Различия в минерализации вод, помимо неодинаковой засоленности вмещающих пород, объясняются различной интенсивностью водообмена и водообильностью различных горизонтов.

Отсутствие в разрезе сколько-нибудь выдержанных водоупоров привело к тому, что в настоящее время в районе размещения карьеров и подземных выработок водоносные породы верхних горизонтов в районе развития депрессионных воронок осушены практически полностью. Естественно, что в зону влияния попадают все расположенные на бортах карьеров отвалы.

Нужно отметить, что конструкция породных отвалов, исключает появление в подземных водах прилегающих территорий других объемов вод, кроме как связанных с выпадением атмосферных осадков. То есть основная роль породных отвалов сводится к перераспределению поверхностного стока.

Таким образом, разгрузка подземных потоков, приуроченных к районам расположения отвалов, происходит в дренажную систему разрезов, откуда дренажные воды сбрасываются в накопители-испарители. Следовательно, влияние породных отвалов Северо-Жезказганского

рудника корпорации «Казахмыс» на подземные воды локализовано и не выходит за пределы санитарно-защитной зоны.

#### Атмосферный воздух

Этот компонент окружающей среды наиболее подвергнут воздействию заскладированных отходов производства предприятий корпорации «Казахмыс».

Из всех типов накопителей отходов наиболее благополучно обстановка с загрязнением атмосферного воздуха на площадках породных отвалов: крупноразмерность складировемого материала, его устойчивость к физико-химическому выветриванию, высокая скважность — обеспечивают минимальный золовый вынос заскладированного материала (в пределах ПДК) за пределы санитарно-защитной зоны сооружений.

#### Почвы

Исследованиями отмечено высокое фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Жезказганской площадки что позволяет отнести эту площадку к территориям с аномальным содержанием меди, цинка, свинца и некоторых других металлов. Фоновое содержание металлов в почвах местами бывает настолько высоко, что превышает содержания этих металлов на границах санитарно-защитных зон накопителей.

Для снижения степени потенциально возможного загрязнения окружающей среды в районе размещения накопителей отходов производства рекомендуется выполнить следующие мероприятия

Для породных отвалов горнодобывающих предприятий корпорации:

формировать аэродинамическую форму отвалов рудников, покрывать прирвовочные поверхности отвалов крупноразмерным материалом, устойчивым к выветриванию и организовывать отсыпку отвалов таким образом, чтобы при этом обеспечить уменьшение ширины пылевого факела за счет рациональной эксплуатации отвальных механизмов и ориентации отвальных заходов с учетом сезонных направлений ветров.

Для снижения градиента нагрузки со стороны породных отвалов и отвалов забалансовых руд на окружающую природную среду выполнить нагорные водоотводные каналы для отвода поверхностных вод с территории отвалов и подачи этих вод в специальный накопитель.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология и полезные ископаемые Джезказганского рудного района. Под ред. Есенова Ш.Е., Зайцева Ю.А., М., Недра, 1975.
2. Муфтахов А.Ж. Фильтрация загрязненных вод к кольцевому горизонтальному дренажу. В сб. Гидрогеологические исследования и

- расчеты защиты подземных вод от загрязнения. Труды ВодГео. М.,1987.
3. Временная инструкция о порядке проведения оценки воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду (ОВОС) в Республике Казахстан. РНД 03.02.01-93, Алматы, 1993.
  4. Методические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления. РНД 03.3.0.4.01 – 96, Алматы, 1996.5
  5. Классификатор токсичных промышленных отходов производства предприятий Республики Казахстан. РНД 03.0.0.2.01.-96, Алматы, 1996.

Институт химических наук им. А.Б.Бектурова

**“КАЗАХМЫС” КОРПОРАЦИЯСЫНА ҚАРАСТЫ ЖЕЗҚАЗҒАН  
ӨНДІРІСТІК АЛАҢЫНДАҒЫ ТАУКЕН ҚАЛДЫҚТАРЫ  
ҮЙІНДІЛЕРІНІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӨСЕРІ**

	Е.В.Баймакова
Техн.ғыл.докторы	Ө.Ж.Жусіпбеков
Техн.ғыл.канд.	С.С.Омаров
Техн.ғыл.канд.	Б.И.Свирякин

Бұл мақалада “Қазахмыс” корпорациясына қарасты Сатпаев, Қонырат және Саяк кеніштерінің бір топ қалдық үйінділерінің қоршаған ортаға әсерлері қарастырылған.

УДК 631.675:633.18:631.89

**ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ  
МАЛОВОДОТРЕБОВАТЕЛЬНОГО РИСА  
ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПОЛИВАХ**

Доктор с-х наук

А.А.Джумабеков

А.Джумабеков

Э.С.Абдуллаева

*Приведены результаты полевых и лабораторных исследований по установлению оптимальных режимов орошения и влияния удобрений на урожайность маловодотребовательных сортов риса. Выявлено, что почвенно-климатические условия Кызылординской области благоприятны для получения высоких урожаев суходольных сортов риса, возделываемых при периодических поливах. Внедрение рекомендуемых режимов орошения в сельхозпроизводство явится основной для значительного уменьшения эколого-мелиоративной обстановки на рисовых системах Приаралья.*

В условиях нарастающего дефицита водных ресурсов дальнейшее развитие рисосеяния в республике невозможно без совершенствования приемов его возделывания, прежде всего технологии полива.

В Казахстане, России и других странах СНГ практически применяется один способ выращивания риса, основанный на продолжительном (90-120 дней) затоплении его посевов слоем воды, что неизбежно приводит к непроизводительным ее потерям на фильтрацию и сброс. В результате затраты воды на выращивание риса значительно превосходят его биологическую потребность.

Исследования, выполненные Е.Б. Величко, К.П. Шумаковой (1), В.Ф. Шупаковским (2), В.Г. Абраменко (3), М.В. Шербиной (4), П.А. Рау (5) и др., свидетельствуют о возможности возделывания риса путем перехода на периодическое затопление с использованием маловодотребовательных и суходольных сортов риса. Однако специфика почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий орошаемых земель Кызылординской области не позволяют использовать рекомендации, раз-

работанные для других зон рисосеяния, а требуют проведения дополнительных исследований, в данном регионе.

В связи с этим нами в 1994-1996 годы в условиях Кызылординского массива были проведены полевые и вегетационные опыты по установлению оптимальных режимов орошения и изучению влияния удобрений на урожайность маловодотребовательных сортов риса.

Режим орошения маловодотребовательного сорта риса изучались по следующим вариантам (полевой опыт):

1 вариант – ущемленный (70% НВ);

2 вариант – среднеинтенсивный (80% НВ);

3 вариант – интенсивный (90% НВ)

Площадь каждой делянки  $250\text{ м}^2$ ; повторность – трехкратная, сорт риса – Сандора.

С целью изучения влияния удобрений на урожайность маловодотребовательных сортов риса проведены вегетационные опыты в сосудах ГГИ – 3000 в четырехкратной повторности по следующей схеме:

при возрастающей дозе азотного удобрения:  $N_{120}$ ,  $N_{150}$ ,  $N_{180}$ ,  $N_{240}$ , (на фоне фосфорного удобрения  $P_{120}$ ).

В качестве азотного удобрения использован сульфат аммония, фосфорного – суперфосфат гранулированный. Удобрения вносились из расчета 70% дозы перед посевом, 30% для подкормки риса в начале кущения растений.

Почвогрунты опытного участка представлены тяжелыми суглинками с прослойками супеси. Водно-физические свойства покровных отложений характеризуются следующими данными: объемная масса – 1,48-1,55  $\text{т}/\text{м}^3$ , плотность – 2,66-2,70  $\text{т}/\text{м}^3$ , общая скважность – 44-47%, наименьшая влагоемкость – 24,3 - 30,5% от объема.

Грунтовые воды залегают на глубине 2,0-2,5 м, их минерализация оставляет 3,5-5,0 г/л. Содержание солей 0-40 см слое почвогрунтов изменялась в пределах 0,35-0,50 по плотному остатку и 0,027-0,042% по хлору, в метровом слое соответственно – 0,20-0,28% и 0,020-0,030%.

Исследования показали, что поливной режим с ущемленной водоподачей состоит из 8 вегетационных поливов с межполивными периодами 10-14 дней. При среднеинтенсивном режиме орошения риса число вегетационных поливов составило 11-12 с межполивными периодами 3-6 дней.

Урожай риса, на вариантах исследований составили: при поддержании порога предполивной влажности на уровне 0,7 НВ – 13,6 ц/га (в среднем за годы исследований), при 0,8 НВ – 40,1 ц/га и 0,9 НВ – 50,8 ц/га. В таком же порядке увеличились оросительные нормы (поливные нормы составляли 1000-1100  $\text{м}^3/\text{га}$ ). Однако, наименьшие удельные затраты воды были получены при среднеинтенсивном режиме орошения (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность риса и удельные затраты воды  
(среднее за 1994-1996 годы)

№	Варианты	Урожайность, ц/га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га	Расход воды На единицу продукции, м <sup>3</sup> /га
1	Ущемленный (70% НВ)	13,6	8300	610
2	Среднеинтенсивный (80% НВ)	40,1	12200	305
3	Интенсивный (90% НВ)	50,8	18100	360

На формирование высоких урожаев риса определенное влияние оказывает продуктивный стеблестой, который формируется в течение всего вегетационного периода и как интегральный показатель зависит от количества и качества высеянных семян, числа всходов, их выживаемости и интенсивности кущения. Большинство из перечисленных факторов в значительной степени зависит от уровня минерального питания (табл. 2).

Таблица 2

Влияние доз минеральных удобрений на урожайность риса

№	Варианты	Кол-во растений, шт/м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Кустистость, шт/рас т	Число продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Пустозерность, %	Урожайность, ц/га
1	2	3	4	5	6	7	8
Ущемленный режим орошения							
1	Без удобрений	131	56	1,0	131	66	6,5
2	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	139	58	1,2	166	56	11,2
3	N <sub>150</sub> P <sub>120</sub>	145	58	1,25	181	51	12,6
4	N <sub>180</sub> P <sub>120</sub>	147	59	1,29	189	50	13,6
5	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub>	166	60	1,30	215	45	18,4
Среднеинтенсивный режим орошения							
1	Без удобрений	250	57	1,50	300	30	26,9

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
2	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	207	60	1,71	359	26	33,5
3	N <sub>150</sub> P <sub>120</sub>	212	59	1,79	380	23	36,9
4	N <sub>180</sub> P <sub>120</sub>	213	60	2,08	446	22	40,1
5	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub>	207	58	1,82	366	21	36,4
Интенсивный режим орошения							
1	Без удобрений	203	58	1,80	365	20	35,5
2	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	209	59	2,10	439	16	44,9
3	N <sub>150</sub> P <sub>120</sub>	214	60	2,28	462	12	48,6
4	N <sub>180</sub> P <sub>120</sub>	220	61	2,40	529	11	50,8
5	N <sub>240</sub> P <sub>120</sub>	213	61	2,09	460	10	47,4

Количество растений и число продуктивных стеблей на одном квадратном метре сильно изменялось в зависимости от дозы внесения азота при ущемленном режиме орошения. Наибольшая всхожесть отмечена при больших дозах. Выживаемость при среднеинтенсивном и интенсивном режимах орошения в 1,7-2,2 раза выше, чем при ущемленном. Это говорит о том, что высокая влажность почвы на рисовом поле в наибольшей степени удовлетворяет биологические потребности риса способствует лучшему развитию растений и создает условия для эффективного использования удобрений.

При максимальной дозе азота N<sub>240</sub> P<sub>120</sub> на варианте с ущемленным режимом орошения пустозерность уменьшилась на 21%, на среднеинтенсивном -9% и интенсивном -8%. Характер связи пустозерности по вариантам внесения удобрения и режимов орошения показывает, что при ущемленном режиме орошения пустозерность значительно больше, чем при среднеинтенсивном и интенсивном. Уменьшение пустозерности по фактору орошения составляет 36%, а по фактору удобрений 11%.

Высокий урожай зерна формируется при дозе N<sub>180</sub> P<sub>120</sub> при среднеинтенсивном и интенсивном режимах орошения, а дальнейшее повышение дозы внесения минеральных удобрений при этих же режимах орошения малоэффективно.

Оптимальная густота стояния растений и продуктивных стеблей формируется при высеве нормой 400-420 шт/м<sup>2</sup>. На этом варианте получен максимальный урожай зерна. Повышение нормы посева более 450 шт/м<sup>2</sup> семян не способствовало увеличению урожайности риса. Здесь с момента появления всходов отмечается сравнительно загущенный стеблестой. Высокая норма посева усиливала отрицательное взаимовлияние растений в посевах, что ухудшало физиологическое состояние отдельных растений и снижало зерновую продуктивность.



## ВЫВОДЫ

1. Почвенно-климатические условия Кызылординской области благоприятны для получения высоких урожаев (35-40 ц/га) маловодотребовательных сортов риса, возделываемых при периодических поливах. Внедрение оптимальных режимов их орошения в сельхозпроизводство является основной для значительного уменьшения затрат поливной воды и улучшения эколого-мелиоративной обстановки.
2. Эффективность использования поливной воды при периодических поливах повышается при внесении удобрений  $N_{180} P_{120}$ . Минимальные удельные затраты воды на получения урожая риса имели место при среднеинтенсивном режиме орошения (порог предполивной влажности почв  $-0,8$  НВ, оросительная норма  $12200$  м<sup>3</sup>/га).
3. Высокопродуктивные посевы с оптимальной густотой стояние растений и продуктивных стеблей формируется при норме высева семян  $400-420$  шт/м<sup>2</sup>. При норме высева более  $450$  шт/м<sup>2</sup> семян увеличение урожайности не наблюдается.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Величко Е.Б., Шумакова К.П. Полив риса без затопления. -М:Колос, 1972,-87с.
2. Шупаковский В.Ф. О культуре маловодотребовательных (суходольных) сортов риса в Узбекистане. //Социалистическое хозяйство Узбекистана, №3, 1949, С.76-80.
3. Абраменко В.Т. Возделывание риса при периодических поливах в Северной части Волго-Ахтубинской поймы. Автореф. дис.канд.с-х наук, Сталинград., 1960, -21 с.
4. Шербина М.В. Об изучении и подборе сортов риса для периодического орошения на юге Украины. //Труды Всесоюзного селекционно-генетического института. Одесса, 1969, вып. 4, С. 111-121.
5. Рау П.А. Режим орошения маловодотребовательного риса в условиях Казахстана. Автореф. дис.канд.с-х. наук. -М, ВНИИГиМ, 1995, -26 с.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

МЕРЗІМДІЛІК СУАРУДА КҮРІШТІҢ АЗ СУ ҚАЖЕТ ЕТЕТІН  
СОРТТАРЫН ӨСІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Ауыл-шар.ғыл.докторы

А.А.Жұмабеков

А.Жұмабеков

Э.С.Абдуллаева

Мақалада, күріштің аз су қажет ететін сорттарын өсіру технологиясын анықтауға байланысты жүргізілген зерттеулердің нәтижесі берілген. Қызылорда облысының ауа райы, топырақ құнарлығы бұл өңірде күріштің аз су қажет ететін сорттарын өсіруге мүмкіндік береді. Суды аз қажет ететін күріштер сорттарын өндіріске кеңінен енгізу суды үнемдеуге күріш алқаптарының экологиялық жағдайларын жақсартуға себебін тигізеді.

УДК: 502.63:631.6(574)

## ПРИРОДА СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КАЗАХСТАНСКОГО ПРИАРАЛЬЯ

К. Ш. Нурымгереев

*Рассмотрена история сельскохозяйственного освоения Казахстанского Приаралья. Выявлены основные причины, которые привели к экологической дестабилизации района. Сельскохозяйственное освоение Казахстанского Приаралья, организация массивов орошения и пастбищного животноводства за счет безвозвратного водопотребления привело к возникновению противоречий между производством и экологическим состоянием региона. Это вызвало активизацию процессов опустынивания.*

В настоящее время установлено, что Приаралье является территорией, давно освоенной и эксплуатируемой человеком. Это один из древнейших центров земледелия аридных территорий Земли. Уже в древности земледелие представляло фундамент древних цивилизаций. Типы и способы орошаемого земледелия Приаралья усовершенствовались по мере развития цивилизаций. Сначала это были примитивные оросительные системы, которые постепенно видоизменялись, становились постоянно действующими системами.

Следы древнего и более позднего ирригационного освоения в Приаралье представлены древними заброшенными ирригационными системами, которые четко выделяются на общем ландшафтном фоне. Различия проявляются в характере поверхности, формах микрорельефа, растительности, почвенного покрова. Примером воздействия человека на природную среду в историческом прошлом являются культурные ландшафты оазисов пустынной зоны, существенно изменившие ландшафтный облик бассейна Аральского моря.

Общая площадь земель древнего орошения, в странах бывшего СССР, достигает 8-10 млн. га. Почти половина этих земель в Приаралье – в низовьях Амударьи и Сырдарьи приурочена к древним дельтам. В восточном Приаралье земли древнего орошения занимают значительную часть левобережья древней дельты Сырдарьи, представляющей огромный треугольник с вершиной там, где река выходит из коридора между хребтами Каратау и Кызылкумским плато на просторы Туранской низменности. Стороны этого треугольника образованы современным руслом реки Сыр-

дарьи, системой сухих русел Жанадарьи и Инкандарьи, смыкающихся на это-западе с древней Акчадарьинской дельтой. Территория протянулась более чем на 400 км в широтном направлении и 200-250 км в меридиональном. Дельтовая равнина плавно понижается с востока на запад от 140-151 м. абс. (ст. Чиили, Тортогай), 100 м. абс. (Джусалы), до 55 м. абс. (бывший берег моря). Границами района являются: на западе – побережье Аральского моря и обширный массив бугристо-грядовых песков, пересеченный местами долинами меридиональных древних русел (Дайрабай, Ащинысай и др.); на юге – высокие пески Кызылкум; на севере – обводненная зона современного русла Сырдарьи, с озерными и болотными впадинами. Здесь сосредоточено земледельческое население района.

В древности вся дельта представляла собой район с множеством озер и болот, среди которых проходило наполненной водой русло реки. Сток осуществлялся на северо-запад широким фронтом среди песчаных гряд Восточного Приаральского массива. Эти особенности древней гидрографии проявляются и в современных ландшафтах, состоящих из пустынных равнин, пересеченных извивающимися сухими руслами с зарослями саксаула, с редкими останцовыми бугристо-грядовыми песками и голыми пространствами глинистых такыров, местами с участками травянистой растительности. Эти пустынные пространства с общей площадью в 2,5 млн. га, судя по остаткам древних оросительных систем, поселений, крепостей, городов, в прошлом были хорошо освоены под земледелие. В настоящее время эти земли используются под отгонное животноводство. Площадь современного культурного оазиса вдоль Сырдарьи составляет около 100 тыс. га.

В 1959 году на Средней Инкандарье в окрестностях так называемых “шлаковых курганов” обнаружены оросительные сооружения, время строительства и эксплуатации которых – VI-V в.в. до н. э. По соседству с курганами были открыты поселения, с прилегающими к ним следами оросительных сооружений по берегам Средней Инкандарьи на участках протяженностью около 12 километров. На правом берегу русла в 1959 г. впервые была обнаружена небольшая оросительная система, протяженностью в 600 м и поселения, топографически связанные с этой системой. Сооружение древнее, его ширина около 10 м, отводки редки, а планировка примитивна. Наиболее значительный канал расположен в 3 км к северо-востоку, общая ширина 20-25 м. Он начинается от Инкандарьи и прослеживается на 1,5 км. На Средней Жанадарье выявлены участки с остатками оросительных сооружений IV-II в.в. до н.э. в окрестностях развалин Чирик-Рабата, Бабиш-Муллы, Баланды – укрепленных сакских поселений [1].

Орошение этого периода основывалось на широком использовании замирающих русел и стариц небольших протоков внутренней “дельты”, образующих сильно разветвленную систему. Орошение осуществлялось по схеме – река-старица-ороситель-поле. Существовавшая арычная сеть име-

ла “прямоугольные” разветвления. Поселения располагались, как правило, рядом с приспособленными для орошения руслами на прирусловых валах. В этом же районе зафиксированы, большие магистральные каналы шириной 10-20 м, выраженные на современной поверхности светлыми такырными полосами, идущими на самых высоких отметках местности, вдоль древних стариц и дельтовых русел [2]. Особенностью является то, что река не имела обваловки берегов или дамб, поэтому во время весенне-летних разливов оросительные системы часто нарушались. Приходилось, обрабатываемые участки из года в год переносить на новое место, то есть земледелие носило “полукочевой” дельтовый лиманно-озерный характер [3].

Оросительные системы античного времени зафиксированы в Приаралье на площади 3,5-3,8 млн. га. При этом следует сказать, что единовременно орошалась лишь часть этих земель. Районы с регулярным орошением составляли тогда заметно 1,7 млн. га, а с нерегулярным “кочевым” (условно поливным земледелием) – 1,8-2,1 млн. га. В низовьях Сырдарьи общие площади орошения – 2,2-2,5 млн. га, в том числе районы с регулярным орошением – около 1 млн. га, а с “кочевым” – 1,2-1,5 млн. га. Площадь, занятая ирригационными каналами, более чем в 3 раза превышала современную, но фактически орошались земли в 5-10 раз меньше, чем теперь. Расход воды на зерновые культуры был гораздо ниже современных поливочных норм, особенно если сравнивать с хлопчатником. Забор воды на орошение в бассейне Арала был в 10-20 раз меньше современного и не мог заметно сказаться на уровне Аральского моря.

В средние века сохранились принципы дельтовой ирригации с использованием обвалованных русел и бассейнов водохранилищ. В то время, судя по оросительным сооружениям по Верхней Инкандарье, особое развитие получают разнообразные подпорные плотины и полуплотины, системы искусственных бассейнов на периодически обводненных старицах. Но орошение все еще носило примитивный лиманно-озерный характер, так как забор производился не из основного русла реки, а из подтопленных в период старых русел – стариц. Даже наиболее крупная водная магистраль – Аканас – Узьяк (длиной 60 км), проложенная по берегу Инкандарьи, была лишь усовершенствованным средневековым вариантом регулируемого русла. В то же время здесь широкое распространение получили водоподъемные сооружения – чигири, то есть наступил новый этап в развитии ирригации.

В новое время ирригация этого района также базировалась на подтопленных старых старицах. Преобладали локальные очаги орошения, системы подпорных плотин, бассейнов и небольшие, но разветвленные системы с разнообразными водорегулируемыми устройствами.

Темпы развития ирригации в низовьях Сырдарьи были замедлены, существовала примитивная стадия использования дельтовых русел для орошения, просуществовавшая здесь вплоть до конца 1 тысячелетия

нашей эры. Характерно, что основное русло Сырдарьи в низовьях не было укреплено дамбами ни в древности, ни в средние века. Не было здесь создано и обширных оросительных систем с многочисленными магистральными каналами, характерными для ирригации Хорума и области Амударьи [2].

На Средней Сырдарье в средние века, в период X-XII в.в., орошение левобережных земель осуществлялось из мощных магистральных каналов. Эти системы имели головные сооружения, ветвистую конфигурацию, значительную протяженность (до 30-40 км), сходные со средневековыми системами Хорезма. Они орошали окрестности крупных средневековых сырдарьинских городов Кыр-Узгенда, Найран-Тобе и др.

Развитие на значительных площадях этого района интенсивного и постоянного орошаемого земледелия было возможно только при условии борьбы со стихийными затоплениями обширных территорий и стабилизации главного русла реки, при условии строительства защитных дамб и других мощных гидротехнических сооружений. Для этой территории отмечаются и периоды упадка ирригационной культуры в результате завоевательных войн Александра Македонского, Чингиз-хана, когда район Приаралья обезлюдевал, а ирригационные системы разрушались, но постепенно все возрождалось, восстанавливалось.

Следует заметить, что история развития орошаемого земледелия в регионе тесно связана с циклом развития региональных экологических проблем, который начался примерно 140 лет назад и включает четыре этапа.

На первом, дореволюционном этапе (1860-1917), главные экологические проблемы порождались полной неуправляемостью водо-ресурсной системы "Сырдарья-Аральское море". Сырдарья, отличавшаяся в естественном состоянии крайней неравномерностью стока и активными русловыми процессами, мигрировала по обширной равнине и затрудняла оседлое ведение хозяйства. В этих условиях наиболее устойчивым способом его ведения было кочевое скотоводство, мобильное, относительно нетребовательное к воде, максимально использовавшее кормовые ресурсы поймы реки и пустынных пастбищ и в наибольшей степени отвечавшее традиционным трудовым навыкам местного населения. Небольшое значение имело земледелие, также носившее характер кочевого. Поливные участки вследствие засоления, заболачивания, заноса арыков илом быстро выходили из строя, что вынуждало осваивать новые земли, а неполивное земледелие (посевы по просохшим озерам и низменным, заливаемым зимой и весной местам) полностью зависело от неустойчивых природных факторов.

Несмотря на это площади орошаемых земель продолжали увеличиваться. К 1910 г. они достигли 60 тыс.га. На орошаемых землях выращивалось просо, ячмень, пшеница, кукуруза и бахчевые. Важным событием

является проведение в 1896 г. первых посевов риса [4], культуры, которая впоследствии стала ведущей в растениеводстве региона. Посевная площадь риса к 1910 г. увеличилась до 1000 га. О размахе водохозяйственных работ, связанных с орошением, говорит тот факт, что за период 1860-1915 гг. в низовьях Сырдарьи было проведено около 500 арыков.

Важным фактором возникновения современных экологических проблем была разработка ведущими учеными и инженерами того времени общей стратегии и конкретных проектов использования водных ресурсов Средней Азии и Южного Казахстана. В 1908 году А.И. Воейков писал: "В отдаленном будущем при желательных успехах гидротехнического дела и сельского хозяйства мы должны пользоваться всею водой бассейна Арала в маловодные годы для искусственного орошения. Озеро должно будет служить для стока излишней воды многоводных годов" [5]. Предпринимаются многочисленные экспедиции в Туркестан, направленные на выяснение возможностей управления водными ресурсами рек для целей гидроэнергетического ирригационного строительства. Н. Дильгенштедт изучает ирригацию Туркестанского края [6], И.Г. Александров – перспективы регулирования стока и развития орошения в бассейне Сырдарьи [7]. В целом научными и проектными исследованиями был обоснован курс на минеральное развитие орошаемого земледелия в Туркестане, как основное направление его хозяйственного развития. Решение этой задачи подразумевало первоочередное решение проблемы управления речным стоком.

Таким образом, в дореволюционный период появляется целый комплекс политических, экономических, научных и других предпосылок возникновения современных экологических проблем.

На втором этапе (1917-1960) развитие орошаемого земледелия по-прежнему сдерживалось неуправляемостью стока р. Сырдарьи. В отдельные годы каналы и арычная сеть частично размывались, забивались илом во время паводков, а в 1938 г. от маловодья во всей области погибло свыше 20 тыс.га посевов (31% всех посевов), в том числе 12,4 тыс.га посевов риса [8]. Ирригационное хозяйство было крайне запущено. Повсеместно отсутствовала коллекторно-сбросная сеть, что приводило к засолению и заболачиванию обработанных земель и вынужденной практике "кочевого земледелия". На территории региона не было ни одного гидроузла, что приводило к полной зависимости поливного земледелия от уровня воды в Сырдарье, а строительство Кызылординской плотины, намеченное постановлением СНК СССР и ЦК ВКП(б) от 25 апреля 1940 года было окончено только в 1957 году.

К названным внутренним и внешним факторам развития хозяйства региона и возникновения экологических проблем, в 1917-1960 гг. добавился еще один, очень весомый фактор, который обострил экологические проблемы - развитие орошаемого земледелия в среднеазиатской части бассейна Аральского моря. Общая площадь орошаемых земель здесь возросла

за этот период с 2,9 до 4,2 млн. га. Из этого количества более половины составил прирост в бассейн р.Сырдарьи. Такое увеличение орошаемых площадей стало возможным за счет большого гидротехнического строительства. Всего было сооружено 19 крупных гидроузлов, из которых – 17 в бассейне р.Сырдарьи, и 72 крупных оросительных канала. Полная емкость созданных водохранилищ составила около 7,0 куб. км.

Развитие орошаемого земледелия резко увеличило объем водопотребления, в том числе безвозвратного. Однако наличие компенсационных факторов, в частности, таких как сокращение площадей в поймах и дельтах реки, занятых дикой влаголюбивой растительностью, уменьшение разливов рек и других, сохранило величину стока в Аральское море на уровне среднемноголетней.

В начале 60-х годов в Приаралье начинается освоение крупных массивов орошения. Орошаемые земли расположены вдоль Сырдарьи, приурочены к гидротехническим сооружениям с развитой ирригационной сетью, образуя Казалинский массив орошения в казахстанской части Приаралья. Отрицательные последствия в связи с падением уровня Аральского моря особенно ощущают массивы орошения, поскольку режим орошения в определенной степени корректируется влиянием поверхности Аральского моря. Суммарным итогом рассматриваемого этапа было накопление предпосылок и факторов возникновения современных экологических проблем до “критической массы”. В конце этапа проблема борьбы с неуправляемостью водо-ресурсной системы р.Сырдарьи, борьбы с наводнениями и маловодьем стала постепенно трансформироваться в проблему постоянной нехватки воды и ухудшения ее качества.

На следующем этапе (1960-1980 гг.) цикл развития современных экологических проблем региона практически завершился. Если в первой половине (1960-1970 гг.) названные проблемы только начали обращать на себя внимание отдельными нежелательными последствиями (снижение уловов рыбы в Аральском море, высыхание озер в дельте Сырдарьи и другие), то к 1980 г. они вызвали резко выраженные отрицательные последствия экологического и социально-экономического характера.

В качестве основных факторов развития экологических проблем выступали:

- беспрецедентное наращивание орошаемых площадей в бассейне Аральского моря (в 1989 г. они достигли 5.96 млн.га. Из них 2.95 млн.га в бассейне Сырдарьи);

- отвод воды за пределы бассейна (Каракумский канал) и во внутренние бессточные впадины (Арнасай, Сары-Камыш);

- большое гидроэнергетическое строительство (построено 5 крупных ГЭС, в том числе Токтогульская и Чардарьинская ГЭС с емкостью водохранилищ 19,5 куб. м. и 5,7 куб. м. соответственно. Сток р. Сырдарьи стал полностью зарегулирован).



Развитие орошаемого земледелия стало не только основным внешним, но и внутренним фактором развития экологических и социально-экономических проблем Аральского бассейна. Площадь орошаемых земель региона к 1981 г. превысила 300 тыс.га, из которых более трети было занято под посевы риса – культуры с наиболее высоким удельным водопотреблением. Ежегодный водозабор на нужды орошаемого земледелия в 70-х годах достиг 6,2 куб. км.

На четвертом этапе (1980 – по настоящее время) действие этих факторов было изменено событиями, имевшими важнейшее общественно-политическое и экономическое значение в жизни новых независимых государств, примыкающих к Аральскому региону. Политические и экономические интересы независимых государств возобладали над необходимостью решения глобальной экологической проблемы. Попытки международных организаций и доноров объединить усилия пяти центрально-азиатских республик оказались тщетными. Каждое государство заинтересовано более всего в получении международной помощи на борьбу с последствиями экологической катастрофы на своей территории, что не позволяет разработать единую стратегию решения Аральской проблемы. Проблемы же Арала продолжают усугубляться.

Начиная с 1980г., падение уровня приняло катастрофическую направленность. К 1999г. уровень Аральского моря понизился на 18 метров, достигнув абсолютной отметки 36,0 м, на дневную поверхность вышло более 33 тыс. кв. км. бывшего морского дна. В настоящее время площадь орошаемого земледелия в бассейне Аральского моря составляет 8-9 млн. га, что привело к практически полному использованию местных водных ресурсов.

Территория Приаралья испытывает антропогенные нагрузки в результате интенсивного хозяйственного использования. Региональные и локальные антропогенные воздействия на природу района коренным образом изменили естественный ландшафт и отдельные их звенья и привели к нарушению экологического равновесия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толстов С.П. По древним дельтам Окса и Яксарта. - М.: 1962. - 176 с.
2. Андриянов Б.В. Древние оросительные системы Приаралья / в связи с историей их развития / . - М., 1969. - 174 с.
3. Кесь А.С., Костюченко В.П., Лисицина Т.М. История заселения и древнего орошения юго-западной Туркмении. - М.: Наука, 1980. - 236 с.
4. Садыков Ж.С. Состояние и перспективы использования ресурсов подземных вод аридной зоны Казахстана // Проблемы освоения пустынь. - 1983. - № 6. - С. 50-56.

5. Воейков А.И. Воздействие человека на природу. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 252 с.
6. Дингельштедт Н.Н. Опыт изучения ирригации Туркестанского края. Сыр-Дарьинская область. - 1895. - Т.1. - СПб. - 447 с.
7. Александров И.Г. Регулирование стока Сыр-Дарьи и перспективы орошения в ее бассейне. - М.: Изд. ТЭС, 1923. - 82 с.
8. Белокопытова М.А., Васильева М.С., Тютюнникова И.А. Кызыл-Ординская область. - Алма-Ата: Изд-во АН Каз. ССР, 1961. - 176 с.

Институт географии МОН РК

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ АРАЛ АЙМАҒЫНЫҢ ОСЫ ЗАМАНҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫНЫҢ ТАБИФАТЫ

Қ.Ш. Нұрымгереев

Қазақстанның Арал аймағын ауыл шаруашылығына игерудің тарихы қарастырылған. Аймақты экологиялық тұрақсыздыққа әкеліп соқтырған негізгі себептер ашып көрсетілген. Қазақстанның Арал аймағын ауыл шаруашылығына игеру, суды қайтарымсыз тұтынудың есебінен суландыру алқаптары мен жайылымдағы мал шаруашылығын ұйымдастыру аймақтағы өндіріс пен оның экологиялық жай-күйінің арасында қарама-қайшылықтар пайда болуына әкеліп соқтырды. Мұның өзі шөлге айналу процесін жандандыра түсті.

УДК 661.833

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОЛУЧЕНИЯ  
ТИОСОЕДИНЕНИЙ НАТРИЯ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ГАЗОВ**

Канд.хим.наук	Г.К.Бишимбаева
	Ш.М.Умбетова
Докт.техн.наук	В.К.Бишимбаев
Докт.техн.наук	У.Ж.Джусипбеков

*Приведены физико-химические основы переработки сероводородсодержащих техногенных газов на тиосоединения, являющиеся ценными реагентами во многих областях промышленности. Анализ продуктов поглощения сероводорода щелочными, содовыми и аммиачными растворами методами химического и физико-химического анализов показал, что в инертной среде образуются сульфид-гидросульфид-полисульфидные системы, а присутствии кислорода воздуха – преимущественно тиосульфатно-полисульфидные продукты.*

Деятельность целого ряда отраслей промышленности сопровождается большим количеством разнообразных и сложных по составу выбросов в атмосферу, вызывая экологическое загрязнение воздушного бассейна районов, прилегающих к промышленным предприятиям.

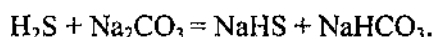
Нефтеперерабатывающие и коксохимические производства выбрасывают в атмосферу большое количество таких вредных веществ, как углеводороды, сероводород, оксид углерода, оксид азота, диоксид серы, аммиак, фенолы, цианистые соединения. Наиболее опасны выбросы, содержащие токсичные вещества. К источникам таких загрязнений относятся и производства фосфорсодержащих продуктов и минеральных удобрений.

Газовые отходы фосфорного производства содержат примеси токсичных веществ, как  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $PH_3$ ,  $SO_2$ ,  $SiF_4$  и др. С целью улавливания серосодержащих газов, в частности сероводорода, исследовалась абсорбция  $H_2S$  растворами щелочи, карбоната натрия и аммиака.

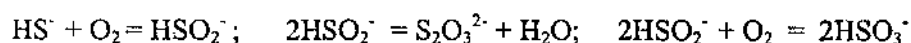
В настоящей работе было проведено поглощение  $H_2S$  растворами щелочи, карбоната натрия и аммиака под током азота и без него. При поглощении щелочью протекает реакция:



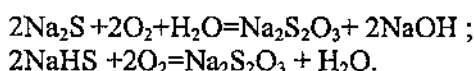
При поглощении  $H_2S$  водными растворами карбонатов (например,  $Na_2CO_3$ ) протекает реакция:



Под действием кислорода воздуха происходит окисление продуктов поглощения по следующей схеме [1]:



Образование тиосульфата идет быстрее, чем сульфита, поэтому главным продуктом окисления является тиосульфат:



Анализ продуктов, образующихся при поглощении вышеназванными растворами методом иодометрического титрования представлен в табл. 1.

Таблица 1

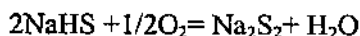
Раздельное определение сульфидов, сульфитов и тиосульфатов при их совместном присутствии

Поглотительные растворы	Под током азота			Без тока азота		
	сульфиды мг/л	Сульфиты мг/л	Тиосульфаты мг/л	сульфиды мг/л	Сульфиты мг/л	тиосульфаты мг/л
20% р-р $Na_2CO_3$	1599,1	—	125,5	34,97	—	291,46
20% р-р $NaOH$	1592,71	—	282,4	38,47	—	319,88
20% р-р $NH_4OH$	1572	—	452,8	15,19	—	536,3

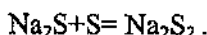
Как видно из табл. 1 в инертной среде основными продуктами являются сульфиды, а тиосульфаты образуются в небольшом количестве. Тогда, как в присутствии кислорода воздуха, основным

продуктом является тиосульфат. Сульфиты в обоих случаях не обнаружены.

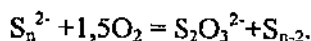
При недостатке кислорода, образовавшийся в результате гидролиза сульфида натрия гидросульфид может переходить в полисульфид:



или по реакции:



Образование свободной серы идет за счет возможного окисления сероводородной воды при недостатке кислорода:  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$ , а также за счет того, что выделившиеся полисульфиды сильно гигроскопичны и во влажном воздухе могут окисляться с выделением серы:



На рентгенограмме твердой фазы, выделившейся при поглощении  $\text{H}_2\text{S}$  раствором карбоната натрия, проявляются интенсивные пики с межплоскостными расстояниями 2,31; 2,54; 2,19; 2,23; 2,61; 1,88 Å, характерными для  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и – для  $\text{NaHS}$  со значениями 2,95; 2,23; 1,48; 1,38; 1,30 Å. Кроме того, наблюдаются слабые пики со значениями 2,055; 1,943; 1,79; 1,59 Å, соответствующие  $\text{Na}_2\text{S}_2$  [2].

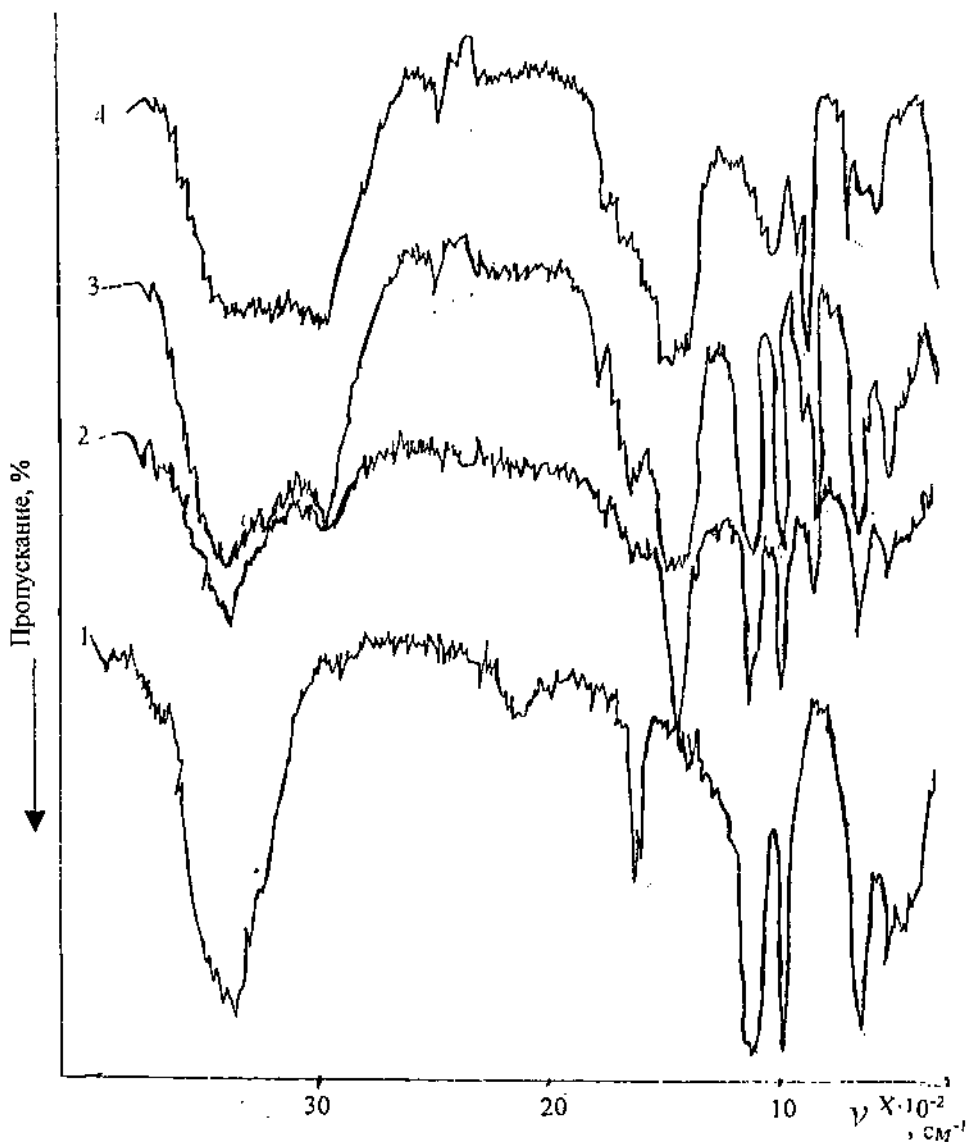
ИК- и Раман-спектроскопический анализ продуктов подтверждают результаты рентгенофазового анализа. На рис.1 показаны ИК-спектры продуктов, полученных при поглощении  $\text{H}_2\text{S}$  без тока азота. Интенсивные полосы в области 1000, 1136, 672, 552  $\text{см}^{-1}$ , совпадающие с литературными данными [3] и ИК-спектром реактивного тиосульфата натрия указывают на образование в качестве основного продукта тиосульфата натрия.

ИК-спектры продуктов, полученных в инертной среде характеризуется только двумя полосами средней интенсивности 1000 и 672  $\text{см}^{-1}$ , а остальные интенсивные полосы со значениями 1400, 1048, 1248, 864  $\text{см}^{-1}$  (рис.2) характерны для сульфидов [3].

Анализ продуктов, полученных при поглощении сероводорода под током азота, методом Раман – спектроскопии (рис.3) показывает интенсивный пик при 451  $\text{см}^{-1}$  от полисульфида  $\text{Na}_2\text{S}_2$ , а без тока азота образуется в основном элементарная сера, о чем свидетельствуют сильные полосы при 471, 219  $\text{см}^{-1}$ , присущие элементной сере (рис.4). Об образовании полисульфида в виде  $\text{Na}_2\text{S}_2$  говорит только наличие пика 451  $\text{см}^{-1}$  [4].

Таким образом, анализ продуктов поглощения сероводорода щелочными содовыми и аммиачными растворами методами химического

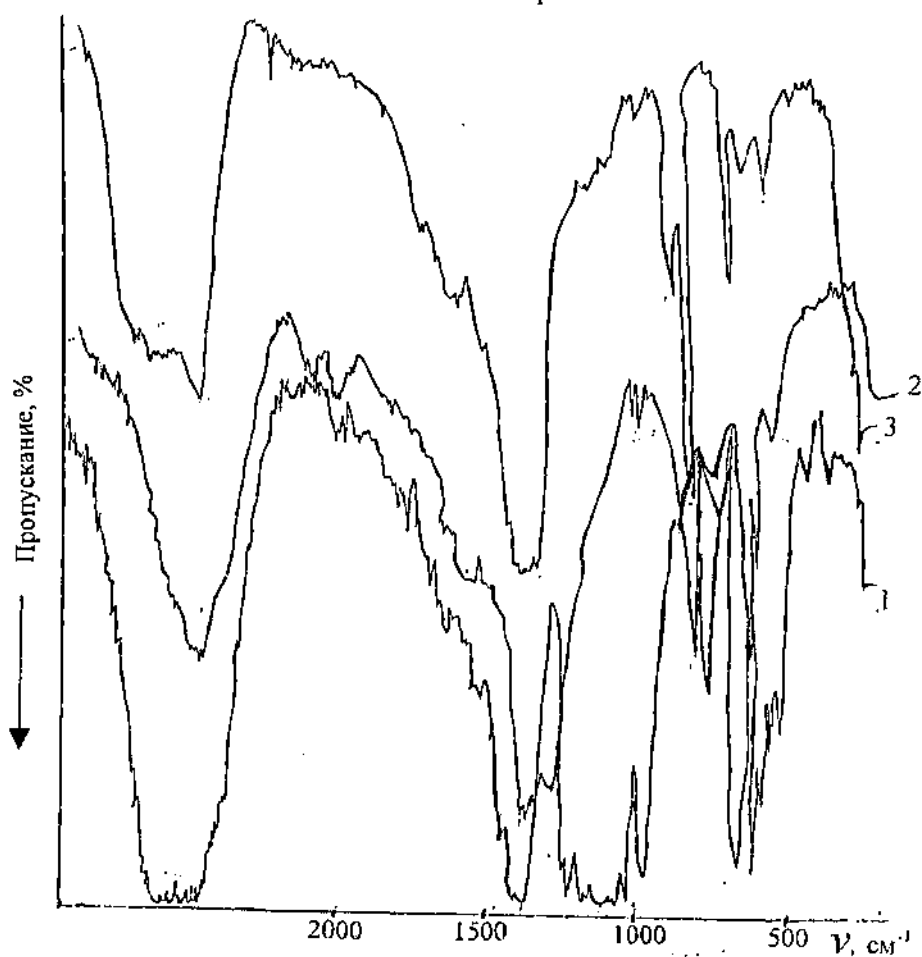
## ИК-спектры



1 – реактивного тиосульфата натрия; 2 - твердой фазы, выделившейся из 20% раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 3 – твердой фазы, выделившейся из 20% раствора  $\text{NaOH}$ ; 4 - реактивного  $\text{Na}_2\text{S}$

Рисунок 1

## ИК-спектры



- 1 - твердой фазы, выделившейся из 20 % раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;  
2 - твердой фазы, выделившейся из 20 % раствора  $\text{NaOH}$ ;  
3 - твердой фазы, выделившейся из 20 % раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
в инертной среде

Рисунок 2

Раман-спектры продукта, выделившегося из р-ра  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
при поглощении  $\text{H}_2\text{S}$  под током азота

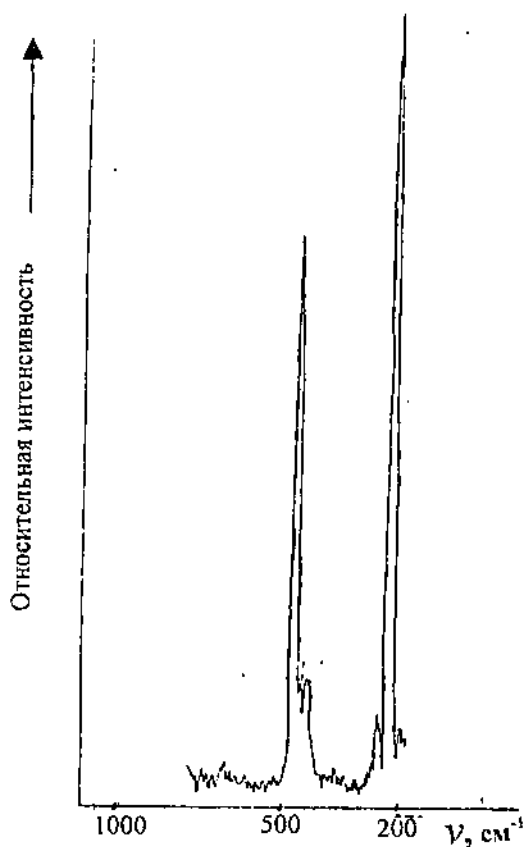


Рисунок 3

и физико-химического (ИК-, Раман-спектроскопии и рентгенофазового) анализов показал, что в зависимости от условий поглощения образуются разные системы продуктов. Так, нами установлено, что в инертной среде - сульфид-гидросульфид-полисульфидные системы (рис.2,3, табл.1).

В присутствии же кислорода воздуха образуются преимущественно тиосульфатно-полисульфидные продукты (рис.1,4, табл.1). Полученные реагенты являются ценными в свете их использования в различных областях химической, легкой, металлургической, фармакологической и золотодобывающей отраслях промышленности, благодаря своим уникальным химическим, физическим и физико-техническим свойствам.



Раман-спектр продукта, выделившегося из р-ра  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при поглощении  $\text{H}_2\text{S}$  без тока азота

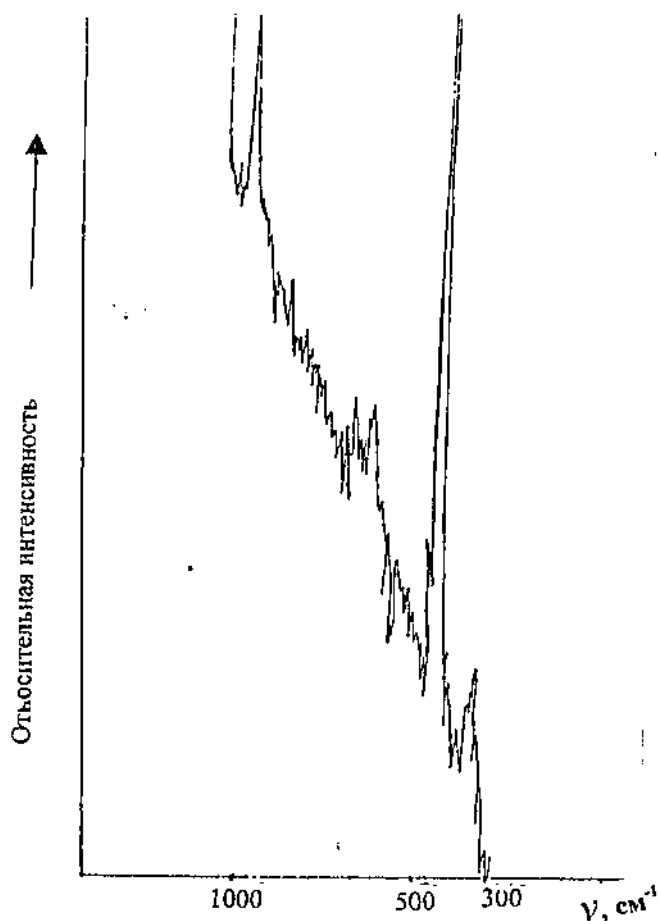


Рисунок 4

Разработка технологии очистки отходящих промышленных газов, содержащих сероводород с последующей его переработкой на продукты многоцелевого назначения позволят обеспечить значительный эколого-экономический эффект.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Krepelka I.H., Rejha B., Coll. Czech.Chem. Comm. 5,67 1953.
2. Миркин Л.М. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М. 1961. С.219

3. Кросс А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. М. 1961 С.56.
4. Janz G.I., Downey I.R., Roduner E. // Inorganic Chemistry 1976 vol.15 №8 P.1759.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

### ТЕХНОГЕНДІ ГАЗДАРДАН НАТРИЙДІҢ ТИОҚОСЫЛЫСТАРЫН АЛУДЫҢЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРІ

Хим.ғыл.канд. Г.Қ.Бишимбаева  
Ш. Умбетова  
Техн.ғыл.докт. В.Қ.Бишимбаев  
Хим.ғыл.докт. У.Ж.Джусипбеков

Өртүрлі өнеркәсі саласында өте құнды реагенттерді алу үшін қосамында күкіртті сүтегі бар техногенді газдарды қайта өңдеудің физико-химиясың негіздері келтірілген Күкіртті су тегін сілтілі оданың және амияқтың ертінділерімен сіңірлеуін химиялық, физикалық әдістерімен зерттелген. Зерттеу нәтижелерімен құрақты ортада сульфит – гидросульфит көп сульфиті жүйелі ал ауаның құрамында оттегі болғанда, басымрақ тиосульфитті көп сульфитті заттар пайда болады.

УДК 556.3

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ДЕТАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ  
ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ  
ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ**

Канд. техн. наук  
Канд. геол.-мин. наук  
Доктор техн. наук

Л.М. Павличенко  
М.М. Бураков  
Т.Т. Махмутов

*Рассматривается построение гидродинамической и гидрогеохимической схемы потока подземных вод в районе интенсивной техногенной нагрузки на основе обработки данных по макро- и микрокомпонентному опробованию участка методом многомерной статистики. Интерпретация результатов осуществляется на основе закономерностей миграции компонентов химического состава подземных вод и схем распределения их нормированных значений по территории.*

Интенсивная хозяйственная деятельность в районе Экибастузского каменноугольного месторождения привела к коренному изменению условий питания подземных вод и качественного состава источников питания. В настоящее время основной областью формирования подземных вод района является наиболее возвышенная территория, совпадающая в плане с площадями отсыпки породных отвалов. Породы в отвалах разрыхлены, высоко проницаемы и интенсивно (и практически без потерь) поглощают атмосферные осадки. Наличие в породах отвалов загрязняющих химических элементов в концентрациях, близких или превышающих ПДК, создает благоприятные условия для выноса этих элементов в подземные воды.

Общая схема выноса, установленная на основе имеющегося опыта статистической обработки геохимической и гидрогеохимической информации, представляется следующей. Важнейшим процессом, обуславливающим поступление и накопление в подземных водах ряда ионов, является окисление сульфидных минералов под действием кислорода в водно-воздушной среде, а также за счет бактериологического растворения сульфидов [1]. В результате образуется свободная серная кислота и сульфаты тяжелых металлов. Таким образом, в результате окисления сульфидных минералов воды, циркулирующие в районе отвалов, обогащаются ионами меди, цинка, железа, марганца, в несколько меньшей степени – свинца. Кроме того, увеличение окислительно-восстановительного потенциала

подземных вод вызывает наблюдающееся в последние годы увеличение кислотности атмосферных осадков.

Окисление сульфидов во многом определяется физиологией и биохимией аэробных микроорганизмов. Непосредственно взаимодействуя с минеральными и органическими компонентами среды их обитания или влияя на них через продукты метаболизма (серную кислоту, сульфат окисного железа, ферменты и др.), бактерий-аэробы обеспечивают окисление ряда химических элементов ( $FeO$  до  $Fe_2O_3$ ,  $SO$  до  $SO_2$  и т.п.) и последующую их миграцию или осаждение. Следями деятельности этих бактерий является ион  $NO_3^-$ , имеющий, чаще всего, биогенное происхождение.

Процесс окисления сульфидных минералов протекает в природе при наличии более или менее значительной зоны аэрации. Отвалы вскрыши можно рассматривать как мощную искусственно созданную зону аэрации, насыщенную сульфидными минералами, причем площадь контакта этих минералов максимальна за счет дробления и измельчения пород в отвалах, а высокая рыхлость и пористость этих пород обеспечивает беспрепятственный доступ к ним атмосферного воздуха (окислителя) и интенсивно поглощаемой отвалами атмосферной влаги.

Еще одним результатом окисления сульфидов должно быть существенное снижение  $pH$  подземных вод, однако последние в районе обладают нейтральной и даже слабощелочной реакцией. Такие величины  $pH$  определяются растворением алюмосиликатов, сопровождающимся выщелачиванием подвижных катионов и образованием глинистых продуктов выветривания. В результате гидролиза в растворе должна накапливаться гидроксильная группа  $OH^-$  в тем больших количествах, чем больше в нем катионов, соответственно должно резко возрасти значение  $pH$  вод. Снижение щелочности в реальном растворе относительно теоретически рассчитанной ( $pH$  порядка 11-12) обуславливается нейтрализацией ее образующейся в результате окисления сульфидов серной кислотой, а также углекислотой или органическими кислотами. Растворением алюмосиликатов обусловлены относительно большие концентрации  $Mg$ ,  $Si$ ,  $Al$ ,  $Sr$ ,  $Ni$ .

Как показали наши исследования [6], преобладающие, региональные процессы формирования химического состава подземных вод на различных месторождениях, в районах породных отвалов – окисление сульфидов и растворение алюмосиликатов – не менее чем на 50-60 % определяют химический состав вод.

Для выявления и пространственной детализации интенсивности процессов формирования химического состава подземных вод в зоне влияния породных отвалов Прибортовой и Фестивальной исходные данные обрабатывались компонентным анализом. Как известно [3, 4], в его основу положена следующая гипотеза: наблюдаемые или измеряемые параметры являются лишь косвенными характеристиками изучаемого объекта или явления, на самом же деле существуют внутренние (скрытые, не измеряемые непосредственно) параметры или свойства, число которых мало и ко-

торые определяют значения наблюдаемых параметров. Эти параметры, называемые главными компонентами (ГК), как предполагается, сохраняют всю существенную информацию, содержащуюся во множестве наблюдаемых переменных. И хотя компоненты заранее не известны, компонентный анализ ставит задачу представить наблюдаемые параметры в виде линейных комбинаций ГК и определить их, то есть для каждого объекта указать значение каждой компоненты. Методические вопросы применения компонентного анализа в гидрогеологии и опыт интерпретации его результатов можно найти, например, в работах [5, 8, 9]. Опытные данные обрабатывались по программе, написанной Л.М. Павличенко и Т.Ф. Савиной.

Накопившийся опыт применения компонентного анализа для обработки гидрогеохимических данных позволяет отметить, что макрокомпонентный состав подземных вод дает информацию о динамике потока. Поэтому на начальном этапе статистической обработки информации решалась задача изучения изменений подземного водного и гидрогеохимического стока под влиянием разработки угольного разреза "Восточный" и сопутствующих ему предприятий (в первую очередь – отвалов вскрышных пород Прибортовой и Фестивальный). Соответственно в задаче 1 анализировались результаты макрокомпонентного гидрогеохимического опробования в 1995 г. территории 21 скважиной, каждая проба из которых характеризовалась 13-ю признаками:  $M$  (минерализация),  $pH$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+ + K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $O_2$  (бихроматная окисляемость, мг/л). В результате обработки исходного набора данных выделились следующие главные компоненты, объясняющие 95,5 % суммарной дисперсии системы:

I (54,4%):  $+ [Cl^-, M, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ + K^+, O_2, SO_4^{2-}]$ ,  
 $- [HCO_3^-, NO_3^-, CO_3^{2-}]$ ;

II (22,5%):  $+ [NH_4^+]$ ,  $- [pH, NO_3^-, NO_2^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}]$ ;

III (9,3%):  $+ [HCO_3^-]$ ,  $- [NH_4^+, NO_2^-]$ ;

IV (6,5%):  $+ [NO_2^-]$ ,  $- [CO_3^{2-}]$ ;

V (2,8%):  $+ [NO_3^-]$ ,  $- [CO_3^{2-}]$ .

При их составлении отбирались признаки, нагрузки на которые по модулю были больше значения 0,3, что превышает 95%-ный уровень статистической значимости коэффициентов корреляции с длиной ряда 20 членов. Для упрощения интерпретации в компонентах, имеющих на признаки нагрузки, близкие по модулю к 1, учитывалось количество признаков, достаточное для описания компоненты с точностью не менее 80%.

Поскольку ГК являются автоматически выделенными ассоциациями химических элементов, их можно рассматривать как закодированную за-

пись одного или набора гидрогеохимических процессов, отвечающих этим ассоциациям. Поэтому для интерпретации ГК использовались общетеоретические закономерности миграции химических элементов в подземных водах и схемы пространственного распределения нормированных значений концентраций химических элементов. Следует отметить, что простое совмещение схем распределения нормированных значений исходных признаков не позволяют сделать такие конкретные выводы о динамике подземных вод и детализировать процессы метаморфизации.

Первая и вторая ГК резко преобладают как по вкладу в общую дисперсию системы, так и по количеству больших компонентных нагрузок, поэтому можно считать, что в них находят отражение наиболее интенсивные процессы метаморфизации подземных вод, характерные для всей территории. На их фоне и во взаимодействии с ними протекают локальные (как по интенсивности, так и территориально) процессы, зафиксированные остальными компонентами.

Первая ГК с большими положительными нагрузками объединила все катионы, из анионов с положительными нагрузками в нее попали хлор и сульфат-ион, здесь же присутствует и минерализация. Анион  $Cl^-$  – типичный признак процесса испарительной концентрации – стоит в компоненте на первом месте. С отрицательной нагрузкой в компоненте выделились  $HCO_3^-$  и  $CO_3^{2-}$  – признаки атмосферного питания подземных вод, и  $NO_3^-$  – конечный продукт окисления органики.

Такое сочетание знаков нагрузок означает, что повышение концентраций  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+ + K^+$ ,  $SO_4^{2-}$  и увеличение минерализации сопровождается одновременным уменьшением  $HCO_3^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$  и является типичным проявлением процесса метаморфизации в результате движения подземных вод от областей питания к областям разгрузки. При картировании значений этой компоненты по точкам опробования области распространения больших положительных нагрузок будут характеризовать области разгрузки, а большие (по модулю) отрицательные – области питания.

Максимальное положительное значение этой компоненты приходится на скв.119 (см. рис.), минимальное положительное – на скв.122. Следовательно, подтверждается независимым методом предположение, высказанное выше о сложном характере движения подземных вод: район скв.119-112-122 является на рассматриваемый момент времени (1995 г.) областью их стока, в то время как в ненарушенных условиях он приходился на оз. Экибастуз. Большие положительные значения первой ГК, таким образом, выделяют область дренажа подземных вод карьером Восточный. С отвала Фестивальный продолжается сток в западном направлении, в сторону скв.

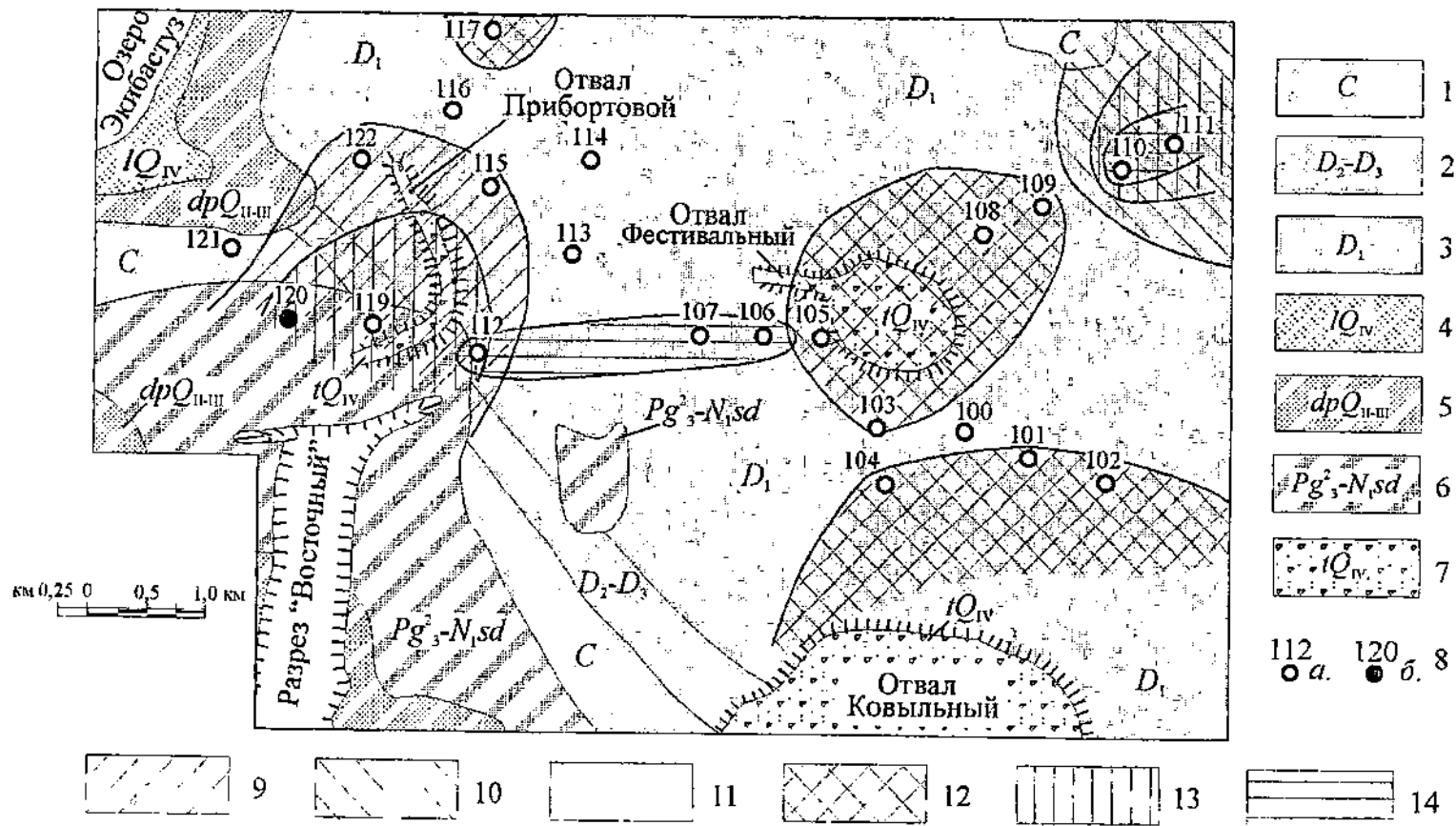


Рис. Схема формирования подземных вод

Условные обозначения к схеме формирования подземных вод: 1-6 – водоносные горизонты и комплексы: 1 – водоносный комплекс трещиноватых осадочных пород карбона. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, пласты каменных углей, 2 – водоносный комплекс трещиноватых осадочных пород среднего и позднего девона. Известковые песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты, реже известняки, 3 – водоносный комплекс трещиноватых осадочно-эффузивных раннего девона. Андезиты, базальты, дациты, конгломераты, песчаники, порфириды, 4 – водоносный горизонт спорадического распространения в современных озерных отложениях. Глины, илы, пески, 5 – водоносный горизонт спорадического распространения в средне-позднечетвертичных делювиально-пролювиальных отложениях. Суглинки, глины с прослоями и линзами песков, 6 – водоносный горизонт спорадического распространения в отложениях позднего олигоцена – раннего миоцена (шидертинская свита). Глина с прослоями песка, гравия, песчаники; 7 – водопроницаемые, но практически безводные отложения – техногенные и техногенно-переработанные породы отвалов; 8 – скважины наблюдательной сети: а – вскрывшие подземные воды, б – безводные; 9-10 – зоны разгрузки подземных вод: 9 – дренированные (зона влияния разреза "Восточный"), 10 – локальная зона разгрузки подземного потока с отвала Фестивальный; 11 – зона транзита и регионального атмосферного питания подземных вод; 12 – зоны с наиболее благоприятными условиями атмосферного питания; 13-14 – зоны накопления мигрирующих тяжелых металлов: 13 – Sr, Ti, Mn, Si; 14 – V, Mo

119 и 112, отмечается и дополнительный сток в восточном направлении, где областью стока является район расположения скв. 111 и 110.

Подтверждается и область питания – она занимает основную часть исследуемой территории и характеризуется в задаче примерно одинаковыми условиями – нет больших по модулю отрицательных значений, то есть образовавшаяся корка на породных отвалах быстро уравнивает их с естественными участками по условиям поглощения атмосферного питания. Условия испарительной концентрации определяют процессы метаморфизации подземных вод более чем наполовину – они формируют 54,4 % суммарной дисперсии системы исходных признаков.

Во вторую ГК, объясняющую 22,5 % суммарной изменчивости исходных признаков, с большой положительной нагрузкой выделился ион  $NH_4^+$ , а с отрицательными –  $pH$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ , то есть эта компонента характеризует процесс их противоположного изменения: роста  $NH_4^+$ , сопровождающегося одновременным уменьшением  $pH$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ , либо наоборот. Поскольку окисление  $NH_4^+$



проходит последовательно через стадии  $NO_2^-$  и  $NO_3^-$ , то естественной является интерпретация второй ГК как характеристики продолжающегося процесса окисления. На это указывает наличие не только его заключительной стадии –  $NO_3^-$ , но и промежуточной –  $NO_2^-$ . Привязка этого процесса к деятельности аэробных бактерий, окисляющих сульфидные минералы, подчеркивается наличием в этой компоненте аниона  $SO_4^{2-}$ , растущего вместе с ростом продуктов переработки органики.

Следовательно, область распространения отрицательных значений этой компоненты выделяет участки интенсивной окислительной деятельности атмосферного воздуха (наличие  $CO_3^{2-}$ ) и аэробных бактерий ( $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) в условиях щелочных вмещающих пород ( $pH$ ). Весь отвал Фестивальный попал в область отрицательных значений второй ГК, а Прибортовой – только своей южной частью.

Третья ГК, объясняющая 9,3 % суммарной дисперсии системы исходных данных, с положительной нагрузкой выделила  $HCO_3^-$ , а с отрицательной –  $NH_4^+$  и  $NO_2^-$ . Такое соотношение знаков нагрузок свидетельствует об их противоположно направленном изменении: при росте  $HCO_3^-$  уменьшается  $NH_4^+$  и  $NO_2^-$  либо наоборот. Иными словами, эта компонента может интерпретироваться как характеристика интенсивности атмосферного окисления органики, причем здесь уже окисляется не только  $NH_4^+$ , но и  $NO_2^-$ . Область положительных значений этой компоненты покажет участки с интенсивным атмосферным окислением органики и вполне естественным окажется совпадение распространения положительных значений этой компоненты с областями питания с поправкой на наличие органики. Оба породных отвала характеризуются именно такими условиями и попадают в область положительных значений третьей ГК.

Четвертая компонента, описывающая 6,5 % суммарной дисперсии, характеризует следующую стадию атмосферного ( $CO_3^{2-}$ ) окисления органики –  $NO_2^-$ , а пятая ГК – завершение процесса окисления до  $NO_3^-$ . Оба отвала характеризуются незавершенностью стадии окисления органики, то есть косвенно подтверждается еще раз активная окислительная деятельность на их территории. Причем если по наличию процессов окисления (IV ГК) оба отвала попали в область положительных значений четвертой ГК, то по степени развития они различаются: весь Фестивальный попал в область положительных значений и пятой компоненты, а возле Прибортового есть участки отрицательных значений (скв.115 и 112), причем

на скв. 115 приходится и самое большое (по модулю) отрицательное значение, то есть отмечается дефицит процессов доокисления органики.

Таким образом, результаты решения задачи 1 позволили выявить основные процессы формирования химического состава подземных вод, тесно увязанные с их динамикой. Детализированы гидродинамические условия территории, прилегающей к разрезу "Восточный": отвалы пространственно совпадают с выявленными локальными очагами наиболее интенсивного питания подземных вод; установлена локальная зона разгрузки подземных вод, пространственно не совпадающая с разрезом "Восточный" (базисом стока территории). Повсеместное присутствие органики в подземных водах является отражением интенсивных окислительных процессов и вероятного загрязнения подземных вод тяжелыми металлами и другими вредными химическими элементами за счет окисления породообразующих минералов зоны аэрации и пород вскрыши в отвалах. Исследование специфики процессов миграции и накопления в подземных водах микрокомпонентов явилось целью решения задачи 2.

Матрица исходных данных в этой задаче включает полный набор признаков из задачи 1, к которому дополнительно подключаются результаты опробования подземных вод на  $Si$ ,  $Al$ ,  $Fe$ ,  $Ti$ ,  $Mn$ ,  $Cu$ ,  $Sr$ ,  $Mo$ ,  $V$ . В результате обработки исходного набора данных выделились следующие главные компоненты, объясняющие 95,47 % суммарной дисперсии системы (в скобках указаны признаки, нагрузки на которые в этой компоненте составляют  $0,25 \pm 0,05$ ):

I (46,0 %):  $+ [Cl^-, M, Sr, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ + K^+, Ti, O_2, Cu, SO_4^{2-}, Mn], - [HCO_3^-]$ ;

II (16,2 %):  $+ [pH, NO_3^-, NO_2^-, V, Mo, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}], - [NH_4^+]$ ;

III (8,0 %):  $+ [NH_4^+, Si], - [Al, Fe, CO_3^{2-}, HCO_3^-, pH]$ ;

IV (7,2 %):  $+ [Mn, Mo, V(Fe)], - [Si, CO_3^{2-}, (pH, Cu)]$ ;

V (6,0 %):  $+ [HCO_3^-, Si, Mo], - [NH_4^+, CO_3^{2-}, V]$ ;

VI (4,2 %):  $+ [Fe, NO_2^-, (Si)], - [(CO_3^{2-})]$ ;

VII (3,3 %):  $+ [Al, Si(Mo)], - [NO_2^-]$ ;

VIII (2,6 %):  $+ [Al, NO_2^-], + [Mo]$

IX (1,9 %):  $+ [V], - [CO_3^{2-}]$ .

Введение микрокомпонентов подтвердило наличие процессов окисления сульфидных минералов, складированных в породах вскрыши, в зоне аэрации под действием кислорода в водно-воздушной среде и за счет бактериологического растворения сульфидов, в результате чего образуется

свободная серная кислота и сульфаты тяжелых металлов [2, 7]. Формализованная запись таких химических реакций нашла отражение уже в первой ГК. В нашем случае в результате окисления сульфидных минералов воды, циркулирующие в районе отвалов Фестивальный и Прибортовой, обогащаются ионами стронция, титана, меди, в меньшей степени – марганца (перечисление по мере убывания компонентных нагрузок). Самые большие (превышающие 0,9) нагрузки из тяжелых металлов в первой компоненте приходятся на *Sr* и *Ti*; нагрузка на *Cu* составляет 0,849, а на *Mn* – 0,519, что является прямым следствием валовых содержаний этих металлов во вскрышных породах. Отрицательная нагрузка на  $\text{HCO}_3^-$  свидетельствует о преобладающем микробном окислении минералов, отраженным в первой ГК. Порядок расположения макрокомпонентов в первой ГК имеет тот же вид, что и в задаче 1, таким образом, динамическая интерпретация компоненты сохраняется и дополняется более четким описанием процессов окисления, неявно (через наличие  $\text{SO}_4^{2-}$  и результатов переработки органики) присутствующих в первой ГК задачи 1.

Вторая ГК также описывает процессы окисления сульфидов из минералов, но здесь несколько иная специфика извлечения *V* и *Mo*, которая проявляется в сопровождении реакций наличием  $\text{CO}_3^{2-}$  и продуктов переработки органики –  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NO}_2^-$ , то есть указанием на более метаморфизованные подземные воды. Следовательно, эта компонента подчеркивает большую длительность процессов обогащения подземных вод *V* и *Mo* по сравнению со *Sr*, *Ti*, *Cu* и *Mn*.

Поскольку процесс окисления сульфидов протекает при наличии более или менее значительной зоны аэрации, положительные значения второй компоненты приурочены к участкам, где мощность этой зоны максимальна, а, следовательно, окисление сульфидов наиболее интенсивно. Это находит отражение и на схеме распространения значений этой компоненты по территории – положительные значения второй ГК приходятся на участки расположения отвала Фестивальный (причем накопление ванадия и молибдена тоже происходит по потоку подземных вод) и южную часть Прибортового. Однако влияние стока разреза "Восточный" и, возможно оз. Экибастуз, нарушают протекание процессов в северной части отвала.

Компоненты с третьей по шестую описывают процессы, связанные так или иначе, с реакциями разложения алюмосиликатов (во всех компонентах присутствуют кремний, железо и алюминий); их специфика подробно рассмотрена С.Л. Шварцевым [10]. Они проявляются в повышении водородного показателя среды до нейтральной и слабощелочной реакции при наличии мощных окислительных процессов. Так, третья ГК является целиком "алюмосиликатной" – она отражает органическое выщелачивание *Al* и *Fe*, сопровождающееся повышением *pH* при наличии связи под-

земных вод с атмосферой (признаки атмосферного питания подземных вод  $CO_3^{2-}$  и  $HCO_3^-$ ). Поскольку знаки компонентных нагрузок на  $Al$  и  $Fe$  отрицательные, области активного проявления процессов их выщелачивания совпадут с областями распространения отрицательных значений третьей ГК. Интересно, что весь отвал Прибортовой попал в зону отрицательных значений этой компоненты, в то время как Фестивальный лишь своей северо-восточной частью. Таким образом, эта компонента показала гидрогеохимическую специфику отвала Прибортовой – здесь процессы растворения алюмосиликатов развиты наиболее интенсивно. Большая интенсивность этих процессов отмечается в зоне восточного потока с отвала Фестивальный – в скв. 109 фиксируется максимальное по модулю значение этой компоненты (-2,041).

Четвертая ГК характеризует совместное уравновешенное действие процессов окисления сульфидов и растворения алюмосиликатов – с положительными знаками нагрузок в компоненте выделились преимущественно "окислительные" элементы –  $Mn$ ,  $Mo$ ,  $V$  с небольшой добавкой  $Fe$  – "алюмосиликатного" элемента. Отрицательные нагрузки показали в основном растворение алюмосиликатов – небольшой добавкой к  $Si$  является  $Cu$ . Схема распределения этой компоненты отразит участки уравновешенного влияния процессов растворения алюмосиликатов (отрицательные значения) и окисления сульфидных минералов (области положительных значений).

Пятая, седьмая и восьмая ГК являются дополнением четвертой, шестая ГК – дополнением второй, девятая – первой. Они имеют небольшие вклады в суммарную дисперсию системы исходных данных, поэтому не имеет смысла на них останавливаться.

Обобщающим результатом этих двух задач является схема формирования подземных вод, детализирующая гидродинамические и гидрогеохимические условия участка, прилегающего к разрезу "Восточный". При выделении областей за основу взято распределение по площади значений первой ГК из задачи 1, которая решалась с целью выявления динамики подземных вод на основе обработки макрокомпонентного опробования территории. Интерпретация и уточнение границ выделенных зон осуществлялось по другим компонентам первой задачи с учетом результатов задачи 2. В схеме можно выделить следующие зоны (см. рис.):

- две зоны разгрузки, различающиеся по условиям и интенсивности процесса: зона 1а является зоной влияния дренирования, то есть фактически зоной влияния разреза "Восточный", а зона 1б – локальная зона разгрузки подземного потока с отвала Фестивальный. По соотношению численных значений компоненты соотношение интенсивности разгрузки дренированием (в зоне 1а) и испарением (в зоне 1б) оценивается как 8:1. Зоны разгрузки выделялись по изолинии +0,5 значений I ГК;

- зона транзита и регионального атмосферного питания (зона 2), традиционно для грунтовых вод совпадающие по площади;
- зоны с наиболее благоприятными условиями атмосферного питания, совпадающие территориально с зоной 3, и выделяемые по значению изолинии  $-0,5$  значений I ГК. В пределах этих зон оказываются отвал Фестивальный, локальная зона в районе скв. 117 и зона, ограниченная скв. 104, 101 и 102. Последняя, возможно, является зоной влияния отвала Ковыльный;
- зоны накопления тяжелых металлов, выделяемые по компонентам задачи 3. Здесь отрисовываются зоны накопления мигрирующих *Sr*, *Ti*, *Mn*, *Cu* (4a) и *V*, *Mo* (4б). Две зоны с символом 4a (рис.) совпадают с выделенными зонами разгрузки, а зона 4б – с потоком подземных вод, направленным с отвала Фестивальный в сторону карьера "Восточный".

Таким образом, интерпретация результатов компонентного анализа позволила построить детализированную гидродинамическую схему потока подземных вод на основе обработки данных только по гидрогеохимическому опробованию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Германов А.И., Пантелеев В.М., Швец В.М. Генетические связи органического вещества и микрокомпонентов подземных вод. – М.: Недра, 1975. – 136 с.
2. Гидрогеохимические методы поисков рудных месторождений в Центральном Казахстане (Методическое пособие) / Ларионова Г.Ф. и др. – Л.: Недра, 1971. – 152 с.
3. Йёреског К.Г., Клован Д.И., Реймент Р.А. Геологический факторный анализ. – Л.: Недра, 1980. – 223 с.
4. Джефферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. – М.: Мир, 1981. – 213 с.
5. Павличенко Л.М. Исследование региональных гидрогеохимических процессов на основе компонентного анализа. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Ташкент, 1984. – 23 с.
6. Павличенко Л.М., Бураков М.М., Махмутов Т.Т. Факторы формирования химического состава подземных вод на месторождении Коксу в Южном Казахстане // Вестник КазГУ. Серия экологическая. – 1997. – № 3. – С. 41-47.
7. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. – Л.: Недра, 1975. – 208 с.
8. Хаустов А.П. Многомерный анализ гидрогеологических систем горно-складчатых областей. – Новосибирск: Наука, 1986. – 112 с.

9. Чесалов С.М. Изучение распределения макрокомпонентов в подземных водах кембрийско-протерозойского водоносного комплекса с использованием некоторых математических методов // Гидрогеологические исследования при решении проблемы сброса промстоков в терригенные породы кембрия. – М.: Изд. МГУ, 1978. – С. 35-50.
10. Шварцев С.Л. Проблема равновесия подземных вод с алюмосиликатными горными породами // Гидрогеология и инженерная геология. – Новочеркасск: Изд. НПИ, 1977. – С. 13-20.

Казахский государственный национальный  
университет им. аль-Фараби  
Институт гидрогеологии и гидрофизики  
им. У.М. Ахмедсафина МО и Н РК

УДК 504.4.062.2(574)

**О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ МЕТОДОЛОГИИ  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕЧНОГО СТОКА**

Канд. геогр. наук      М. Ж. Бурлибаев

*В настоящее время, под прессом антропогенных факторов, преобразованы речной сток практически всех крупных водотоков Казахстана. Для целей получения объективных количественных оценок изменения естественного гидрологического режима рек необходимо разработать репрезентативные методы восстановления стока. В данной работе, в качестве одного из объективных методов восстановления стоковых характеристик предлагается использовать метод гидролого - климатических расчетов.*

Влиянию антропогенной деятельности человека на гидрологический режим, водные ресурсы и качество вод посвящено множество работ как в нашей республике, так и за рубежом. В отношении Казахстана и Средней Азии аналогичные исследования рассматриваются в следующих наиболее известных трудах: Т.Н. Аткарская и И.Я. Шимельмиц (1973), С.В. Басс и Н.В. Жукова (1969), А.Н. Жиркевич (1972), Р.Д. Курдин и В.Б. Чистяков (1976), Ф.Е. Рубинова (1985), А.А. Турсунов (1985) и др.

Как правило, во всех исследовательских работах, посвящённых выявлению антропогенного воздействия на естественный гидрологический режим, в основу положены различные методы, которые можно сгруппировать в следующие три группы:

- статистические, представленные в виде уравнений регрессии (парная и множественная корреляции);
- воднобалансовые, основанные на данных Государственного водного кадастра (ГВК), Государственного учёта использования вод (ГУИВ), русловых балансов и баланса водохранилищ;
- методы физического и математического моделирования.

Перечисленные методы наряду с положительными сторонами имеют и недостатки. Как представляется, главным их недостатком является то, что выводы зависят как от надёжности исходной информации, так и от полноты и обоснованности принятых уравнений. А также в равной степени от изученности самого процесса моделируемых явлений и точности определения необходимых параметров. По мнению И.А. Шикломанова

(1979), для одних и тех же водосборов многочисленные параметры уравнений оказываются неустойчивыми или физически малообоснованными, в связи с чем не всегда удаётся надёжно рассчитать влияние на сток в замыкающем створе. Самым надёжным из всех перечисленных способов является метод гидрологических экспериментов, но дороговизна этого метода делает его недоступным. Как видно из объединения этих методов в отдельные группы, они отличаются между собой не только генетически, но и подчинённостью для решения разнохарактерных задач в зависимости от поставленных целей. В нашем же случае мы решаем теорию устойчивости речной экосистемы путём определения воздействия весеннего половодья, что в свою очередь невозможно без восстановления естественного хода гидрологического режима. Из всего комплекса антропогенных факторов, изменивших в корне естественный гидрологический режим рек в условиях Казахстана, основными являются зарегулированность речного стока (как во времени, так и в пространстве) водохранилищами сезонного и многолетнего регулирования, безвозвратное водопотребление на орошение. Как показывает факторный анализ, применение выше перечисленных методов, при существующей гидрологической сети Казахстана, весьма ограничено. Поэтому, нами в качестве основного метода был использован метод расчёта естественного стока по климатическим факторам. При этом исходным служил тот факт, что современное изменённое состояние климата пока ещё не влияет существенно на условие формирования речного стока, в связи с чем климатические факторы рассматриваются нами как наименее подверженные антропогенному воздействию (по данным зарубежных и отечественных учёных на изменение климата на  $0,5 \div 1,0$  °C необходим интервал времени в сто лет).

Для определения среднегодовых и среднемесячных величин естественного стока целесообразно использовать метод гидролого-климатических расчётов (ГКР), предложенный профессором В.С. Мезенцевым [7]. Этот метод учитывает величину атмосферных осадков, речного стока, коэффициента стока, а также максимального возможного испарения. Основной характеристикой при этом является определение величины максимального возможного испарения, которая рассматривается как эквивалент теплоэнергетических ресурсов климата. Теплоэнергетические ресурсы процесса испарения для любого расчётного промежутка времени определяется как

$$L Z_{mi} = R_i^+ + P_i^+ + \Delta B_i - \Delta Z_{mi}, \quad (1)$$

где  $Z_{mi}$  - максимальное возможное испарение, мм;  $L$  - скрытая теплота испарения, ккал/см<sup>3</sup>;  $R_i^+$  - положительная составляющая радиационного баланса, ккал/см<sup>2</sup>;  $P_i^+$  - положительная составляющая турбулентного теп-



лообмена, ккал/см<sup>2</sup>;  $\Delta B_i$  - изменение теплозапасов деятельного слоя почвы, ккал/см<sup>2</sup>;  $\Delta Z_{mi}$  - расход тепла на таяние снега, льда, прогревание почвы, ккал/см<sup>2</sup>.

Однако, из-за ограниченности материалов по радиационному режиму, турбулентному и почвенному теплообмену использовать уравнение (1) в условиях Казахстана в практических расчётах не всегда удаётся. И не только этот фактор является основным сдерживающим звеном при применении ГКР. В частности, исследования З.И. Пивоваровой [8] показали, что для успешного применения метода ГКР в практических расчётах, оптимальное расстояние между актинометрическими станциями не должно превышать 100 км. А это, к сожалению, при существующей сети актинометрических станций Казахстана не выполняется. Поэтому нами разработана методика и программное обеспечение расчётов максимального возможного испарения по имеющимся массовым метеоданным. На основе анализа имеющихся режимных наблюдений по территории Казахстана, нами установлены количественные связи месячных величин положительной составляющей радиационного баланса с дефицитом влажности воздуха (ДВВ), в зависимости от различных физико-географических условий для каждого речного бассейна в отдельности.

При этом полученные связи носят петлеобразный (гистерезис) характер и аппроксимируются для восходящей и нисходящей ветвей в отдельности, то есть:

- восходящая ветвь (период роста дефицита влажности воздуха)

$$R_{mi} = \alpha + \beta \lg d_{mi}, \quad (2)$$

- нисходящая ветвь (период спада дефицита влажности воздуха)

$$R_{mi} = c + e d_{mi}, \quad (3)$$

где  $d_{mi}$  - среднемесячные величины дефицита влажности воздуха, мб;  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $c$ ,  $e$  - эмпирические градиенты, зависящие от физико-географических условий каждого речного бассейна.

Зависимости (2) и (3) характеризуются корреляционными отношениями:  $r = 0,96 \dots 0,91$  и  $r = 0,98 \div 0,88$ . При этом они учитывают поправки к эффективному излучению. Полученные характеристики этих зависимостей показывают, что наибольшая теснота связи обеспечивается для бассейнов рр. Ишим и Тобол, где корреляционные отношения при подъёме и спаде дефицита влажности воздуха соответственно равняются 0,96 и 0,97. Относительно слабой теснотой связи характеризуется бассейн р. Чу, где при подъёме и спаде дефицита влажности воздуха корреляционные отношения достигают, соответственно 0,91 и 0,95 /1/. При выполнении расчё-

расчётов в единицах измерения системы СИ, в зависимостях (2) и (3), вводится переводной коэффициент, равный 41,9.

На основе анализа полученных зависимостей дефицита влажности воздуха от положительной составляющей радиационного баланса, по 42 пунктам, расположенным в различных физико-географических условиях республики, эти результаты обобщены по конкретным речным бассейнам рек (с помощью определения центра тяжести), для восстановления естественного хода гидрологического режима.

При определении остальных членов уравнения (1) необходимо придерживаться рекомендаций приведённых в /7/. Например, годовая сумма адвективного потока тепла рассчитывается как

$$P_2^+ = 6,8 - 0,082R_r, \quad (4)$$

где  $R_r$  - скомпенсированный радиационный баланс, ккал/см<sup>2</sup>.

Внутригодовое распределение положительной составляющей турбулентного теплообмена ( $P^+$ ) определяется согласно рекомендациям Г.В. Белоненко и В.Е. Валуева /4/ и для условий Казахстана выглядит следующим образом:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Го
13.0	11.0	9.0	7.0	6.0	5.5	5.5	6.0	6.0	8.0	10.0	13.0	10

Так как показатель изменения теплозапасов деятельного слоя почвы ( $\Delta B$ ) для любых почвенных условий по своей величине намного меньше остальных составляющих уравнения (1), то при его оценке необходимо пользоваться довольно простыми оценочными методами. Например, с достаточной точностью в практических расчётах  $\Delta B$  можно определить, согласно рекомендациям М.И. Будыко /5/, по годовой амплитуде температуры воздуха. Рассчитанные нами величины  $\Delta B$ , для условий Казахстана, представлены в работе /1/.

Для достоверности полученных результатов, нами сравнивались восстановленные стоковые характеристики с измеренными расходами воды за периоды естественного гидрологического режима рек. И эти результаты показывают, что расхождения между величинами восстановленного (расчитанного) и измеренного в среднем составляют от 5 до 15 %, хотя на примере отдельных рек и в отдельные выдающиеся месяцы эти расхождения могут составлять (единичные случаи) и до 25 %. Наименьшие расхождения между восстановленными и измеренными расходами воды наблюдаются на примере рек Или, Иртыш, Ишим, Урал и Нура, где осреднённые значения расхождений колеблются в пределах от 3 до 19 %. Максимальные расхождения зафиксированы по таким рекам как Сырдарья, Чу, Талас и Асса - от 11 до 24 % от измеренных стоковых характери-

стик, в результате чего нами ставятся под сомнение периоды с естественным гидрологическим режимом для этих рек, где водосборы являлись зоной традиционного орошения, и начало влияния хозяйственной деятельности на режимы уходят в прошлые века.

Необходимо отметить, что для всех крупных рек Казахстана, получены количественные величины восстановленных стоковых характеристик, для периодов интенсивного изменения гидрологического режима и при заинтересованности использования этих характеристик в практических целях они могут быть нами представлены. Также проанализированы за различные периоды  $C_v$  и  $C_s$ . При сравнении характеристик восстановленного и измеренного расходов воды за условно естественный период некоторую трудность представляет определение начала интенсивной хозяйственной деятельности в отдельных бассейнах рек. Поэтому при определении начала хозяйственного освоения бассейнов и анализа однородности гидрологических рядов целесообразно начинать расчёты с построения суммарных интегральных кривых связи  $\sum Q = f(T)$ , поскольку основное свойство их заключается в том, что при неизменном режиме колебаний гидрологических характеристик суммарная интегральная кривая является осреднённой прямой линией, а при нарушении естественного хода гидрологического режима она отклоняется от прямой под углом, что фактически определяет начало хозяйственного освоения.

Как отмечалось нами ранее, вследствие регулирования стока водохранилищами и безвозвратных заборов воды происходит выравнивание внутригодового распределения стока за счёт увеличения зимних расходов (при наличии ГЭС на водохранилищах) и уменьшения стока в период весеннего половодья и паводка за счёт срезки их пика для целей аккумуляирования. Исследования показывают, что наибольшие изменения терпели сток рек Сырдарья, Чу, Талас и Асса.

В настоящее время из всего комплекса антропогенных факторов, влияющих на естественный гидрологический режим рек в условиях Казахстана, основным является безвозвратное потребление воды на орошение. Причём эти безвозвратные потери характерны не только для условий Казахстана, (на примерах Сырдарья, Чу, Талас, Асса и Или, которые являются по сути трансграничными реками), но и для сопредельных государств.

По уровню водохозяйственного освоения бассейн р.Сырдарья можно разделить на два этапа: период незначительного водохозяйственного строительства (с 1948 по 1960 гг.): период крупномасштабного освоения бассейна, начиная с 1960 г. Характеристики уменьшения стоковых вод р.Сырдарья на 30 и 40 % до 1975 г. в створах "Тюмень - Арык" и "Казалинск", полученные нами, подтверждаются и результатами исследования Ф.Э. Рубиновой (1979). За период с 1975 г. по настоящее время в

указанных створах естественный сток уменьшается соответственно на 83 и 92 %. Как показывают наши исследования, в результате забора воды на орошение и на промышленные нужды г. Тараз сток р. Асса уменьшился на 93 %. Практически вода перестала поступать в оз. Библиколь, независимо от водности года, что в свою очередь сильно влияет на экосистему. На р. Или, в створах расположенных в 37 км ниже посёлка Или и Ушжарма, величина стока при обеспеченности  $P = 50\%$  уменьшилась соответственно на 21,8 % и 32 %, а в отдельные маловодные годы эти изменения составляют от 25 до 40 %.

Необходимо отметить, что среднеголетние значения снижения стока рек Или, Иртыш, Урал являясь сглаженной величиной, никоим образом не отражают сути тех изменений, которые происходят во внутригодовом распределении стока. Например, для максимальной выработки электроэнергии на ГЭС в зимние месяцы осуществляются попуски из водохранилищ, равные по своей величине максимальным расходам весеннего половодья, что в несколько раз выше зимних расходов при естественном ходе гидрологического режима.

Изменения естественного внутригодового и среднеголетнего распределения стока практически повсеместно привело к изменению  $C_v$  и  $C_s$ . Оно характерно как для среднегодовых значений стока, так и для значений за отдельные периоды, которые разделены нами на четыре расчётных периода: холодный, тёплый, месяц с максимальным стоком, среднегодовое значение стока. Из анализа результатов видно, что наибольшему изменению подвержена  $C_v$  месяца с максимальным стоком, выявленная на примере всех крупных рек республики. Например,  $C_v$  р. Ишим под влиянием хозяйственной деятельности в месяц с максимальным стоком составило 0,29 против 1,13 наблюдаемых при естественном гидрологическом режиме. Одновременно уменьшилась и  $C_s$  с 1,69 до 0,30. Аналогичные изменения характерны и для р. Урал, где  $C_v$  претерпел изменения от 0,74 до 0,26 при уменьшении  $C_s$  с 0,99 до 0,70. Для р. Тобол изменение  $C_v$  составляет от 1,00 до 0,31 при увеличении  $C_s$  с 1,38 до 2,40, что означает стабилизацию стохастичности стоковых характеристик, наблюдавшихся при естественном гидрологическом режиме.

Подводя черту вышесказанному, считаем, что метод гидролого-климатических расчётов для применения в практических целях (то есть для восстановления стоковых характеристик в условиях Казахстана), вполне отвечает предъявленным требованиям и показывает высокую степень надёжности и поэтому может быть рекомендована для использования. При этом необходимо подчеркнуть, что применению ГКР должно предшествовать обязательное наличие режимных наблюдений как за гидрологическим режимом, так и за отдельными элементами водного баланса. Отсутствие же этих данных сводит на нет применение этого метода и ста-

вить перед исследователями вопрос о восстановлении стоковых характеристик при отсутствии наблюдений.

При полном отсутствии данных наблюдений за гидрологическим режимом или за отдельными элементами водного баланса, эту задачу решают приближенно, используя соответствующие карты: норм стока, коэффициентов вариации и др., или же применением методов аналога. Необходимо подчеркнуть, что этот путь достаточно трудоёмкий, кроме того, в условиях недостаточности густоты пунктов наблюдений, в значительной степени субъективен. Более перспективным методом получения (восстановления) гидрологического ряда как для неизученных створов, так и для неизученной реки в целом является метод оптимальной пространственной интерполяции (ОПИ) /6/. Оптимальная пространственная интерполяция - это один из методов объективного анализа, получивший широкое распространение при изучении метеорологических полей. Он предназначен для определения значения анализируемого элемента в заданной точке по значениям на соседних станциях с наименьшей (в статистическом смысле) средней квадратичной ошибкой. Методические основы и особенности этого метода к полям гидрологических элементов изложены в работах Г.А. Алексеева /2, 3/. Метод ОПИ строго применим только к статистически однородным и изотропным полям, поэтому перед решением задачи интерполяции необходимо установить, удовлетворяет ли этим условиям поле рассматриваемого элемента. Однородным является поле, отвечающее одинаковым законам распределения вероятностей гидрологической характеристики в каждом пункте наблюдений (одинаковые параметры и типы распределения). В ряде случаев условие однородности выполнить достаточно просто, используя нормировки типа:

$$R_{ij} = M_{ij} / \bar{M}_j \text{ или } R_{ij} = (M_{ij} - \bar{M}_j) / \sigma_j, \quad (5)$$

где  $M$  - гидрологическая характеристика;  $i$  - индекс времени;  $j$  - индекс пункта.

Сложнее выполнить условие изотропности поля. Теоретически изотропным считается такое поле, для которого пространственная корреляционная функция (ПКФ) зависит только от расстояния между пунктами и не зависит от направления между ними. В этих случаях оценить изотропность поля можно по эмпирической пространственной корреляционной функции. Для поля стока, представленного временными рядами, вычисляется матрица парных коэффициентов корреляции  $\| r \|$  и матрица расстояний между центрами тяжести водосборов  $\| \rho \|$ . На основании полученных расчётов строится зависимость парных коэффициентов корреляции от расстояния между центрами тяжести водосборов. Эмпирические точки в поле координат  $r - \rho$  обычно располагаются довольно широкой

полосой. Рассеивание коэффициентов корреляции в поле координат связано со случайными отклонениями, обусловленными ограниченностью принятых в расчёт выборок, или же с невыполнением изотропности анализируемого поля вследствие природных особенностей.

Оценка территориальной однородности ПКФ производится с использованием преобразования Фишера к величинам  $\eta_j$  и  $\gamma(\rho)$ . Полученные величины  $Z$ , в отличие от коэффициентов парной корреляции  $r$ , подчиняются нормальному закону распределения при любых значениях  $r$  [2]. При нормальном законе распределения  $Z$  в доверительные интервалы  $\pm\sigma_z$  и  $\pm 2\sigma_z$  из общего количества точек должно попасть соответственно не менее 68,3 и 96,4 %. Если эти условия выполняются, то ПКФ считается однородной, а соответствующее поле изотропным. В противном случае исходное поле рассматриваемого элемента должно быть уменьшено. Анализы полученных пространственных корреляционных функций стока рек Казахстана, по отдельным месяцам за периоды естественного гидрологического режима, показывают, что они оказались неоднородными и поэтому для выделения изотропных полей выполнено разделение территории по условиям формирования стока. Оказалось целесообразным различать два района: реки, формирующие свои стоки на равнине (условно это реки Центрального и частично Западного Казахстана) и реки с формированием стока в горах. Корреляционные функции, вычисленные для относительно равнинных рек оказались однородными. Средневзвешенные ПКФ в целом удовлетворительно описываются зависимостью  $r = 1 - \alpha\rho$ , где  $\alpha$  - градиент поля для месячного стока, что существенно упрощает интерполяцию величин стока. Менее однородны ПКФ для рек другого района (формирующих свои стоки в горах и где выделяется зона использования стока в равнинах) так как данная территория более разнородна по стокоформирующим условиям, а также больше подвержена антропогенным факторам. В этих зонах ПКФ имеют криволинейный вид и соответственно описываются экспоненциально - степенными функциями  $r = \exp(-\alpha\rho^\beta)$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - эмпирические градиенты.

Алгоритм ОПИ сводится к следующему. Значение гидрологической величины в любой точке поля можно вычислить как

$$X_{oi} = \sum_{j=1}^k p_j x_{ij}, \text{ где } (j = 1, 2, \dots, k) \quad (6)$$

где  $x_{ij}$  - значение элемента в  $i$ -ой строке на  $j$ -ой влияющей станции;  $p_j$  - весовые коэффициенты;  $k$  - число влияющих рек - аналогов.

Чаще уравнение решают для отклонений от среднего, то есть в виде

$$X_{oi} = \bar{x}_o + \sum_{j=1}^k p_j \Delta x_{ij}, \quad (7)$$

где  $x_{oi}$  - норма гидрологической характеристики в точке интерполяции;  $\Delta x_{ij}$  - отклонение от нормы на реках - аналогах в  $i$ -й срок. После определения количества влияющих станций составляется система линейных уравнений для определения интерполяционных весов  $p$ . В общем виде система уравнений выглядит как:

$$\sum_{j=1}^k r_{ij} p_j = r_{oi}, (i = 1, 2, \dots, k), \quad (8)$$

где  $r_{ij}$  - значение парных коэффициентов корреляции между влияющими станциями;  $r_{oi}$  - то же самое между пунктами интерполяции и влияющими станциями;  $r_{ij}$  и  $r_{oi}$  - определяются функциями  $r(\rho)$  по значениям  $\rho_{ij}$  и  $\rho_{oi}$ ;  $p_j$  и  $p_i$  - интерполяционные веса. По изложенному алгоритму проведено восстановление стока ряда рек Казахстана. Процедура интерполяции для отдельных гидропостов осуществлялась с целью оценки погрешности метода восстановления в точке. Количество влияющих на данный узел постов выбирается в зависимости от наличия данных по стоку за конкретный срок наблюдений, а также от расстояния между гидропостами. Следовательно, совокупность влияющих рек - аналогов не остается постоянной, а система (8) также оказывается различной для разных периодов. Реальное число гидропостов, привлекаемых к процедуре интерполяции, меняется от двух до шести. Для получения результатов, с требуемой в практике точностью, достаточно трёх аналогов. После решения (8) интерполяцию по точкам поля можно проводить с помощью уравнения (6). Для интерполяции по (7) необходимо знать норму гидрологической характеристики в заданной точке интерполяции, которую можно определить одним из следующих способов: а) по картам гидрологической аналогии; б) ОПИ по значениям норм.

Выполненная интерполяция имеет среднюю квадратичную ошибку

$$\varepsilon^2 = 1 - \sum_{j=1}^k r_{oj} p_j, \quad (9)$$

Не выполняя интерполяции, по величине  $\varepsilon$  можно оценить возможную точность интерполяции. Её можно использовать для поиска гру-

бых ошибок в данных наблюдений. При анализе результатов интерполяции в значениях характеристик стока можно обнаружить ошибки двух типов: в фактическом материале и в пространственной интерполяции, которые, в свою очередь, зависят от различий в условиях формирования стока и выбора репрезентативных аналогов. В большинстве случаев - близкое расположение гидропостов обеспечивает сходность физико - географических условий и высокие значения парных коэффициентов корреляции. Среднеквадратические ошибки ОПИ месячных величин стока в среднем составляют  $10 \div 20$  %, хотя в отдельные месяцы могут наблюдаться и большие отклонения. Годовые же значения гидрологических характеристик определяются с большей достоверностью. Суммарная относительная ошибка интерполяции и исходных данных в процентах от средних величин модуля стока составляет 5-10 %. Поэтому контроль восстановленных месячных величин необходимо осуществлять путём сопоставления суммы месячных величин за год с годовыми значениями. Если невязка получается меньше допустимой, то её распределяют помесечно пропорционально абсолютным величинам. В противном случае требуется дополнительный анализ как исходной информации, так и репрезентативности аналогов.

Таким образом, метод оптимальной пространственной интерполяции может использоваться для определения ошибок интерполяции и для восстановления стока на реках при отсутствии данных наблюдений не только для годовых интервалов времени, но и в ряде случаев за более короткие периоды наблюдения (сезон, месяц).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрасилов С.А., Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А. О некоторых методах восстановления стока // Вестник КазГУ, сер. геогр. - 1998. - №6. - С. 92-100.
2. Алексеев Г.А. Методы оценки случайных погрешностей гидрометеорологической информации. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. - 95 с.
3. Алексеев Г.А. Объективные методы интерполяции и выравнивания корреляционных связей. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 363 с.
4. Белоненко Г.В., Валуев В.Е. Внутригодовое распределение теплоэнергетических ресурсов и максимально возможного испарения Гидротехника и мелиорация в Западной Сибири. - 1974. - Т.18. - С. 58-64.
5. Будыко М.И. Климат и жизнь. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 470 с.
6. Бурлибаев М.Ж., Волчек А.А. Вопросы восстановления стока рек. - М., 1987. - Деп. ЦБНТИ Минводхоза СССР, 8.12.87. № 529, 14 с.



7. Мезенцев В.С., Белоненко Г.В., Карнацевич И.В. Гидрологические расчёты в мелиоративных целях. - Омск, Изд - во Омского СХИ. -1980. - 84 с.
8. Пивоварова З.И. Изучение режима солнечной радиации СССР. //Современные проблемы климатологии / Под редакцией М.И. Будыко. -Л.: Гидрометеиздат, 1976. - С. 41- 45.

Казахский научно - исследовательский институт  
мониторинга окружающей среды и климата

## ӨЗЕН АҒЫНДЫЛАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ МЕТОДОЛО- ГИЯСЫНЫҢ КЕЙБІР ПРОБЛЕМАЛАРЫ ТУРАЛЫ

Геогр. ф. канд. Бурлібаев

Қазіргі дауірдегі антропогендік факторлардың нәтижесінде Қазақстанның барлық өзендерінің су ағындары толық өзгертілген. Табиғи гидрологиялық режимінің өзгеруінің әділ сандық бағасын алу үшін су ағынын қалпына келтіру методикаларын өңдеу керек екендігі бүгіндікте айқын болып отыр. Бұл жұмыста су ағынын қалпына келтіру әдісі ретінде еңбір әділ деп гидролого - климатологиялық есептеу әдісі ұсынылады.

УДК 628.54 (547.42)

**ПЕРЕРАБОТКА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ  
МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ  
НА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ  
КОМПЛЕКСЕ АО «КАЗЦИНК»**

Док.техн.наук      А.К. Адрышев  
канд.техн.наук    И.С.Тилегенов

*В статье рассмотрены проблемы, связанные с накоплением и условиями хранения токсичных мышьяксодержащих отходов на Усть-Каменогорском металлургическом комплексе АО «Казцинк». Представлены результаты экспериментальных работ по переработке этих отходов с целью получения нетоксичных продуктов. Результаты исследований и лабораторных анализов показали, что полученный стекловидный материал надежно связывает мышьяк и его соединения и в дальнейшем может быть использован в качестве основы для производства строительных облицовочных материалов.*

Среди экологических проблем производства цветных металлов особое место занимают мышьяксодержащие отходы. Из-за отсутствия крупных потребителей мышьяка, количество накопленных мышьяксодержащих отходов продолжает увеличиваться на 5... 8 % в год [1].

На Усть-Каменогорском металлургическом комплексе (УК МК) АО «Казцинк» скопилось более 260 тысяч тонн высокотоксичных мышьяксодержащих арсенат-арсенитных кеков, являющихся конечными продуктами (отходами) технологической цепи. Хранятся они на территории промплощадки, занимая площадь более 2 гектаров, высота отвала 5...7 м. При естественном просушивании кеки превращаются из пастообразной массы в пылевидную, которая разносится ветром, загрязняя почву прилегающих участков. Геологическое строение участка промплощадки комбината совершенно не отвечает требованиям санитарных норм, регламентирующих порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения промышленных отходов [2]. Мышьяксодержащие отходы образуются не только в технологическом процессе УК МК, но и на остальных предприятиях свинцово-цинковой подотрасли [1].

Научно-исследовательской лабораторией охраны и оздоровления окружающей среды ВКТУ проведены экспериментальные работы по остеклованию арсенат-арсенитных кеков с помощью различных химических веществ.

Экспериментальные работы проводились в опытном металлургическом цехе УК МК в электропечи с размером пода 300x300x200 мм. Заданный температурный режим выдерживался при помощи термопары ПП-1. Навески помещались в шамотные тигли и ставились в печь. Наблюдения за расплавом проводились визуально через верхний люк печи. Полученный расплав разливался в металлические формы и выдерживался под тягой до полного остывания.

В процессе плавления арсенат-арсенидных кеков с различными веществами и их сочетаниями при температуре 1000...1200 °С в большинстве случаев были получены стекловидные расплавы.

В результате сплавления арсенат-арсенидных кеков с кремнефтористым натрием в определенном соотношении, в указанном температурном интервале были получены стекловидные расплавы, содержащие от 80 до 85,7 % мышьяка от содержания его в исходном кеке. Размягчение шихты начинается при температуре 950, а плавление - при 1100 °С, иногда расплав сильно кипит, пенится, образуя на поверхности тонкие корочки. При установке тигля с шихтой данного состава в предварительно нагретую до 400-860 °С печь плавление идет более интенсивно, в результате чего также получается однородный стекловидный расплав. Содержание мышьяка в расплаве остается таким же, как и при медленном нагреве печи. Вымываемость колеблется от 0,018 до 0,0021 %.

При плавлении арсенат-арсенидных кеков с фтористым натрием и сульфосфатом в определенном соотношении при температуре 1100 °С образуется стекловидный однородный расплав. При перегреве массы образуется пористый расплав, содержание мышьяка в нем резко падает. Наблюдалось расслоение расплава на две части: верхнюю - пенообразную, нижнюю - стекловидную. Остаточное количество мышьяка в таких расплавах колеблется от 67,4 до 80 % от содержавшегося в исходном кеке.

При установке тигля с шихтой в нагретую до 900°С печь и последующем нагревании до 1280°С получается вспученный стекловидный расплав с остаточным содержанием мышьяка 65-70 % от содержания его в исходном кеке. Вымываемость - от 0,014 до 0,0007 %. Наиболее благоприятный режим плавления этого состава - медленный подъем температуры от 0 до 1200 °С за 4...5 часов, выдержка при 1200 °С - 30 мин. При таком режиме наблюдается наименьшая Вымываемость - 0,0007 % и наибольшее остаточное содержание мышьяка в расплаве (83,3...85,2 %) от содержания его в исходном кеке.

Остеклование арсенат-арсенидных кеков с песком (речным, строительным из месторождений) при 1200°С дает неоднородные стекловидные расплавы, содержащие 77,0...80 % мышьяка от исходного. Шихта начинает плавиться при 1000, а полное расплавление наступает при 1280 - 1300 °С.

При добавлении в шихту (кек + песок) кремнефтористого натрия температура плавления понижается до 1200 °С, расплав приобретает светлосерый цвет и содержит мышьяка 78,5 % от содержавшегося в исходном кеке. При установке тигля с шихтой в предварительно нагретую до 800 - 900 °С печь шихта начинает плавиться при 1200 °С, время плавления при этом сокращается наполовину. Содержание мышьяка в расплаве - 18,5 % от исходного, Вымываемость колеблется от 0,003 до 0,0018 %.

Добавка в шихту «кек + песок» буры позволяет получить стекловидный расплав светло-серого цвета, в котором содержится 62...70,4 % мышьяка от содержания его в исходном кеке. Резкое уменьшение содержания мышьяка объясняется, по-видимому, высокой температурой плавления (1260... 1300 °С).

Из шихты состава «кек + гранулированный шлак ШВУ УК МК» при 1200 °С получался стекловидный расплав темного цвета с содержанием мышьяка 56,4...70 % от исходного.

Проводились экспериментальные плавки и с другими добавками: глина Ахмировского месторождения, глинозем, зола уноса УК ТЭЦ, окись кальция, хлористый литий, кальцинированная сода и др. В большинстве случаев были получены спекшиеся массы. Только при плавлении шихты «кек + зола уноса + кремнефтористый натрий» были получены стекломассы с содержанием в них мышьяка до 60 % от содержания его в исходном кеке.

В результате лабораторных исследований были подтверждены результаты работ, проведенных ранее. В составе «кек + кремнефтористый натрий» в ранее проведенных исследованиях в расплаве оставалось от 71 до 85 % мышьяка, в последних исследованиях - от 80 до 85,6 %, вымываемость - в пределах 0,018...0,0021 %; в составе «кек + фтористый натрий + суперфосфат» соответственно мышьяка 75,4...83,6 % и 76,6...85,6 %, вымываемость - 0,014...0,0007 %.

Исходные компоненты, а также полученные стекломассы и ситаллы подвергались химическому анализу на определение остаточного содержания мышьяка в конечном продукте пиросинтеза. Для проверки растворимости продуктов остеклования в воде и перехода мышьяка в раствор полученные стекломассы дробились до размера частиц 0,5...1 мм и затем испытывались на вымываемость мышьяка в дистиллированной воде при температурах 20 °С, 98 °С и в воде, подкисленной серной кислотой до pH 3,5. Для проверки степени остеклованности (аморфности) застывших расплавов образцы продуктов остеклования дробили, стирали до сотых долей миллиметра и подвергали рентгенографическому анализу на установке «Дрон-3».

Полный химический анализ и анализ на мышьяк проводились в химической лаборатории УК МК.

Изучение физико-механических свойств продуктов остеклования проводилось в лаборатории строительных материалов ВКТУ и в НИИСтром-проекте. Определялись следующие показатели: предел прочности, истираемость, жаростойкость, водопоглощение, удельный, объемный вес, химическая стойкость. Работа проводилась по методикам ГОСТ 8269-76.

Для повышения прочности образцов стекломасс, полученных в результате плавок, их помещали в муфельную печь, поднимали температуру до 900 °С и выдерживали в течение 30 минут. Печь отключали и образцы оставляли в печи до полного охлаждения. В результате закалки структура образцов становилась мелкокристаллической - ситаллоподобной. Показатели физико-химических свойств ситаллов оказались выше, чем у аморфных стекломасс.

С целью непосредственного определения количества мышьяка, выделяющегося при нагревании и плавлении арсенат-арсенитных кеков, были проведены следующие эксперименты. В электропечь, разогретую до 1000 °С, ставили тигель с приготовленной шихтой; печь накрывалась металлическим кол-

паком с отверстием для отсоса, соединения уплотнялись. Колпак соединялся шлангом с отсасывающим устройством (аспиратор Мигунова), позволяющим отбирать пробы воздуха и пыли из камеры электропечи в стандартные пробоотборники и на фильтры. Пробы отбирались в температурном режиме 1100 - 1200 °С в течение 5-ти минут через каждые 5 минут по 2 пробы на одну плавку: одна - до начала плавления, вторая - во время получения расплава. Отобранные таким образом пробы анализировались в химической лаборатории УК МК на арсин и окись мышьяка. Анализы показали, что количество арсина в пылегазовых выделениях зависит от состава шихты: наименьшее количество арсина выделяется из шихты состава «кек + кремнефтористый натрий».

Проведенные наблюдения свидетельствуют о том, что в условиях эксплуатации будут выделяться вредные вещества, что потребует очистки пылегазовых выбросов.

Термографические исследования продуктов остеклования арсенат-арсенитных кеков были проведены в лаборатории физико-химических исследований ВНИИцветмета. Пробы плавилась в силитовой печи с нагревом до температуры 1287 °С. В кварцевую ампулу помещали бериллиевый блок с корундизовым тиглем, ампулу промывали аргоном и заполняли инертным газом. Запись проводилась на пирометре Курнакова ФПК- 55.

На кривых нагревания отмечается четкий эндотермический эффект в интервале температур 487...537 °С и 870...920 °С. В первом случае эндотермический эффект подтверждает переход  $As_2O_3$  в  $As_2O_5$  с поглощением кислорода воздуха. Эндотермический эффект при температурах 870...920 °С с максимумом около 900 °С совпадает с плавлением ряда эвтектик силикатов кальция и натрия.

Начиная с 920 °С, нагревание ускоряется, и на кривой появляется экзотермический эффект с распыльчатый максимумом в интервале температур 1050...1150 °С, отражающий экзотермическую реакцию  $CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$ , протекающую особенно энергично в указанном интервале температур. Поскольку изучаемые шихты представляют многокомпонентную систему, то их плавление происходит в широком интервале температур. При 1200 °С все компоненты, за исключением отдельных зерен кварца, растворяются в расплаве. При охлаждении расплава происходит частичная раскристаллизация стекломассы с образованием стекло-ситаллов.

В прозрачных шлифах конечного продукта остеклования арсенат-арсенитных кеков под микроскопом редко встречается аморфная структура. В большинстве случаев встречаются кристаллические материалы в виде мельчайших рассеянных кристаллов или сферолитов. Иногда встречается перлитовая структура. Контакты минеральных включений со стекловидной массой четкие, без следов коррозии. Изучение шлифов под микроскопом подтверждает то, что образовавшаяся в процессе плавления стекломасса обволакивает получившиеся соединения мышьяка, предохраняя его от выщелачивания.

Рентгенографические исследования проводились на установке «Дрон-3» во ВНИИцветмете и научно-исследовательской лаборатории кафедры физики ВКТУ. Рентгенограммы образцов показаны на рисунках 1-7.

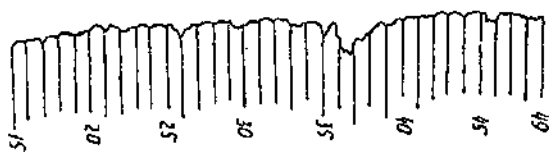


Рис.1. Рентгенограмма продукта остеклования пробы №169 (ситалл)

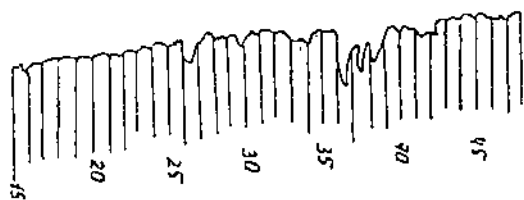


Рис.2. Рентгенограмма продукта остеклования пробы №197 (ситалл)



Рис.3. Рентгенограмма продукта остеклования пробы №198 (ситалл)



Рис.4. Рентгенограмма продукта остеклования пробы №2113 (оконного стекла)

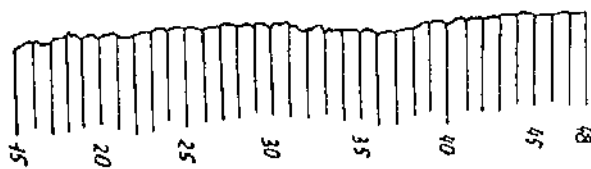


Рис.5. Рентгенограмма продукта остеклования пробы №183 (стекло)



Рис.6. Рентгенограмма продукта остеклования пробы №209 (стекло)



Рис.7. Рентгенограмма продукта остеклования пробы №231 (стекло)

Условия рентгенографической съемки образцов для установки ВНИИцветмета: анод -  $\text{CoK}\alpha$ , напряжение - 35 кВ; сила тока - 30 мА; постоянная времени -  $1 \times 10^4$  2,5 с; щели - №1 (2 x 6), №2 (0,25 x 12); скорость счета ( $V_{\text{сч}}$ ) - 2 град/мин; скорость ленты ( $V_{\text{л}}$ ) - 600 мм/ч; шаг - 1°; для установки ВКТУ: анод -  $\text{Fe K}\alpha$ ; напряжение - 30 кВ; сила тока - 30 мА; постоянная времени -  $2,0 \times 10^3$  2,5 с; щели - №1 (1x6), №2 (1x10); скорость счета ( $V_{\text{сч}}$ ) - 4 град/мин; скорость ленты ( $V_{\text{л}}$ ) - 720 мм/ч.; шаг - 1°.

Пилообразный характер рентгенограмм проб № 169, 197, 198 на рис. 1-3 говорит том, что они представляют собой кристаллические «стекла» - ситаллы. Спокойный характер рентгенограмм образцов № 113, 183, 209, 231 на рис. 4-7 свидетельствует о том, что это - аморфное вещество, т.е. стекло.

При изготовлении шихты учитывалась летучесть составляющих компонентов. Из литературных источников известно, что наибольшей летучестью при нагревании обладают соли борной кислоты, окисл свинца, мышьяковистые соединения, окисл сурьмы, селен, фториды и некоторые другие соединения.

Мышьяковистый ангидрид  $\text{As}_2\text{O}_3$  легко испаряется, будучи в свободном состоянии. Во время плавления шихты потери при содержании выше 0,25 % составляют 40 %.

Во время быстрого нагревания  $\text{As}_2\text{O}_3$  распадается на мышьяк и мышьяковистый ангидрид, который реагирует с кислородом и снова образует  $\text{As}_2\text{O}_3$ . Реакция  $\text{As}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{As}_2\text{O}_3$  возможна только в присутствии окислов. В шихте мышьяковистый ангидрид окисляется и образует соли мышьяковой кислоты. Эти соединения довольно стойки при высоких температурах и при 1400°С выделяют кислород. Между температурами 800 и 1200°С наибольшее количество мышьяка находится в стекломассе в виде  $\text{As}_2\text{O}_3$ . При 1300°С количество  $\text{As}_2\text{O}_3$  уменьшается и увеличивается  $\text{As}_2\text{O}_3$ . Соединения сурьмы ведут себя подобным же образом.

В процессе варки шихты фториды образуют с окислами железа летучие соединения  $\text{FeF}_3$  (фторид железа) и удаляют из стекломассы до 30...40 % окислов железа. Количество улетучивающегося фтора составляет 30...40 % от количества введенного в шихту.

Таким образом, лабораторные исследования по остеклованию арсенат-арсенитных кеков подтвердили результаты ранее проведенных нами исследований. При температуре 1000-1200°С получены стекловидные расплавы, а при дополнительной термообработке по режиму - ситаллы.

Перспективными составами для проведения полупромышленных испытаний являются «кек + кремнефтористый натрий» в соотношении 90:10 и «кек + натрий фтористый + суперфосфат» в соотношении 92:5:3. Отработаны режимы плавления по составам шихты.

Анализ физико-химических свойств стекломасс и ситаллов, полученных при дополнительной термообработке, показал, что ситаллы обладают более высокими прочностными характеристиками и кислотостойкостью.

Полученные ситаллы могут быть использованы в качестве облицовочных материалов, при согласовании с соответствующими санитарно-гигиеническими органами.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка и внедрение эффективных способов и обезвреживания мышьяка на предприятиях цветной металлургии и использование его в народном хозяйстве. - М., 1988,- 89 с.
2. Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов (санитарные правила). -М., 1985, - 37 с.

Восточно-казахстанский технический университет им.Д.Серикбаева

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

**"ҚАЗЦИНК" АҚ ӨСКЕМЕН МЕТАЛЛУРГИЯ КЕШЕНІНДЕ  
МЫШЬЯК АРАЛАСҚАН ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ ЖӘНЕ  
ЗИЯНСЫЗДАНДЫРУ**

Техн.ғыл.докт.	А.К.Адрышев
Техн.ғыл.наук	И.С.Тилегенов

"Қазцинк" АҚ Өскемен металлургия кешенінде улы мышьяк араласқан қалдықтардың жинақталуы және олардың сақталу жағдайына байланысты мәселелер қарастырылған. Осы қалдықтарды қайта өндеп таза зат алу мақсатымен жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Алынған шыны тәріздес зат мышьяқты және оның қоспаларын біртұтас қалыптастырады және соның негізінде келешекте әрлендіру құрылыс материалдарын өндіруге мүмкіншілік туындайды.

---

УДК 504.4.062.2(574)

## НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЛХАШ

Канд. геогр. наук Ж. Д. Достай

*В статье рассматриваются научные и прикладные аспекты управления природно-хозяйственными системами бассейна оз. Балхаш.*

Предлагаемые научные основы управления гидроэкологическим состоянием территорий обеспечиваются реализацией 2-х взаимосвязанных положений, учитывающих закономерности распределения водных ресурсов во времени и в пространстве и оценку хозяйственной деятельности на территории; т.е. функционированием водохозяйственных систем (ВХС) с учетом прямых и обратных связей.

Бассейн оз. Балхаш, представляет собой уникальный природно-технический комплекс (ПТС). Благодаря своим уникальным природно-климатическим условиям, богатым земельным и обильным водным ресурсам на рассматриваемой территории сформировался один из наиболее важных индустриально-аграрных комплексов Казахстана, обладающий уникальными потенциальными возможностями дальнейшего развития на базе богатых материально-сырьевых, климатических, земельных и трудовых ресурсов. Эти природно-экономические показатели стали основой принятия в свое время ирригационно-энергетической доктрины освоения водных ресурсов этого бассейна, которая

предусматривала довести площадь орошаемых земель в регионе к 2000 году до 1 млн. га, а установленную мощность ГЭС - до 1,5 млн. кВт. При этом ставился вопрос "... о нецелесообразности сохранения оз. Балхаш, как испарителя огромного количества воды" (Чокин Ш., 1975).

Следуя этой доктрине, без глубокого научного обоснования начали в бассейне ускоренные и всевозрастающие воздействия хозяйственной деятельности на водные ресурсы, не увязанные с интересами охраны окружающей среды и рациональным природопользованием. В результате водная экосистема оз. Балхаш достигла критического состояния: начал падать уровень воды, сокращаться в размере зеркало озера и соответственно увеличилась минерализация воды, сократился промысел рыбы и изменился ее видовой состав и т.д.

В современную эпоху при неуклонно возрастающей интенсивности хозяйственной деятельности в бессточных бассейнах оптимальное или даже удовлетворительное функционирование экологической системы невозможно без целенаправленного управления. Предлагаемая нами система управления ВХС имеет в своей структуре три блока: 1 - база знаний, содержащая всю необходимую информацию с соответствующими подблоками, 2 - имитационная модель и 3 - блок управленческих действий, содержащий различные сценарии развития хозяйственной деятельности.

Выявленные общие закономерности функционирования экосистем всех бессточных озер аридной зоны Центральной Азии показали, что водная экосистема (динамика уровня, минерализация воды, ионный состав растворенных солей в воде и донных отложениях, гидробионты и т.д.) конечных водоемов является индикатором экологического состояния всего водосборного бассейна". ВХС бассейна выделена как центральное звено в управлении ПХС региона. А в качестве методологической основы решения Или-Балхашской проблемы предлагается концепция

экологически сбалансированного природопользования (А.М. Бронфман, Е.П. Хлебников, П.Г. Олдак, А.А. Турсунов, И.М. Мальковский).

Концевые водоемы бессточных бассейнов аридной зоны Центральной Азии обладают рядом специфических свойств, которые отличают их от водоемов гумидной зоны. Эти свойства обусловлены исключительно высокой солнечной радиацией, открытостью всем ветрам, большим испарением, мелководностью и развитой водной биосистемой, которая в свою очередь обуславливает высокий опресняющий эффект этих озер для всего региона. Поэтому Аральское море нельзя считать "ошибкой природы", а озеро Балхаш - "географическим парадоксом". Наоборот они представляют собой закономерный и весьма важный компонент сложной ПХС, функционирующей в глубине Евразийского континента в условиях аридного климата (Ж.Д. Достай, А.А. Турсунов, 1996).

Оценка возобновляемых водных ресурсов бассейна оз. Балхаш показали, что суммарные ресурсы поверхностных вод бассейна в естественном состоянии ( до 1969 г. ) с учетом объема стока, формирующегося на территории КНР составляли  $28,85 \text{ км}^3/\text{год}$  (Ж.Д. Достай, 1993,1995 гг.), из них  $22,87 \text{ км}^3/\text{год}$  формируется в бассейне р.Или,  $5,36 \text{ км}^3/\text{год}$  в бассейнах рек Каратал, Лепсы, Аксу, а  $0,57 \text{ км}^3/\text{год}$  - в бассейне р.Аягуз, а в зоне формирования стока рек Северного Прибалхашья -  $0,08 \text{ км}^3/\text{год}$ .

Оценка суммарных затрат речного стока на поддержание приречных тугаев, заливных лугов и других компонентов экосистемы оз. Балхаш показали, что они равны  $13,74 \text{ км}^3/\text{год}$ , из них в дельте р.Или затрачивалось в среднем  $3,12 \text{ км}^3/\text{год}$ .

Исследования показали, что основная нагрузка на водные экосистемы региона оказывает Капчагайское водохранилище, а на втором месте - водозаборы на орошение и сбросы. Что же касается качества воды,

то основными загрязнителями вод озера Балхаш являются промышленные объекты Северного Прибалхашья, рыбопромышленные объекты и орошаемое земледелие (коллекторно-дренажный сток).

Для анализа закономерностей природных факторов функционирования ВХС используется водно-балансовый метод при котором требуется установление его основных составляющих: приток, отток поверхностных и подземных вод, испарение с хозяйственно освоенных и естественных участков территории, изменение влагозапасов в зоне аэрации, в толще почвогрунтов, в водоемах и др. Расчет ведется по выделенным в результате водохозяйственного районирования балансовым участкам. Метод позволяет оценить взаимосвязи между балансовыми участками и определить изменение природных составляющих ВХС на разных этапах развития хозяйственных нагрузок, т.с. выявляет прямые и обратные связи между участками.

Достаточно точный расчет водно-солевого баланса любой территории, а тем более такой сложной ВХС как Или-Балхашская, невозможен без надежных математических, имитационных моделей. При составлении имитационно-математических моделей (ИММ) широко используется прием, заключающийся в разбиении объекта (территории) на отдельные водохозяйственные районы - "камеры" ИМ. Территориальная структура ВХС бассейна оз. Балхаш состоит из двух частей: "озерной" и "речной". Озерная часть в свою очередь подразделяется на Западный и Восточный Балхаш. А речная на четыре ВХР: Верхнеилийский, Нижнеилийский, Жонгарский и Северного Прибалхашья.

В пределах выделенных ВХР выбраны модельные (ключевые) участки ландшафтов, которые являются репрезентативными для всего района. Экспериментальные исследования автора и других ученых на этих модельных участках (1981-1989 гг.), а также результаты их системного анализа (1988-1995 гг.) легли в основу Банка Данных, откуда брались

численные значения параметров для ввода их в разрабатываемую имитационную модель управления водными ресурсами бассейна оз. Балхаш.

Площадь орошения в регионе (Казахстанская часть) на 01.01.1986 год составила 551,9 тыс. га, или около 30% от орошаемого клина республики. Поверхностными водами орошается 531 тыс. га и подземными - 13,9 тыс.га. Характеристики оросительных массивов показали, что в основном они не отвечают требованиям рационального использования природных ресурсов: их КПД не превышают 0,5-0,6. Технические показатели оросительных систем региона показывают, что фактические нормы орошения превышают расчетные (научно-обоснованные) показатели в несколько раз. Подлежат реконструкции 350-400 тыс. га староорошаемых земель. При повышении их КПД в целом до 0,75-0,8 можно сэкономить 0,8...1,2 км<sup>3</sup>/год речного стока.

Капчагайское водохранилище играет ключевую роль в управлении гидроэкологическим состоянием Или-Балхашской ПХС и по своим относительным параметрам является одним из крупнейших в нашей стране и Средней Азии. Его полный объем при проектной отметке 485 мБС составил бы 28,1 км<sup>3</sup>, что соответствует 2-м годовым объемам стока р.Или в створе с. Илийское. Основным назначением Капчагайского водохранилища было определено развитие на его базе орошаемого земледелия на площади 430000 га в низовьях р.Или и выработка электроэнергии с помощью ГЭС для получения главным образом, пиковых нагрузок в единой энергосистеме региона. Эффективность от строительства такого крупного гидроузла явно была завышена путем включения в проект нереальных площадей орошения.

Дельта р.Или, специфическое ландшафтное образование, которое представляет собой буферную зону между озером и р.Или, и что ее существование и функционирование зависит в основном от стока р.Или и

изменения уровня оз. Балхаш. Исследованы потери в пределах дельты на испарение с различных типов ландшафтов (И.С.Соссов, 1956; С.А.Абдрасилов, 1996 и др.).

Озеро Балхаш рассматривается как два балансовых участка: 1-й балансовый участок - Западный Балхаш, 2-й балансовый участок - Восточный Балхаш.

Анализ динамики элементов экосистемы бассейна оз.Балхаш показали, что основными причинами спада уровня с последующим усыханием оз. Балхаш являются: 1) Строительство Капчагайской ГЭС, наполнение водохранилища и энергетический режим эксплуатации гидроузла с большими зимними попусками снизили уровень оз. Балхаш на 1,1 - 1,5 м из общего снижения уровня на 2,5 м; 2) Климатический фактор, т.е. аридизация климата в континентальной части северного полушария и связанная с ней регрессивный процесс уровня режима озера снизили уровень озера на 0,4 - 0,9 м; 3) Фактор хозяйственной деятельности в бассейне (рост орошаемого земледелия и связанный с ней увеличение объемов водозаборов из рек) - на 0,5 м. Влияние других факторов: коммунальное и промышленное водоснабжение, обводнение пастбищ и перевыпас скота на крутых склонах, вспашка земель по самым водоразделам и др. - пока еще на объемы речного стока заметного влияния не оказывают, хотя их влияние на качество воды уже заметно (И.М.Мальковский, А.А.Турсунов, 1988; Ж.Д.Достай, 1997).

В результате выделено три характерных состояния оз.Балхаш, которые являются критическими параметрами экосистемы:

- зона допустимого состояния озера ("хозяйственно-экологического оптимума"), ограниченная уровнями 341 - 342 мБС и лимитирующей соленостью 1,6 г/л (минерализация воды в 4-м гидрохимическом районе);
- зона критического состояния озера, ограниченная снизу предельными значениями уровня и солености, имевшими место в

последнем внутривековом цикле увлажненности (340,5 мБС и 1,8 г/л соответственно);

- зона запредельного состояния ("экологического бедствия"), чреватая необратимыми изменениями природной среды, недопустимыми ухудшениями санитарно-биологической обстановки и нарушениями функционирования хозяйственных объектов (уровень ниже 340,5 мБС, минерализация в 4-м гидрохимическом районе более 1,8 г/л).

Каждой из указанных зон (экологических ниш) состояния озера соответствует определенная степень саморегуляции ВХС региона с адекватной степенью выполняемых ею общественно-полезных функций.

Применение методов имитационного моделирования является принципиальной основой предлагаемых концептуальных основ управления водными ресурсами замкнутых бассейнов. На основе вышесказанного естественно-научного представления о местном влагообороте между озером и горными стокообразующими системами с одной стороны, и антропогенного воздействия на водные ресурсы - с другой, составлена имитационная модель ВХС Или-Балхашского бассейна (ИМИБ-2). Согласно этой модели весь бассейн представляется в виде 15 балансовых участков (камер).

В основу построения ИМИБ положена высокая степень пространственного агрегирования исследуемых характеристик с расчленением территории бассейна на слабозависимые участки (камеры), связанные между собой лишь естественным управляемым перетоком воды и переносом солей. Вектор состояния последовательно преобразуется с модельным временным шагом  $T$  в год, принятым для укрупненного варианта ИМИБ-2. Функциональная структура ИМИБ образована восемью моделями: "Заявка АВ", "Заявка ВД", "Сток", "Верховье", "Капчагай", "Дельта", "Низовья", "Балхаш" и моделью "Статистика", которая накапливает статистику по необходимым компонентам вектора



состояния. При конструировании имитационной системы принципиальное значение имеет проблема информационного обеспечения комплекса разрабатываемых имитационных моделей и это требует проведения комплексных (системных) теоретических и экспериментальных исследований, объединенных общностью задач и единством требований к получаемым результатам.

На основе изложенных выше концептуальных основ управления гидроэкологическим состоянием бессточных бассейнов Центральной Азии разработаны комплекс мероприятий по стабилизации экосистемы бассейна озера Балхаш. Весь ход естественных и антропогенных изменений в Или-Балхашской ПХС, изложенный в начале настоящей статьи убедительно показывает, что экстенсивные формы хозяйствования, вызвавшие очевидный дисбаланс в развитии водной экосистемы региона следует расценивать как несоответствующие современным нормам рационального природопользования и экологической политики в условиях суверенитета нашего государства.

Как уже отмечалось выше в специфичных условиях бессточных бассейнов аридной зоны Центральной Азии лимитирующими элементами того или иного состояния водных экосистем являются их замыкающие звенья - низовья рек и конечные водоемы, где наглядно видна интегральная нагрузка хозяйственной деятельности на всей территории бассейна. В этих условиях устойчивость экологического состояния Или-Балхашской ВХС должна оцениваться прежде всего с точки зрения обеспечения стабильности основных природно-экологических и социально-экономических функций оз.Балхаш с дельтой р.Или.

Реализации государственными органами научных рекомендаций, которые позволили в некоторой степени стабилизировать уровень оз.Балхаш вблизи векового минимума, существенно улучшились условия обитания биоценоза озера и дельты р.Или, позволили ограничить

наиболее сильные факторы антропогенной нагрузки ( Капчагайское водохранилище, орошаемое земледелие ). Но создавшаяся в регионе опасная экологическая ситуация, нависшая над озером Балхаш устранена не полностью. Частично реализованные рекомендации позволили создать только среду для обитания - улучшили водный режим озера (биотопы). Однако, по прежнему продолжается фоновое загрязнение стока рек, увеличивается общая минерализация вод, растет содержание отдельных токсичных примесей: нитратов, пестицидов, тяжелых металлов (медь, цинк, кадмий) (С.М.Романова, Н.Б. Казангапова, 1998 г. ) и других канцерогенных веществ. Есть факты заболевания рыб, происходит эвтрофикация дельтовых водоемов (С.А. Матмуратов, Р.Плисак, Г.М.Жаналиева).

Для того, чтобы нейтрализовать отрицательное воздействие вышеперечисленных факторов и вывести ПХС бассейна оз.Балхаш на новый уровень экологического равновесия предлагается создать интегрированную систему управления (ИСУ) всем комплексом.

Предлагается разработать Целевую программу ("охранную грамоту") развития производительных сил всего Или-Балхашского бассейна, где основную роль играет предлагаемый автором комплекс первоочередных природоохранных мероприятий, направленный на стабилизацию экологической обстановки в бассейне оз.Балхаш.

Ключевым звеном долгосрочной стратегии управления водными ресурсами бассейна оз.Балхаш является переоценка народно-хозяйственной роли Капчагайского гидроузла в развитии ПХС Прибалхашья. Приоритетное обеспечение интересов низовьев - дельты р.Или и оз.Балхаш - потребует перехода на многолетний компенсирующий режим регулирования стока р.Или Капчагайским водохранилищем и пересмотра его проектных параметров ( Турсунов А.А., Мальковский И.М., Достай Ж.Д., 1985).

Подробный анализ современного состояния энергетических показателей Капчагайской ГЭС показывает, что она выполняет функции источника мощности для покрытия максимальных нагрузок энергосистемы и негативно влияет на экологическое состояние низовьев р.Или и оз.Балхаш. В связи с возникновением новых социальных, экономических и природоохранных задач в бассейне созрела необходимость переоценки народно-хозяйственной роли Капчагайского гидроузла, пересмотра и модернизации его проектных параметров и режима работы с позиций удовлетворения требований на воду низовьев р.Или и оз.Балхаш, а также уменьшения негативного влияния на природу и хозяйства территорий в верхнем бьефе. Для достижения этих целей необходимо построить в нижнем бьефе Капчагайского гидроузла контррегулирующее водохранилище "Куланбас-2" и модернизировать Капчагайскую ГЭС в ГЭС-ГАЭС (гидроэлектростанция - гидроаккумулирующая электростанция).

Следующим важным звеном в комплексной стратегии управления водными ресурсами бассейна оз.Балхаш является орошаемое земледелие. К 1985 году в бассейне оз.Балхаш площадь орошаемых земель достигла 580 тыс.га, объем фактического водозабора -  $6,8 \text{ км}^3/\text{год}$ , в том числе: в бассейне р.Или-  $4,2 \text{ км}^3/\text{год}$ , а в бассейне восточных рек-  $2,6 \text{ км}^3/\text{год}$ . Средняя взвешенная норма водопотребления составляет  $11,8 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ , КПД оросительных систем - 0,6. Для сравнения: средняя по странам СНГ норма составляет  $9,3 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ , а технически осуществимый предел при КПД равном 0,75 - 0,8 для бассейна равен  $8,4 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$ . При такой норме, полива существующих земель достаточно  $4,8 \text{ км}^3/\text{год}$ , т.е. резерв орошаемого земледелия составляет около  $2,0 \text{ км}^3$ . Однако этот резерв невозможно реализовать быстро. Сравнительный анализ удельных мелиоративных фондов исследуемого региона с аналогичными регионами СНГ (Узбекистан, Украина, Молдова) показывает низкий технический

уровень оросительных систем нашей республики. Необходимо реконструировать оросительные системы бассейна с тем, чтобы повысить их КПД. Рекомендуется повторно использовать коллекторно-дренажные воды для полива.

Необходимы работы по мелиорации дельты р.Или и экосистемы озера Балхаш. Необходимо строительство регулирующего сооружения в проливе Сарыесик, которое позволило бы регулировать уровень и гидрохимический режим Западного Балхаша и озера в целом. Однако оно может нанести ущерб развитию биоценоза, особенно ихтиофауны озера. Расчеты показывают, что при строительстве регулирующего сооружения в проливе Сарыесик, обеспечивающего проточный режим в Западном Балхаше, наблюдается вынос солей в Восточный Балхаш через водорегулирующее сооружение. Затворы сооружения должны открываться в период массовой миграции рыб в Восточную глубоководную часть и обратно.

В Западном Балхаше минерализация воды изменяется таким образом, что чем восточнее гидрохимический район, тем интенсивнее происходит вынос солей в этот район, т.е. озеро работает как гигантский испарительный бассейн и в нем идут аналогичные процессы сгущения растворов (Н.Г.Таганов, Ж.Д.Достай, 1985).

Анализ вкладов мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов в бассейне оз.Балхаш показывает, что наиболее легко осуществимым является прекращение наполнения Капчагайского водохранилища отметкой НПУ=475 м, однако это не дает экономию воды (сохраняя достигнутый уровень водопотребления- 1,5 км<sup>3</sup>/год на испарение и фильтрацию). Тем не менее реализация мероприятия требует затрат материальных ресурсов и времени на строительство дополнительных источников энергии. Реконструкция орошаемых земель

дает наибольший эффект с точки зрения экономии водных ресурсов, но требует больших материальных затрат и сроков реализации.

В случае резкого спада уровня оз. Балхаш из-за климатически обусловленного маловодья или ошибок управления, в частности резкого уменьшения притока из КНР, можно осуществить быструю реконструкцию акватории озера путем строительства регулирующего сооружения в проливе Сарыесик. Однако при этом должны быть учтены процессы перетока через пролив биогенных элементов и миграции биоценоза озера.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Достаев Ж. Турсунов А.А. Концепция равновесного природопользования в условиях Или-Балхашского региона // Вестник КазГУ. Сер. Геогр., Вып.2, 1995. -С.12-25
2. Достай Ж.Д. Водохозяйственное районирование бассейна озера Балхаш // Гидроэкологические проблемы использования водных ресурсов Казахстана / Сб.научн.тр. -Алматы: Казак университеті, 1998. -С.54-63.
3. Грецов Е., Таганов Н.Г., Достаев Ж. Построение математической модели минерализации оз. Балхаш на основе общих принципов массо-энерготенереноса //Вопросы гидрологии орошаемых земель Казахстана / Сб.научн.тр. - Алматы:Изд.КазГУ, 1986. -С.22-25.
4. Турсунов А.А., Мальковский И.М., Достаев Ж. К пересмотру проектной отметки НПУ Капчагайского водохранилища // Проблемы комплексного использования водных ресурсов Или-Балхашского бассейна / Сб.научн.тр. - Алматы: КазГУ, 1985. - С.16-20.
5. Чокин Ш. Энергетика и водное хозяйство Казахстана ( Научно-технический прогноз) - Алматы:Казахстан, 1975. -304 с.

УДК 621.928.24

**ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ  
ЧИСТОГО ВОЗДУХА В УЗЛАХ ПЕРЕГРУЗКИ  
ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «КАРАТАУ»**

Канд. техн. наук

И.С.Тилегенов

Т.О.Сейдалиев

Канд. техн. наук

С.С.Усупов

*Объектом исследования является запыленность воздуха в узлах перегрузки фоссырья. Рассматриваются разрабатываемые устройства для отделения пыли от потока транспортируемой руды и очистки конвейерной ленты от налипшей пыли.*

Борьба с запыленностью воздуха на рабочих местах, особенно с его загрязнением тонкими витающими пылинками является одной из проблем по охране окружающей среды.

Правильное решение вопросов пылеулавливания создает нормальные санитарные условия для работы обслуживающего персонала, устраняет выбросы в атмосферу.

Процесс перегрузки фосфоритной руды сопровождается интенсивным выделением пыли вследствие того, что часть пыли остается внутри и на поверхности транспортируемого материала.

Существующая система аспирации, развивающая скорость движения отсасываемого воздуха в пределах 3-3,5 м/с не обеспечивает необходимой скорости для взметывания осевшей пыли и для отделения пыли от массы дробленой руды высыпаемой из дробилки.

Вторичным источником пылеобразования является налипшая на конвейер пыль. Эффективность существующих скребков для очистки конвейерной ленты от налипшей пыли не высокая.

Целью данной работы являлась снижение запыленности воздуха в узлах перегрузки фосфоритной руды путем отделения пыли от транспортируемой руды и совершенствования устройства для очистки конвейерной ленты от налипшей пыли.

При погрузке дробленой фосфоритной руды на конвейерную ленту часть пыли остается внутри массива и значительная часть пыли оседает на поверхности транспортируемого материала. Пыль, осевшая на поверхности руды и оставшаяся внутри транспортируемой массы является источником загрязнения воздуха по всей длине конвейерной ленты.

Дополнительным источником пылеобразования в галереях и узлах перегрузки является налипшая на конвейерную ленту пыль.

Установленные скребки из конвейерной ленты только частично очищают холостую ветвь конвейерной ленты от налипшей пыли.

Для обеспечения снижения запыленности воздуха необходимо в первую очередь отделить пыль от транспортируемой руды и недопустить оседания пыли на поверхности транспортируемой руды и добиться максимальной очистки конвейерной ленты от налипшей пыли.

Как показывают результаты исследований проведенных в условиях Кривбасса /1/ для интенсивного взметывания пыли с поверхности транспортируемой руды необходимо обеспечить скорость отсоса пыли в пределах 5-6 см/с.

Для обеспечения фильтрации пыли, через поток высыпаемой из дробленой руды удельная запыленность должна быть в пределах 20-25 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>мин. /2/.

Для снижения запыленности воздуха в узлах транспортирования и перегрузки фосфоритной руды нами рекомендуется отделить пыль от потока высыпаемой руды дробилки с помощью струи сжатого воздуха, а для повышения эффективности очистки конвейерной ленты от налипшей пыли установить барабанные резиновые щетки на холостой ветви конвейерной ленты /3/.

Устройство предназначено для отделения пыли от потока дробленой руды, падающей из дробилки на конвейер.

Отделение пыли от массы потока высыпаемой руды производится за счет сжатого воздуха, исходящего из насадок.

Схема устройства показана на рис. 1

Устройство состоит из трубы диаметром 50 мм, длиной 1450 мм, к которому приварены четыре насадки 2 с диаметром выходного отверстия 6 мм. Насадки расположены по направлению грузового потока оси конвейера на расстоянии 250 мм друг от друга, симметрично от короба конвейера 5.

Концы трубы закрыты заглушками 3. На одном из заглушек приварен штуцер 4 для подачи сжатого воздуха в трубу.

Труба с насадками устанавливается в коробе конвейера на расстоянии 50 мм от верхней части короба и 15 мм от конца нижней стенки лотка 6.

Сжатый воздух, исходящий из насадок помимо отделения пыли от массы высыпаемой руды, способствует увеличению скорости дви-

## Устройство для отделения пыли от руды

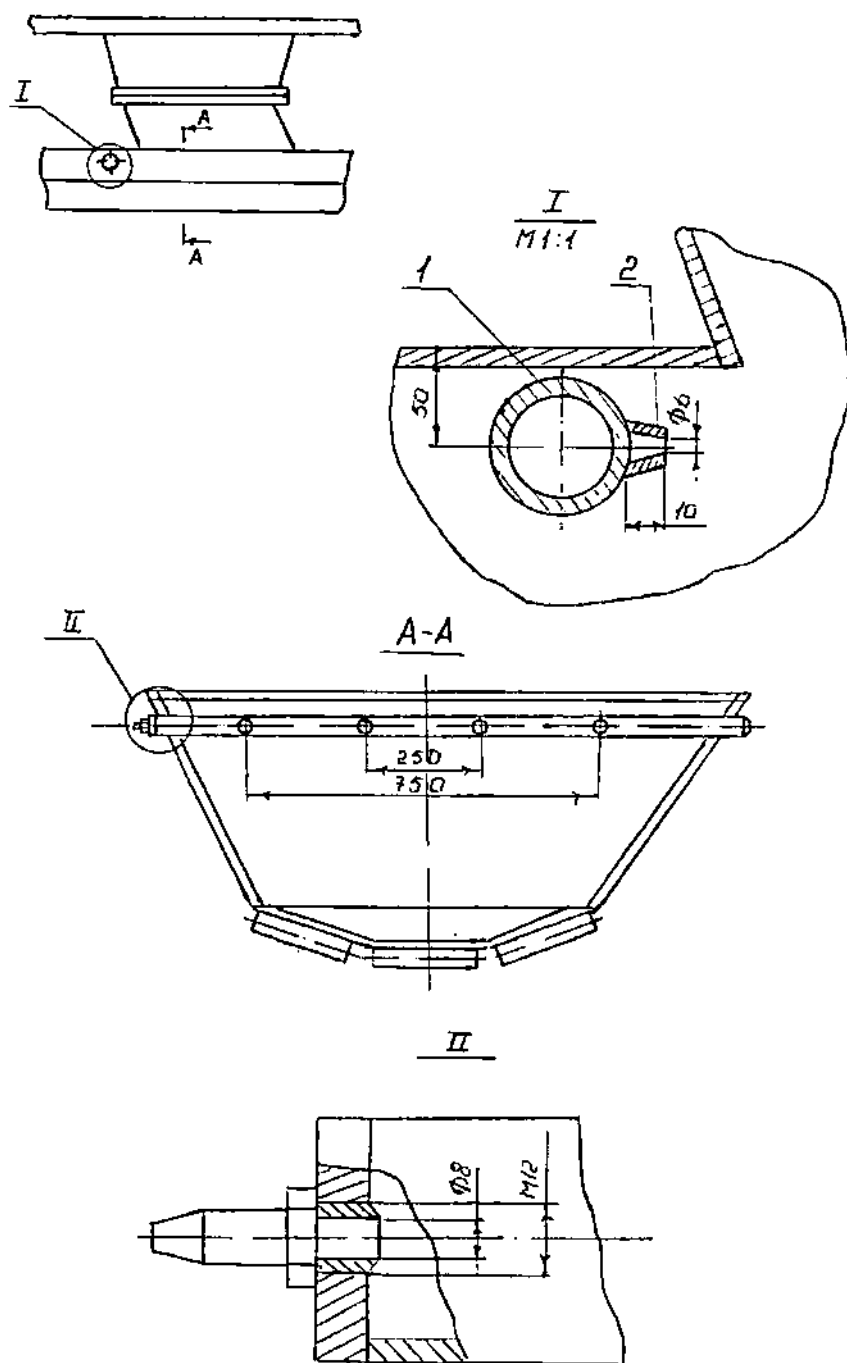


Рисунок 1



жения всасываемого вентилятором воздуха и тем самым предотвращает осаждение пыли на поверхности транспортируемой конвейером руды.

Для отделения пыли от транспортируемого материала необходимо определить скорости движения воздуха в коробе, истечения воздуха из насадок, расходы воздуха на одну насадку и установить основные параметры устройства.

Скорость движения воздуха в коробе:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{3,86}{1,2} = 3,2 \text{ м/с},$$

где:  $Q$  – производительность вентилятора,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$S$  – поперечное сечение короба,  $\text{м}^2$ .

Для обеспечения интенсивного взметывания пыли скорость движения воздушного потока создаваемого вентилятором необходимо увеличить в 1,55 раза или подавать сжатый воздух, исходящий из насадок со скоростью на меньшей скорости всаса необходимой для обеспечения взметывания пыли.

Скорость истечения воздуха из насадок:

$$V_n = 1,55 \cdot 19,7 = 30,65 \text{ м/с},$$

где 19,7 – скорость движения воздуха во всасывающей трубе вентилятора м/с.

Расход воздуха через одну насадку:

$$\begin{aligned} Q_n &= V_n \cdot S_n = V_n \frac{\pi d_n^2}{4} = 30,5 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 0,00086 \text{ м}^3/\text{с} = \\ &= 3,0 \text{ м}^3/\text{час}. \end{aligned}$$

При известной площади фильтрующей поверхности количество дополнительного расхода воздуха определится из выражения:

$$F_\phi = (Q_n = Q_d) / 60q,$$

где:  $F_\phi$  – площадь фильтрующей поверхности,  $\text{м}^2$ ;

$$F_\phi = (0,3 \times 0,644) = 0,1936 \text{ м}^2,$$

где: 0,644 и 0,3 – соответственно ширина потока высыпаемой руды и высота охвата факела сжатого воздуха, м;

$Q_v$  - производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/час;  
 $q$  - удельная газовая нагрузка = 20-25 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>мин.

$$Q_q = F_{\phi} \cdot 60q - Q_v = 0,19316 \cdot 3600 \cdot 20 - 13896 = 12 \text{ м}^3 / \text{ч.}$$

Необходимое количество насадок на установке:

$$n_H = \frac{Q_q}{Q_H} = \frac{12}{3} = 4 \text{ шт.}$$

Устройство для очистки конвейерной ленты от пыли представлено на рисунке 2, которое состоит из трубы 1 диаметром 159 мм, длиной 1550 мм, на которой установлены резиновые щетки 2. Крепление щеток осуществляется болтами 3 вворачиваемыми в планки 4 приваренные к трубе. Вал 5 трубы имеет две подшипниковые опоры с помощью которых устройство крепится к раме конвейера. Принцип работы устройства заключается в следующем: через ременную передачу, с передаточным отношением равным = 1:4 передается вращательное движение от приводного (натяжного) барабана конвейера валу устройства для отделения пыли от конвейерной ленты. Щетки, вращаясь в противоположенную сторону удаляют прилипшую пыль /4/.

Барабанная щетка устанавливается с таким расчетом, чтобы концы щеток находящихся в работе слегка касались поверхности бегущей ленты. По мере снижения эффективности очистки производится регулировка контакта щеток путем перемещения опор барабанной щетки относительно рамы конвейера с помощью натяжных болтов.

Барабанная щетка устанавливается симметрично относительно оси конвейера.

Удаленная с поверхности ленты пыль отсасывается с помощью существующей аспирационной системы.

Промышленное испытание проводилось в IV квартале 1984 года. Устройства для отделения пыли от транспортируемой руды было установлено в узле погрузки дробленой руды на ленточный конвейер № 102. Для отсоса пыли была использована существующая аспирационная система состоящая из вентилятора Д-11,2 производительностью 13896 м<sup>3</sup>/ч, циклонов ЦН-15, и СИОТ /4/.

До начала промышленного испытания фактический коэффициент полезного действия вентиляционной установки было 87,1% (90% по паспорту) запыленность на входе 4081 мг/м<sup>3</sup>, запыленность на выходе 528 мг/м<sup>3</sup>.

Промышленное испытание устройства для отделения пыли от транспортируемой руды показало, что в узле перегрузки руды с дро-

### Устройство для очистки конвейерной ленты

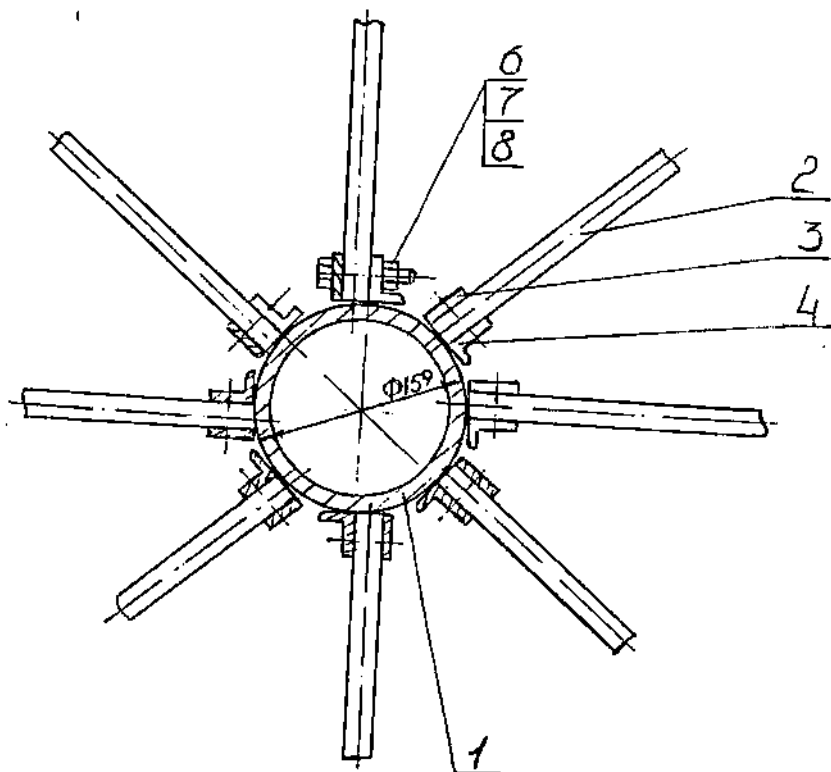


Рисунок 2

билки на конвейер № 102 концентрация пыли на входе составляет  $7288 \text{ мг/м}^3$ , вместо  $4081 \text{ мг/м}^3$ , на выходе  $728,8 \text{ мг/м}^3$  вместо  $528 \text{ мг/м}^3$  /4/.

В узле перегрузки с конвейера № 102 на конвейер концентрация пыли на входе составляет  $800 \text{ мг/м}^3$  вместо  $4007 \text{ мг/м}^3$ , на выходе  $700 \text{ мг/м}^3$  вместо  $507 \text{ мг/м}^3$ .

Для определения эффективности устройства для отделения налипшей пыли от конвейерной ленты были установлены капроновые щетки на конвейере № 102 и резиновые щетки на конвейере № 100.

При этом запыленность воздуха в галереях составила  $17,4 \text{ мг/м}^3$  вместо  $87 \text{ мг/м}^3$ .

Промышленные испытания подтвердили работоспособность предлагаемых устройств для снижения запыленности воздуха.

Применение устройства для отделения пыли от транспортируемой руды позволяет получить готовую продукцию до мелкого дробления в количестве  $3207 \text{ мг/м}^3$  довести содержания пыли в отходящих

газах от узла перегрузки с конвейера № 102 на конвейер № 100 до 100 мг/м<sup>3</sup> (до ПДК).

Применение щеток для очистки налипшей пыли от конвейера позволяет уменьшить запыленность воздуха в галереях в 5 раз.

Для дальнейшего повышения эффективности системы пылеулавливания необходимо в узле перегрузки дробленной руды на конвейер № 102 вместо СИОТ установить инерционно-турбулентный аппарат с регулярной подвижной насадкой – ИТПН конструкции Каз.ХТИ, позволяющий повысить эффективность пылеулавливания до 90%.

Устройство ИТПН показано на рис. 5.

Запыленность на выходе отходящих, от узла перегрузки руды на конвейер № 102, при использовании ИТПН составит:

$$C_{кар}^1 = \frac{C_{вф} \cdot (100 - 98)}{100} = \frac{7288 \cdot 2}{100} = 145,76 \text{ мг/м}^3,$$

где  $C_{вф}$  – фактическое количество пыли на входе, мг/м<sup>3</sup>.

### ЛИТЕРАТУРА

1. И.И.Афанасьев, В.И.Маринченко. Установка для обеспыливания перегрузочных узлов пылящих материалов. Горный журнал № 9, М., Недра 1982г.
2. О.С.Балабеков и др. Отчет ОНИЛ Каз.ХТИ на тему «Провести исследования по разработке термостойких и износостойких насадок для газоочистных аппаратов с подвижной насадкой. Разработать технологию изготовления и выдать проект технического условия на насадку».
3. Труды Каз.ХТИ, Чимкент, 1977г.
4. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Совершенствование средств пылеулавливания и снижение запыленности воздуха в узлах перегрузки фоссырья на размольном участке» Алма-Ата, 1985г.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати  
Казахский национальный технический университет

### КЕНДІ ТИЕЙТІН ОРЫНДАРДА АУАДА ШАҢ-ТОЗАҢДЫ АЗАЙТАТЫН ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ НЕГІЗДЕУ ЖӘНЕ ЖАСАУ

Техн.ғыл.канд. И.С.Тілегенов  
Сейдалиев Т.О.  
Техн.ғыл.канд. Усупов С.С.

Фосфор шикізатын тиейтін орындардың шаңдалуын зерттеу нәтижелерінде кенді тасымалдау ағысынан шаңдарды бөліп алатын және конвейер лентасына жабысып қалған шаңдардан тазартатын құрылымдарды жасау.

УДК 577.4: 332 (009)

**60-80 жылдары Қазақстан ауыл шаруашылығында  
Мелиоративтік жұмыстар мен егіншілікті химияландырудың  
қоршаған табиғи ортаға тигізген залалы**

Тар.ғылым.канд. С.А.Байтілен  
А.А.Алиева

*Мақалада нақты бүгінгі күнге дейін шешімін таппай келе жатқан ауыл шаруашылық кешенін суландыру және химияландыру және осы салада мемлекет басшыларының жіберген қателіктері, соның салдарынан табиғатқа, қоршаған ортаға, адам денсаушылығына тигізген зиянды әсері жан-жақты өңгіме болады.*

Өмірдің әр кезінде барлық адамзат алдында тұрған келелі де күрделі міндеттердің бірі - өзіміз өмір сүріп, күнделікті тіршілік қажетімізге пайдаланып отырған табиғатты қорғау және оның сан алуан байлықтарын барынша ұқыпты пайдалану болып отыр. Ғылым мен техниканың дамып отырған кезеңінде қоршаған орта, табиғат тазалығы экологиялық апатқа ұшыраған аймақтар планета бойынша емес, жеке алаптар көлемінде де жиі кездеседі.

60-80 жылдары Қазақстан көлемінде ауа кеністігін, суды, табиғат байлықтарын қорғау және экология жөніндегі мәселелер өз деңгейінде болмады. Өйткені партия және өкімет тарапынан бұл мәселеге өз дәрежесінде лайықты көңіл аударылмады. Бұл көрініс еліміздің ауыл шаруашылық жүйесінде қалай болды, соны талдап зерттеп көрелік.

Қазақстанның территориясы 275 миллион гектар жерді алып жатыр десек, соның едәуір бөлігі - 61,8 миллион гектары жайылымдық және 9 миллион гектардан астамы шабындық жерді тиімді пайдалану үшін су қажет. Ал, су республикада бар. Бірақ ол көбінесе тиімді пайдаланылмады. Соның салдарынан қараусыз аққан су табиғатқа зиянын тигізді.

Қазақстан ғалымдары көп жылғы зерттеуден кейін тек жер үсті емес, жер астында да үлкен теңіз бар екенін дәлелдеді. Мәселен, республика территориясында жер асты қабатында ірілі-уақты 70 артезиан бассейні бар. Олардың мөңгілік су қоры өте мол. Мысалы, тек қана Қызылқұмның астындағы су қорының өзі 1,3 триллион текше метр келеді екен, яғни, Арал теңізінің суымен бара-бар деген

сөз. Жер асты суын еліміздегі жайылымдардың кез келген жеріне шығаруға болатындығы анықталды. Қазақстанда 60-80 жылдары елімізде мал жайылымдарын суландыру мақсатында бірқатар жұмыс атқарылды. 1949 жылдан бастап 1959 жылыға дейін елімізде суландырылған жайылымдардың көлемі 75 миллион гектардан 150 миллион гектарға дейін жетті десек, ал тек сегізінші бесжылдықта ғана 22 миллион гектар жайылым суландырылды. Сөйтіп, Қазақстанда суландырылған жердің жалпы көлемі 94 миллион гектарға артты. Қазақстанда 1983 жылы суармалы жердің көлемі 3 миллион гектардан асты, оның ішінде тұрақты суарылатыны 2,1 миллион және көлдетіп суарылатыны-900 мың гектар./2/.

1965 – 1990 жылдары мелиоративтік жұмыстардың жанды табиғатқа тигізген залалына дәлелді болу үшін бір нақты мысал келтірейік, 1973 жылы Талдықорған облысында суармалы егіншіліктің мол мүмкіндіктері толық пайдаланылмай жатқандығы облыстың кеңейтілген кеңесінде сөз болды/3/.

Білгалды дер кезінде ұтымды пайдаланған “дала аруы” жақсы өскен, ал онымен іргелес алқаптағы жүгері жүдеу, аласа өскен. Бұл плантация қыратты жерге орналастырылған, сушы оны қаншалық суландырып әрекеттенгенмен су оған көтерілмейді, немесе жүгері ойпанға егіледі де су қоры шамадан тыс көп жыйналып, өсімдіктің есуіне бөгет жасайды. Сонымен бірге көлдетіп суғарған су тек қана егіске зиян тигізгенімен қатар, жырыла аққан су төңірегіндегі табиғаттың өсімдіктеріне де зиянын тигізеді. Сондықтан суды да орнымен тиімді ұқыпты пайдалану керек. Дұрыс суландырмаудың салдарынан әр гектардан 10-15 центнер дән, 100-150 центнер қант қызылшасын кем өндіреміз. Ал мұндай ысырапты аудан, облыс көлемінде есептесе қанша ысырап, қаншама шығын және зиян болады?!

“Байлықтың анасы – жер, атасы – еңбек” дейді халық даналығы. Ал тіршілік нәрі – су. Ендеше суды да қадырлей біліп, оны егіншілікке дұрыс пайдалану керек./10/

Қазақстанда 60-80 жылдары көптеген беталды ағып, табиғатқа залалын тигізіп жатқан көлдің, тоғанның, су қоймаларының суларын және жер қойнауынан шығарылған ласталған, уланған және жауынды суларды бір жүйеге келтіру және оларға арнайы салынған бетоннан жасалған арық, канал т.б. су ағатын орындар мен жүйелерді салу жұмыстары баяу жүрді, сапасыз болды. Бұл жөнінде СОКП-ң Орталық Комитетінің 1966 жылғы май Пленумынан кейінгі уақыттарда жаңа су шаруашылығы құрылыстарының көлемі бұрынғыдан әлде қайда өскенімен, алғашқы қарқыннан кейін саябырлау бола бастады. Рас, өдеттегідей Пленумнан кейін қуатты индустриялық база құрылды, құрастырмалы темір бетон кеңінен қолданыла бастады, жұмыстардың механикаландырылу дәрежесі мықтап өсті. Сондай-ақ суармалы жерлердің есепке алынуы, жүйелерді ғимараттармен жарактандыруда сапалы өзгерістердің жүзеге асқанын, судың топыраққа сіңуін болдырмайтын каналдардың ұзартылғанын, реттеп отыратын сыйымдылықтардың көлемі өскенін көрсетті.

Қазіргі егіншіліктің суландыру жүйесі — бас каналдармен екінші және үшінші кезектегі каналдар негізінен жерден қазылып жасалған. Сол себепті су жерге сіңіп, немесе шетін бұзып 00,2 төңірегіндегі табиғатқа зиянын тигізеді және ысырап болды. Ал, су қоры болса өлшеулі, жетіспейді. Кейбір су тапшы жылдары ауыл шаруашылығы дақылдары бойынша оның қажетті мөлшерін ала алмай қалады. Мұның бәрі өнімді кемітіп, шаруашылық экономикасына кесірін тигізеді.

Қазақстанда зерттеліп отырған кезеңде (1965-90 ж.ж.) мелиоративтік жұмыстардың жанды табиғатқа тигізген залалы көп болды:

- біріншіден, Кеңес өкіметінің Қазақстанда жүргізген мелиоративтік жұмыстарды жоспарлауының көп талаптары негізсіз, жергілікті шаруашылықтың ерекшеліктерін есепке алмай, шаруашылық басшыларымен және мамандармен санаспай Москвада жасалынуында;
- екіншіден, жергілікті жердегі арық, өзен, көл, тоған және жер асты суын жөнді, дұрыс, жоспарлы, ысырапсыз, тиімді пайдаланбағандығында;
- үшіншіден, мелиоративтік жұмыстардың көзін тауып істейтін, әсіресе құрылыс жұмыстарын сапалы істейтін мамандардың жетіспеуінде;
- төртіншіден, мелиоративтік жұмыстарды басқаруда, ұйымдастыруда.

Басшылық органдарының жұмыстарындағы жіберілген кешірілмейтін олқылықтар мен кемшіліктер. Міне, осылардың салдарынан пайдалануға арналған сулар қалай болса солай жырыла ағып немесе сапасыз істелген бетон каналдардың тесігінен, жарылған жерінен аққан су немесе мөлшерден көп пайдаланған сулар жерлерді батпаққа айналдырып, жуып шайып, өз залалын төңіректегі жанды табиғатқа және егістіктерге, жан-жануарға тигізді.

Сондықтан, табиғат қорғау проблемасына айрықша мән беріп, ауа мен суды қауіпті-түрде ластайтын, жерді тоздыратын себептерді болдырмау қажет. Өндірістерді, кәсіпорындарды жобалау және салу жұмыс істеп тұрған кәсіпорындардың жұмысын жақсарту ісі үшін жоспарлау, шаруашылық және жобалау ұйымдарына, барлық кадрларымызға табиғатты қорғау тұрғысынан қарастырып, отанымыздың тамаша табиғаты беріп отырған барлық игілікті пайдалануға тек біздің ғана емес, сонымен бірге кейінгі ұрпақтардың да мүмкіндігін жасауымыз керек. Біз табиғатты қорғау және оның ресурсын тиімді пайдалану жөніндегі коллективтік халықаралық шараларға ат салысуымыз қажет.

Тәжірибеден тыңайтқыштарды қолданудың тиімділігіне оның мөлшерімен қатар, топыраққа сіңіру мерзімінің де үлкен әсері барын өркімдер — ақ жақсы біледі. Мұны Талдықорған облысының Сарқант ауданындағы, “Қарабөгет” совхозының басшылары мен мамандары да білмеді емес. Бірақ неліктен екені белгісіз, олар 219 тонна аммиак селитрасын топырақты негізгі өңдеуге пайдаланудың орнына зябьке жыртылған жерді тыңайтуға қолданған. Және қай

жерге қолданды десеңіші?! Топырағының механикалық құрамы жеңіл жерлерге қолданған. Ал мұндай алқапта ол онша пайда бермей ағын суға шайылып кетіп төңірегіндегі табиғатқа үлкен қасірет туғызды.

Тексеру барысында фосфор тыңайтқышы мен көң шірінділері тұқым себер алдында ғана пайдаланып, негізгі өндірілетін алқаптарға қолданылмайтыны анықталды. Мұндай жағдайда тыңайтқыштардың пайдасы аз болатындығы өзінен өзі белгілі. Күздік дақылдарды күгудің ережесі де сақталынбайды. Мәселен, Сарқанд, Қапал, Андреев аудандарында күздік дақылдарға күтім жұмыстары кем жүргізіледі. Тіпті кейбір егістік алқаптар қосымша қоректендірілмейді. Күздік өндіріске баяу енгізіліп жүр. Соның салдарынан шаруашылықтар қыруар астықты кем алып келеді.

Солай десек те, шаруашылықтың тыңайтқыштарды сақтайтын арнаулы қоймасы бар. Олардың бірінде 1,3 мың тонна тыңайтқыш сақталған, ал екіншісінің қабырғасы салақтықтың салдарынан қирап, 50 тоннадай тыңайтқыш көміліп қалған. Сөйтіп ол тыңайтқыштар түйіршіктеліп бірігіп қалған. Жентектелінген минералды тыңайтқыштары табиғаттың кең даласына лақтырылып тасталды. Ал ол қар астында және жауынның суы шайып өзіндік табиғатты уландырып зиянын тигізіп жатты.

Осы ауданның “Көкөзен кеншарында 1200 тонна әр түрлі тыңайтқыштар қыс айларында қалай болса солай сақталған. “Пограничник” кеншарында да иесіздіктің салдарынан 2,2 тонна тыңайтқыш қыста қар астында қалды, одан аққан улы су аққан жерін улады. Мұндай жағымсыз жайлар жалғыз Сарқанд ауданында ғана емес, Талдықорған облысының басқа да аудандарында орын алған.

Тыңайтқыштар ашық аспан астында жатып біріншіден сапасын жойды, ал екіншіден жауын жауғанда жоғарыда айтылған минералды тыңайтқыштарға жауын суы тиіп одан аққан су төңірегіндегі көптеген табиғат жерлерін және суларын уландырды, одан адамдар мен жан-жануарлар зардап шекті.

Республиканың көптеген шаруашылығында минералды тыңайтқыштарды стандартты тұғырда арнайы қамбада сақтау тәртібі сақталмаған, ережеге сөйкес келмеді. Мәселен, Алматы облыстық мемлекеттік санитарлық дәрігерлерінің тексеру барысында Алматы облысының бірқатар шаруашылықтарында осы мәселе тиянақты шешілмегені анықталған. “Пригородный” кеншарында, “Казахстан” жүзім - жидек кеншарында, Атысай темекі кеншарында және т.б. шаруашылықтарда минералды тыңайтқыштар бөлек қамба тамдар мен қораларда болғанымен сақталуы стандартқа сөйкес келмейді. Оның үстіне жауған қар мен жаңбыр үйлердің үстінен өтіп, улы сулары төңірекке ағып табиғатты уландырды және жан-жануарға да залалын тигізді.

Жетісай ауданының “Заря коммунизма” ұжымшарында, Ленин атындағы кеншарда, Бөген ауданының “Бадам, “Караспан” кеншарында, Киров ауданындағы “Шахталы”, “30 лет октябрь” кеншарында, Сарыағаш ауданының Жамбыл атындағы кеншарларында орын алған.



Зерттеліп отырған кезеңде Партияның Орталық Комитетінің жіберген кешірілмес үлкен қателерінің бірі Жамбыл облысында адам баласына, қоршаған ортаға зиянын, кесірін тигізетін Қаратау – Жамбыл территориялық өндіріс комплексі пайда болды./16/ /17/

Соңғы кезде осы химия алыптарының арқасында Жамбылда көптеген адамдар жарық өмірден ерте қоштасып, тұңғық белгісіз өмірге бірінен кейін бірі кетіп жатты. Дәрігерлердің, Денсаулық мекемелерінің және Министрлігінің мәлімдемелеріне қарағанда облыста осы химияның зардаптарынан адамдар, әсіресе балалар өлімі өте көп болды./6/

Ал мал жағынан келсек, олардың тарапынан да өлім баршылық. Тістері өсіп кетіп, шөп жей алмай, күйсей алмай көпшілігі өлім шығынына ұшырады. Сөйтіп жан-жануарлар аштан, арықтап құр сүдесі қалып өліп жатты. Өлген арық мал еш жерде пайдаға аспай, бекерге шығын болды және оның қоршаған ортаға, өмірге тигізген зияны қаншама.

Үлкен химия түтіндерінің әсерінен және облыс ауыл шаруашылығында химия тыңайтқышын көп мөлшерде ретсіз қолданудың салдарынан барлық көлдеріміз, арықтағы және тоғандағы су, өзендеріміз былғанып, уланып тамаша табиғатымызды бүлдірді. Оның суын ішкен адамдар, малдар, құстар, өсімдіктер ауруға ұшырап жас өмірлерінен ерте қоштасты. Ия, бұл облыс тұрғындарына орны толмас үлкен тажал болды.

Төмендегі таблицада 1989 жылғы қараша айында химия зардабынан кеселге дұшар болған ауруханада тексерілгендегі, зерттелгендегі жұқпалы іш ауруларының күйі көрсетілген.

Қалалар мен аудандар:	аурулар саны:
Жамбыл	91
Жанатас	40,4
Қаратау	2,4
Чу	37,9
Жамбыл ауданы	20,7
Жуалы ауданы	25,2
Қордай ауданы	42,3
Лутовой ауданы	29,1
Меркі ауданы	35,0
Мойынқұм ауданы	13,5
Сарысу ауданы	17,8
Свердлов ауданы	24,3
Талас ауданы	75,9
Шу ауданы.	10,2
<b>БАРЛЫҒЫ:</b>	<b>29,9</b>

Жамбыл облыстық экологиялық комитетінің экологиялық соңғы күнделігінде мынадай мәлімет көрсетілген: Атмосфераның ластану индексі Жамбыл қаласында өте жоғары, ол тек қана 1990 жылы 19,7 болды, ал ол негізінде шектелеген мөлшері бойынша 1 аспауы керек.

Ластану мөлшері ауа бассейінде 3 есе көп. Дәл осындай жағдайға облысымыздың жері мен суы да душар болған.

Экология мен табиғат қорғау - өте күрделі мәселе. Үйткені таза табиғат біздің ырыс-құтымыз, ал былғанған, уланған табиғат-сорымыз. Ал табиғатты улайтын, былғайтын тек адам ғана, осыдан сорлайтын да адам. Адамға тек ғана таза табиғат керек.

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. К.Рыспаев Шөлге шабуыл. -Алматы, Қайнар, 1973, 4 б.
2. Қазақстан ауыл шаруашылығы. 1973, ғ 6, 4 б.
3. П.А. 708 к., 114 х., 17 іс, 17-18 п.; Қазақстан ауыл шаруашылығы ғ 6, 1974, 28 б.
4. П. А. 708 к., 114 х., 17 іс, 17-18 п.; Қазақстан ауыл шаруашылығы ғ 6 , 1974, 30 б.
5. Қазақстан ауыл шаруашылығы 1, 1979, 36 б.
6. Жамбыл обл. мемл. архиві. 282 к., 7 х., 10 іс, 7 п.; 282 к., 6 х., 5 іс, 4 п.
7. "Халыққа білім беру жүйесіндегі экологиялық оқыту мен тәрбие" проблемасына арналған мемлекетаралық ғылыми-педагогикалық және методикалық конференцияның материалдары. — Жамбыл, 1992, 4-6 маусым, 75 б.

*М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университет*

### НАНЕСЕННЫЙ ВРЕД ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ, ЭКОЛОГИИ КАЗАХСТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ И ХИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В 60-80 годы

Канд.ист.наук

С.А.Байтилен

А.А.Алиева

В статье затронуты не решенные на сегодня проблемы мелиорации и химизации сельского хозяйства республики, ошибки руководящих органов в этой отрасли экономики, ущерб нанесенный природе, окружающей среде, экологии в целом, здоровью населения региона.

УДК 551.583 : 631.4172

**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И АРИДИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ  
СЕВЕРНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**Доктор геогр. наук М.Е. Бельгибаев  
Канд. геогр. наук А.В. Белый

*Приводятся данные об изменениях климата Северного и Центрального Казахстана, которые увязываются с процессами аридизации и опустынивания. Обобщены результаты оценки уязвимости ландшафтов Казахстана в связи с процессами потепления климата.*

В 1957 г. Роджер Ревелл и Ганс Э. Суесс из Скриппсовского океанографического института заметили, что человечество проводит «крупномасштабный геофизический эксперимент», проводит его не в лаборатории и не на компьютере, а на собственной планете. По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) за последнее столетие температура воздуха у поверхности континентов и океанов повысилась примерно на 0,53 °С в северном полушарии и на 0,52 °С – в южном.

Известно, что первые долгосрочные прогнозы потепления климата были сделаны М.И. Будыко в начале 70-х годов. В работе [7] отмечается, что в 1972 г. были опубликованы расчеты предстоящего в близком будущем повышения концентрации углекислого газа, обусловленного возрастающим потреблением различных видов углеродного топлива. Это должно привести к глобальному потеплению при повышении средней температуры нижнего слоя воздуха на 1-3 °С в течение ближайших десятилетий. Данный прогноз оправдался также и для территории Казахстана (1,3 °С), особенно Северного и Центрального [4].

Анализ метеорологических данных (температура воздуха и осадки) по Северному Казахстану показал потепление климата в данном регионе за инструментальный период (от 60 до 100 лет) в пределах от 1,7 °С до 2 °С. Общий тренд потепления климата отмечается по всем рассмотренным метеорологическим станциям Северного Казахстана – областным и районным. Особенно интенсивное потепление отмечается в зимний период времени – до 5–6 °С. Атмосферные осадки показывают на общую тенденцию снижения, в некоторых случаях отмечается их незначительное повышение [4]. По данным С.А. Долгих [11] статистически значимое

уменьшение атмосферных осадков отмечается на М Акмола (15,2 мм/10 лет) и на М Семипалатинск (7,2 мм/10 лет).

По данным Д.И. Абрамович и др. [1] средняя годовая температура воздуха за последние 100 лет в западной Сибири повысилась: в Барнауле на 1,6 °С, в Томске – на 2,2 °С, в Салехарде – на 1,8 °С. После публикации этих данных прошло более 30 лет, приведенные величины потепления несомненно возросли в связи с общим глобальным потеплением климата. Эти авторы в 1967 г. отмечали: «Сохранение принятой температурной тенденции приведет в 2000 г. к повышению температуры по Барнаулу +2,7 °С ... Особенно резкое повышение температуры воздуха наблюдалось за последние 20 лет по Барнаулу» [1]. Это, очевидно, одна из ранних опубликованных работ, где приводятся высказывания о региональных прогнозах потепления климата.

Последние данные о потеплении климата и опустынивания юга Сибири и Северной Азии отмечаются в ряде работ [8, 14]. Б.В. Виноградов и др. [8] отмечают: «Практически вся территория континентальной Сибири потенциально предрасположена к проявлению процесса опустынивания. Определены различные формы и содержания таких процессов: губительные засухи, пожароопасные периоды, зоны климатического риска, активизация дефляционных и других процессов». В другой работе [14] приведены данные по изменению климата за последние 100 лет в степных ландшафтах юга Сибири. Анализ многолетних колебаний гидроклиматических параметров степной зоны показал тенденцию дальнейшего иссушения территории. На это указывают положительные коэффициенты линейного тренда температуры воздуха за период 1928-1996 гг., составляющие 1-3 °С на 100 лет, при отрицательных трендах годовых сумм осадков, достигающих 2-6 мм на 10 лет. Отмечается, что в степях юга Сибири наблюдается аридизация ландшафтов, вызывающая перестройку их структуры в сторону опустынивания.

Наибольшая степень континентальности климата характерна для Северного и Центрального Казахстана, здесь же наиболее отчетливо происходят процессы аридизации и опустынивания, связанные с происходящим потеплением климата [2-4]. Нами изучены многолетние данные по температуре воздуха и осадкам на М Жезказган, Балхаш, Караганда и Семипалатинск<sup>1</sup>, расположенных в пределах 46,5° – 50,5° с.ш. Результаты статистических расчетов тенденций этих величин приведены в табл.

В рядах средних годовых, июльских и январских значений температуры воздуха на М Жезказган и Караганда рассчитаны статистически значимые на 5 - % уровне положительные тренды. Наибольший рост годовой температуры воздуха характерен для метеостанции Жезказган, где размах колебаний тренда составляет 1,86 °С за 59 лет. Примерно такая же ситуация характерна и для данных по М Караганда. По названным станци-

<sup>1</sup> - Семипалатинск относится к Восточному Казахстану.

ям отмечаются и самые высокие значения роста температуры зимой  $+3,5$ ;  $+3,7$  °С. На М Балхаш и Семипалатинск рост годовой и январской температуры воздуха менее значителен ( $0,60 - 0,83$  °С), а в июле оказался даже статистически незначимым. На М Балхаш в летний период сказывается смягчающее влияние акватории озера Балхаш на аридность и континентальность климата. Аналогичное положение возможно и на М Семипалатинск, где значительное смягчающее влияние летом может оказывать река Иртыш. Таким образом, на всех рассмотренных станциях наблюдался положительный тренд годовой температуры воздуха и высокие – порядка более  $2,4$  °С – значения роста температуры в январе, что говорит о наличии причин аридизации и опустынивания территории Центрального Казахстана.

Таблица

Размах колебаний линейных трендов в рядах годовых и сезонных значений температуры воздуха (°С) и осадков (мм) на 5-% уровне значимости за период инструментальных наблюдений по данным некоторых метеостанций Казахстана

Станция	Размах колебаний		
	Год	Январь	Июль
Жезказган	<u>+1.86</u>	<u>+3.54</u>	<u>+0.59</u>
	-	-	-
Балхаш	<u>+0.60</u>	-	-
	-	-	-
Семипалатинск	<u>+0.83</u>	<u>+2.40</u>	-
	-41.5	-7.47	-
Караганда	<u>+1.80</u>	<u>+3.72</u>	<u>+1.24</u>
	+37.2	+15.5	-6.20

Примечание: в числителе – данные об изменении температуры воздуха (°С), в знаменателе – об изменении осадков (мм)

Что касается осадков на рассматриваемой территории, то здесь нельзя с уверенностью говорить о достоверности трендов в их многолетних изменениях, что согласуется с выводами казахстанских ученых о том, что суммы атмосферных осадков в целом не выходят за пределы  $0,8 - 1,2$  от нормы [19]. Так, по М Балхаш статистически значимых на 5 - % уровне тенденций в рядах годовых, январских и июльских осадков не обнаружено. В то же время можно говорить о разнонаправленности в изменениях годовых сумм осадков, осадков за январь на М Семипалатинск, где они

уменьшились и на М Караганда, где характерна обратная тенденция. Вероятно, климат региона претерпевает изменения и последует определенный «перелом», что несомненно отразится на процессах аридизации и опустынивания.

В этой связи интересны также данные об изменении гидротермических характеристик за менее длительные промежутки времени. В отличие от длительных периодов, короткие (5, 10, 15 лет) дают представления об изменении рассматриваемых величин и сопоставимы между собой в ряду наблюдений, что дает возможность оценки их периодических флуктуаций. Так, за последние 10 лет на рассмотренных нами метеорологических станциях наблюдались значимые положительные тренды в изменениях годовых значений температуры воздуха, значительно превышающие показатели длительного инструментального периода. Это хорошо прослеживается на представленных графиках (рис. 1). В то же время, как и в случае длиннопериодных изменений, ощутимых изменений в суммах осадков не произошло.

Интересная, если выразиться точнее, странная температурная аномалия наблюдается на территории Семипалатинского ядерного полигона (СЯП) [18]. По космическим снимкам в зимний период 1996-1997 гг. было обнаружено, что район СЯП практически все время оставался без снежного покрова. Здесь выделены четко выраженные очаги, температура в которых более чем на 10 °С превышает общий фон окружающей территории (рис. 2). Температурные аномалии в этом районе сохраняются и в теплое время года. В заключении статьи академик У.М. Султангазин с соавторами [18] отмечают: «Таким образом, имеющиеся в нашем распоряжении факты не позволяют однозначно определить причины обнаруженного явления. В частности, они могут быть связаны с локальными особенностями местности, способствующими денудации снежного покрова и более интенсивному прогреву оголенных участков земли солнечными лучами. Однако, наиболее вероятной причиной, на наш взгляд, являются радиоактивные и тектонические процессы, инициированные многочисленными ядерными взрывами. Более точные ответы на все вопросы могут дать лишь детальные комплексные исследования этого региона».

С.А. Долгих и др. [10] отмечают: «... сценарии изменения регионального климата по различным моделям общей циркуляции атмосферы едины в том, что температура будет продолжать расти, причем значительно. В зависимости от сценария, ожидание повышения температуры воздуха при удвоении концентрации углекислого газа в атмосфере лежит в пределах 4,5 – 6,9 °С. Что касается осадков, то одни сценарии прогнозируют их уменьшение (на 12 %), другие – увеличение (на 7 – 28 %), третьи показывают, что количество осадков может остаться неизменным».

Многочисленные данные [7-17, 20] свидетельствуют в целом о потеплении климата на планете, но эта тенденция неодинакова в разных регионах. Некоторые регионы в плане потепления «опережают» другие территории и континенты.

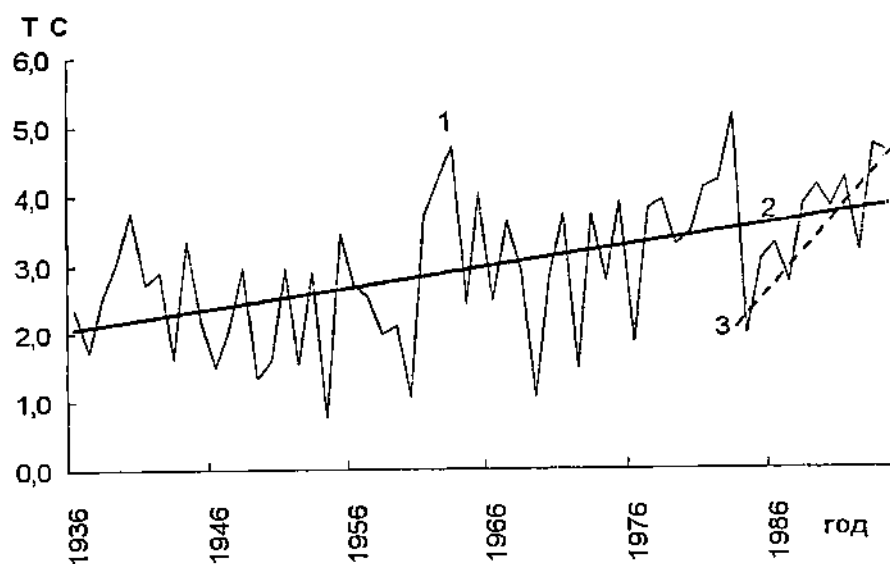
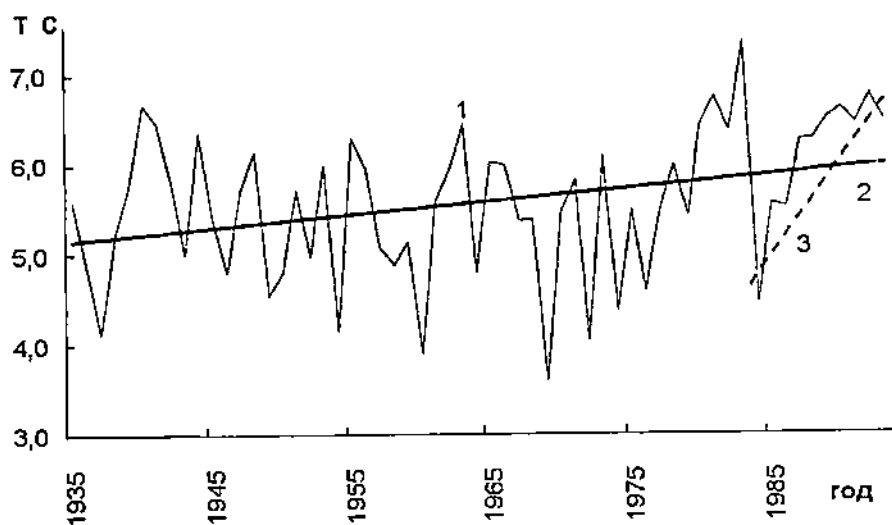


Рис. 1. Многолетний ход средних годовых значений температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) – 1, их линейные тренды за весь срок наблюдений – 2 и за последнее десятилетие – 3 по данным М Балхаш (а) и Караганда (б)



Рис. 2. Изолинии аномалий температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на Семипалатинском ядерном полигоне 17 февраля 1997 г. [18]



К последним можно отнести и территорию Казахстана в целом, особенно Северный и Центральный его регионы. В работе [17] дана оценка уязвимости природных ресурсов и экономики Казахстана к ожидаемому изменению климата. Рассмотрены 5 моделей общей циркуляции атмосферы. Отмечается, что все модели предсказывают ухудшение условий увлажнения в регионе при ожидаемом изменении климата, так как площади пустынь будут расширяться, а полупустынь и степной зоны – сокращаться. Согласно сценарию минимального потепления, границы зон увлажнения будут сдвинуты к северу в среднем на 50 – 100 км, а при максимальном потеплении – на 350 - 400 км. Площадь зоны недостаточного увлажнения, где в Казахстане при современном климате выращивают зерновые культуры (степная зона), сократится на величину от 6 до 23 %. По сценарию УКМО (равновесная модель Метеорологического агентства Соединенного Королевства), который предсказывает максимальное потепление, на территории Казахстана зона недостаточного увлажнения (степная) исчезнет, произойдет расширение засушливой (полупустышной) зоны. Такой характер возможного изменения климата, естественно, не может не сказаться на состоянии экономики и природных ресурсов Республики [17]. В приведенных выше прогнозных данных не указаны временные интервалы явлений и процессов, которые произойдут в будущем. Отмечено, лишь, что удвоение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере произойдет примерно в 2050 – 2075 гг. Это вызовет значительный рост средней годовой и сезонной температуры воздуха на территории Казахстана и за его пределами.

В связи с этим выскажем некоторые представления об изменении и перемещении границ природных зон. Во многих работах отмечается возможное перемещение природных зон и подзон в северном направлении [2, 4, 16, 17 и др.]. Это положение было подтверждено также на симпозиуме «Изменение циркумполярной границы леса» [13]. Впервые благодаря применению комплексного междисциплинарного подхода и усилиям ученых нескольких стран удалось проследить основные этапы и установить абсолютную хронологию продвижения северной границы леса в пределы современной тундры в Европе.

Компоненты ландшафта по-разному реагируют на возрастание засушливости климата или аридизацию. В первую очередь усиление аридизации и ее последствия коснутся биоты, в том числе растительного покрова, наиболее чутко реагирующего на климатические изменения. Речь идет о ксеротизации травянистой формации степной зоны, об экзодинамических сукцессиях (сменяемость ценозов), а также возможных антроподинамических сукцессиях под влиянием излишней, сверхнормативной нагрузки на пастбища. Будет возрастать процесс обезлесивания территории лесостепной зоны Казахстана, возникнут проблемы сохранения и устойчивости биоразнообразия.

Аридизация климата окажет существенное влияние на организмы-обитатели почвенного покрова (бактерии, грибы, водоросли, простейшие животные организмы, беспозвоночные, насекомые и др.) Все организмы

принимают активное участие в почвообразовательном процессе и гумификации не полностью минерализовавшихся компонентов опада и корней растений. Усиление засушливости климата будет подавлять жизнедеятельность указанных организмов и в целом направление и темпы почвообразовательного процесса. Это приведет постепенно к смене подтипа и типа почв в деградиационном направлении (черноземы обыкновенные → черноземы южные → темнокаштановые). Приведенная цепочка является общей схемой эволюции автоморфных почв степной зоны. Причем до третьего звена почвообразовательный процесс может и не дойти. Все зависит от длительности проявления аридизации и темпов нарастания потепления за каждое десятилетие. Возможны также изменения почв на уровне рода, связанные с увеличением площади засоленных почв (солонцы, солончаки, возрастание степени карбонатности в некоторых почвенных системах). В этой связи очень уместно привести взгляды американского почвоведа К.К. Никифорова [16]: «... Каждая из динамических характеристик развивающейся почвы сама по себе представляет функцию окружающей среды и как таковая реально существует только в данной окружающей среде, вне которой она либо изменяется, либо полностью исчезает ... Любая поверхность, покрытая в настоящее время определенными почвами, могла быть покрыта другими почвами в прошлом и может быть покрыта совершенно другими почвами в будущем.» Первый тезис К.К. Никифорова подтверждает известное определение «почва – зеркало ландшафта», второй тезис в большей степени относится к палеопедологии (палеогеографии почвенного покрова).

Почва, являясь зеркалом ландшафта, относится к более «консервативному» компоненту ландшафта с точки зрения более длительного развития и формирования как «естественноисторического тела». Развитие и эволюция почв происходит медленными темпами. Так, для формирования 1 см почвенного гумусового профиля требуется от 10 до 50 лет [5]. Изменение одного из ведущих факторов почвообразования – климата, естественно, приведет к медленному изменению и смещению границ почвенных зон и подзон в северном направлении. Этот процесс может занять несколько столетий. До достижения покомпонентного экологического равновесия растительный покров при изменении климата может придти к равновесию с новыми условиями уже через несколько десятилетий. Для приведения в соответствие всех взаимосвязанных компонентов ландшафта (поток энергии, вещества и информации), установления равновесия с формирующими ландшафт факторами, одним из которых является климат, потребуются еще больший промежуток времени (достижение территориального экологического равновесия). При этом стоит учесть, что для эволюции природной зоны, как надсистемы ландшафтов, необходимо более длительное время, особенно в аридных условиях. Проблема эта очень сложная и многогранная. Мы затронули лишь отдельный аспект, касающийся возможного развития и эволюции почв и ландшафтов во времени для степной зоны Казахстана, не останавливаясь на изменении рельефооб-

разующих процессов. Можно лишь отметить, что экзогенный рельеф семиаридной и аридной зон подчиняется широтной географической зональности.

Прогноз изменения климата отражается также и на уязвимости водных ресурсов. В работе [17] отмечено, что наиболее уязвимыми окажутся ресурсы поверхностных вод бассейна реки Ишим. Согласно сценарию максимального потепления ресурсы поверхностных вод бассейна этой реки уменьшатся на 73 %. По остальным сценариям уменьшение возможно на 34 – 37 %. Ресурсы бассейна реки Иртыш по сценарию максимального потепления сократятся на 27 %. Таким образом, особо неблагоприятная климатическая обстановка прогнозируется в Акмолинской и Семипалатинской областях. Здесь будет отмечаться возрастание средней годовой и сезонной температуры воздуха, уменьшение средних годовых норм атмосферных осадков и сокращение стока в реках Ишим и Иртыш.

Территорию Казахстана в целом, очевидно, можно отнести к климатически активным зонам планеты [6]. Она относится к аридной зоне Азии, расположенной в центре субконтинента и испытывает на себе влияние своеобразных климатических, орографических и континентальных факторов, наряду со значительной антропогенной нагрузкой [3, 9]. И.А. Береснева [6] отмечает, что это территория с особенно хрупким экологическим балансом, на которой наиболее остро и быстро проявляются причинно-следственные связи ведущих природных процессов. С этим положением нельзя не согласиться, принимая во внимание природно-климатические и геоэкологические условия Республики Казахстан.

Потепление климата в Казахстане, особенно в северных регионах может повлиять в первую очередь на уязвимость урожайности яровой пшеницы. Оценку изменения климата при удвоении концентраций углекислого газа в атмосфере провели сотрудники КазНИИ мониторинга природной среды и климата [15]. Анализ моделирования показал, что урожайность яровой пшеницы может уменьшиться. Уменьшение урожайности для различных станций и регионов может быть довольно значительным – от 16 до 70 %.

Исходя из вышеизложенного можно сделать ряд выводов. В лесостепной, степной и полупустынной зонах отмечается интенсивное проявление аридизации ландшафтов. Прирост температуры воздуха за инструментальный период времени (60 – 100 лет) превышает средний глобальный уровень потепления (+ 0,53 °C) в 2 – 3 раза и выше. Уже сейчас возникла необходимость учета изменений природных условий в лесостепной и степной зонах для выращивания зерновых и других культур, а также корректировка соотношения получаемой продукции земледелия и животноводства. Речь идет о специализации той или другой отрасли хозяйства к изменяющимся почвенно-климатическим условиям региона. Дальнейшее потепление климата может привести к сокращению площади пашни под зерновыми культурами и повлиять на уязвимость урожайности яровой пшеницы.

Казахстан расположен в Центральной Азии в глубине материка Евразия на практически равном удалении от Атлантического и Тихого океанов. Резкая континентальность климата, малая обводненность территории, своеобразное физико-географическое расположение природных зон с их орографическими и геоморфологическими условиями, а также площадное и широтное соотношение равнин и гор, окаймляющих Республику с юга и юго-востока, создают предпосылки для отнесения крупного экорегиона (особенно Северного и Центрального) к климатически активным зонам планеты. Этому способствуют в немалой степени все возрастающие антропогенные факторы и процессы.

Потепление климата будет способствовать «перемещению» природных подзон и зон, точнее смены их границ и изменению площадей. «Перемещение» ботанических и почвенно-климатических зон будет происходить в северном направлении. При максимальном потеплении прогнозируется смещение природных зон к северу примерно на 350-400 км. Подобный характер возможного изменения климата не может не сказаться на состоянии экономики и природных ресурсов Республики.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович Д.И., Колодей Н.С., Унт Л.З. Динамика климата Западной Сибири за последние 100-150 лет // Межвузовская научная конференция. Материалы географической секции. – Зап.-Сиб. книжное изд-во. – Омск, 1967. – С. 10-19.
2. Бельгибаев М.Е. Диагностические показатели аридизации и опустынивания семиаридной зоны Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 1995, № 2. – С. 175-201.
3. Бельгибаев М.Е., Фаизов К.Ш. Современный антропогенез и проблемы экологии почв Казахстана // Гидрометеорология и экология. – 1996, № 1, – С. 154-165.
4. Бельгибаев М.Е. Интенсивность процесса аридизации на территории Северного Казахстана // Первый Международный Конгресс «Экологическая методология возрождения человека и планеты Земля», Материалы Конгресса. Часть I. – Алматы, 1997. – С. 222-226.
5. Бельгибаев М.Е. О скорости почвообразовательного процесса и возрасте почв Северного Казахстана // Всесоюзн. конференция «История развития почв СССР в голоцене». Тезисы докладов. – Пушкино, 1984. – С. 74 – 75.
6. Береснева И.А. Климатическая обусловленность изменчивости природных процессов в аридной зоне // Методологические вопросы оценки состояния природной среды МНР. Международное совещание. Тезисы докладов. – Пушкино, 1990. – С. 13-14.
7. Бudyко М.И., Израэль Ю.А. Антропогенное потепление // Научная конференция по результатам исследований в области гидрометеороло-

- гии и мониторинга загрязнения природной среды. Тезисы докладов. – М., 1996. – С. 37-38.
8. Виноградов Б.В., Михеев В.С., Напрасников А.Т. Проблема аридизации континентальных районов Северной Азии // Десятое научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1999. – С. 41-43.
  9. Влияние человека на почву как компонент биосферы / Г.В. Добровольский, Л.А. Гришина, Б.Г. Розанов, В.О. Таргульян // Почвоведение. – 1995, № 12. – С. 55-65.
  10. Долгих С.А., Есеркепова И.Б., Шамен А.М. Оценка вклада ожидаемого потепления глобального климата в развитие процессов опустынивания в Казахстане // Гидрометеорология и экология. – 1997, № 3. – С. 43-49.
  11. Долгих С.А. Мониторинг и сценарии изменения климата с учетом глобального потепления / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Алматы, 1999. – 25 с.
  12. Кондратьев К.Я. Глобальный климат и его изменения. – Л.: Наука, 1987. – 232 с.
  13. Кременецкий К.В. Изменения циркумполярной границы леса // Известия РАН. Сер. географ. - 1997, № 2. – С. 140-141.
  14. Мартыянова Г.Н., Баженова О.И. Об аридизации степных ландшафтов юга Сибири // Десятое научное совещание географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1999. – С. 110-111.
  15. Мизина С.В., Есеркепова И.Б., Сутюшев В.Р. Оценка уязвимости урожайности пшеницы в Северном Казахстане при возможных изменениях климата // Гидрометеорология и экология. – 1997, № 3. – С. 64-72.
  16. Никифоров К.К. Почвенные признаки изменений климата // Изменение климата. – М.: Изд-во иностр. литер., 1958. – С. 211-223.
  17. Первое национальное сообщение Республики Казахстан по рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Алматы, 1998. – 74 с.
  18. Султангазин У.М., Закарин Э.А., Сливак Л.Ф. Дистанционное зондирование температурных аномалий в районе Семипалатинского ядерного полигона // Доклады МН-АН РК. – 1997, № 2. – С. 51 – 54.
  19. Шамен А.М. Гидрометеорология и мониторинг природной среды Казахстана. – Алматы: Гьлым, 1996. – 279 с.
  20. Филип Д. Джоунс, Том М. Л. Уигли. Тенденции глобального потепления // В мире науки. – 1990, № 10. – С. 62-70.

Казахский государственный  
национальный университет им. аль-Фараби

## СОЛТҮСТІК ЖӘНЕ ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН АЙМАҚТАРЫ АУА РАЙЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ ЖӘНЕ ЫЛҒАЛСЫЗДАНУЫ

Георг.ғыл.докторы  
Георг.ғыл.канд.

М.Е.Белгібаев  
А.В.Бельй

Құрғақшылық пен құмдақтану үдерісін көрсететін, Солтүстік және Орталық Қазақстандағы ауа райының өзгерісі туралы мәліметтер беріліп отыр. Ауа райының жылыну үдерісіне байланысты, Қазақстанның ландшафтарының тұрақсыздығын бағалау талдау қорытындыланды.

УДК.631.67

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕК**

Ж.У.Ахметов  
Канд.техн.наук А.Т.Козыкеева  
Л.Ж.Мустафаева

*На основе существующих схемы использования водных ресурсов рек аридных зон разработана система математических моделей, позволяющих решить проблемы оптимального функционирования основных звеньев водохозяйственного комплекса: орошаемого земледелия, промышленного и коммунального водоснабжения.*

Региональной особенностью аридной зоны, которые значительно повлияло их формирование, функционирование и развитие водного хозяйства с уникальным сочетанием природно-энергетических ресурсов создает благоприятное условие для развитие различных отраслей народного хозяйства, что, прежде всего, определяют основные принципы использования водных ресурсов реки.

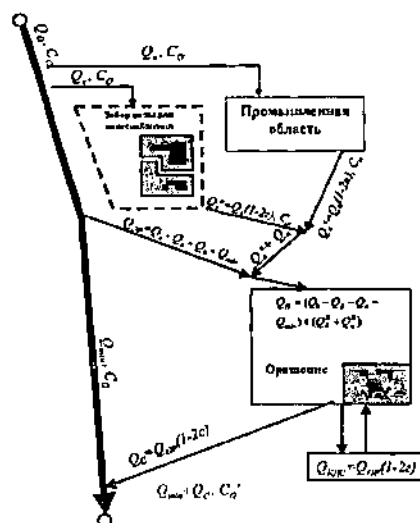
Эти региональные особенности определяют характер использования водных ресурсов в сельском хозяйстве и промышленного и коммунального водоснабжения, а также в настоящее время приобретает сохранение природных комплексов в интересах охраны и воспроизводства водных ресурсов.

Сложность этой задачи обусловлена как необходимостью поиска новых форм использования земельных, водных и других природных ресурсов, которые позволили бы свести к минимуму неблагоприятные экономические последствия, связанные с хозяйственным использованием этих ресурсов. Отсюда следует, что решение проблемы водообеспечения отраслей народного хозяйства и населения водой в перспективе требует разработки систем математических моделей с учетом существующего гидрогеологического режима и принципа использования водных ресурсов в бассейнах рек.

Уровень развития орошаемого земледелия в бассейне рек в основном зависит от оросительной способности рек или возможности

оронительных систем (ВОС) и наличие фонда земель, пригодных для орошения (ФЗ).

Схема использования водных ресурсов аридных зон



$Q_0$  - расход реки;  $C_0$  - минерализация речных вод;  $Q_n$  - потребность в воде коммунально-питьевого водоснабжения;  $Q_n$  - потребность в воде промышленных объектов;  $Q_{min}$  - природоохранный расход, оставляемый в водном источнике;  $Q_{оп}$  - водозаборное орошение;  $Q_n^a$  - расход возвратных вод из промышленных объектов;  $C_n$  - минерализация из коммунально-питьевого водоснабжения;  $C_n$  - минерализация из промышленных объектов;  $Q_{КДС}$  - расход коллекторно-дренажных вод;  $Q_c$  - расход сбросных вод;  $C_c$  - минерализация сбросных вод.

Рисунок

Принято, что площадь орошаемых земель в бассейнах рек, как практика показывают увеличивается постоянно на какой то величину  $\Delta ПОЗ$  за период  $\Delta t$ , пока не будет исчерпан фонд земель пригодных для орошаемого земледелия  $ФПОЗ$ , т. е.:

$$ПОЗ^{t-\Delta t} = ПОЗ^t + \Delta t \cdot \overline{RO};$$

$$\overline{F} = \begin{cases} 0 & ПОЗ^t \geq ФЗ \\ \Delta ПОЗ & ПОЗ^t < ФЗ \end{cases}$$



Возможности оросительных систем ( $ВОС$ ) должно характеризоваться максимальными оросительными способностями реки ( $ОСР$ ). Следовательно, возможности оросительных систем увеличивается от года, пока не достигнут максимальный оросительной способности для конкретной реки, т. е.  $ВОС \rightarrow ОСР$ .

Повышение возможности оросительных систем ( $ВОС$ ), регулируется двумя темпами: во-первых расширение площади орошения за счет использования дополнительных водных ресурсов, несмотря ухудшения экологической обстановки в низовьях рек ( $\Delta ОСР$ ); во-вторых, путем использования ресурсосберегающих, безотходных и экологически безопасных технологии орошения ( $\Delta ОСРТ$ ). При этом, определение уровня развития орошения ( $ВОС'$ ) осуществляются по формуле.

$$ВОС'^{\Delta t} = ВОС' + \Delta t \cdot (\Delta ОСР + \Delta ОСРТ)$$

$$\Delta ОСР = \overline{РО} \cdot ОСР$$

$$\Delta ОСРТ = \begin{cases} 0, & ВОС' \geq ВОС \\ ПХРБТ \cdot ВОС', & ВОС' < ВОС \end{cases}$$

где  $ПХРБТ$  - параметр, характеризующий ресурсосберегающие, безотходные и экологически безопасные технологии орошения.

Для прогнозирования уровня развития орошаемого земледелия имеет особое значение установление характера темпа развития орошения ( $\overline{F}$ ). Темп роста орошаемого земледелия может при этом увеличиваться линейно за счет максимального использования водных ресурсов и нелинейно - за счет роста орошаемых земель происходит в результате внедрение ресурсосберегающих, безотходных и экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, т.е.:

$$\overline{РО} = \begin{cases} 0, & ПОЗ' \geq \PhiЗ \\ ВОС' & ПОЗ' + ВОС' \leq \PhiЗ \\ \PhiЗ - ПОЗ', & ПОЗ' + ВОС' > \PhiЗ \end{cases}$$

Как известно, водопотребителем водных ресурсов реки, кроме орошаемого земледелия являются промышленное  $ВПП$  и коммунальное водоснабжение  $ВКВ$  и водоотведение.

При моделировании водопотребление промышленности, сначала необходимо установить уровень использования водных ресурсов в на-

стоящий времени  $BПП'$  и темпа роста промышленного производства в бассейне рек  $\overline{ТРП}$  при неизменной технологии использование воды на производстве. При этом, приняв, постоянными норма безвозвратного потребления в промышленности на единицу продукции  $BПП$  и удельный уровень сбросов загрязнителей  $\Delta BПП$ , т.е.:

$$ТРП^{i+1} = ТРП' + \overline{ТРП} \cdot \Delta t;$$

$$BПВП^{i+1} = ТРП^{i+1} \cdot BПП;$$

$$\Delta BПВП^{i+1} = ТРП^{i+1} \cdot \Delta BПП,$$

где:  $BПВП^{i+1}$  - безвозвратное потребление воды в промышленности;

$\Delta BПВП^{i+1}$  - сброс загрязнителей промышленностью.

При моделировании, темп роста промышленного производства необходимо принять не постоянным, а монотонно изменяющимся, пока не будет достигнута максимальная производительность конкретного производства ( $ТРП_{max}$ ), тогда уравнение темпа роста ( $\overline{ТРП}$ ) будет иметь вид:

$$\overline{ТРП}_t = \begin{cases} \overline{ТРП}(1 + \Delta \overline{ТРП}), & ТРП < ТРП_{max} \\ \overline{ТРП}, & ТРП > ТРП_{max} \end{cases}$$

При этом, с целью рационального использования водных ресурсов в промышленности должно планироваться постоянное уменьшение безвозвратного водопотребления, происходящего с постоянной скоростью до тех пор, пока не будет достигнут некий минимальный уровень производства продукции:

$$BПП_{t+1} = \begin{cases} BПП, & BПП_t \leq BПП_{min} \\ BПП \cdot УНБВП, & BПП_t \geq BПП_{min} \end{cases}$$

где  $УНБВП = BПП_{min} / BПП_t$  - темп уменьшения нормы безвозвратного водопотребления производства промышленной продукции.

Как известно в любом бассейне реки, расположены города и сельские поселки, относящихся коммунальное водоснабжение. При этом, следует отметить, что безвозвратное водопотребление на человека в городах и в сельском местности сильно различается. В связи с этим при моделирование коммунального водоснабжения уровни численно-

сти городского ( $NI$ ) и сельского ( $NC$ ) населения должна рассматриваться отдельно.

Уровень городского ( $NI$ ) и сельского ( $NC$ ) населения изменяется под действием трех процессов постоянной интенсивности: естественного прироста городского населения (коэффициент роста -  $KP_{NI}$ ), миграционного изменения городского населения за счет притока и оттока за ее пределы (коэффициент снижения роста -  $KC_{NI}$ ) и увеличения населения города за счет миграции сельского населения -  $KMC$ :

$$NI_{t+1} = NI_t (1 + KP_{NI} \pm KC_{NI}) + NC \cdot KMC;$$

$$NC_{t+1} = NC_t (1 + KP_{NC} \pm KC_{NC}) - KMC.$$

При этом объемы водоснабжения городских ( $BГ$ ) и сельских ( $BC$ ) населенных пунктов увеличиваются год от года ( $t, t+1$ ), на определенную долю, т. е.  $\overline{NI} = NI^{t+1} / NI^t$  и  $\overline{NC} = NC^{t+1} / NC^t$ , если потребление воды на человека меньше нормы водоснабжения на человека (в городе -  $\overline{QBG}$ , в селе -  $\overline{QBC}$ ).

$$\overline{QBG}^{t+1} = \begin{cases} \overline{QBG}^t, & NI \geq \overline{QBG}^t \\ \overline{QBG}^{t+1}, & NI < \overline{QBG}^t; \end{cases}$$

$$\overline{QBC}^{t+1} = \begin{cases} \overline{QBC}^t, & NC \geq \overline{QBC}^t \\ \overline{QBC}^{t+1}, & NC < \overline{QBC}^t, \end{cases}$$

где:  $\overline{QBG} = QГ / \overline{QBG}^{t+1}$ ;  $\overline{QBC} = QС / \overline{QBC}^{t+1}$ ;

$\overline{QBG}$  - возможный объем водных ресурсов для коммунального водоснабжения городского населения;  $\overline{QBC}$  - возможный объем водных ресурсов для коммунального водоснабжения сельского населения. По значениям  $\overline{QBG}^t$ ,  $\overline{QBC}^t$ ,  $NI^t$  и  $NC^t$  определяются производные уровни безвозвратного водопотребления ( $\Delta QBGБ$ ,  $\Delta QBCБ$ ) и сброса загрязненных водных ресурсов городским и сельским населением ( $\Delta CBГ$ ,  $\Delta CBС$ ).

Следовательно, общее безвозвратное водопотребление, коммунальное водопотребление в бассейне реки и общий сброс загрязнителей вычисляются как суммы соответствующих уровней для городского и сельского населения.

$$\Delta QС = \Delta CBГ + \Delta CBС = KBVG \cdot \overline{QBG} + KBBC \cdot \overline{QBC};$$

$$\Delta QB = \Delta QBGБ + \Delta QBCБ = KBVG \cdot \overline{QBG} + KBBC \cdot \overline{QBC}.$$

где: *КВВГ*, *КВВС* - коэффициент безвозвратного использования водных ресурсов соответственно городским и сельским населением;

*КВВГ*, *КВВС* - коэффициент учитывающий возвратную часть водных ресурсов соответственно от городского и сельского населения.

Таким образом, разработанная система модели использования водных ресурсов в бассейне рек позволяет решить проблемы оптимального функционирования основных звеньев водохозяйственного комплекса орошаемого земледелия промышленного и коммунального водопотребления, природных процессов в геосистемах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мустафаев Ж. С. , Даримбетов У. Д. Математическая модель оросительных систем. // Вестник с.-х. науки Казахстана, 1985, №1, с. 67-75.
2. Рациональное использование водных ресурсов бассейна Азовского моря, М., Науки, 1981, 360с.
3. Мустафаев Ж. С. Вопросы оптимизации водораспределения на орошаемых землях свеклосеющих зон Казахстана. // Вестник с.-х. науки Казахстана, 1981, №1, с.75-80.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

### ӨЗЕННІҢ САЛАСЫНДАҒЫ СУ ҚОРЫН ПАЙДАЛАНУДЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ БЕЙНЕЛЕУ

Техн.ғыл.канд. Ж.У.Ахметов  
А.Т.Қозыкеева  
Л.Ж.Мұстафаева

Өзендердің саласындағы орналасқан суармалы егістік жерге, өнеркәсіп өндірісіне және қалалар мен ауылды елді мекендерді сумен қамтамасыз етудің математикалық бейнесі тұрғызылған. Осы математикалық бейнелердің негізінде өзен суының су қорын тиімді пайдаланудың жолдары көрсетілген.

изменению ландшафта. Для рассматриваемого нами района восточного Приаралья пыльные бури являются весьма характерным явлением. Однако в последние десятилетия в районе Аральского моря наблюдаются очень мощные песчано-солевые выносы, впервые обнаруженные по материалам космических съемок. По метеорологическим данным в год на данной территории наблюдается порядка 10-12 сильных пыльных бурь [4].

Многолетние исследования этого явления показали, что понижение уровня Аральского моря, вызванное главным образом уменьшением стока рек Амударья и Сырдарья, привело к формированию береговых отмелей, сложенных преимущественно песками, сосредоточенных главным образом в восточной части Аральского моря. И это образованная осушка по данным дистанционного зондирования, а также по данным наземных наблюдений, является крупным источником образования мощных песчано-солевых бурь.

Космические снимки, фиксирующие пыльные бури в виде шлейфов аэрозольного выноса, позволяют кроме того установить районы их возникновения (т.е. участки подстилающей поверхности, где начинается замутнение атмосферы). Особенно эффективными оказались космосъемка с американских спутников NOAA с радиометрами AVHRR. Эти съемки можно осуществлять достаточно часто (2-3 раза в сутки), в широком спектральном диапазоне от видимого (1,2 каналы - 0,5, 0,7 мкм) до среднего инфракрасного (3 канал - 3 мкм) и теплового инфракрасного (4 и 5 каналы - 10,12 мкм) спектров, с большой полосой охвата (2,5 тыс. километров) и с приемлемым разрешением - 1 км. При наличии одиночного космоснимка невозможно оценить динамику процесса, поэтому использование набора космических изображений с достаточно хорошей периодичностью позволяют нам прогнозировать поведение пылевого выброса, а при наличии метеоданных оценивать мощность и продолжительность бури. Анализ одиночных космоснимков, фиксирующих пыльные бури не в начальный период их развития, может привести к неточностям: нередки случаи, когда за несколько суток мощные пыльные облака перемещаются на большие расстояния и отрываются от переставшего функционировать очага. Таким образом AVHRR/NOAA дают возможность наблюдать за весьма

УДК 528.85/.87 + 528.88(15)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ В ПРИАРАЛЬЕ МЕТОДАМИ СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ.**

Доктор техн. наук

Э.А. Закарин

Б.Э. Бекмухамедов

Т.В. Дедова

*С использованием методов космоснимков с изображениями шлейфа выноса создана технология выделения очагов пыльных бурь. Методика позволяет более точно определить зоны возникновения этих процессов в восточном Приаралье.*

Пыльные бури – один из видов загрязнения атмосферы. Недооценка этого вида загрязнения стала особенно очевидной после съемок земли из космоса. В формировании пыльных бурь, помимо метеорологических факторов, большую роль играют особенности строения подстилающей поверхности как в районе возникновения бурь – в очагах, так и вдоль трассы их перемещения [5].

Наблюдения из космоса позволяют выявить очаги и районы возникновения пыльных бурь и пыле-песчаных потоков [3], получить разнообразную информацию о подстилающей поверхности в очагах и на пути перемещения пыльных образований [1, 6]. Эта информация важна для изучения причин формирования пыльных выносов, выяснения роли подстилающей поверхности, в частности, состава грунтов, топографии местности, отражательных и излучательных свойств поверхности. Несмотря на то, что пыльные бури изучаются давно, сведений об очагах их возникновения немного. Объясняется это прежде всего тем, что очаги пыльных бурь во многих случаях располагаются в труднодоступных малоизученных районах, где в большинстве случаев отсутствуют наземные станции наблюдения.

Высохшее дно Аральского моря представляет собой весьма динамичную систему. Процессы обнажения дна, зарастания, опустынивания и др. приводят к быстрому (практически ежегодному)

динамично меняющимися явлениями, каковыми являются аэрозольные выносы.

В данной работе применялись стандартные процедуры для обработки спутниковых данных, а именно географическая привязка, радио яркостная коррекция, корреляция с наземными данными и пр., с использованием мощных инструментальных систем, решающих задачи дистанционного зондирования, таких как ERDAS-версия 8.3 и ERMapper- версия 4.2.

В первую очередь осуществлялась географическая привязка космоснимков со спутников NOAA, «МИР», «Ресурс», а также топографических и других карт вышеописанными программными продуктами. Геопривязка космоснимков со спутника «МИР», (сканер МСУ-СК, разрешение 30м.) проводилась по картам масштаба 1:200000, а геопривязка космоснимков NOAA проводилась по картам масштаба 1:500000. За контрольные точки принимались объекты, хорошо различимые как на карте, так и на космоснимке, а также объекты, наименее подверженные изменениям - крутой берег Арала, изгибы Сырдарьи и Амударьи, старые берега островов Возрождение и Барса-Кельмес. После выбора контрольных точек оценивалась общая ошибка и затем проводилась трансформация снимка методом линейных, квадратичных или кубических преобразований. Аральское море находится на границе двух зон- UTM-40 и 41, поэтому обработка проводилась в зоне UTM41.

На яркостные или спектральные характеристики космоснимков влияют как время суток или время года, так и погодные условия - влажность, температура и др. Нормализация необходима для сравнения и выделения различий между двумя снимками одной и той же территории. Различные поверхности по-разному реагируют на изменение одного и того же внешнего освещения, поэтому мы выбирали контрольные точки на каждом из доминирующих участков - водная поверхность, разные типы грунтов и солончаков, закрепленные грунты (пастбища), посевы, поливные земли и луга.

Классификация проводилась отдельно как программой ERMapper, так и ERDAS. За опорные (обучаемые) участки принимались территории песков или солончаков, идентифицированные по экспедиционным данным - урочище Каскакулан, и др. Классификация проводилась отдельно по каждому

из снимков, а результаты объединялись с помощью методов: *Maxmin*, *Maĥalanobis*.

Помимо изображений, полученных в видимой области спектра, для изучения подстилающей поверхности в зонах с очагами возникновения пыльных бурь полезны снимки, сделанные в других областях спектра, так инфракрасные - тепловые снимки позволяют выявлять пыльные бури и определять их очаги как в дневное время, так и ночью. Важно отметить, что в этом случае на снимках отображаются прежде всего наиболее мощные пыльные образования с большой концентрацией частиц, т.е. пыльные образования вблизи очага их возникновения, это объясняется тем что тепловые волны (на порядок длиннее волн видимого спектра), огибают мелкодисперсные частицы и оставляют их невидимыми для сканера. Это свойство используется также для "просвечивания" облаков. Тепловые снимки (особенно ночные, когда исключено влияние солнца) используются для определения участков с повышенной увлажненностью, так как влажная почва дольше сохраняет тепло, накопленное за день.

Для уточнения района возникновения пылевой бури сравнивались космические снимки одних и тех же территорий, полученные во время функционирования очагов пыльных выносов и в период отсутствия пыльных образований в атмосфере. В том случае, когда пыльные облака не имеют отчетливо выраженной струйной структуры, дифференциация их очагов более затруднительна. По каждому снимку определялся не очаг, а район выноса. Но, сравнивая несколько снимков с пыле-солевым выносом (как пересечение направлений ветров) определялись также и очаги.

Обработка была проведена на примере космоснимка (рис. 1) мощного пыле-солевого выноса зафиксированного со спутника NOAA 18 мая 1998 г. 8ч 25мин по Гринвичу.





*Рис. 1 Снимок со спутника NOAA 18 мая 1998 г.*

Для обработки этого шлейфа была применена стандартная математика пакета ERMapper 4.2., т.е. осуществлялась совместная обработка двух космоснимков от 18 мая (со шлейфом- см рис. 1) и за 23 мая (чистый). После предварительной обработки – геопривязки и совместной яркостной нормализации в трех спектрах (1,2-viz-blue, green, 3-nir-red) проводилось вычитание одного снимка из другого. Результат преобразовывался путем масштабирования гистограммы в стандартные яркостные координаты от 0 до 255 значений яркости, минимальному значению из трех спектров присваивалось значение 0, а максимальному- 255. Информация по всем трем спектрам масштабировалась по этим крайним точкам. Затем вся информация по всем каналам эквализировалась (способ контрастирования),

определялся диапазон спектра, отвечающий за шлейф и над ним проводилась операция линейного контрастирования. В результате был получен снимок (рис. 2), включающий очаг бури и пыле-солевой шлейф. Те же математические действия проделывались и над другими снимками до выделения шлейфа, что дает возможность объективно оценить качественные характеристики пылевого выноса.

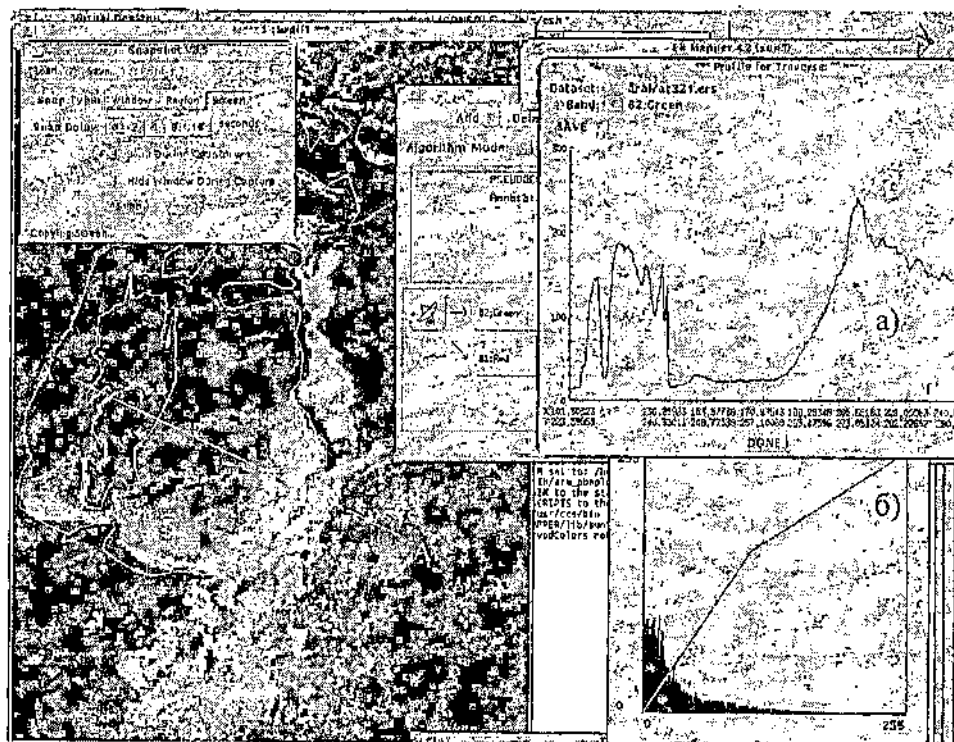


Рис. 2 Пример обработки космоснимка.

На рис. 2а показан график спектрального профиля поперечного разреза изображения пыле-солевого шлейфа вдоль линии AA обозначенной на рисунке. Горизонтальная ось соответствует длине профиля AA (км), по вертикальной оси отложены значения спектральной яркости (0-255). Первый (левый) пик графика характеризует пыльный шлейф с острова Возрождения, второй пик характеризует основной шлейф с осушенной части дна Аральского моря.

На рисунке 2б показано гистограммное распределение изображения. По горизонтальной оси отложена шкала яркостного

распределения от 0 до 255, по вертикальной оси – шкала частотного распределения пикселей. Ломаная линия – это график контрастирования изображения. В случае, когда линия представлена диагональной прямой – гистограмма соответствует изображению на экране. Анализ поведения кривой спектральной яркости позволяет выявить различие между пылевым выносом и подстилающей поверхностью.

С применением систем обработки данных дистанционного зондирования и ГеоИнформационных Систем (ГИС) [2] регулярно получаемая информация об изменениях в ландшафтных процессах изучаемой территории преобразуется в составную часть географической информационной системы в качестве электронной карты ландшафта. Это позволяет оценивать геометрические характеристики зон возникновения песчано-солевых бурь и корректировать с использованием информации наземных наблюдений, а также отслеживать динамику изменений этих районов.

ГИС-технологии, с их возможностями интеграции в себе информации, анализа и моделирования, обеспечивают не только высокую наглядность и удобство при доступе к информации, хранящейся в системе, но и дают возможность обработки пространственной информации. ГИС также служит базой для построения тематических моделей, что в конечном итоге позволяет решать задачи оперативного управления, оценки и контроля изменяющихся природных систем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Будникова Т.И., Гельдыева Г.В., Уваров А.К. Мониторинг развития рельефообразующих процессов и природных комплексов осушенного дна Аральского моря // Исследование Земли из космоса. – 1996. – № 4. – С. 107-113.
2. Журкин И.Г., Цветков В.Я. Геоинформационное моделирование в ГИС при обработке данных дистанционного зондирования // Исследование Земли из космоса. – 1998. – № 6. – С. 66-72.
3. Метеорологическое зондирование подстилающей поверхности из космоса. / Под. ред. К.Я. Кондратьева – Л., 1979. – 245 с.

4. Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря/ под. ред. Ю.А. Израэля и Ю.А. Анохина – СПб., Гидрометеоздат – 1991. – 216 с.
5. Семенов О.Е., Шалов А.П. Геоморфологические условия развития дефляционных процессов и дисперсный состав песков восточного Приаралья // Гидрометеорология и экология. – 1995. - № 4. - С. 76-98.
6. Lillesand T., Kiefer R. Remote sensing and image interpretation, 3rd ed., Wiley, New York, 1994. - 750 p.

Институт Космических Исследований  
Министерство Образования и Науки Республики Казахстан

Арал маңайындағы шаңды боранның шығу ауданын  
ғарыштың байқап білу әдісімен анықтау

Техн. ғылымының докторы   Ә.А. Закарин  
  Б.Е. Бекмухамедов  
  Т.В. Дедова

Шаңды боранның ошағын белгілеу технологиясын көшірілу ізі ғарыш суреттері әдісін пайдаланып құрылған. Бұл әдіс шығыс Арал маңайындағы осы процесстің шығу ауданын дәл анықтауға жағдай жасайды.

УДК 65.012.8:658.511.2:628.543

**ИЗУЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗВРЕДНЫХ ГЕТЕРОПОЛИЯДЕРНЫХ  
ХРОМАЛЮМИНИЕВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Канд. техн. наук М.Сахы  
Канд. техн. наук Р.Б.Жарлыкапова  
Докт. техн. наук В.К.Бишимбаев  
Канд. хим. наук Г.Т.Балакаева

*В статье приводятся результаты получения экологически безвредного гетерополиядерного хромалюминиевого комплексного соединения*

В кожевенно-меховом производстве основными дубящими веществами являются соединения хрома (III), которые обладают токсичными свойствами.

Одним из путей решения экологических проблем кожевенно-мехового производства является частичная или полная замена широко используемых токсичных хромовых дубителей на альтернативные экологически безвредные дубящие вещества.

Использование в качестве дубителей экологически безвредных гетерополиядерных комплексных соединений, на основе соединений хрома (III), циркония, алюминия, титана и железа (III), позволит значительно снизить или полностью исключить применение дефицитных и токсичных соединений хрома.

При хромалюминиевом дублении достигается более прочная фиксация белком не только алюминия, но и хрома, что позволяет значительно уменьшить содержание хрома в отработанном растворе, в сточных водах /1/.

Высокая реакционная способность хромалюминиевых дубителей по отношению к коллагену обуславливает более высокую термическую устойчивость и пористость дермы, а также меньшую жесткость по сравнению с хромовым дубителем /2,3/.

Результаты исследований /4/ в системе  $Al_2(SO_4)_3-H_2O$  свидетельствуют о гетерополиядерном комплексообразовании, в котором центральными частицами являются катионы алюминия и хрома (III).

Целью настоящей работы явилась оптимизация получения хромалюминиевых комплексных соединений по результатам исследований растворимости в данной системе.

Экологически безвредное комплексное соединение  $4Al_2(SO_4)_3 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 15H_2O$  (АХК-1) конгруэнтно растворимое соединение (рисунок). Поэтому кристаллизацию рекомендуется проводить по лучу испарения ON.

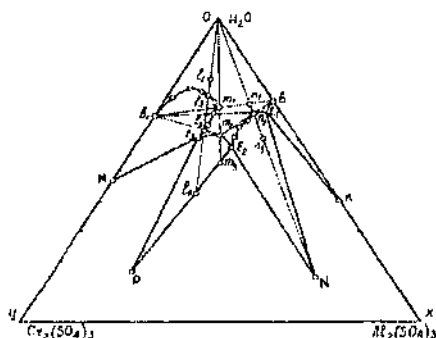
Исходная система соответствующая точке  $n_1$  получается приливанием насыщенного раствора сульфата хрома в насыщенный раствор сульфата алюминия. В противном случае, согласно диаграмме растворимости, может наблюдаться образование кристаллогидрата сульфата хрома.

Количество насыщенных растворов сульфата хрома и алюминия определяются, согласно правилу рычага, из следующего соотношения:

$$\frac{\text{Кол - во насыщенного раствора } Cr_2(SO_4)_3}{\text{Кол - во насыщенного раствора } Al_2(SO_4)_3} = \frac{n_1 b}{n_1 b_1} = \frac{6}{25}$$

На 100 г насыщенного раствора  $Cr_2(SO_4)_3$  приходится:  $25 \cdot 100/6 = 416,7$  г насыщенного раствора  $Al_2(SO_4)_3$ . В точке  $n_1$  имеем 516,7 г раствора с содержанием  $Cr_2(SO_4)_3$  - 6,5 %,  $Al_2(SO_4)_3$  - 22,5 % и 71 %  $H_2O$ .

Диаграмма кристаллизации в системе  
сульфат хрома - сульфат алюминия - вода



Рисунок

Процесс изотермического испарения характеризуется перемещением фигуративной точки системы из  $n_1$  в направлении  $N$  по лучу испарения  $ON$ . При достижении точки  $n_2$  раствор становится насыщенным комплексным соединением  $4Al_2(SO_4)_3 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 15H_2O$ , т.е. твердую фазу представляет этот комплекс, а состав насыщенного раствора характеризуется точкой  $n_2$ , который не изменится вплоть до полного удаления воды из раствора. Поэтому, сколько комплексного соединения получить из данной системы определяются технологическими и экономическими факторами.

При достижении точки  $n_3$  количество испарившейся воды составит:

$$\frac{m_{H_2O}}{m_{\text{системы}}} = \frac{n_1 n_3}{On_3} = \frac{10}{37},$$

где:  $m(\text{системы}) = 516,7$  г,  $m_{H_2O} = 10 \cdot 516,7 / 37 = 139,622$  г

Масса выделившегося комплекса АХК-1 составит:

$$\frac{m_{\text{АХК-1}}}{(m_{\text{системы}} - 139,6)} = \frac{n_2 n_3}{Nn_2} = \frac{7,5}{49}; \quad m_{\text{АХК-1}} = 7,5 \cdot 377,1 / 49 = 57,7 \text{ г.}$$

В таком количестве АХК-1 содержится:  $57,7 \cdot 0,193 = 11,1$  гр.  $Cr_2(SO_4)_3$  и  $57,7 \cdot 0,674 = 38,9$  г  $Al_2(SO_4)_3$ . Выход по сульфату хрома равен  $\frac{11,1}{32,5} \cdot 100\% = 34,5\%$ . После отделения осадка масса маточного раствора равна  $516,7 - 139,6 - 57,7 = 319,4$  г.

Рассчитаем количества исходных насыщенных растворов сульфата хрома и алюминия, а также маточного раствора для получения системы, соответствующей составу точки  $n_1$ .

Согласно правилу рычага количество раствора сульфата хрома:

$$X = \frac{\frac{1}{bn_1}}{\frac{1}{bn_1} + \frac{1}{b_1 n_1} + \frac{1}{n_1 n_2}} = \frac{\frac{1}{6,0}}{\frac{1}{6} + \frac{1}{25} + \frac{1}{3,5}} = \frac{0,167}{0,167 + 0,040 + 0,285} = \frac{0,167}{0,492} = 0,34 \text{ в. ч.}$$

насыщенного раствора сульфата алюминия -  $Y = 0,040 / 0,492 = 0,08$  в. ч. и маточного раствора  $Z = 0,285 / 0,492 = 0,58$  в.ч.

Имея ввиду, что количество маточного раствора равно: 319,4 гр., рассчитаем количество насыщенных растворов сульфата хрома (X) и сульфата алюминия (Y):  $X = 319,4 \cdot 0,34 / 0,58 = 187,2$  г и

$Y=319,4 \cdot 0,08/0,58=44$  г. В итоге получили 550,6 г раствора, состав которого соответствует точке  $m_1$ . Далее процесс изотермического испарения ведется по описанному выше циклу – линии  $p_1n_2n_3$ .

Исследование фильтрующих свойств кристаллов гетерополиядерных комплексных соединений проводили в зависимости от степени пересыщения раствора и соотношений исходных веществ при одном и том же пересыщении раствора.

Одинаковая степень пересыщения раствора гетерополиядерным комплексным соединением определяется нахождением состава системы на кривой, параллельной кривой насыщения раствора, находящейся в области кристаллизации соли.

Одно и то же соотношение исходных сульфатов при различных пересыщениях определяется нахождением состава системы на линии, проведенной через точку, соответствующей составу гетерополиядерного комплексного соединения и делящий область кристаллизации соли на две равные части.

Уменьшение степени пересыщения раствора и увеличение содержания в растворе сульфата алюминия при одинаковом пересыщении способствуют незначительному увеличению скорости фильтрации.

Гигроскопичность АХК-1 составляет 1,67%.

АХК-1 анизотропные чешуйчатые светло-фиолетовые кристаллы с  $N_g \sim 1,470 \pm 0,002$  и  $N_p \sim 1,466 \pm 0,002$ .

Как видно из диаграммы, состав насыщенных растворов сульфата хрома и сульфата алюминия характеризуются точками, соответственно,  $b_1$  и  $b$ . При получении экологически безвредного комплексного соединения  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 3Cr_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$  (АХК-2), во избежание выпадения кристаллогидрата сульфата хрома, необходимо приливать раствор сульфата хрома в раствор сульфата алюминия. Причем состав системы переместится с точки  $b$  в точку  $m_1$ . Дальнейшее увеличение содержания сульфата хрома приведет к осаждению кристаллогидрата сульфата хрома. В точке  $m_1$  количества растворов исходных веществ находятся в весовых соотношениях сульфат хрома: сульфат алюминия =  $bm_1:m_1b_1=14:17$ .

На 100 гр. насыщенного раствора сульфата хрома необходимо взять  $\frac{17}{14} \cdot 100=121,4$  г насыщенного раствора сульфата алюминия.

Масса системы составит  $100+121,4 = 221,4$  г, в которой: 32,5 г  $Cr_2(SO_4)_3$ ; 33,7 гр.  $Al_2(SO_4)_3$  и 155,2 г  $H_2O$ .

Кристаллизация гетерополиядерного комплексного соединения состава АХК-2 начинается при достижении точки  $m_2$ . Изотермическое испарение приведет к изменению состава системы по лучу испарения от  $m_2$  в направлении к  $m_3$ . В точке  $m_3$  состав твердой фазы определя-



ется комплексным соединением АХК-2, а маточного раствора, равновесного с твердой фазой, точкой  $E_2$ .

Количество испарившейся воды  $m_{H_2O}$  при достижении точки  $m_3$ , по правилу рычага, определяется из соотношения: (количество испарившейся воды) / (суммарное количество раствора и твердой фазы) =  $m_1 m_3 / Om_3 = 16/42,5$ , отсюда  $m_{(H_2O)} = 16 \cdot 221,4 / 42,5 = 83,3$  г. Тогда масса системы составит  $221,4 - 83,3 = 138,1$  г.

Определим количество выделившегося комплексного соединения: (масса твердой фазы) / (масса системы) =  $m_3 E_2 / E_2 P = 5,5 / 43$ .

Масса твердой фазы равно 17,7 г, в которой содержание сульфата хрома составит - 11,5 гр. сульфата алюминия - 3,3 гр. и воды - 2,9 г.

Таким образом, в рассматриваемом случае выход по сульфату хрома составит :  $(11,5/32,5) \cdot 100\% = 35,4\%$ .

После отделения выпавшего в осадок комплексного соединения остается маточный раствор состава  $E_2(18\% Cr_2(SO_4)_3; 25\% Al_2(SO_4)_3$  и  $57\% H_2O)$  в количестве 120,4 г.

В последующем процессе кристаллизации может быть осуществлен по двум вариантам: первый - добавлением раствора состава точки  $m_1$ , полученного смешением исходных растворов составов  $b$  и  $b_1$ , к маточному раствору; второй - из раствора состава  $m_2$ .

По первому варианту, исходя из правила рычага, насыщенные растворы сульфата хрома, сульфата алюминия, и маточный раствор необходимо брать в количествах:  
 $X = (1/b_1 m_1) / (1/b_1 m_1 + 1/b m_1 + 1/E_2 m_1) = 0,06/0,21 = 0,29$ ; весовых частей насыщенного раствора  $Cr_2(SO_4)_3$ ;  
 $Y = (1/b m_1) / (1/b_1 m_1 + 1/b m_1 + 1/E_2 m_1) = 0,33$  в.ч. насыщенного раствора  $Al_2(SO_4)_3$ ;  
 $Z = (1/E_2 m_1) / (1/b m_1 + 1/b_1 m_1 + 1/E_2 m_1) = 0,38$  в.ч. маточного раствора.

Если учесть, что количество маточного раствора составляет 120,4 г, то масса насыщенного раствора  $Cr_2(SO_4)_3$  составит  $(0,29/0,38) \cdot 120,4 = 91,8$  г, а  $Al_2(SO_4)_3$  -  $(0,33/0,38) \cdot 120,4 = 104,6$  г.

При изотермическом испарении состав системы меняется по лучу  $m_1 m_3$  и процесс идет по рассмотренному выше пути. Таким образом процессы идут по циклу-  $m_1 m_3 E_3$ .

По второму варианту:  $X = (1/18) / (1/18 + 1/17 + 1/5) = 0,175$  в.ч.;  
 $Y = (1/17) / (1/18 + 1/17 + 1/5) = 0,188$  в.ч;  $Z = 0,2/0,314 = 0,637$  в.ч.

Исходя из количества маточного раствора (120,4 г) находим количества насыщенных растворов  $Cr_2(SO_4)_3$  (33,1 г.),  $Al_2(SO_4)_3$  (35,6 г.) для получения раствора состава  $m_2$ . Таким образом имеем насыщенный раствор (189,1) состава точки  $m_2$ .

При изотермическом испарении состав системы меняется из точки  $m_2$  к  $m_3$ . Количество испаряющейся воды определим из соотношения:

$$m_{(H_2O)} / m(\text{системы}) = m_{2m_3} / Om_3 = 8/42,5,$$

откуда

$$m_{(H_2O)} = 8 \cdot 189,1/42,5 = 35,6 \text{ г.}$$

Масса оставшейся системы составит:  $187,7 - 35,6 = 152,1$  г. Количество комплекса, которое может быть выделено, определяется из соотношения: масса твердой фазы/масса системы =  $E_{2m_3} / E_{2P} = 5,5/43$ , откуда масса твердой фазы  $151,1 \cdot 5,5/43 = 19,5$  г.

В данном количестве комплексного соединения содержание исходных компонентов соответствует:  $19,5 \cdot 0,65 = 12,7$  г  $Cr_2(SO_4)_3$ ,  $19,5 \cdot 0,19 = 3,7$  г  $Al_2(SO_4)_3$ . Выход по сульфату хрома составит  $12,7 \cdot 100 / ((33,1 \cdot 0,325) + (120,4 \cdot 0,18)) = 1270 / (10,7 + 21,6) = 1270 / 32,3 = 39,3\%$ .

Технологические процессы по рассмотренному варианту осуществляются по циклу -  $m_{2m_3}E_2$ .

Как видно из приведенного анализа, более выгодно (меньше затрат на испарение воды при большем выходе продукта) осуществление процесса по второму варианту.

Изучено фильтрующее свойство  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 3Cr_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$ .

Фильтрация проводилась при разряжении  $1,01 \cdot 10^5$  Па. Влажность осадка составила 55%.

Повышение скорости фильтрации с уменьшением степени пересыщения, очевидно, обусловлено увеличением размеров кристаллов комплексного соединения.

Как видно, увеличение содержания сульфата хрома при одинаковом уровне пересыщения, приводит к незначительному увеличению производительности процесса фильтрации.

Определена гигроскопичность АХК-2, которая составляет 1,23%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Rester I. Mocnosc smanienia potrosnie kvoma kod kromne stave II Koza iobuca. -1983, №2, 34-39.
2. Химия и технология кожа и меха. Под ред. И.П. Страхова – М., Легпромбытгиздат, 1985. - 496 с.
3. Мадиев У.К. Минеральное дубление в производстве кож. - М., Легпромиздат, 1987. -117 с.
4. Жарлыкапова Р.Б. Синтез, исследование строения и дубящего действия гетерополиядерных комплексов, используемых в кожевенной промышленности. Дисс. канд. техн. наук. - М., 1991.-132 с.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

**ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЗИЯНСЫЗ ГЕТЕРОПОЛИЯДЕРЛЫ  
ХРОМАЛЮМИНИДЫҢ КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫН АЛУДЫҢ  
ШЕКТЕУДІҢ ЖАҒДАЙЛАРЫН ЗЕРТТЕУ**

Техн.ғыл.канд.	М.Сахы
Техн.ғыл.канд.	Р.Б.Жарықпаова
Техн.ғыл.докт.	В.К.Бишімбаев
Хим.ғыл.кагд.	Г.Т.Балакаева

Бұл мақалада экологиялық зиянсыз гетерополиядерлы хром-алюминидың кешенді қосындыларын алу технологиясын зерттеу нәтижелері келтірілген.

УДК 546.212+556.114

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАБИГИ СУЛАРЫНДАҒЫ КАРБОНАТ ҚУРУ ПРОЦЕСТЕРІ

Н.Б. Қазанғапова

*Жүргізілген зерттеулер Қазақстанның табиғи суларындағы карбонат қалыптасу процестерінің аридті климат жағдайында айтарлықтай қарқынды өтетінін көрсетеді. Балқаш көліндегі кальций-карбонаттық тепе-теңдік толығырақ зерттелген.*

Табиғаттағы тұздардың кристалдануын зерттеу тұнбаға түсудің қазіргі кездегі және геологиялық өткен замандардағы физика-химиялық заңдылықтарын анықтау аса маңызды. Мұндағы аса назар аударатын нәрсе, ол карбонат қалыптасу процестерін зерттеу (себебі жер қыртысының 5%-ін карбонаттық тау жыныстары құрайды)[1]. Бұл процестердің негізінде көптеген тепе-теңдіктерден (ергіндісінің газдық күйдегі адсорбциялық-гидратациялық тепе-теңдігі, ергіндінің қатты күйдегі гетерогендік тепе-теңдігі) тұратын күрделі тепе-теңдіктегі карбонаттық жүйе жатады.

Табиғи сулардың көпшілігінің рН мәні карбонат тепе-теңдігінің күйімен, яғни су организмдерінің тіршілігіне

қолайлы жағдайды қамтамасыз ететін, судың  $\text{CaCO}_3$ -ын еріту немесе тұндыру мүмкіндіктерін айқындайтын буферлік қасиеттерімен анықталады. Сонымен бірге бұл жүйенің құрамдары кальций немесе карбонат иондары кіретін (сульфатты-, фосфатты-, фторлы-кальцийлі, темір-карбонатты т.б.) өзге тепе-теңдік күйлерге және рН мәндері арқылы тотығу-тотықсыздандыру тепе-теңдігіне де ықпал етуі мүмкін. Су объектілерінің карбонат жүйесін зерттеудегі негізгі басты мәселе көмір қышқылының туындыларының шоғырлануының пішіндерін өрі кальций карбонатындағы судың қанығу дәрежесі мен  $\text{CO}_2$ -нің тепе-теңдігі мен агрессивтігін анықтау болып табылады. Кальций-карбонаттық тепе-теңдіктің теориялық мәселелерін О.А.Алексин, Н.П.Моричева, В.М.Левченко, С.С.Заводнов, Р.М.Гаррелс және тағы басқа зерттеушілер жан-жақты талдаған [2-5]. Карбонат жүйесінің компоненттерінің ара қатынасын реттейтін негізгі факторлар:

1. көмірқышқыл газы мен кальций карбонатының ерігіштігін әлсірететін температураның көтерілуі;
2. карбонаттар және кальций шоғырлануын арттыратын булану;
3. кристалдану орталықтарының болуы;
4. карбонат шоғырлануын арттыратын және  $\text{CO}_2$ -нің құрамын төмендететін фотосинтез;
5. бактериялық іс-әрекет;
6. әр түрлі қалыптағы сулардың араласуы-метаморфизация процесі;
7. кристаллдар бетіндегі органикалық заттар мен иондардың адсорбциясы және тағы басқалар;

Теңіз суларының кальций-карбонаттық жүйесі толығырақ зерттелген [6,7]. Тынық, Атлант мұхиттарының, Азов, Арал, Каспий және Қара теңіздерінің бетіндегі сулары кальций карбонатымен бірнеше есе аса қаныққан, түпкі шөгінділерінің құрамында карбонаттар өте көп екендігі анықталған. Сонғылар биологиялық процестер арқылы қалыптасса, ал  $\text{CaCO}_3$ -дің хемогендік құрылуы шамалы [8]. Қазақстандағы табиғи сулардағы (Балқаш көлі, Сасық көл, Сырдария, Іле, Ертіс-Қарағанды каналы) кальций-карбонаттық тепе-теңдіктің қазіргі кездегі және көпжылдық жағдайын КазМУ-дың химия факультетінің ғалымдары зерттеп келеді. Тепе-теңдік компоненттері О.А.Алекин мен Н.П.Моричеваның әдістемесімен иондық қосақ пен комплекстер қалыптасуынсыз есептеледі [9,10]. Зерттеу нәтижесі Балқаш көлінің негізгі саласы Іле өзенінің суының  $\text{CaCO}_3$ -на 5,1-5,5 рет қаныққандығын көрсетеді. Ал Балқаш көлінің өзінде кальций карбонатымен қанығу дәрежесі өте жоғары. Қанығуы әр жылдары өркелкі және шығыс бағытта өседі. Мысалы, 1985 жылдың жазында 6,9 дан 28,6-ға дейін өссе, ал 1987 жылы 5,1-ден 8,9-ға дейін өскен. Судың  $\text{CaCO}_3$ -мен қанығу мөлшерінің көпсулы 1987 жылы қуаң 1985-1986 жылдармен салыстырғанда төмендеуі кальций-карбонаттық тепе-теңдікті жылжытуға ықпал ететін факторлармен, төменірек температурамен, рН,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ -аз шоғырлануымен айқындалады.

В.Н.Абросовтың пікірі бойынша жоғарыда келтірілген себептерден өзге еркін  $\text{CO}_2$ -ның суда жоқтығы да карбонат шөгу процесіне әкеледі екен [11]. Біз 1985-1987 ж.ж. жазында Балқаш көлінің батыс бөлігінде еркін  $\text{CO}_2$  бар екендігін анықтадық (0,9-1,4 мг/л), ал шығыс жағында оның шоғырлануы 0,3-0,6 мг/л-ге

дейін төмендеді.  $\text{CO}_2$ -ның жоқтығы немесе оның өте төмен мөлшерде болуы тұнбаға түскен карбонаттың бикарбонатқа өтуіне мүмкіндік бермегендіктен карбонат су түбінде қалады. Бірқатар авторлардың пікірі бойынша (Тарасов М.Н., Бірімжанов Б.А., Страхов Н.М.) Балқаш көлінің суындағы кальций карбонаты химиялық құрамының метаморфоздануы, булануы және салқындауы есбінен хемогендік жолмен қалыптасалды. В.Н.Абросовтың көрсетуі бойынша  $\text{CaCO}_3$  және  $\text{MgCO}_3$  тұнбаға булану арқылы түспейді, керісінше су өсімдіктерінің  $\text{CO}_2$ -ні фотосинтездеуінің арқасында өтеді және табиғаты биогендік екен. Осы себептен бүгінге дейін судағы карбонат қалыптасуының табиғаты қандай деген сұраққа біржақты жауап берілген жоқ. Органикалық заттардың судың кальций карбонатымен қанығуына тұрақтандыратыны О.А.Алекин мен Н.П.Моричеваның зерттеулерімен дәлелденген, ал біздің зерттеулеріміз бекіте түседі. Мысалы, 1985ж. перманганат тотықтану шамасы Балқаш көлінің батыс бөлшегінде 7,8-ден шығысында 10,0 мг/л-ге дейін өсті. Бихромат тотықтану шамасының (БТШ) орташа мәніне қарағанда көлдің шығыс бөлігі батысымен салыстырылғанда органикалық дүниеге өте бай (көктемде БТШ-16,8., күзде-19,8 мг/л). Бұл жағдай судың  $\text{CaCO}_3$ -мен қанығу дәрежесінің де сол бағытта өсуіне жағдай жасайды. Балқаш көлінің суы түгелдей  $\text{CaCO}_3$ -мен қаныққан болса, ал магний карбонаты туралы олай деуге болмайды. Температурасы  $25^\circ\text{C}$  және  $\text{pH}=9$  болғанда тұзы ажыратылған судың  $\text{MgCO}_3$ -мен қанығуы  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ -ның шамасы 1898 мг/л болғанда басталағыны әдебиеттен белгілі. Біздің зерттеулеріміз бойынша Балқаш көлінде  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ең жоғары шамасы 720 мг/л жетеді және шығыс ірімінде байқалады, яғни су  $\text{MgCO}_3$ -мен қаныға алмайды. Көлдің

суынан жыл сайын пайда болатын тұздардың, оның ішінде кальций карбонатының мөлшерін анықтап алу үшін біз тұнғыш рет карбонаттардың теңдестігін есептеп шығардық (1-кесте).

1-Кесте. Балқаш көліндегі карбонаттар теңдестігі, 1985ж. (млн.т.)

Теңдестік тармақтары	Батыс Балқаш	Шығыс Балқаш	Жалпы Балқаш көлі
1. Жыл басындағы карбонаттар қоры	10,27	24,68	34,95
2. Жер үсті суларымен келетін карбонаттар	1,25	0,37	1,62
3. Атмосфералық сулармен түсетін карбонаттар	0,05	0,03	0,08
4. Жерасты суларымен келетін карбонаттар	0,06	0,03	0,09
5. Шығыс Балқаштан келетін карбонаттар	+0,52	-0,52	0
6. Карбонаттармен басқа тұздардың тұнбаға түсуі	-2,46	-2,01	4,47
7. Карбонаттардың жағалауға келіп түсуі	-0,12	-0,15	-0,27
8. Карбонаттардың Шығыс Балқашқа ағып өтуінің теңдестігі	-0,65	+0,65	0
9. Жыл соңындағы карбонаттар қоры	8,92	23,08	32,0



. 1985 жылы көлдің суынан 4,47 млн.т. карбонат тұзы тұнбаға түскені анықталды (оның 2,46 млн.т.-Батыс, 2,01 млн.т. Шығыс бөлігінде). Кальций және магний карбонаттарының және басқа тұздардың мөлшерінің үлестірімі С.П.Чистяеваның едісімен есептелген.

Узынарал бұғазында суға батырылған АЦИТ-1 және АЦИТ-2 құралдарының қабырғасында 12.09.87ж.-26.09.87ж. аралығында тұнба қалыптасқаны белгілі болды. Анықталған тұнбаның түсі ақ, сарғышсұр реңкті. Бұл қатты күйдегі зат кристалды оптикалық талдам бойынша кальциттың өте ұсақ кристалшаларының аздаған мөлшер енгізілген борпылдақ (аморфтық) тұнба. Рентгенофазалық талдам біздің айтуымызды бекітті. Химиялық талдау бойынша тұнбада 90,1 % қышқылды-ерігіш пішін бар. Жиырма жылдың ішінде Сасықкөл суының минералдылығы 2 еседей өсті, және де бұл осу натрий мен сульфат иондарына борышты.  $\text{Ca}^{2+}$  және  $\text{CO}_3^{2-}$  үлестері елеулі төмендеді, соның әсерінен аса қанығу мөлшері 1,8-тан (1987ж.) 0,3-қа дейін (1988ж.) төмендеді. Басқаша айтқанда, Сасықкөлдің суы  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпай қалып тұр және құрамында агрессивтік көміртек диоксиді бар. Соңғы факт  $\text{CaCO}_3$ -дың бетоннан жуылуына (портландцементке), гидротехникалық ғимараттарға кері әсер етуі мүмкін. Бұл кезеңде Алакөлдің суында тұздардың мөлшері шамалы ғана (1,3) рет өскені байқалады. Егер 1967 жылы Алакөл суының аса қанығу мөлшері 2,7 болса, ал 1988 жылдың қысында ол 2,1-ге төмендеді, 1988ж. Көктемінде 0,34-ке дейін түсті және құрамында агрессивтік көмірқышқыл газы болды.

Ертіс және Сырдария алаптарындағы өзен суларындағы кальций-карбонаттық тепе-теңдіктің жағдайы зерттелінген.

Ертістің және оның ірі салаларының (Бұқтырма, Үлбі) суы ылғи да  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпайды [12]. Ертіс және оның көпшілік салаларының сулары бетонға және карбонаттық жыныстарға деген өте жоғары агрессивтігімен сипатталады. Тек қысқа кезеңде ғана қысқы сабалық Шыршық, Ангрэн және сирегірек Сырдария өзендерінің сулары  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпайды және құрамында агрессивті  $\text{CO}_2$  бар (1-3 мг/л). Сырдарияның карбонаттық режимінің ылғалды-шолейтті белдемнің өзге өзендерімен (Волга, Дон, Амудария, Іле) ортақтығы орын алған.

Ертіс -Қарағанды каналының суы  $\text{CaCO}_3$ -мен қанықпаған (аса қанығу шамасы 0,07-0,27) және құрамында  $\text{CO}_2$  бар. Ертіс, Бұқтырма, Үлбі, Зайсан-Бұқтырма бөгенінің суында ылғи да агрессивті  $\text{CO}_2$  болады, оның ең жоғары мөлшері 15-26 мг/л-ге жетеді. Сырдария және оның салалары үшін судың  $\text{CaCO}_3$ -мен аса қаныққан сипаты жылдың көпшілік бөлігіне тән екен, оған алаптың климаты, топырағы, литологиясы себепші [13]. Аса қанығу шоғырлануы Ангрэн, Шыршық, Арыс сияқты салаларында және Сырдарияның өзінде қалыптан 2-6 рет асады, аз сулы Келес, Күркелесте 10-20 рет. Жүргізілген зерттеулер карбонат қалыптасу процестерінің Қазақстанның табиғи суларында аридті климат жағдайында гумидті аудандармен салыстырғанда айтарлықтай қарқынды өтетінін көрсетеді.

#### Пайдаланылған әдебиеттер

1. Алекин О.А., Моричева Н.П. К вопросу о роли организмов при выделении карбонатов из природных вод.- В кн.: Гидрохимические материалы, 1961., т34, с.95-106.
2. Алекин О.А. Химия океана.-Л. Гидрометеониздат.,1966, 248с.

3. Левченко В.М., Бекман В.В. Экспериментальные данные о растворимости карбонатов кальция в водных растворах, - Докл. АН СССР, 1962, т.144, №6, с.1314-1320.
4. Заводнов С.С. Карбонатное и сульфидное равновесие в минеральных водах. - Л.: Гидрометеониздат, 1965, 120с.
5. Гаррельс Р.М., Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. М.:Мир, 1968, 368с.
6. Rytkowicz R.M. Chemical of calcium carbonate in sea water. - Am. Zoologist, 1969, v.9.
7. Страхов Н.М. Известково-доломитовые фации современных и древних водоемов. Тр. Института геологических наук, 1951. Вып.124, N 45, с.371.
8. Емельянов Б.М., Лисицын А.П., Кошелев Б.А. Распределение и состав карбонатов в верхнем слое донных осадков Атлантического океана. / Докл. АН СССР, 1971, т.196, N 1, с.95-101.
9. Алекин О.А., Моричева Н.П. Расчет характеристик карбонатного равновесия.//Современные методы анализа природных вод. - М.: Изд. АН СССР, 1962, с. 158-171.
10. Алекин О.А., Моричева Н.П. Изменение насыщенности  $\text{CaCO}_3$  речной воды при смешении ее с морской водой.//Гидрохимические материалы, 1961, с.35-107.
11. Аброев В.Н. Озеро Балхаш. -Л.: Наука, 1973, 179с.
12. Пильгук В.Я. Физико-химия воды р.Иртыш в условиях создания водохранилища: Автореферат дисс. канд. хим.наук. - Алма-Ата, 1975, 30с.
13. Ибрагимова А.И. Физико-химическая характеристика воды

р.Сырдарья: Автореферат дисс. канд.хим. наук, Алма-Ата, 1973,  
33с.

Институт географии МННВО РК

## ПРОЦЕССЫ КАРБОНАТООБРАЗОВАНИЯ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ КАЗАХСТАНА.

Казангапова Н.Б.

*Исследованы процессы кальцево-карбонатного равновесия в природных водах. Процессы карбонатообразования более интенсивно протекают в аридных водоемах, чем в гумидных. Составлен баланс карбонатов в оз.Балхаш и рассчитано количество выпадающих в осадок карбонатов по длине озера.*

УДК 628.511:614.838.12

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА  
БАЛХАШСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
КОМБИНАТА КОРПОРАЦИИ «КАЗАХМЫС»  
НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**Докт.техн.наук  
Канд.техн.наукЕ.В.Баймакова  
У.Ж.Джусипбеков  
Б.И.Свирякин

*В данной работе рассматривается влияние Балхашского хвостохранилища на оз.Балхаш, а также воздействие на почвенный покров окружающей среды.*

Балхашская медно-молибденовая обогатительная фабрика перерабатывает руды Коунрадского и Саякского месторождений. В сутки на фабрике перерабатывается 33,7 тыс. тонн коунрадских руд и 9,5 тыс. тонн саякских руд. Отходы обогащения складываются в хвостохранилище.

Хвостохранилище медно-молибденовой фабрики (ММФ) эксплуатируется с 1947 года и расположено на приозерной равнине в северной части залива Тарангалык озера Балхаш. До строительства хвостохранилища стоки обогатительной фабрики примерно в течение 10 лет без очистки и отстаивания направлялись в естественные понижения рельефа местности, прилегающей к фабрике. Часть сбросов фабрики достигала озера и откладывалась там, в виде донных отложений.

Поверхность всхолмленной равнины, на которой размещено хвостохранилище, имеет слабо выраженный уклон в сторону озера (в среднем от 0,003 до 0,005).

Общая площадь хвостохранилища ММФ – около 40 км<sup>2</sup>. Южная дамба повторяет в плане очертания береговой линии залива Тарангалык и находится от нее на расстоянии от 300 до 1500 м. Восточная и северная дамбы практически прямолинейны.

Максимальная высота сооружения достигает 25 м (в районе расположения насосной оборотного водоснабжения фабрики).

В Балхашское хвостохранилище в 1998 году поступило 11,75 млн. т хвостов (на 01.01.98 в хвостохранилище уже накоплено 515,66 млн. т

хвостов). Общий объем потерь воды из отстойного пруда хвостохранилища и пруда-испарителя оценивается в 15-16 млн. м<sup>3</sup>/год (потери на фильтрацию). Из них в дренажные каналы поступает 6,5-7,0 млн. м<sup>3</sup>, около 20 % теряется на внутригрунтовое испарение, а остальное поступает в бывший вторичный отстойный пруд.

Подземные воды в районе хвостохранилища встречаются почти повсеместно. Основными водовмещающими породами являются четвертичные отложения. Кора выветривания и верхняя зона трещиноватых пород каменноугольного периода, по всей видимости, значительной роли в процессах распространения загрязнений не играют.

Глубина залегания зеркала грунтовых вод на площадке хвостохранилища составляет от 0 до 5,7 м. Условия формирования подземного потока весьма отличаются на различных участках. Формирование основной части природного грунтового потока происходит далеко за пределами хвостохранилища на прилегающих к озерной впадине склонах. По своему составу воды сульфатно-хлоридные - натриево-кальциевые, слабо щелочные, очень жесткие, в основном сильно соленоватые, реже соленые.

В отходах обогащения тяжелые металлы и сопутствующие им мышьяк, сурьма, фтор, кадмий присутствуют в количествах меньших, чем в исходной руде, но зачастую все же в значительном количестве (табл.1,2)

Таблица 1

Результаты спектрального анализа хвостов  
Балхашской ММОФ, %

Элементы	As	Aq	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	J
Хвосты коунрадские	0,005	0,0003	0,02	н/о	н/о	н/о	0,007	0,2	0,001
Хвосты саякские	0,03	0,0005	0,04	0,001	н/о	н/о	0,007	0,3	0,001

Mo	Mn	Ni	Pb	Sb	Sn	Ti	V	W	Zn	Zr
0,003	0,005	0,003	0,015	н/о	0,0007	0,003	0,003	0,002	0,03	0,001
0,01	0,02	0,005	0,05	н/о	0,002	0,003	0,003	0,005	0,2	0,001

Таблица 2

Валовое содержание металлов в пробах хвостов  
Балхашской ММОФ

Перерабатываемая руда	Содержание валовых форм, мг/кг				
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Коунрадская	1820,0	98,0	20,0	26,7	0,2
Саякская	3510,0	232,0	32,0	108,4	0,3

В Саякской руде, в подвижной меди обнаружено около одного процента, подвижные никель, цинк и свинец обнаруживаются в количествах, также превышающих содержание в Коунрадской руде.

Для экологической оценки состояния территорий, прилегающих к хвостохранилищу большое значение имеет количество в хвостовой пульпе перерабатываемых руд подвижных форм тяжелых металлов. В данном случае отмечается, что в коунрадской руде содержится сравнительно небольшое количество подвижных меди (сотые доли процента от ее валового содержания), но подвижных цинка, никеля и свинца обнаружено значительно больше (табл.3).

Таблица 3

Содержание подвижных форм металлов в хвостах  
Балхашской ММОФ

Руда	Содержание подвижных форм, мг/кг										
	Экстрагируемых ААВ-рН <sub>4,8</sub>					Экстрагируемых 1М HNO <sub>3</sub>					
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Pb	As	Cd
оунрад- ская	0,2	22,0	22,0	27,7	0,7	0,13	<0,5	<0,5	0,29	20,25	<0,01
аякская	40,9	41,0	30,0	108,9	0,9	0,13	<0,5	<0,5	0,40	35,0	0,01

Из таблицы 4 видно, что хвосты содержат в основном соединения кремния, алюминия и железа, на долю которых приходится 75 – 85 % от всей массы отходов. Карбонатов в отходах содержится сравнительно небольшое количество (2 – 14 %), серы общей 0,3 – 0,5 %. В хвостах присутствуют 0,12 – 0,15 % меди и 0,01 % цинка. Отмечается наличие мышьяка – до 0,005 %.

Для выявления наиболее значимых путей загрязнения подземных вод, а через них и оз.Балхаш были выполнены фильтрационные расчеты и построена карта гидроизогипс. Расчеты выполнялись по методу электрогидродинамических аналогий (ЭГДА) с использованием интегратора ИЭГДА-9/60.

Таблица 4

Валовое содержание химических элементов и их соединений в хвостах Балхашской ММОФ, %

Наименование химических элементов и их соединений	Содержание в хвостах обогащения руд, %	
	Коунрадских	Саякских
1	2	3
Оксид кремния	72,2	54,9
Оксид алюминия	10,8	10,2
Железо общее	2,5	10,0
Оксид железа ( $Fe_3O_4$ )	-	-
Оксид кальция	2,1	14,5
Марганец	-	0,007
Сера общая	0,54	0,32
Медь общая	0,152	0,121
Свинец	0,002	-
Цинк	0,01	0,01
Молибден	0,0022	0,0036
Мышьяк	0,005	-

Метод ЭГДА основан на математической аналогии между движением электрического тока в проводнике (электропроводной бумаге) и процессом перемещения воды в пористой среде. За основу была принята методика В.И. Аравина, предусматривающая решение задачи плановой фильтрации со сложными геологическими условиями. По этой методике решение задачи безнапорной фильтрации в пласте с переменной проводимостью сводится к задаче напорной фильтрации в однородной среде. То есть безнапорный пласт заменяется напорным пластом, а поверхность депрессии безнапорного пласта заменяется плоскостью.

При изготовлении электропроводной модели хвостохранилища использовались:

– топографический план территории с нанесенными на нем линиями уреза воды в пруду хвостохранилища, пруду-накопителе, озере Балхаш и всех наиболее значительных водопровялениях;

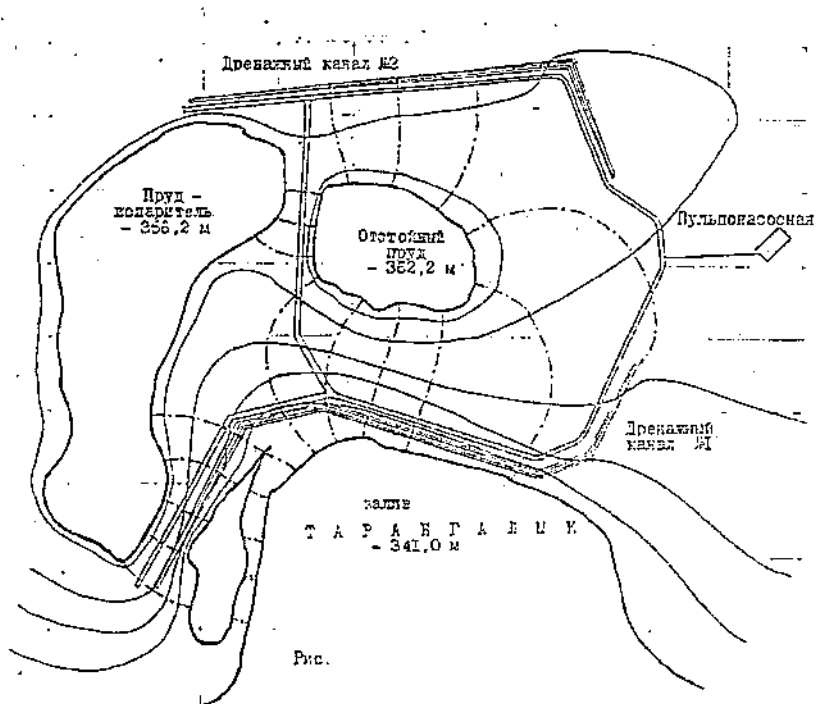


— характерные геологические разрезы по исследуемой территории с указанием значений коэффициентов фильтрации пород;

— сведения об отметках горизонтов воды в отстойных прудах, дренажных каналах и оз. Балхаш.

После построения карты гидроизогипс (см. рис. 1) проводился расчет расходов фильтрационного потока на различных участках дамбы хвостохранилища. Для этого были выбраны две соседние гидроизогипсы с наименьшей кривизной и известной величиной напора между ними  $\Delta h$ . Отсек, заключенный между гидроизогипсами, разбивался на  $n$  частей со средней шириной отсека и средней длиной  $\Delta l$ . Среднее значение водо-проводимости каждого отсека находилось с помощью соответствующих расчетов с использованием геологических разрезов.

Карта гидроизогипс



Условные обозначения:

— — — — — гидроизогипсы;  
 - - - - - линии тока

Рисунок 1

Таким образом, фильтрационный расход определялся по формуле:

$$Q = \sum Nk_i \frac{\Delta h}{\Delta S_i}, \quad (2.4)$$

где:  $Nk_i$  – коэффициент водопроницаемости водоносного пласта в пределах  $i$ -го отсека;

$\Delta h$  – напор между выбранными гидроизогипсами;

$\Delta S_i$  – средняя ширина  $i$ -го отсека;

$\Delta l_i$  – средняя длина  $i$ -го отсека.

Для увеличения наглядности распределения фильтрационного потока в пределах исследуемой территории была построена гидродинамическая сетка (рис.1). Анализ расположения гидроизогипс и линий тока позволяет сделать следующие выводы.

Основной объем фильтрационного потока из отстойного пруда хвостохранилища (около 55 %) направлен в сторону дренажного канала № 1. Примерно третья часть потока поступает в дренажный канал № 2, а остальное – в пруд-накопитель.

Специалистами ГНПОПЭ “Казмеханобр” выполнены анализы различных вод в районе хвостохранилища и получены следующие результаты (табл. 5).

Из табл.5 видно, что концентрация ионов меди, как правило, не превышает  $0,0013 \text{ мг/дм}^3$ . Наибольшее количество меди обнаружено в южном дренажном канале ( $0,086 \text{ мг/дм}^3$ ), в грунтовых водах западной части приозерной террасы и пруде-испарителе хвостохранилища (по  $0,02 \text{ мг/дм}^3$ ). В пробах воды из прудов хвостохранилища обнаружено довольно высокое содержание молибдена: оно превышает ПДК для водоемов хозяйственно-бытового назначения в 12 раз. В водах приозерной террасы и дренажных каналов имеет место превышение ПДК в 4 раза. Цинк во всех типах техногенных вод содержится примерно в одинаковом количестве ( $0,02-0,05 \text{ мг/дм}^3$ ); свинца также много практически во всех водах (в 2-3 раза выше ПДК), особенно в дренажных каналах ( $0,17-0,12 \text{ мг/дм}^3$ ) и грунтовых водах приозерной террасы; кобальт и никель содержатся в пределах ПДК.

В процессе хранения отходов обогащения в хвостохранилище происходит выщелачивание ионов мышьяка из заскладированного материала. Особенно много водорастворимых форм мышьяка в водах отстойного (первичного) и испарительного прудков ( $0,08-0,06 \text{ мг/дм}^3$ ). В фильтрационных водах и в водах приозерной террасы мышьяк обнаружен в количестве  $0,02-0,05 \text{ мг/дм}^3$ , то есть в пределах ПДК или несколько меньших количествах, чем ПДК.

Таблица 5

Результаты химического анализа техногенных и природных вод  
в районе хвостохранилища Балхашской ММФ

Место отбора пробы	Содержание, мг/дм <sup>3</sup>						
	Cu	Zn	Pb	Mo	Co	Ni	As
Жидкая фаза хвостовой пульпы	0,0013	0,025	0,090	0,04	0,047	0,020	0,015
Первичный отстойный пруд хвостохранилища	0,0013	0,021	0,054	3,00	0,084	0,031	0,080
Пруд-испаритель	0,0220	0,026	0,086	3,00	0,089	0,013	0,060
Южный дренажный канал	0,0860	0,040	0,170	0,80	0,078	0,014	0,005
Северный дренажный канал	0,0013	0,031	0,119	1,16	0,089	0,013	0,055
Насосная оборотной воды	0,0013	0,032	0,004	3,00	0,057	0,026	0,060
Грунтовые воды приозерной террасы:							
– западная часть	0,0230	0,040	0,108	0,40	0,078	0,015	0,050
– центральная часть	0,0013	0,045	0,097	1,16	0,073	0,013	0,020
– восточная часть	0,0080	0,047	0,105	0,25	0,089	0,031	0,015
Бывший вторичный отстойный пруд	0,0025	0,05	0,103	1,32	0,110	0,05	0,05
Залив Тарангалык:							
– западная часть	0,0013	0,013	0,008	0,04	0,105	0,063	0,020
– восточная часть	0,0013	0,022	0,040	0,01	0,013	0,013	0,026

Обширная площадь Балхашского хвостохранилища, интенсивное пыление пляжей способствуют созданию напряженности в компонентах окружающей среды в районе этого отвала. В табл.6 приведены результаты химического анализа осредненных почвенных проб, отобранных в районе расположения хвостохранилища Балхашской ММОФ. Усреднение проводилось по пяти единичным пробам, отбираемым из почвенного горизонта в наибольшей мере подверженного загрязнению ( $h=0\div 10$  см) частицами хвостов, выносимыми с территории хвостохранилища.

Фоновая проба отбиралась в пяти точках, северо-западнее хвостохранилища на территориях, где отсутствовали видимые следы хвостовых отложений.

Необходимо отметить, что для получения более наглядных результатов возможного загрязнения почвы хвостами, пробы почвы из зоны влияния хвостохранилища отбирались из под многолетнего слоя хвостовых отложений мощностью 15-20 см.

Таблица 6

Содержание валовых форм элементов в почвах территорий, прилегающих к хвостохранилищу, мг/кг (лето 1998 г.)

Глубина отбора пробы, см	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb
Почва, отобранная северо-западнее Балхашского хвостохранилища (фон)					
0-10	76,6	28,0	42,0	0,2	25,1
Почва, отобранная в зоне влияния Балхашского хвостохранилища					
0-10	16,38	28,0	40,0	0,3	20,7

Из таблицы видно, что медь (валовое содержание) в почвенных образцах фона обнаруживается в количествах существенно превышающих ПДК, а почва в зоне влияния хвостохранилища содержит медь в пределах ПДК. Все остальные потенциально опасные тяжелые металлы как в фоновой почве, так и в почве территории, прилегающей к хвостохранилищу, содержатся в пределах ПДК.

Определение в этих же почвенных образцах водно-растворимых и подвижных форм потенциально опасных тяжелых металлов показало, что медь и свинец растворимы в воде всего лишь в количестве соответственно 0,22 мг/кг и 0,17 мг/кг, а растворимость никеля, цинка и кадмия практически отсутствует (табл. 7).

В целом, анализы показывают, Балхашское хвостохранилище не оказывает опасного воздействия на почвенный покров окружающей среды. Во всяком случае, в соответствии с действующими нормативными документами это воздействие не может быть оценено как недопустимое.

Таблица 7  
Содержание водно-растворимых форм элементов в почвах территорий, прилегающих к хвостохранилищу, мг/кг (лето 1998 г.)

Глубина отбора, см	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb
Почва, отобранная северо-западнее Балхашского хвостохранилища (фон)					
0-10	0,22	<0,5	<0,5	0,02	0,17
Почва, отобранная в зоне влияния Балхашского хвостохранилища					
0-10	0,13	0,3	<0,5	0,01	0,38

Подвижных форм тяжелых металлов в почвенных образцах обнаружено несколько больше, чем водно-растворимых (табл. 8).

Таблица 8  
Содержание подвижных форм элементов в почвах территорий, прилегающих к хвостохранилищу, мг/кг (лето 1998 г.)

Глубина отбора проб, см	Содержание подвижных форм элементов, экстрагируемых									
	ААБ- рН <sub>4,8</sub>					1М ННО <sub>3</sub>				
	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Zn	Cd	Pb
Почва, отобранная северо-западнее Балхашского хвостохранилища (фон)										
5-10	17,1	28,0	<0,5	0,9	23,0	0,22	<0,5	<0,5	0,02	0,17
Почва, отобранная в зоне влияния Балхашского хвостохранилища										
5-10	68,9	26,0	<0,5	1,0	16,0	0,13	0,3	0,5	0,01	0,38

Таким образом, оценка экологической ситуации в районе размещения хвостохранилища Балхашской ММОФ позволяет считать возможным дальнейшее складирование в эти накопители отходов производства, образующихся при обогащении руд Коунрадского и Саякского месторождений/ 1,2/.

В процессе исследований установлено следующее:

Определенная роль в техногенном давлении на оз.Балхаш принадлежит процессам загрязнения подземных вод при их прохождении под Балхашским хвостохранилищем. Несмотря на то, что большая часть дренажных вод хвостохранилища перехватывается дренажными каналами №1 и 2 и используется в оборотном водоснабжении фабрики, определенная часть загрязненного подземного потока все таки проскакивает под каналами и попадает в озеро Балхаш. В частности, наблюдается значительное сгущение гидродинамической сетки в районе ограждающей дамбы пруда накопителя.

Некоторую роль в процессе загрязнения озера Балхаш играют процессы выщелачивания ионов тяжелых металлов из донных отложений хвостов в заливе Тарангалык.

Тем не менее, влияние хвостохранилища на подземные воды локализовано, концентрации загрязняющих веществ в них не превышают, как правило, фоновых значений природных вод, что позволяет оценить его в настоящее время как объект, способный противостоять техногенным нагрузкам.

Исследованиями отмечено высокое фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Балхашской площадки, что позволяет отнести эту площадку к территориям с аномальным содержанием меди, цинка, свинца и некоторых других металлов. Фоновое содержание металлов в почвах местами бывает настолько высоко, что превышает содержания этих металлов на границе санитарно-защитной зоны хвостохранилища.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления. РНД 03.3.0.4.01 -96. Алматы, 1996.
2. Порядок нормирования объемов образования и размещения отходов производства. РНД 03.1.0.3.01-96. Алматы, 1996.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

#### **“ҚАЗАҚМЫС” КОРПОРАЦИЯСЫ БАЛХАШ ТАУ-МЕТАЛЛУРГИЯСЫ КОМБИНАТЫНЫҢ ҚАЛДЫҚ ҚОЙЫРТПАҒЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН ТАЛДАУ**

	Е.В. Баймакова
Техн. ғыл. докт.	У.Ж. Жүсіпбеков
Техн. ғыл. канд.	Б.И. Свирякин

Жұмыста Балхаш комбинатының қалдық қойыртпақтарының Балхаш көліне, сонымен қатар қоршаған ортаның жер беті топырақтарына әсері.

УДК 532:519

**ВЫБОР МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ,  
ПРОТЕКАЮЩИХ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДОИСТОЧНИКАХ**

Док. техн. наук      А.К.Адрышев  
Канд. техн. наук    И.С.Тилегенов

*Рассматриваются и сравниваются между собой существующие методы определения феноменологических параметров моделей переноса примесей в природной среде. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению коэффициента молекулярной диффузии.*

Успехи в изучении явлений, протекающих в подземных водоисточниках, во многом определяются выбором адекватных моделей и их математического описания. В большинстве случаев модели строятся таким образом, чтобы учесть наиболее существенные факторы, определяющие суть процессов. С позиций системного анализа, создавая ту или иную модель, выбираются не все элементарные взаимодействия и процессы, а только наиболее значимые. Однако любая модель, даже, как иногда кажется, самая полная - это лишь приближенное описание исследуемого процесса. Поэтому любая модель по своей сути феноменологическая и, следовательно, содержит ряд параметров, не определяемых в рамках выделенной системы [1,2].

В данной работе рассматривается модель переноса примеси в пористой среде. Сведение пространственной модели к двумерной, а затем и локально-одномерной вдоль линий тока является часто применяемым приемом в решении данного класса задач. Задача фильтрации рассматривается в квазистационарной постановке, перенос вещества - в нестационарной. Возможность такого упрощения можно обосновать разностью во времени процессов диффузии и фильтрации.

Существует ряд методов определения феноменологических параметров модели. Один из основных - это получение и использование различных эмпирических и полуэмпирических зависимостей. Для определения коэффициента влагопереноса в рассматриваемой задаче или

коэффициента фильтрации при полном влагонасыщении используются наливывы в шурфы, однако, применение этого метода имеет ограниченный диапазон применимости. На результатах налива сказываются: боковое растекание воды, неполное водонасыщение перового пространства, изменение расчетного градиента из-за недоучета слоистости, диффузионные эффекты и ряд других факторов [3].

Второй метод - это рассмотрение процесса на более глубоком физическом и химическом уровне. Так, например, коэффициент молекулярной диффузии можно определить из закона Фика, однако процессы, протекающие в структуре водоносного слоя, гораздо сложнее, и для количественного описания необходимо вводить ряд дополнительных членов учитывающих процессы, которые не оговариваются в рамках модели выделенной системы [4].

Третий метод предполагает использование дополнительной информации в рамках выделенной системы, т.е. корректировку модели системы. Обычно такая информация получается за счет сканирования поведения элементов системы и элементарных процессов в них протекающих во времени и пространстве, соответственно учитывая элементы взаимодействия и элементарные взаимодействия. Оставаясь в рамках необходимого соответствия структура-процесс, определение феноменологических коэффициентов сводится к решению задач идентификации выбранной математической модели, а с некоторых случаях к решению обратной задачи.

В качестве исходной модели рассмотрим процесс распространения примесей при течении жидкости в пористой среде. В основе ее лежит теория конвективной диффузии. Дифференциальное уравнение одномерного переноса примесей в однородной среде с постоянной скоростью фильтрации имеет вид:

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} + \frac{v}{n} \frac{\partial C(x,t)}{\partial x} = \frac{D}{n} \frac{\partial^2 C(x,t)}{\partial x^2} + f(x,t), \quad (1)$$

где:  $C(x,t)$  - концентрация примеси в жидкости;  $v$  - скорость фильтрации;  $D$  - суммарный коэффициент дисперсии;  $n$  - активная пористость.

Необходимо отметить, что анализ работ, проведенных по этой проблеме, показывает, что в большинстве из них отмечается аналогия между гидродинамической дисперсией в пористых средах и турбулентной диффузией. В том и другом случае перемешивание жидкости, а следовательно и изменение концентрации примеси, вызвано отклонениями локальных значений скорости от среднего значения. При турбу-



лентной диффузии отклонения порождаются самой жидкостью и распределением частиц-агломератов жидкости по определенному закону, а в пористой среде это связано с тем, что поровые каналы имеют свою структуру и соответственно свои законы композиции, а в них особую роль накладывает соотношение между тупиковыми и проточными капиллярами и массообменом между ними.

Задача идентификации параметров модели в рассматриваемом случае сводится к следующему: необходимо заменить исходное уравнение (I) системой конечно-разностных обыкновенных уравнений; для идентификации параметра  $D$  модели использовать методы квазилинеаризации и прогонки по параметру.

Возможность применения одного из методов идентификации покажем на примере решения модельной задачи распространения примесей. Пусть в области  $x \in [0, l]$ ,  $t \in [0, T]$  рассматривается уравнение (I), которое преобразуем к виду:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} - \lambda \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = f(x, t), \quad (2)$$

где:  $U=v/n$ ,  $\lambda=D/n$ .

В уравнении (2) коэффициент  $\lambda = \text{const}$  подлежит определению. В точках  $x_1, x_2, \dots, x_n$  производится замер концентрации вещества. Данные измерений в этих точках есть  $r_j(t)$ ,  $1 \leq j \leq n$ .

Параметр  $\lambda$  будем искать из условия минимума функционала:

$$J(\lambda) = \sum_{j=0}^n \int_0^T [C(x_j, \xi) - Z_j(\xi)]^2 \partial \xi. \quad (3)$$

Считаем, что для уравнения (2) заданы естественным образом начальные и граничные условия. Условие стационарности функционала имеет вид:

$$\frac{\partial J(\lambda)}{\partial \lambda} = 2 \sum_{j=0}^n \int_0^T [C(x_j, \xi) - Z_j(\xi)]^2 w(x_j, \xi) \partial \xi \quad (4)$$

В (4) под  $w(x_j, \xi)$  понимается производная  $\partial C / \partial \lambda$ . Для дальнейшей работы разложим функцию  $C(x, t)$  в ряд окрестности  $\lambda^S$  с точностью до членов второго порядка:

$$C^{S+1}(x, t) = C^S(x, t) + (\lambda^{S+1} - \lambda^S)w^S(x, t). \quad (5)$$

Полученное разложение подставим в (4):

$$2 \sum_{j=0}^n \int_0^T [C^S(x_j, \xi) + (\lambda^{S+1} - \lambda^S)w^S(x, \xi) - Z_j(\xi)]w^S(x_j, \xi) \partial \xi. \quad (6)$$

Из (6) находится  $\lambda^{S+1}$ , при условии, что функции  $U^S(x, t)$  и  $w^S(x, t)$  известны:

$$\lambda^{S+1} = \frac{\sum_{j=0}^n \int_0^T [\lambda^S w^S(x_j, \xi) - C^S(x_j, \xi) + Z_j(\xi)]w^S(x_j, \xi) \partial \xi}{\sum_{j=0}^n \int_0^T w^{S2}(x_j, \xi) \partial \xi}. \quad (7)$$

В процессе линеаризации уравнения (2) получаем:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C^{S+1}}{\partial t} + \frac{\partial C^{S+1}}{\partial x} &= \lambda^S \frac{\partial^2 C^S}{\partial x^2} + f(x, t); \\ \frac{\partial w^{S+1}}{\partial t} + \frac{\partial w^{S+1}}{\partial x} &= \lambda^S \frac{\partial^2 w^S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C^2}{\partial x^2}. \end{aligned} \quad (8)$$

Численная реализация проводилась, на сетке  $10 \times 50$ , для 20 точек по  $l$ , где измерялась концентрация. Несмотря на утверждение авторов о достаточно хорошей сходимости этого метода для рассматриваемого случая процесс восстановления параметра шел достаточно долго. Введение корректировки функционала (3) помогает улучшить процесс. Введение консервативного члена в уравнение (2) также улучшает процесс сходимости. По представленным исходным данным получены следующие результаты: для  $n=0.3$ ,  $U=0.0007$  м/сек,  $D=0.00009$  м<sup>2</sup>/сек.

Для оценки точности полученных результатов рассмотрим второй путь получения значения параметра  $D$ . Для этого берется ранее найденное решение задачи для модели налива:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} - \lambda \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = 0 \quad (10)$$

при следующих условиях:

$$C(x, t)|_{x=0} = C_0;$$

$$C(x, t)|_{t=0} = 0.$$

По известным значениям концентрации в точках  $(x, t)$  восстанавливалось необходимое для этого значение коэффициента  $D$ . При тех же условиях, взятых ранее  $D=0.000102$  м<sup>2</sup>/сек. Оценка в более широком спектре показывает, что разность определения коэффициента  $D$  этими двумя методами составляет 15-30 %. В основе такого большого расхождения лежит тот факт, что в первом способе участвуют все полученные опытные данные, во втором - единичные.

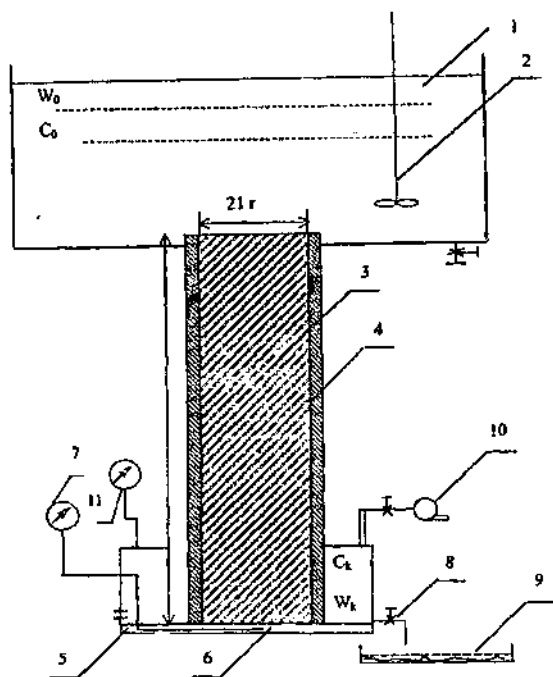
Точность проведения натуральных испытаний, в основном определяют достоверность коэффициента  $D$ , и наиболее чувствителен к этому второй метод.

При исследовании массопереноса в слабопроницаемых породах большое значение имеют феноменологические параметры, входящие в исходное уравнение диффузии. Определение этих параметров в реальных условиях представляется весьма затруднительной задачей. Использование в решении задач результатов опытно - миграционных работ не всегда дает ожидаемые результаты. Попытки идентификации параметров по результатам опытно полевых испытаний требует дополнительных данных, которые можно получить только из лабораторных испытаний. Принятые лабораторные схемы определения этих параметров не всегда корректны. В работе [3] рассмотрена установка, которая позволяет с достаточной степенью точности определить значение коэффициента молекулярной диффузии. Установка состоит из диффузионной ячейки на одной поверхности, которой поддерживается заданная концентрация, а на нижней границе фиксируется результирующая концентрация. Методы регистрации достаточно трудны в реализации. При использовании химических методов контроля индикаторов встает вопрос о методах и способе отбора проб.

Суммарные пробы "смазывают" результаты по времени и не дают всей необходимой информации о процессе, поэтому в основном в экспериментах используются потенциометрические методы непрерывного контроля. В данной работе рассматривается несколько иной метод оп-

ределения коэффициента молекулярной диффузии. Схема предлагаемой установки приведена на рисунке 1. В емкости 1 поддерживается постоянная концентрация во время всего опыта. Образец материала покрывается изолирующим материалом так, чтобы обеспечить равномерное прохождение индикаторного раствора через него; иными словами сделать процесс одномерным, для чего необходимо выполнение условия  $2-r < L$ . Раствор, проходя через образец, попадает в емкость 5, где находится потенциометрический датчик, реагирующий на индикаторный раствор. Эти измерения контролируются и записываются соответствующим устройством 7. Объем раствора в емкости 5 поддерживается с помощью креста 8 так, чтобы "накопления" в нем индикаторного раствора было минимальным.

Схема установки



1- емкость индикаторного раствора, 2- мешалка, 3- образец, 4- изолирующее покрытие, 5- присная емкость, 6- потенциометрический датчик, 7- контролирующий прибор, 8- кран слива, 9- утилизирующая емкость, 10- насос, 11- манометр

Рисунок I

Естественно, что установка предназначена для изучения параметров ненарушенных слабопроницаемых грунтов, поэтому предполагается наличие возможности получения соответствующих образцов.

Работа установки осуществляется следующим образом: емкость 1 заполняется водой, имеющей состав, близкий к пластовой воде, включается насос 10, который создает перепад давления между верхней и нижней границами образца. Создавая разрежение в приемной емкости 5, к образцу инициируется процесс фильтрации.

Проведенные опыты показывают, что в общем случае для трещиновато-пористых сред можно полагать справедливыми формулы, приведенные в [3] для квазистационарного режима. Все сказанное выше нельзя применять к грунтам в полном объеме, так как грунт не может быть отнесен к исследуемым образцам [5]. После того, как в приемную емкость поступит некоторое количество воды, что гарантирует начало процесса фильтрации, в емкость 1 вводится индикатор.

В качестве индикатора необходимо выбирать такое вещество, которое, проходя через исследуемый образец, не активизировало процессов сорбции - десорбции в этом образце. Определение коэффициента гидродисперсии  $D_m$  осуществляется из закона Фика по следующей формуле:

$$D_m = \frac{S_0}{QL} = \sum_{i=1}^m ((C_0 - C_{ki}) / \Delta x) , \quad (11)$$

где:  $S_0$  - площадь образца,  $L$  - длина образца,  $Q$  - количество вещества, проходящего через исследуемый образец,  $m$  - число регистрируемых точек.

Формула (2) может применяться для квазистационарного процесса. Сигналом наступления квазистационарного процесса является постоянство объема поступления воды с реактивом в приемную емкость за определенный период времени

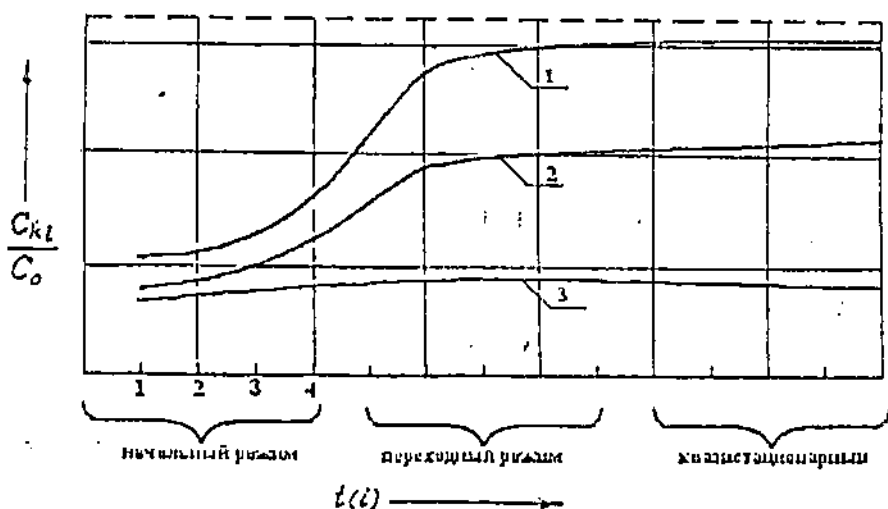
Необходимо отметить, что предлагаемый метод прямого определения не совсем корректен, что следует из решения одномерной задачи диффузии при соответствующих начальных и граничных условиях. Однако анализ существующих методов, как например, метода статистических моментов, показывает, что в его основе лежит принцип усреднения результатов по времени, что в общем-то приводит к примерно одинаковым результатам.

Попытки идентификации феноменологических коэффициентов, используя как аналитическое, так и численное решение задачи, по полученным опытным данным дает несколько отличное значение этих коэффициентов. Последнее объясняется тем, что в первом случае ко-

эффицент гидродисперсии трактуется несколько шире и скорость фильтрации не равна нулю.

Так как коэффициент фильтрации для слабопроницаемых грунтов лежит в диапазоне  $(1,25-1,55) \cdot 10^{-4}$  м/сут, то величина  $\alpha_m$  - объемного коэффициента массообмена - зависит от множества факторов, а именно: пористости исследуемого образца, геометрии образца, подготовки верхней и нижней его поверхностей, интенсивности процесса фильтрации, чувствительности датчика и т. д. Кроме того, коэффициент объемного массообмена зависит от времени, и максимальное его значение получается в начальном периоде процесса, а затем идет спад и стабилизация этого параметра далее в течение всего опыта (рисунок 2).

Изменение относительной концентрации индикаторного раствора в приемной емкости в зависимости от проницаемости образцов (классификация режимов фильтрации)



Ось абсцисс — время (сутки); ось ординат — относительная концентрация (доли единиц). Обозначения кривых: 1, 2, 3 — номера образцов

Рисунок 2

Сама структура грунта и процессы, происходящие в нем гораздо сложнее, описываемых выше. Вопрос о возможности пользоваться предлагаемой установкой для изучения характеристики грунта пока нуждается в дополнительной проверке и остается открытым. Ниже (в таблице) приведены результаты опытов, полученные для образцов взятых на территории региона.

Таблица

Номер образца	$Y$ (м/сут)	$L$ (М)	$D_m$
1	0,31	0,025	0,00036
2	0,24	0,025	0,00041
3	0,26	0,025	0,00038

Необходимо отметить, трудоемкость опытов и несовершенство контрольно-измерительной аппаратуры. Следующий шаг - это автоматизация установки и как следствие повышение качества снимаемой информации. Большой объем опытных данных позволит получить достаточно представительные выборки и дать возможность применять методы статистических исследований.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М., Высшая школа, 1989. 367 с.
2. Ладысев В.С. Системный анализ в экономике. Усть-Каменогорск, ВКТУ. 1997. 137с.
3. Мироненко В.А., Румынии В.Г., Учаев В.И. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах (опыт гидрогеологических исследований) Л., Недра, 1980.320с.
4. Идентификация моделей гидравлики. Новосибирск, Наука, 1980.160с.
5. Шукле Л. Реологические проблемы механики грунтов. М., Стройиздат, 1973,485с.

Восточно – Казахстанский университет им.Д.Серикбаева

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

### ЖЕРАСТЫ СУ БАСТАУЛАРЫНДАҒЫ БОЛАТЫН ПРОЦЕССТЕР МОДЕЛІН ТАҢДАУ

Техн. ғыл.докт. А.К.Адрышев

Техн.ғыл.канд. И.С.Тілегенов

Кеуек ортадан қоспалардың өткізілу модельдері және феноменді параметр модельдерін анықтауға бірқатар тәсілдері қарастырылған. Қоспалардың таратылуын модельді есебін шешу үшін белгілі бір сәйкестендіру тәсілінің қолдану мүмкіншіліктері ұсынылған.

УДК 577.4: 332 (009): 574

**60-80 ЖЫЛДАРҒЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕ ҚАЙТА ҚҰРУ БАҒЫТЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТАҒДЫРЫ**

Тар.ғылым.канд. С.А.Байтілен

*Аталмыш статьяда 60-80 жылдар аралығында Қазақстан ауыл шаруашылығын экологиялық негізде қайта құру бағыты және сол кезеңдегі ССРО Коммунистік партиясы Орталық комитетінің солақай саясаты оның Қазақстан ауыл шаруашылық кешеніне тигізген кері әсері нақты фактілер мен жан-жақты зерттелген.*

Басқару тізгіні қолына тиген Н.Хрущев елді астықпен қамтамасыз ету мақсатын көздеп, тың және тыңайған жерлерді игеру ісін 1954 жылғы көктемінен бастап асқан даңғазалықпен жүзеге асыруға кірісті. Жан-жақты ойластырылмай, күні бұрын жүргізілген дайындықсыз, тек қана бір адамның ықпалымен жүргізілген бұл жұмыс ұлан ғайыр өлкені сынақ алаңына айналдырды. Алдынала жасалған және сынақтан өткен агрономиялық, техникалық тәсілдер болмай тұрып ғасырлар бойы көк майса жайқалып жатқан миллиондаған малдың өрісі болып келген жерді бірден жаппай жырту әсіресе Республиканың солтүстік аудандарында сол кездегі Франция секілді мемлекеттің шамамен барлық егістік көлеміне тең 3 млн. гектардан астам құнарлы қара топырақты алқап жел эрозиясына ұшырады.

Егістіктің шығымдылығын арттырудағы маңызы зор интенсивті тәсіл большевиктік шұғыл шабуылын қолдану, яғни оның көлемін ұдайы ұлғайтып отыру, тіпті өнімді аз беретін, тек малдың жайылуына ғана қажет сортаң жерлерді де жырту арқылы өнім көлемін арттыру тәсілмен алмастырылды; әр гектарға 24 тұқым себіліп, 6-7 ц. астық жиналды, оның өзіндік құны қымбатқа түсті. бірақ тыңның атағын шығаруға үлес боп қосылды.

Солай болғаны мен тыңды игеру елдің астық балансын нығайтуына септігін тигізбеді, осының бәрі басқа факторларды қосқанда, түптеп келгенде астық өндіру көлемінің жылдан-жылға азая беруіне әкеліп соқты. Н.С. Хрущевтің 60-жылдардың басындағы әрекет жайында ағылшынның белгілі мемлекет қайраткері У.Черчилль «Ұлан ғайыр жері бар Ресейді астықсыз қалдыру қандай данышпандық - деген еді /1/.



Миллиондаған гектар жерді астық өндіру үшін жыл сайын жырту мал азығының шабындық пен жайылымдылықтар көлемінің күрт қысқаруына әкеліп соқты. Нәтижесінде өлкенің дәстүрлі мал түліктері — жылқы, жайылымдық ет-май және ет-жүн бағытындағы қойларды өсіруде орны толмас зиян келтірілді.

Хрущевтің ойланбай, өлшел-пішілмей, ғылыми түрде дәлелденбей жүргізілген ауыл шаруашылығының ілгері ретінде санап шығарған қарша бораған қаулы-қарарлары күткен тиімділікке жеткізбеді. Өйткені әбден бюрократтанған партиялық мемлекеттік номенклатура демократиялық түбірлі өзгерістің болуын қаламады. Мәселен, жергілікті жердің климаттық, топырақ, жер, су ерекшеліктеріне қарамай орталықтың өмірімен жер-жерге жаппай жүгері өсіру қолға алынды. Ондағы саясат- сол арқылы мал азығы проблемасын шешу, сөйтіп халықты ет-сүтпен толық қамтамасыз ету, осы көрсеткіштер бойынша үш жылда АҚШ-ты қуып жету. Бұл әрекеті де нәтиже бермеді. Масақты дақылдарды бөлектеп отырудан ауа райы ыстық Оңтүстік аудандарда егін орағы кезінде орынсыз ысырапқа жол берілді.

Осындай және басқа да Орталықтың дәлірек айтқанда қоғамды билеуші Коммунистік партия өмірімен жүргізілген реформалар нәтижесіз аяқталды.

Коммунистік партияның ықпалына белгілі аграрлық ғалымдардың өздері құн заңының қимылын үзілді кесілді бір ауыздан жоққа шығарды. Ұжымшарлар үшін шаруашылық есеп өнімнің өзіндік құны, пайда сияқты өндірісті жүргізуде маңызы зор экономикалық категориялар антимаркстік болып есептелді. Баспасөзде миллионер ұжымшарлар жайында даурықпалы — даңғазалық айқай-шу етек алды. Ал олардың көпшілігінің миллиондаған борыштарын мемлекет кешіріп берешек етпей қоятын. Ондай өзін-өзі ақтамайтын ұжымшарлар қарызға қайтадан белшесінен бататын.

Сол кезде жалпы табыс көлемі миллион сомға жеткен шаруашылықтар миллионер саналып, дәріптенеді, тіпті жоғары жетістік ретінде бағаланып, Бүкілодақтық ауыл шаруашылығы көрмесіне солардың өнімдері үлгі болып қойылды. Ал шын мәнінде миллионға жету үшін қанша шығын жұмсалынып, өнім өндірілгені есепке алынбады. Партия комитеттері ол жағын білсе де білмеген болып, үндемеді, өйткені «миллионер неғұрлым көп болса аудан, облыс басшыларының қызметі соғұрлым жоғары бағаланады. Ал іс жүзінде мұндай «озық шаруаларда өндірілген өнімнің көпшілігі залалды еді, яғни олардың сату бағасы жұмсалған шығынның оннан бір бөлігінің де орнын жаппады. Мысалы, бір тонна картопка төлем ақы оны қабылдау базасына жеткізуге жұмсалған шығынды да ақтамады. Сол сияқты, сауылған бір литр сүт мемлекетке сатылғаннан түскен пайда оған жұмсалған шығыннан әлде қайда кем болды.

Жоғарыда аталғандай интенсификацияға бөлінген қосымша қаржы негізінде ауыл шаруашылығы өндірістеріне жаңа технология енгізіліп, техникалық сапасы арта түсті мұның өзі еңбек процесін

ұйымдастыруға да оңды ықпалын тигізді: көптеген жұмыстар механизм арқылы атқарылды, сөйтіп еңбектің өнімділігі артты, бұл өз кезеңінде өзіндік құнын арзандатты.

Ғылыми тұғырды зерттеп отырған кезеңдер Қазақстанда елеулі оқиғаға толы болды. Мәселен, тек 1970-1976 жылдар ішінде аса маңызды халық шаруашылық және әлеуметтік-экономикалық міндеттер шешілді. Республикада 31 миллиард сомнан астам мемлекеттік күрделі қаржы игерді. Бұл 1966-1970 жылдардың қорытындысынан үштен біріндей дерлік көп. /2/

Белгіленген шаралардың жүзеге асырылуындағы алғашқы қадамдар оң нәтижелерін бере бастады: 1965 жылы қуаңшылығына қарамастан, Республиканың кеңшарлары мен ұжымшарлары мемлекетке мал шаруашылығы өнімдерін, мақта және көкөніс тапсыру жөніндегі жоспарлы тапсырмаларын асыра орындады.

Шаруашылық реформаның көптеген маңызды принциптері жүзеге асырылып жатты. Ауыл село еңбеккерлері аянбай еңбек етті. Сөйтіп экономиканың осы бір маңызды саласындағы жағдай жақсара бастады. 1965-1967 жылдары ауыл шаруашылығы өнімін өндіру жылына 4 пайызға артып отырды, ал Қазақстанның ұлттық жалпы еңбек көлемі жылына 8 пайызға, халық тұтынатын тауарлар 10 пайызға ұлғайды. /3/

Сегізінші бесжылдықта /1966-1970 ж.ж./ Республика үшін өнеркәсіптің дәстүрлі салаларын басқа ауыл шаруашылығын интенсификациялауға тікелей қатысы бар машина жасау жедел қарқынмен дамыды, оның көлемі 1,6 есе, ауыл шаруашылық машиналарын шығару 2 есе ұлғайды. Павлодар трактор зауыты жұмыс істей бастады, Ақмола қаласындағы «Казсельмаш зауытында егіншілік пен ауыл шаруашылығындағы жұмыстарды механикаландыруға арналған жаңа машиналар мен жабдықтар шығарыла бастады.

Сегізінші бесжылдық КСРО тарихындағы бесжылдықтардың ішіндегі ең таңдаулылардың бірі болды. Осы жылы Қазақстанның қоғамдық жалпы өнімдерінің көлемі 1,5 есе, өнеркәсіп өндірісі — 1,6 есе ұлғайды. 1966-1970 жылдары оның алдындағы он жылда өндірілген өнім шығарылды, ұлттық табыс көлемі 41 пайызға ұлғайды /4/.

Біз зерттеп отырған кезеңдегі Республикадағы кеңшарлардың өсуімен қатар ұжымшарлардың сан жағынан кемуі және ауыл шаруашылық егін дақылдары мен мал шаруашылығында өндірілген өнімдер көрінісін төмендегі таблицалардан (1,2,3) байқауға болады/5/.

Таблица 1  
Қазақстандағы кеңшарлар мен ұжымшарлардың саны  
(жыл аяғында)

аты	1965	1970	1975	1980	1985	1986	1987
Кеңшарлар (жыл аяғында)	1521	1625	1864	2077	2140	2119	2143
Істейтін жұмысшылар (мың адам)	888,9	811,4	892,5	989,5	1045,5	1042,3	1045,4
Ұжымшарлар (жыл аяғында)	454	435	404	397	388	88	386
Істейтін ұжымшарлар (мың адам)	300,9	287,1	280,0	278,1	279,7	279,4	276,0
Шаруашылық аралықтағы ұйымдар мен мекемелер (жыл аяғында)		50	70	190	347	210	163
Кеңшарлар мен ұжымшарларда мердігерлік ұжымдардағы (бригада) бригадалар және өздігінен істейтін звеньялар (мың):							
өсімдік шаруашылықта;				11,3		13,0	16,0
мал шаруашылықта				22,8		32,2	41,4

Таблица 2  
Ауыл шаруашылық егін дақылдарын жалпы жинауы (мың тонна)

Жылдар	Астық	Мақта шикізот	Қызылша	Картофель	Бақша өсімдігі	Жүгері	Арпа	Сұлы	Тары	Күріш
1965	604,0	243,3	1929,9	1130,7	590,4	106,0	1141,2	126,7	149,2	93,3
1970	22240,4	276,7	2222,6	1896,0	798,5	154,2	3452,8	557,0	277,3	276,7
1975	12007,3	283,5	1959,1	1728,1	917,8	285,5	2562,5	187,8	91,0	283,4
1980	27505,7	357,9	2223,2	2238,4	1134,2	414,1	6405,0	690,7	385,1	612,5
1985	24164,3	305,2	1901,1	2197,0	1084,7	597,7	6356,5	569,9	445,7	671,2
1986	28306,1	332,9	1721,1	2136,5	1210,5	504,5	7579,5	656,1	423,6	633,7
1987	27444,0	311,9	1768,2	2065,9	1190,0	476,9	7408,6	490,2	592,8	654,3

Мал шаруашылығында өндірілген өнімдер

Жылдар	Ет мың т.	Сүт мың т.	Жұмыртқа млн. дана	Жүн мың т.	Өсімдік майы	Мал майы	Консерві Банкі мың банкі	Қант мың т.
1965	768,3	3327	1052,2	73,9	58181	45072	244229	171,3
1975	986,7	4059,4	2430,4	93,9	69080	44945	397611	147,3
1980	1009,4	4375,8	3206,1	98,5	83719	60035	411362	
1985	1156,1	4628,6	3614,8	97,8	74113	69267	391236	337,0
1986	1300,0	5040,2	4096,8	106,1	75508	74443	446901	342,3
1987	1399,2	5185,2	4189,3	106,4	79967	76227	449010	348,6

Зерттеліп отырған кезеңде Республикада ауыл шаруашылығының жалпы жағдайын мына тікменгі таблицадан көрсеткен егістіктің және мал шаруашылығының өнімдерін жинаудағы көрсеткіштерін қандай дәрежеде болғанын байқауға болады: /6/

Таблица 4

Қазақ республикасының әлеуметтік-экономикасының дамуындағы негізгі көрсеткіштер (1970-1987), млрд. сом

	1970	1975	1980	1985	1986	1987
Ауыл шаруашылықтың жалпы өнімі	143	128	179	175	197	192
Өсімдік шаруашылығының өнімі	129	86	165	152	176	158
Мал шаруашылығының өнімі	158	168	192	198	218	224

Дегенмен көп ұзамай, бүкіл ССРО-дай Қазақстан экономикасы, дамуындағы қарқынның баяулығы байқала бастады. Өйткені 1965 жылы реформалардан кейін бұрын орын алып келген залалдар экономикалық заңдылықты өрескіл бұрмалау, іске білмеушілікпен араласу т.с.с. — сақталып қана қоймай, оларға жаңа кедергілер қосылды. Мәселен, құнды бағалаудың жаңа көрсеткіштері өткізілген өнімнің көлемі немесе оны жайғана өткізу тәртібі сол кезде-ақ енгізілген болатын. Бұл сатылған жалпы өнім үшін ақша өнеркәсіп, ұжымшар және кеңшарлардың есепшотына келіп түсті деген сөз. Онда жаман болмағаны ғой. Ал, іс жүзінде оңай болмады: өткізілген өнім көлемі, ағымдағы бағамен есептелінуі де өндіріс көлемі мен еңбек өнімдерінің артуы тұрақты бағалармен белгіленді. Сөйтіп, тағыда жалпы тауарлы өнімді көптеп шығара беру қажет болды. Өйткені ол енді кәсіпорынның /бірлестіктің/ бас

басқармалар мен салалардың қызметін бағалайтын өлшемге айналды. Енді экономикалық көрсеткіштердің барлығы соған «байланды». Қол жеткен деңгейге қарай жоспарлау жағдайды оданда ауырлата түсті. Көрсеткіш жоғары болған сайын алдағы уақытта одан жоғары көрсеткішке жоспарланып отырды. Мұны жергілікті жердегі басқарып отырған партия комитеттері сезбеді. Олар көтеріңкі міндеттемелер қабылдауға дағдыланып алды, шаруашылықта жоқ мал басын барға көрсетіп отырды, ал соған қарай мемлекетке ет, сүт, жүн, қарақұл елтірісін сатудың жоспары шарықтай берді.

Алайда, жекелеген кеңшарлар мен ұжымшарларда егіншілік мәдениеті деңгейінің әліде төмен екені, ауыспалы егістің баяу жүргізілуі, жаңа тәсілдердің игерілмеуі Алматы, Жамбыл, Талдықорған және басқа бірқатар облыстардың көптеген ұжымшарлары мен кеңшарларында орын алған. Сондықтан да егіннің шығымы төмен болған. Кейбір тұқым шаруашылықтар тұқым себу мерзімін өткізіп алып, кондициясыз және будандастырылмаған тұқымды себуге жол бермеген партиялық және кеңестік органдар тарапынан орынды сыналып, баспасөзде қатты сыналды.

Мұндай жағдай партияның XXIII съезінен кейін орын ала бастады. Оның шешімдері барлық шаруашылық іске партия комитеттері, тікелей жауап береді делінген. Номенклатурадағы лауазым иелері енді қайткенде де партия комитеттеріне жағыну-жалпаңдаумен болды. Қол ұшынан пара беріп жылы орындарында ұзақ отырудың қамын ойлауды, өртүрлі айла-өрекет жасады. Сөйтіп 70-жылдан бастап, жоғарыдан төмен қарай жалпаң, қошемет, ауыз-жаласуға жол берілді. Жоғары сатыдағы басшылар атына сын айту деген мүлдем болмады. Төмендегілер оларға жағыну үшін көзбояушылыққа батыл баратын болды. Ондай фактілер ашыла қалса жеңіл-желпі ескерту сөгіс беру сияқты жанға батпайтын шаралармен шектелді.

Осындай келеңсіз жағдай қоғам өмірінде жайлады. Мұның кесірі шаруашылықтың дамуына кедергі болды. Нәтижесінде егіншілік пен мал шаруашылығында өрескіл кемшіліктер орын алды. Оған бірнеше дәлелді мысал келтірейік. Семей облысының Аякөз, Үржар, Жарма аудандары мал шаруашылығының барлық көрсеткіштері бойынша 1972 жылы жылдық жоспарын орындамады. 1960 жылға қарағанда 5 аудандарда малдың саны кеміп кеткен, Облыс бойынша 13 мың жылқы азайған. /7/

Кеңестік жоспарлау тәсілінде ысырапқорлыққа қарсы тосқауыл қою мүмкін емес еді. Бұл бәрінен де ауыл шаруашылығы өндірісінен айқын көрінеді. Ол өзінің барша кеңестік тарихында экстенсивті түрде жүргізіліп келеді. Әкімшіл-әміршіл жүйенің әсіресе мал шаруашылығына тигізген зардабы аз болмады. 70-жылдардың аяғында Қазақстанда қой малының санын 1985 жылға қарай 41 млн., ал 1990 ж. 50 млн. жеткізу жөнінде орталық шешім қабылдады. Мұндай ойдан шағарылған жоспарды орындау мүмкін емес еді. Өйткені оған ешқандай жағдай жоқ. Біріншіден, соншама малға маусымдық жайылым жетіспейді: 20 млн. гектарға жуық құнарлы малдың өрісі нешетүрлі әскери сынақтар мен жабық аймақтар

шенберінде қалып қойды; екіншіден, соншама малды бағуға жұмыс қолы жетіспейді.

70-жылдардың аяғында-ақ халықты азық түлікпен жабдықтау өткір проблемаға айналды. Шетелдерден астық және басқа да тамақ өнімдерін сатып алу көлемі жылдан жылға ұлғая беретін болғандықтан оны шешудің жолдары қарастырылды. 1982 жылдың мамырынан 1990 жылға дейінгі кезеңге арналған азық-түлік бағдарламасы бекітілді. Онда барынша қысқа мерзім ішінде халықты азық-түліктің барлық түрлерімен тұрақты қамтамасыз ету, аса жұғымды тағамдар есебінен немесе кеңес адамдарының тамағының құршымын едәуір жақсарту міндеті қойылды. Ол оған дейін, сол сияқты аса маңызды саналған бағдарламалар, реформалар сияқты қағаз жүзінде қалып қойды. 1983 жылғы бірінші қаңтарынан бастап ірі кара малды, шошқаны, қойды, сүтті, астықты, қант қызылшасын, картопты, көкөністі және бақа ауыл шаруашылығы өнімін сатып алудың бағалары көтерілді. Алайда мұндай өкімет әрекеті елеулі өзгеріске қол жеткізбеді. Өйткені ауыл шаруашылығында берік орын алған әкімшіл-күштеу жүйесі село еңбеккерлерін мол өнім өндірулеріне кедергі болды, Материалдық ынталандыру жүйесі орныкпады, еркіндікке жол берілмеді, барлық іс- әрекет күштеу арқылы жүргізіле берді. Жер байлығын ысырапсыз тиімді пайдалану ғылыми түрде саяси түрде мақсат етіп қойылмады.

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рыспаев К. Мал шаруашылығын интенсификациялау-уақыт талабы.-Алматы, 1985, 3-46 б.
2. Президент архиві ( П.А.). 708 қ., 89 т., 107 іс, 107 п.
3. ХҮІ съезд Коммунистической партии Казахстана. 6-8 февраля 1986 года: стен. отчет.- Аліма-Ата: Қазақстан, 1986., 36-37 б.

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕСТРОЙКИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАЗАХСТАНА В 60-80 ГОДЫ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ И ИХ СУДЬБЫ

Канд.ист.наук С.А.Байтилен

В данной статье на основе конкретных фактических документов исследовано развитие и пути перестройки сельского хозяйства Казахстана на экологической основе в 60-80 годах, а также негативные стороны руководства Коммунистической партии сельским хозяйством республики.

УДК 628.511:614.838.12

### ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ БАЛХАШСКОЙ ПЛОЩАДКИ ПРЕДПРИЯТИЙ КОРПОРАЦИИ "КАЗАХМЫС" НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

	Е.В. Баймакова
Докт.техн.наук	У.Ж. Джусипбеков
Канд.техн.наук	С.С. Омаров
Канд.техн.наук	Б.И. Свирикин

*В данной статье рассматривается влияние на компоненты окружающей среды породных отвалов Балхашской площадки, образованных в процессе разработки медно-порфириновых руд на Коунрадском руднике и руд Саякского месторождения.*

Существенную потенциальную опасность для окружающей среды (помимо выбросов в атмосферу) могут оказывать горнодобывающие и отходообразующие предприятия/1,2/. К предприятиям имеющим горнодобывающий передел относятся предприятия корпорации «Казахмыс» имеющей две промышленные площадки, которые условно можно отнести к Жезказганской и Балхашской.

В данной работе предлагается оценить возможное влияние на компоненты окружающей среды породных отвалов Балхашской площадки, образованных в процессе разработки медно-порфириновых руд на Коунрадском руднике открытых работ и скарновых руд Саякского месторождения.

Группа отвалов Коунрадского рудника расположена в районе пос. Коунрад в 12 км к северу от г. Балхаш. Месторождение, сложенное метаморфизованными гранодиорит-порфирами, кислыми эффузивами и диоритами, открыто в 1928 г. Русаковым М.П.

Добыча руды осуществляется открытым способом. Основным видом продукции является медная руда, которая поступает на переработку на Балхашскую медно-молибденовую обогатительную фабрику. Пустые породы вскрыши и забалансовые руды складировются в отвалы.

В настоящее время параметры карьера следующие:

– длина - 1750 м;

- ширина - 1500 м;
- глубина - 425 м.

Во внешних отвалах Коунрадского рудника за период 1994-1998 гг. заскладировано:

- гранодиорит-порфиров - 13213 тыс. м<sup>3</sup>;
- вторичных кварцитов по эффузивным породам - 5662 тыс. м<sup>3</sup>.

В настоящее время все пустые породы складировуются в отвал № 1, имеющий площадь на земной поверхности 5 га. В отвал заскладировано 2,5 тыс. м<sup>3</sup> пустой породы.

В геологическом строении Коунрадского медно-порфирового месторождения принимают участие вулканогенно-осадочные породы верхнего девона - нижнего карбона и магматические образования верхнепалеозойского возраста. За счет каолинизации породы имеют светло-серый, почти белый цвет.

На месторождении выделяются:

- 1) вторичные кварциты, образованные за счет пород осадочно-метаморфической толщи (в отработку карьера не попадают);
- 2) вторичные кварциты по кислым эффузивам – 30 %;
- 3) вторичные кварциты по гранодиорит-порфирам, гранодиоритам – 65%;
- 4) дайки диоритов и диабазов – 5 %.

Наиболее широким распространением на месторождении пользуются вторичные кварциты по гранодиоритам, гранодиорит-порфирам, которые имеют следующий минеральный состав: кварц – 34,6 %, плагиоклаз – 37,2 %, ортоклаз 21,3 %, роговая обманка – 4,2 %, биотит – 1,88 %, акцессорные минералы – 0,22 %. Вторичные кварциты по кислым эффузивам – основная масса имеет кварц-полевошпатовый состав с вкрапленниками биотита и роговой обманки.

В северной и восточной частях Коунрадского карьера развиты штокообразные и дайкообразные тела кварцевых и диоритовых порфиров.

Гидрогеологические условия Коунрадского месторождения следующие: здесь распространены трещинные воды палеозойских пород. Наиболее водообильными являются интрузивные породы. Мощность этой зоны колеблется от 6-23 до 50-55 м. Расчетные коэффициенты фильтрации в диабазовых порфирах колеблются в пределах 0,01-0,07 м/сутки. Питание трещиноватых вод происходит за счет атмосферных осадков.

Глубина залегания зеркала грунтовых вод изменяется от 2,0 до 80,0 м (в зависимости от рельефа местности). Наиболее высокое стояние уровня подземных вод наблюдается весной (апрель-июнь), низкое – осенью (ноябрь).

Предусмотрен карьерный водоотлив, включающий в себя насосную станцию с коллектором, по которому вода направляется на рельеф



местности. Как и в предыдущем случае, работа водоотлива привела к осушению прилегающих к карьере массивов горных пород, поэтому возможное влияние отвалов вскрышных пород на подземные воды локализовано.

Компонентный состав отвальных пород приведен в табл.1 из которой видно, что наиболее массовыми компонентами являются алюмосиликаты – почти 90 %. Из числа представляющих опасность для окружающей среды элементов можно отметить наличие железа, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца и цинка.

Таблица 1  
Компонентный состав породных отвалов Коунрадской группы

Компоненты вскрышных пород	Содержание компонента, (%)
АЛЮМОСИЛИКАТЫ: $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ , $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ , $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$ , $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$	88,77
$\text{CaCO}_3$	10,0
$\text{MgCO}_3$	1,1
борнит ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), халькозин ( $\text{CuS}_2$ ), халькопирит ( $\text{CuFeS}_2$ )	0,02
As	0,005
$\text{BaSO}_4$	0,068
$\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$	0,0068
$\text{MnO}_2$	0,0016
Mo	0,0003
NiO	0,038
PbS	0,0012
$\text{TiO}_2$	0,008
$\text{V}_2\text{O}_5$	0,0054
ZnS	0,0075
Zr (цирконит)	0,01
<b>ИТОГО:</b>	<b>100,00</b>

Был выполнен спектральный анализ отобранной средней пробы вскрышных пород Коунрадского карьера. Средняя проба составлялась из ряда локальных проб минералов в процентном соотношении, отражающем фактический минеральный состав вскрышных пород. Результаты анализа такой пробы приведены в табл. 2

Таблица 2

Результаты спектрального анализа пробы вскрышных пород  
Коунрадского месторождения, %

As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	J	Mn
0.005	0.02	n/o	0,001	0.003	0.01	0.0005	0.001

Mo	Ni	Pb	Sn	Ti	V	Zn	Zr
0.0003	0.003	0.001	0.0005	0.005	0.003	0.005	0.001

В табл. 3 приведены результаты анализов средней пробы пород вскрыши Коунрадского карьера на валовое содержание металлов. Здесь можно отметить довольно значительное количество меди и цинка.

Таблица 3

Валовое содержание металлов в пробе отвальных пород  
Коунрадского рудника

Объект	Валовое содержание, мг/кг				
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Карьер	190.8	36.0	16.0	10.9	1.4

Таблица 4 содержит результаты определения содержания подвижных форм металлов в средней пробе. Полученные результаты свидетельствуют о том, что аммонийно-ацетатный буферный раствор лучше всего экстрагирует свинец и кадмий и несколько хуже медь. В отношении одно-молярного буфера  $\text{HNO}_3$  можно сказать, что его влияние на растворимость соединений намного ниже для всех металлов, за исключением кадмия. Правда, в отношении показателей полученных для последнего, имеются определенные сомнения: его валовое содержание ниже, чем показало экстрагирование буферным раствором.

Конструкция породных отвалов Коунрадского рудника, как и Северо-Жезказганского, исключает появление в подземных водах прилегающих территорий других объемов вод, кроме как связанных с вы-

Содержание подвижных форм металлов в пробе  
отвальных пород Коунрадского рудника

Объект	Содержание подвижных форм, мг/кг									
	экстрагируемых ААБ- рН <sub>4,8</sub>					экстрагируемых 1М ННО <sub>3</sub>				
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
арьер	17.3	<0.5	12.0	11.9	1.2	0.06	<0.5	<0.5	<0.1	2.50

падением атмосферных осадков. То есть и в этом случае роль породных отвалов - перераспределение поверхностного стока.

Саякская группа месторождения медных руд расположена в 206 км на восток от г. Балхаша и открыта по следам древних разработок.

Преобладающая часть подсчитанных запасов - 95% - представлена первичными сульфидными минералами окисленных руд, где содержание окиси меди более 0,5 - 3 %, смешанных руд - 2 %. В настоящее время все окисленные и смешанные руды отработаны.

Месторождения имеют ярко выраженную рудно-метасоматическую зональность и комплексность оруденения. Наряду с медью, молибденом, составляющими основную ценность руды, в значительных количествах присутствуют селен, теллур, серебро, железо, кобальт.

В табл. 5 приведены результаты спектрального анализа средней пробы вскрышных пород месторождения Саяк-1.

Район месторождения сложен вулканогенно-обломочными и карбонатными породами, эффузивными образованиями, преимущественно кислыми по составу.

Месторождение относится к скарно-гидротермальному типу. В его геологическом строении принимают участие гранодиориты и породы саякской серии - песчаники, алевролитовые туфы, известняки и развивающиеся по ним скарны. Весь комплекс пород пересечен многочисленными дайками различных направлений.

Основной геологической структурой района Саякского месторождения является Саякская грабен-синклиналь, формирование которой завершилось в конце каменноугольного периода. В строении синклинали принимают участие осадочные и вулканогенные породы от средне-девонского до верхне-каменноугольного возраста. В отложениях каменноугольной системы встречаются несколько пачек известняков раз-

Таблица 5

Результаты спектрального анализа пробы вскрышных пород  
месторождения Саяк-1, %

Aq	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	J	Mn
н/о	0.005	0.03	н/о	н/о	0.005	0.002	0.0005	0.003
Mo	Ni	Pb	Sn	Ti	V	W	Zn	Zr
0.0003	0.002	0.003	0.0002	0.003	0.002	н/о	0.002	0.001

Таблица 6

Валовое содержание металлов в пробе отвальных пород  
карьера Саяк-1

Объект	Валовое содержание, мг/кг				
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Карьер	38.4	28.0	38.0	22.3	2.0

Таблица 7

Содержание подвижных форм металлов в пробе  
отвальных пород карьера Саяк-1

Объект	Содержание подвижных форм, мг/кг									
	экстрагируемых ААБ- рН <sub>4,8</sub>					экстрагируемых 1М HNO <sub>3</sub>				
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
Карьер	1.3	<0.5	38.0	16.7	1.2	0.07	<0.5	<0.5	<0.1	3.25

личной мощности, которые в контакте с интрузией преобразуются в скарны.

Как показали исследования, на территории района расположения отвалов отсутствуют выдержанные водоносные горизонты, а подземные воды приурочены к слабопроницаемым зонам трещинных пород и локально распространенным рыхлым отложениям.

В пределах Саякской синклинали циркулируют три типа подземных вод (различной минерализации – от пресных до соленых): трещино-грунтовые, трещинно-жилльные и грунтовые воды рыхлых отложений. Наиболее распространены два первых типа. Трещинно-грунтовые воды открытой трещиноватости распространены почти повсеместно и приурочены к открытым трещинам выветривания.

Глубина залегания подземных вод 1,5 – 23 м, мощность водо-вмещающих пластов колеблется от 2-5 до 20-25 м. Водообильность низкая, коэффициенты фильтрации изменяются в пределах 0,01-2,0 м/сутки. По составу воды сульфатно-натриево-магниевые, реже сульфатно-хлоридно-натриевые. Режим подземных вод полностью зависит от атмосферных осадков: максимальные уровни наблюдаются в апреле-мае, минимальные – в феврале. Формирование трещинно-грунтовых вод происходит за счет осенне-зимних осадков, выпадающих на водораздельных участках и их склонах. В теплый период, ввиду высокого дефицита влажности, атмосферные осадки расходуются на испарение и транспирацию растениями.

Подземные воды четвертичных отложений в районе Саякского месторождения имеют ограниченное распространение. Они залегают в виде отдельных линз в сухих речных долинах и межсопочных понижениях. Воды здесь, как правило, соленые с минерализацией до 30 г/дм<sup>3</sup>.

Здесь, как и ранее (имеются ввиду отвал Коунрадского рудника), трудно разделить природные аномальные концентрации токсичных элементов в подземных водах гидрохимических аномалий от техногенного загрязнения подземных вод. Так как содержания микроэлементов в подземных водах изменяются в широких пределах и зависят от следующих основных факторов: литологического состава зоны аэрации водовмещающих пород, геохимических условий, содержания в породах рудных компонентов и уровня техногенного загрязнения подземных вод.

По причине наличия шахтных дренажных водозаборов, разгрузка подземного потока, приуроченного к району расположения отвалов, происходит в дренажную систему разрезов, откуда дренажные воды сбрасываются на рельеф. Следовательно, влияние и этой группы отвалов на подземные воды локализовано и не выходит за пределы санитарно-защитной зоны.

Таким образом, завершая эту часть раздела можно отметить, что, несмотря на весьма внушительные размеры отвалов, их влияние на гидросферу ограничивается только некоторым перераспределением поверхностного стока. Такая ситуация стала возможной по двум причинам.

Во-первых, компонентный состав этого вида отходов, в том числе и по микроэлементам, позволяет отнести их к V классу опасности (см. том IV отчета), то есть вскрышные породы практически не отличаются в данном случае от обычных для земной коры пород. Таким образом, сама потенциальная возможность загрязнения компонентов среды весьма мала.

Во-вторых, конструкция отвалов и природно-климатические условия района ограничивают развитие процессов выщелачивания загрязняющих веществ из отвальных и вскрышных пород.

Отвалы, как и их естественные аналоги, — природные возвышенности, обладают способностью изменять характер своей поверхности под воздействием ветра так, что дефляционный эффект уменьшается во много раз. Поэтому оценка интенсивности дефляции не может проводиться в отрыве от изучения морфологии отвалов как форм техногенного рельефа, характеризующихся определенным набором геологических и геоморфологических процессов.

Используемая технология отсыпки отвалов обуславливает довольно монотонный характер откосов и кромок отвалов. Повсеместно наклон откосов составляет 33-35° и изменяется незначительно, так как формирование большей части откосов происходит под воздействием сил тяжести с наклоном под углом естественного откоса. Продольный профиль откосов — прямолинейный, переход от верхней плоскости отвала к склону имеет характер излома. Господствующим геологическим процессом на свежотсыпанных откосах является гравитационная дифференциация обломков пород: наиболее крупные обломки щебнисто-глыбовой размерности скатываются к подножью откоса.

Необходимо учитывать, что с течением времени вид поверхности отвала меняется. Породы отвалов склонны к размоканию и разрушению под действием сезонных процессов, поскольку состоят в основном из песчаников, алевролитов и аргиллитов. При выветривании аргиллиты образуют остроугольные пластинчатые отдельности диаметром 3-5 мм, тогда как элювий песчаников имеет преимущественно супесчаный состав. Вследствие этого поверхность откоса становится более однородной, куски породы, за исключением крепких песчаников, оплывают, а крупные глыбы аргиллитов разрушаются под воздействием влаги и сезонных температур. В результате выпадения осадков мелкие фракции пород цементируются в элювиальную корку толщиной 0,5-2,0 см, препятствующую выдуванию породных частиц. Четырехлетний срок — это время, через которое дефляционное разрушение поверхностей резко сокращается: на откосах образуется первичная корка и получает развитие водная эрозия. Наблюдения показывают отсутствие различий морфологии склонов и их прибровочных (наиболее подверженных ветровому воздействию) частей на ветроударных и подветренных склонах.

На большей части территории отвалов, рыхлые осадочные породы перемешаны со скальными, которые в результате выветривания распадаются на обломки, защищающие поверхность отвала от ветровой эрозии. Особенно хорошо защищают поверхность аргиллиты, образующие в результате выветривания пластинчатые отдельности. Пылеватые частицы образующиеся в результате выветривания, выносятся за пределы отвала. Более крупные частицы выдуваемые с бугров накапливаются в понижениях рельефа.

Дефляция поверхности отвала зависит от его возраста и морфологических элементов. На склонах значительное сокращение дефляции происходит за первые 4 года существования, а на горизонтальных пло-

щадках – за 3-4 месяца. Образование элювиальной корки и бронирование приводят к тому, что на старых отвалах через 3 месяца дефляция локализуется на бровках, а через 4 года резко сокращается даже там.

В то же время, до скорости ветра на поверхности отвала 10-12 м/с не наблюдается признаков пыления даже в свежесыпанной части отвального яруса. При этой скорости ветра начинается выдувание пыли из свежесыпанной части отвала и пыли, осевшей на рабочих площадках и ранее отсыпанных откосах отвала, происходящее при порывах ветра.

Таким образом, при оценке пыления отвалов необходимо учитывать закрепление поверхности отвалов естественными геологическими процессами. Стабилизирующая роль растительности на отвалах корпорации “Казахмыс” в силу специфических климатических особенностей незначительна. Даже естественная растительность на прилегающих территориях настолько разрежена, что не может служить препятствием для дефляции почвы. Исследования по биологической рекультивации отвалов показывают, что несмотря на теоретическую возможность выращивания травянистых и древесных растений на горизонтальных площадках отвалов, защита биологическими методами наиболее подверженных дефляции бровок отвалов невозможна.

Исследования, проведенные на отвалах, позволяют сделать вывод, что основным источником пылеобразования на отвалах является рабочее оборудование, в первую очередь, работающие экскаваторы и движущийся автотранспорт.

Поскольку основным источником пылеобразования на отвалах является рабочее оборудование, в первую очередь, работающие экскаваторы и транспорт, то в расчетах степени загрязнения атмосферного воздуха в районе действующих отвалов необходимо учитывать отношение общей площади отвалов к площади рабочих площадок, которая составляет не более 5 % .

Почвы территорий, прилегающих в породным отвалам рудников Балхашской площадки, формируются в условиях глубокого залегания грунтовых вод, уровень которых, за счет создания депрессионной воронки действующим водоотливом в процессе добычи руды в карьере, понижен на десятки метров.

Для характеристики почв района в плане загрязнения их тяжелыми металлами, которые могут поступать с техногенных территорий, были отобраны и проанализированы в Казмеханобре пробы почв. Почвы отбирались как на фоновых участках (на территориях достаточно удаленных от карьеров и их породных отвалов), так и на границах санитарно-защитных зон отвалов вскрышных и вмещающих пород. На Коунрадском участке фоновая проба почвы была отобрана в 5 км южнее Коунрадского рудника. На Саякском участке - в трех километрах южнее рудника открытых работ.

Состояние почв на границе санитарно-защитных зон породных отвалов изучалось по пробам, отобранным в 300 м западнее Коунрадских отвалов и 300 м юго-западнее отвала Тастау (Саякский рудник).

Результаты приближенного спектрального анализа этих проб приведены в табл.8

Из данных табл.8 видно, что, большинство химических элементов как на границе санитарно-защитной зоны, так и на значительном удалении от нее содержатся примерно в одинаковом количестве, лишь ванадия (на Коунрадском руднике), никеля и олова (на Саякском руднике) обнаружено больше на границе санитарно-защитной зоны отвалов, чем в степи.

Таблица 8

Приближенный спектральный анализ почв  
Балхашской площадки (июнь 1998 г.), %

Наименование элемента	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4
As	<0.005	н/о	н/о	<0.005
Ga	0.0005	0.001	0.0005	0.0005
Ba	0.03	0.03	0.03	0.03
Co	0.0005	0.0005	0.0005	н/о
Cu	0.007	0.005	0.003	0.07
Pb	0.003	0.002	0.001	0.001
Mn	0.003	0.003	0.001	0.002
Cr	0.001	0.0015	0.0003	0.005
V	0.003	0.007	0.002	0.003
Ni	0.001	0.003	0.0005	0.002
Sn	0.0002	0.0005	0.0002	0.0005
Bi	н/о	н/о	н/о	0.0005
Ti	0.005	0.005	0.005	0.01
Mo	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Zr	0.001	0.001	0.001	0.001
Zn	0.005	0.005	0.005	0.005
Aq	0.00003	0.00003	0.0002	0.0002

Примечания: 1. Не обнаружены: Be, Te, Au, Zr, Zn, As, I, Sb, W, Cd

2. Пробы отобраны:

проба 1 - почва в 5 км южнее Коунрадского рудника;

проба 2 - почва в 300 м западнее Коунрадских отвалов;

проба 3 - почва в 3 км южнее отвалов Саякского карьера;

проба 4 - почва в 300 м юго-западнее отвала Тастау (Саякский рудник).

Тем не менее, следует отметить, что эти повышенные против фона содержания металлов не превышают нормативы - находятся в пределах ПДК (для тех, на которые имеются ПДК). И лишь меди на



границе санитарно-защитной зоны Саякских породных отвалов обнаружено в количестве выше ПДК.

Для уточнения количественного содержания тяжелых металлов в почвах Балхашской площадки, отобранные пробы почв подверглись химическому анализу на предмет обнаружения в них повышенных количеств таких тяжелых металлов, как медь, цинк, никель, свинец и определения степени их растворимости и подвижности. Пробы почв были проанализированы и на содержание кадмия. Результаты химического анализа (он был выполнен в химико-аналитической лаборатории ГНПОПЭ "Казмеханобр") приведены в табл.9

Результаты химического анализа проб почв в целом подтвердили результаты приближенного спектрального анализа: почвы Балхашской площадки отличаются высоким фоновым содержанием меди и кадмия. Поэтому, не смотря на то, что на границе ССЗ породных отвалов Коунрада меди обнаруживается в 1,7 раза больше, чем регламентируется ПДК для почв.

Таблица 9

Содержание в почвах Балхашской площадки  
тяжелых металлов (июнь 1998 г.), мг/кг

Наименование Металла (в скобках ПДК)	Валовое содержание	Содержание под- вижных форм, экст- рагируемых ААБ рН-4.8	Содержание водо- растворимых форм, экстрагируемых 1М HNO <sub>3</sub>
1	2	3	4
1. Почва, отобранная в 5 км южнее Коунрадского рудника			
Cu (23,0)	85.2	28.9	0.25
Zn (110,0)	66.0	14.0	<0.5
Ni (35,0)	26.0	24.0	<0.5
Pb (32)	33.7	32.8	<0.1
Cd (0,1)	0.5	0.8	<0.01
2. Почва, отобранная в 300 м западнее Коунрадского отвалов			
Cu (23,0)	78.0	10.1	0.22
Zn (110,0)	56.0	<0.5	<0.5
Ni (35)	28.0	28.0	<0.5
Pb (32)	14.9	19.6	<0.1
Cd (0,1)	0.2	1.3	<0.01
3. Почва, отобранная в 3 км южнее отвалов Саякского карьера			
Cu (23,0)	40.6	2.9	0.12
Zn (110,0)	36.0	<0.5	<0.5
Ni (35)	28.0	22.0	<0.5
Pb (32)	12.8	11.7	0.44
Cd (0,1)	0.9	1.2	0.01

1	2	3	4
4. Почва, отобранная в 300 м юго-западнее отвала Тастау (Саяжский рудник)			
Cu (23,0)	380.0	1.2	0.05
Zn (110,0)	44.0	34.0	<0.5
Ni (35)	38.0	16.8	0.3
Pb (32)	24.9	9.1	0.19
Cd (0,1)	1.5	<0.5	0.01

Таким образом, с учетом ее фонового содержания можно сказать, что по этому элементу компоненты окружающей среды не подвержены давлению со стороны техногенного образования. Вместе с тем, на Саяжской площадке в почвах обнаружено высокое содержание меди, почти на порядок превышающее фоновое, что указывает на существенное давление техногенного образования на компоненты окружающей среды (по этому элементу). Цинка же, никеля и свинца в пробах почв, отобранных на границе ССЗ рассматриваемых отвалов содержится в пределах ПДК.

Из табл. 9 видно также, что значительная часть проанализированных элементов, несмотря на весьма низкую их растворимость, обладают при подкислении среды высокой степенью подвижности: до 25-30 % от валового содержания рассматриваемых элементов способно при создании определенных условий мигрировать в нижележащие горизонты или по рельефу местности.

Анализы, выполненные по определению содержания в пробах почв воднорастворимого фтора, показали, что последнего обнаруживается: в почве, отобранной в 5 км южнее Коунрадского рудника, - 19,8 мг/кг; в почве, отобранной в 300 м западнее Коунрадских отвалов, - 9.5 мг/кг; в почве, отобранной в 3 км южнее отвалов Саяжского карьера, - 4.25 мг/кг и в почве, отобранной в 300 м юго-западнее отвала Тастау (Саяжский рудник), - 24.9 мг/кг, что говорит о довольно высоком его фоновом содержании и повышенном - на границе ССЗ отвалов.

В процессе оценки воздействия породных отвалов предприятий корпорации на компоненты окружающей среды изучался уровень загрязнения подземных вод, атмосферного воздуха и почв, а также состояние растительного покрова и животного мира.

В процессе исследований установлено следующее:

Подземные воды

По месторасположению изучаемых объектов можно выделить два участка: район Коунрадского карьера открытой добычи и район отвалов, образовавшихся при разработке Саяжского месторождения. Подземные воды на каждом из этих участков формируются в специфических природно-климатических условиях, характеризующихся чрез-

вычайно малым количеством осадков и слабым развитием поверхностных вод. Кроме того, подземные воды каждого из участков представляют собой более или менее связанный, гидравлически единый горизонт, так как полиощенные водоупоры в разрезе отсутствуют. Различия в минерализации вод, помимо неодинаковой засоленности вмещающих пород, объясняются различной интенсивностью водообмена и водообильностью различных горизонтов.

Отсутствие в разрезе сколько-нибудь выдержанных водоупоров привело к тому, что в настоящее время в районе размещения карьеров и подземных выработок водоносные породы верхних горизонтов в районе развития депрессионных воронок осушены практически полностью. Естественно, что в зону влияния попадают все расположенные на бортах карьеров отвалы.

Нужно отметить, что конструкция породных отвалов, исключает появление в подземных водах прилегающих территорий других объемов вод, кроме как связанных с выпадением атмосферных осадков. То есть основная роль породных отвалов сводится к перераспределению поверхностного стока.

Таким образом, разгрузка подземных потоков, приуроченных к районам расположения отвалов, происходит в дренажную систему разрезов, откуда дренажные воды сбрасываются в накопители-испарители. Следовательно, влияние породных отвалов рудников корпорации «Казахмыс» на подземные воды *локализовано и не выходит за пределы санитарно-защитной зоны.*

#### Атмосферный воздух

Этот компонент окружающей среды наиболее подвергнут воздействию заскладированных отходов производства предприятий корпорации «Казахмыс».

Из всех типов накопителей отходов наиболее благополучно обстановка с загрязнением атмосферного воздуха на площадках породных отвалов: крупноразмерность складировемого материала, его устойчивость к физико-химическому выветриванию, высокая скважность — обеспечивают минимальный золовый вынос заскладированного материала (в пределах ПДК) за пределы санитарно-защитной зоны сооружений.

#### Почвы:

Исследованиями повсеместно отмечено очень высокое фоновое содержание тяжелых металлов в почвах региона (Балхашской площадки), что позволяет отнести эту площадку к территориям с аномальным содержанием меди, цинка, свинца и некоторых других металлов. Фоновое содержание металлов в почвах местами бывает настолько высоко, что превышает содержания этих металлов на границах санитарно-защитных зон накопителей. Это обстоятельство позволяет при расчете лимитов на складирование породных отвалов и хвостов принять коэффициент  $K_p$  равным единице.

Для снижения степени потенциально возможного загрязнения окружающей среды в районе размещения накопителей отходов производства рекомендуется выполнить следующие мероприятия

Для *породных отвалов* горнодобывающих предприятий корпорации:

- формировать аэродинамическую форму отвалов рудников, покрывать приобвочные поверхности отвалов крупноразмерным материалом, устойчивым к выветриванию и организовывать отсыпку отвалов таким образом, чтобы при этом обеспечить уменьшение ширины пылевого факела за счет рациональной эксплуатации отвальных механизмов и ориентации отвальных заходов с учетом сезонных направлений ветров;

- для снижения градиента нагрузки со стороны породных отвалов и отвалов забалансовых руд на окружающую природную среду выполнить нагорные водоотводные каналы для отвода поверхностных вод с территории отвалов и подачи этих вод в специальный накопитель.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления. РНД 03.3.04.01 – 96. Алматы, 1996.
2. Порядок нормирования объемов образования и размещения отходов производства. РНД 03.1.0.3.01. Алматы, 1996.

Институт химических наук им. А. Бектурова

#### **“КАЗАХМЫС” КОРПОРАЦИЯСЫ ЮАЛХАШ ТАУ-МЕТАЛЛУРГИЯСЫ КОМБИНАТЫНЫҢ ҚАЛДЫҚ ҮЙІНДІЛЕРІНІҢ ҚОРШАҒЫ ОРТАҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

	Е.В. Баймакова
Техн. ғыл. докторы	У.Ж. Жүсілбеков
Техн. ғыл. канд.	С.С. Омаров
Техн. ғыл. канд.	Б.И. Свирякин

Қоңырат және Саяқ кендерін өндірудегі Балхаш алаңындағы қалдық үйінділерінің қоршаған ортаға әсері қарастырылған.

УДК 518.03

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ О ПРОЦЕССАХ МАССОПЕРЕНОСА  
В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ**Докт.техн.наук А.К.Адрышев  
Канд.техн.наук И.С.Тилегенов

*Рассматриваются конвективно-диффузионные модели процессов массопереноса и миграции для капиллярно-пористых систем. Дано описание процесса переноса вещества в однородной среде с постоянной скоростью фильтрации при поступлении загрязнения с поверхности почвы через фильтрующий слой в водоносный горизонт в виде дифференциальных уравнений и предложены их решения.*

Для прогноза качественного состава подземных вод, особенно вблизи источников загрязнения, необходимо детальное знание особенностей их массопереноса и миграции. В данной работе рассматриваются конвективно-диффузионные модели процессов массопереноса и миграции для капиллярно-пористых систем. В общем случае поведение примесей находящихся в воде и мигрирующих по капиллярно-пористой системе определяются скоростью фильтрации, активной пористостью, молекулярной диффузией, гидродисперсностью, показателями обмена вещества - сорбции, десорбции [1,2].

Описание процесса переноса вещества в однородной среде, с постоянной скоростью фильтрации при поступлении загрязнения с поверхности почвы через фильтрующий слой в водоносный горизонт (рис.1), можно представить в виде следующей системы дифференциальных уравнений.

$$n_1 \frac{\partial c_1(x, y, t)}{\partial t} + u \frac{\partial c_1(x, y, t)}{\partial x} = D_{1x} \frac{\partial^2 c_1(x, y, t)}{\partial x^2} + D_{1y} \frac{\partial^2 c_1(x, y, t)}{\partial y^2} \quad (1)$$

$$n_2 \frac{\partial C_2(x, y, t)}{\partial t} + v \frac{\partial C_2(x, y, t)}{\partial x} = D_{2x} \frac{\partial^2 C_2(x, y, t)}{\partial x^2} + D_{2y} \frac{\partial^2 C_2(x, y, t)}{\partial y^2} \quad (2)$$

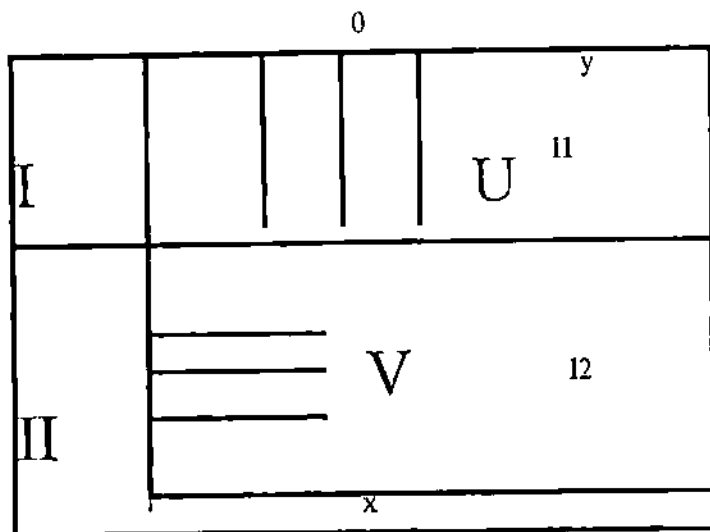


Рис. 1

Уравнение (1) справедливо в области  $0 \leq x \leq l_1$ , уравнение (2) в области  $l_1 \leq x \leq l_2$ . Предполагается, что фильтрующий слой имеет свои характеристики  $n_2$ ,  $n_1$  - активную пористость,  $u$ ,  $v$  - скорость фильтрации,  $D_{1x}$  - коэффициент общей дисперсии в направлении  $Ox$ ,  $D_{1y}$  - коэффициент общей дисперсии в направлении  $Oy$ . Для однородных сред  $D_{1y} = D_{1x} = D_1$ .

Предполагаем, что на границе раздела сред, выполняются следующие условия:

$$C_1(x, y, t) = C_2(x, y, t) \quad (3)$$

$$D_1 \frac{\partial C_1(x, y, t)}{\partial x} = D_2 \frac{\partial C_2(x, y, t)}{\partial x} \quad x = l_1 \quad (4)$$

Понимая под  $C_1(x, y, t)$  и  $C_2(x, y, t)$  - концентрацию мигрирующих компонентов соответственно в первой и второй среде, предполагается, что процесс квазистационарный и примеси поступают в фильтрующий слой только со световой поверхности, т.е.:

$$C_1(x, y, t)|_{x=0, t=const} = f(y) \quad (5)$$

На водоупорном слое, предполагается задание условия:

$$C_2(x, y, t)|_{x=l_2+l_1} = 0 \quad (6)$$

При этих предположениях, исходная система (1,2) преобразуется к виду, при условиях  $u(x)$  и  $v(y)=const$ :

$$u \frac{\partial C_1}{\partial x} = D_1 \frac{\partial^2 C_1}{\partial x^2} + D_1 \frac{\partial^2 C_1}{\partial y^2} \quad (7)$$

$$v \frac{\partial C_2}{\partial y} = D_2 \frac{\partial^2 C_2}{\partial x^2} + D_2 \frac{\partial^2 C_2}{\partial y^2} \quad (8)$$

Соответственно трансформируются и условия сопряжения по границе раздела сред:

$$C_1 = C_2$$

$$D_1 \frac{\partial C_1}{\partial x} = D_2 \frac{\partial C_2}{\partial x} \Big|_{x=l_1} \quad (9)$$

и граничных условиях на световой поверхности и водоупоре:

$$C_1(x, y, t) = f(x, y, t)|_{x=0}; \quad C_2(x, y, t) = 0|_{x=l_2} \quad (10)$$

Для решения уравнений (7,8) с условиями (9,10) используется интеграл Фурье. После его применения исходная система преобразуется к виду:

$$D_1 \frac{\partial^2 \bar{C}_1}{\partial x^2} - u \frac{\partial \bar{C}_1}{\partial x} - \alpha^2 D_1 \bar{C}_1 = 0 \quad (11)$$

$$D_2 \frac{\partial^2 \bar{C}_2}{\partial x^2} + i\alpha v \bar{C}_2 - \alpha^2 D_2 \bar{C}_2 = 0 \quad (12)$$

Условия на границе раздела приобретают вид:

$$\bar{C}_1 = \bar{C}_2$$

$$D_1 \frac{\partial \bar{C}_1}{\partial x} = D_2 \frac{\partial \bar{C}_2}{\partial x} \Big|_{x=l_1} \quad (13)$$

и граничные условия соответственно:

$$\bar{C}_1(x, \alpha) = \bar{f}(x, \alpha)|_{x=0}; \quad \bar{C}_2(x, \alpha) = 0|_{x=l_2} \quad (14)$$

Решения уравнений (11, 12) имеют вид:

$$\begin{aligned} C_1(x, \alpha) &= a_1(\alpha)e^{-kx} + a_2(\alpha)e^{kx} \\ \bar{C}_2(x, \alpha) &= b_1(\alpha)e^{-\delta x} + b_2(\alpha)e^{\delta x} \end{aligned}$$

Неизвестные  $a_1, a_2, b_1, b_2$  определяются из условий сопряжения и граничных условий.

$$a_1(\alpha) + a_2(\alpha) = \bar{f}(\alpha)$$

$$a_1(\alpha)e^{-kn} + a_2(\alpha)e^{kn} = b_1(\alpha)e^{-\delta n} + b_2(\alpha)e^{\delta n}$$

$$kD_1(a_1(\alpha)e^{-kn} + a_2(\alpha)e^{kn}) = \delta D_2(-b_1(\alpha)e^{-\delta n} + b_2(\alpha)e^{\delta n})$$

$$b_1(\alpha)e^{-\delta l_2} = -b_2(\alpha)e^{\delta l_2}$$

В результате решения системы алгебраических уравнений имеем:

$$b_1 = -e^{2\delta l_2} b_2$$

$$b_2 = \frac{2shkl_1(e^{-kl_1} + kD_1(e^{\delta(2l_2-l_1)} - e^{\delta l_1}))\bar{f}}{kD_1(e^{\delta(2l_2-l_1)} - e^{\delta l_1}) + \delta D_2 shkl_1(e^{\delta(2l_2-l_1)} - e^{\delta l_1})}$$

$$a_2 = \frac{b_2(e^{\delta l_1} - e^{2\delta l_2}) - \bar{f}e^{-kl_2}}{2shkl_1}$$

$$a_1 = \bar{f} - a_2$$

Таким образом найдены решения уравнений (11, 12). Представляя полученные решения в виде интеграла Фурье, окончательно имеем:

$$C_1(x, y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \bar{C}_1(x, y) e^{-i\alpha y} d\alpha$$



$$C_2(x, y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \bar{C}_2(x, y) e^{-i\alpha y} d\alpha$$

Выделяя из этих интегралов реальную и мнимую часть, находим окончательные решения в виде интегралов Фурье для функции тока и потенциальной функции относительно распространения искомым загрязнений.

Численное интегрирование проведено с помощью формул Гаусса, для варианта, когда  $\bar{f}(x, y)$  задана в виде набора данных результатов анализа почвы для конкретного района г. Усть-Каменогорска. Результаты представлены на рис. 2.

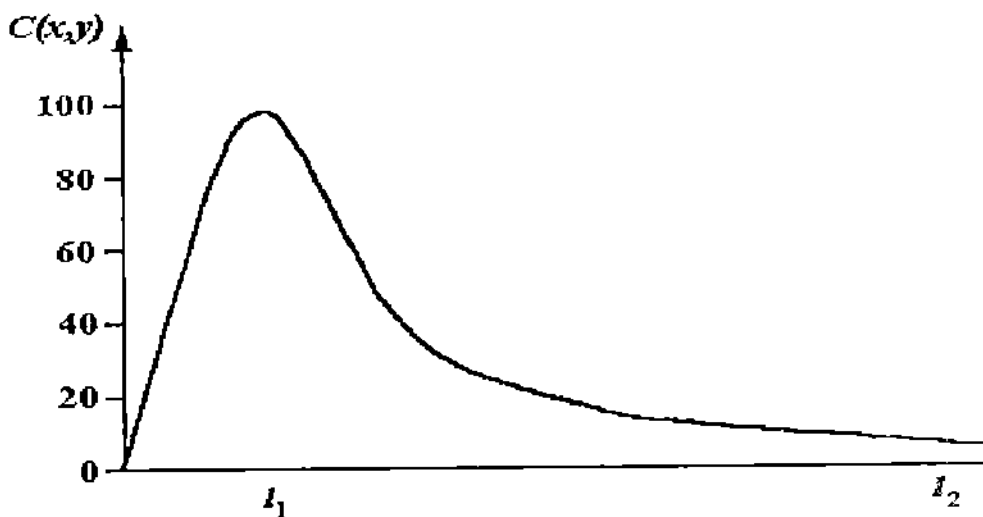


Рис. 2

Предварительный анализ показывает, что предложенная модель достаточно хорошо работает и задача идентификации тоже хорошо алгоритмизируется.

Для исследования нестационарного процесса исходная система (1,2) решается с помощью преобразования Лапласа и интеграла Фурье. Схема выражении подынтегральной функцией необходимо найти вычеты в полюсах, последнее зависит от задания начального условия. Вид подынтегральной функции усложняется, но принципиальная возможность получения аналитического решения нестационарной задачи остается.

Полученное решение общей задачи для слоистых гомогенных сред дает направление решения этой задачи и для гетерогенных систем, которые моделируют трещиноватопористые породы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мироненко В.А., Румышин В.Г., Усачев В.И. и др. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах (опыт гидрогеологических исследований). Л., Недра, 1980. 320 с.
2. Идентификация моделей гидравлики. Новосибирск, Наука, 1980. 160 с.

Восточно — Казахстанский университет им. Д. Серикбаева  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

#### ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНДАҒЫ МАССА ЖЫЛЖЫТУ ПРОЦЕССТЕРІНЕ СӘЙКЕС ШЕШІМДЕРІН ТАБУ

Техн.ғыл.док. А.Қ. Адрышев  
Техн.ғыл. канд. И.С. Тілегенов

*Тамшылы қуыс тәріздес жүйелерінің массаны жылжыту және көшіру процестерінің конвективті диффузиялық модельдері қарастырылған. Ластанған заттардың жер беті топырағынан бірқалыпты сүзгіш орта арқылы жерасты сулы қабатына тұрақты жылдамдықпен енгізілу процестері дифференциалды теңдеулер түрінде сипатталады және оның шешімдері ұсынылған.*

УДК 65.01.12.8

**ПРИМЕНЕНИЕ АМОРФНОГО ДВУОКСИДА КРЕМНИЯ  
( $\text{SiO}_2 \text{ n } \text{H}_2\text{O}$ ) ДЛЯ ОЧИСТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СБРОСОВ**

Канд. физ.-мат. наук    К.Т.Тогжигитов  
Доктор физ.-мат. наук    Ж.С.Туллубаев

*В данной работе рассматривается эффективность применения силикагеля ( $\text{SiO}_2 \text{ n } \text{H}_2\text{O}$ ) для дезактивизации жидких отходов как дешевый сорбент, имеющий большую удельную поверхность и высокую емкость.*

Очистка технологических сбросов, как известно, является одной из важных и трудных задач в атомной, радиохимической промышленности непосредственно связанной с проблемой защиты и охраны окружающей среды /1-3/.

При переработке отходов атомных станций необходимо добиться извлечения до установленных норм долгоживущих  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ -излучателей и высокотоксичных веществ. Среди ионов металлов наибольшее практическое значение в водных растворах имеют радионуклиды Th, Pa, U, Pu, P, и других актиноидов, а также Sr, Cs, Zr, Nb, Ru и Ce. На практике большинство этих элементов может быть сорбировано на силикагеле ( $\text{SiO}_2 \text{ n } \text{H}_2\text{O}$ ) /1/.

Использование силикагеля, как адсорбента можно проводить следующими методами: 1) непосредственно осаждая гель в растворе, перемешивая готовый силикагель в растворе и затем отделяя его фильтрацией; 2) в динамическом режиме, пропуская очищаемый раствор через слой силикагеля.

Для очистки водных растворов от радионуклидов осаждением силикагеля применяли HCl, FeCl<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> /5/.

По данным работы /5/ для очистки растворов силикагелем необходимое время составляет при использовании динамического метода 0,5 минуты, статического 15 минут и при осаждении геля непосредственно в загрязненных радионуклидами растворах – от 1 до 24 ч /5/.

Особенно эффективно с помощью силикагеля можно удалить Cs<sup>137</sup> 1 г сорбента из 600 мл • 10<sup>-4</sup> н. раствора поглощал 99,5% его активности /3/.

В оптимальных условиях из водных растворов удалялось до 100% активности.

Силикагель можно применять для дезактивации жидких отходов как дешевый сорбент, имеющий большую удельную поверхность и высокую обменную емкость /4/.

Поверхность сорбента для однородной пористой структуры равна:

$$S = \frac{3(1-\varepsilon)}{r}, \quad (1)$$

где:  $r$  – радиус частиц,  
 $\varepsilon$  – свободный объем сорбента.

Для учета частиц неправильной формы введен гидравлический радиус  $\rho$ :

$$\rho = \frac{\varepsilon r}{3(1-\varepsilon)}. \quad (2)$$

Тогда с учетом (2):

$$S = \frac{\varepsilon}{\rho}.$$

Внутренняя поверхность сорбента прямо пропорциональна свободному объему и обратно пропорциональна гидравлическому радиусу.

Скорость адсорбированного свойства реакции, отнесенная к единице объема зерна сорбента, равна:

$$W = v_{(c)} \frac{3(1-\varepsilon)}{r} \eta = v_{(c)} \frac{\varepsilon}{\rho} \eta; \quad (4)$$

$$W = v_{(c)} \frac{\varepsilon}{\rho} \eta; \quad (5)$$

$$W = v_{(c)} S \eta, \quad (5')$$

где:  $v_{(c)}$  – скорость реакции;

$\eta$  – степень использования внутренней поверхности.

Из (5) формулы видно, что скорость адсорбционного свойства тем меньше, чем больше падение концентрации внутри зерна сорбента.

Она определяется соотношением скорости реакции и скорости внутренней диффузии. Эта величина безразмерного параметра равна:

$$\psi = L \left( \frac{a(0)}{D \rho C_n} \right)^{0.5},$$

где:  $L$  - определяющий размер зерна;  
 $D$  - коэффициент диффузии;  
 $C_n$  - концентрация реагирующего вещества.  
 Степень использования  $\eta$  зависит от соотношения:

$$\eta = \frac{W\rho}{\nu_{(C)}\varepsilon},$$

при  $\rho < \varepsilon$  - определяемый размер сорбента мал,  
 при  $\rho \approx \varepsilon$  - определяемый размер должен быть максимальным.

Нами получены оптимальные показатели для исходного силикагеля КСК при температуре  $550^\circ\text{C}$  и флюенсе реакторного облучения равном  $10^{14}$  нейтрон  $\text{см}^{-2}$ .

При этой же температуре отжига и флюенсе реакторного облучения радиус частиц достигает максимального значения.

С ростом температуры отжига и флюенса реакторного облучения наблюдали переход силикагеля в другую фазу:  $\alpha$ -кristобалит с тетрагональной решеткой и параметрами  $c=7,11\text{\AA}$ ,  $a=4,95\text{\AA}$ ,  $\frac{c}{a} = 1,44$ ,  $d \approx 1,12 \dots 4,26\text{\AA}$ .

Как указывалось в работе /6/ сорбция  $^{233}\text{Pa}$  силикагелем зависит от размера пор сорбента (рис. 1). Крупнопористый силикагель марки КСК ( $r_n=70\text{\AA}$ ;  $S=350\text{ м}^2/\text{г}$ ) сорбирует  $^{233}\text{Pa}$  лучше, чем силикагель КСМ ( $r_n=11\text{\AA}$ ;  $S=624\text{ м}^2/\text{г}$ ) силикагель МСА ( $r_n=200\text{\AA}$ ;  $S=72\text{ м}^2/\text{г}$ ).

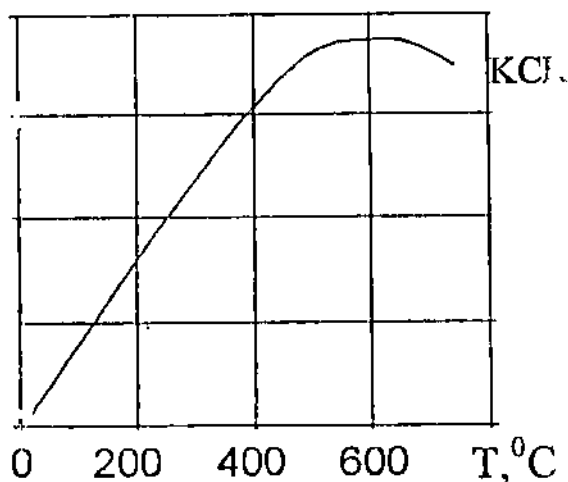


Рисунок 1

Это объясняется значительным уменьшением удельной поверхности и количества групп ОН на единицу массы сорбента /6/.

Для адсорбции радионуклидов из экспериментальных данных нами получены размеры оптимальной структуры силикагеля КСК(рис.2):

$$S=350 \text{ м}^2/\text{г}, v_n=0.8+1.19 \text{ см}^3/\text{г} \text{ и } r_n=70 \text{ \AA}.$$

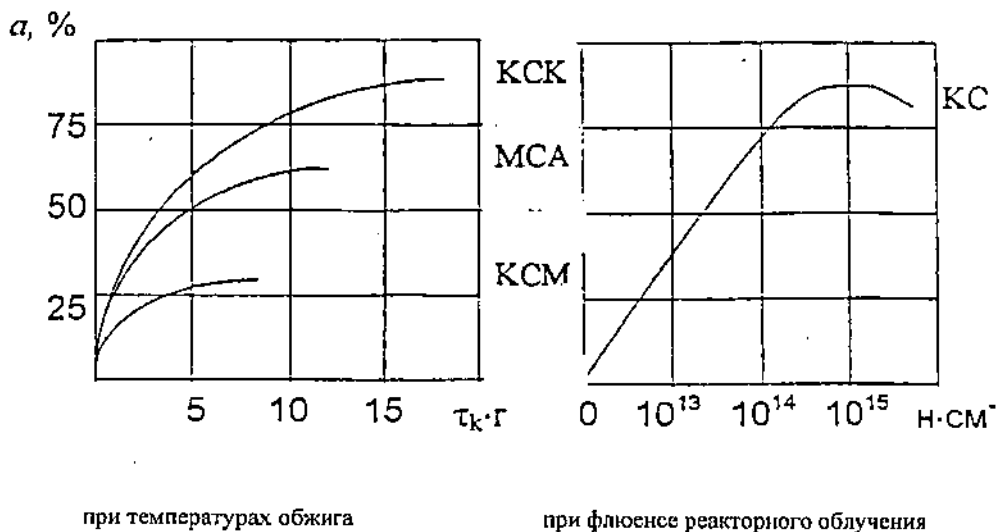


Рисунок 2

Увеличение или уменьшение эффективного радиуса пор и поверхности силикагелей приводит к заметному ухудшению сорбционной способности силикагеля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаксорин Б.Н., Стрелко В.В., Денисов В.И. Сорбенты на основе силикагеля в радиохимии. Химические свойства. М., 1977, 304 с.
2. Krawszynski S.J. В Radioaktive Abtdlle. Aufbereitung - Lagerung - Beseitigung. Мюнхен, Verlag Karl Thiemig KG, 1967, S.252-253.
3. Кузнецов Ю.В., Щебетковский В.Н., Трусов А.Г. Очистка воды от радиационноактивных загрязнений. Изд. 2-е переработ. и доп. Под ред. В.М. Вдовенко - М. Атомиздат, 1974.

4. Милоне М., Четинел Д., Рикка Ф. Удаление следов радиоактивных элементов из водных растворов. Докл. на II Международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева, 1959.
5. Horski J. Rept. № 636. Inst badan jadrom PAN, Warszawa, 1965.
6. Caletco R. Separacion of PaOH silicagel from solutions of HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – "Coll, Czech. Chem. Commun", 1972, №37, №4, p. 1267-1276.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЙЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ТАЗАЛАУҒА  
АМОΡФТЫ ҚОСТОТЫҚТЫ КРЕМНИЙДІ  
(SiO<sub>2</sub> N H<sub>2</sub>O) ҚОЛДАНУ

Физ.-мат.ғыл.канд,  
Физ.-мат.ғыл.докторы

К.Т.Тоқжігітов  
Ж.С.Тулеубаев

Сұйық қалдықтарды зиянсыздандыруға өзі арзан сорбент ретінде жоғары сымдылығы және бөлшекті жазықтығы көлемді силикагельді (SiO<sub>2</sub> N H<sub>2</sub>O) пайдаланудың жоғары көрсеткіштілігі қарастырылған.

УДК 504.064:550.3

**ПРОГНОЗ ДИНАМИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ  
НА СРЕДНЕСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ**

Канд.техн.наук

М.С.Дуамбеков

Канд.техн.наук

И.С.Тилегенов

*Графическая и картографическая визуализация экологической ситуации в регионе, как очень удобный инструмент для принятия управленческих решений, корректировки сценариев развития и прогноза эколого-экономических параметров развития*

Дончева А.В. и Семенова Л.А. предложили в качестве показателя загрязненности какой-либо территории использовать индекс техногенной нагрузки, который рассчитывается на основе индекса экологической опасности различных отраслей промышленности и объемов валовой продукции каждой представленной в регионе отрасли (показатель валовой продукции используется из-за отсутствия сведений о нормативно-чистой продукции).

Для расчета индекса экологической опасности отрасли промышленности используется формула:

$$Y_i = \sum_{i=0}^{13} Y_i(i).$$

Далее рассчитывается индекс техногенной нагрузки на природную среду. По отдельным районам объемы валовой продукции представленных отраслей перемножаются на соответствующие индексы экологической опасности, данные суммируются и относятся к площади района. Индексы техногенной нагрузки можно представить графически в виде ареалов с различной интенсивностью техногенного воздействия на природную среду.



Ниже приведены расчеты валового производства и динамики индекса экологической опасности видов деятельности представленных в Жамбылской области соответственно по сценарию 1 – оптимистическому и сценарию 7 – пессимистическому. При этом слова "оптимистический" и "пессимистический" следует понимать не в смысле экологии, а в смысле экономики.

Для удобства анализа ситуации в системе "РЕГИОН" предусмотрена визуализация результатов расчета. Так на Рис.1. и Рис.2. представлены динамика индексов экологической опасности добычи фосфатов по "пессимистическому" (сценарий №7) и "оптимистическому" (сценарий №1) сценарию.

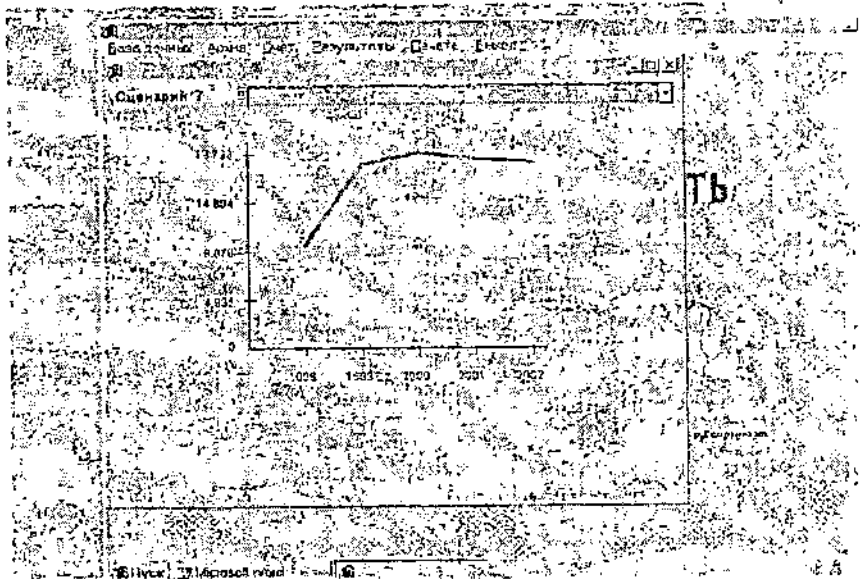


Рисунок 1

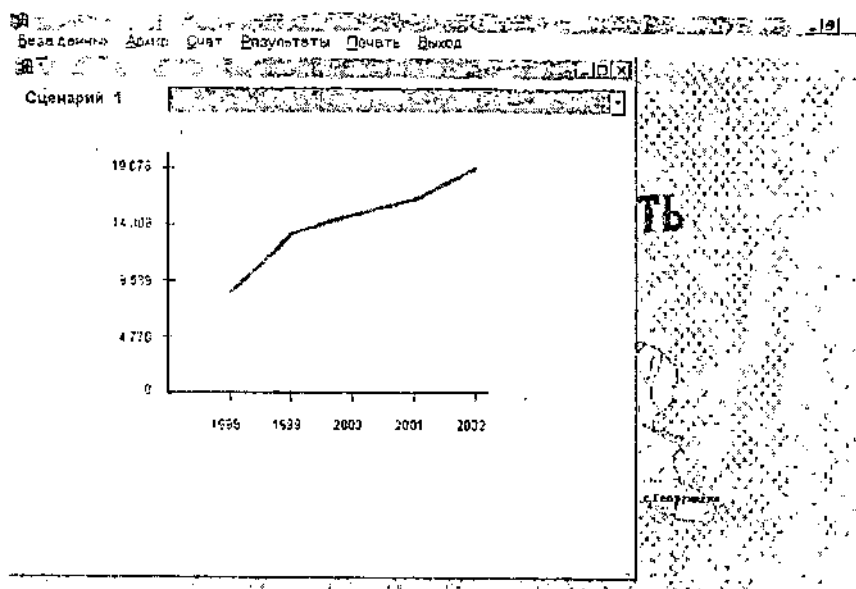


Рисунок 2

**Прогноз валового производства и динамики индекса экологической опасности**

Сценарий 1

**Год.валовое про-во, Y Индекс эколог.опасн.тыс. USD**

Вид деятельности: Добыча фосфатов

1998	3065.91	8.569
1999	1895.92	13.555
2000	1937.54	15.067
2001	2270.40	16.336
2002	2746.01	19.078

Вид деятельности: Переработка фосфатов(про-во основной продукции)

1998	16971.55	1.342
1999	10494.96	2.123
2000	10725.38	2.360
2001	12567.96	2.559
2002	15200.73	2.989

**Прогноз валового производства и динамики индекса экологической опасности**

Сценарий 7

**Год.валовое про-во, Y Индекс эколог.опасн.тыс. USD**

Вид деятельности: Добыча фосфатов

1998	2422.78	10.590
------	---------	--------

1999	1230.97	18.602
2000	1093.76	19.739
2001	1077.13	19.262
2002	1075.13	18.792

Вид деятельности: Переработка фосфатов (про-во основных веществ)

1998	13411.46	1.659
1999	6814.11	2.914
2000	6054.55	3.092
2001	5962.49	3.017
2002	5951.48	2.944

Здесь так же, как и в случае с экологической безопасностью предусматривается графическая визуализация, но уже не в виде графиков, а в виде тематических карт. На Рис.3. и 4. в качестве примера приведены тематические карты техногенного воздействия деятельности по добыче фосфатов на природную среду Жамбылской области по оптимистическому и пессимистическому сценариям.

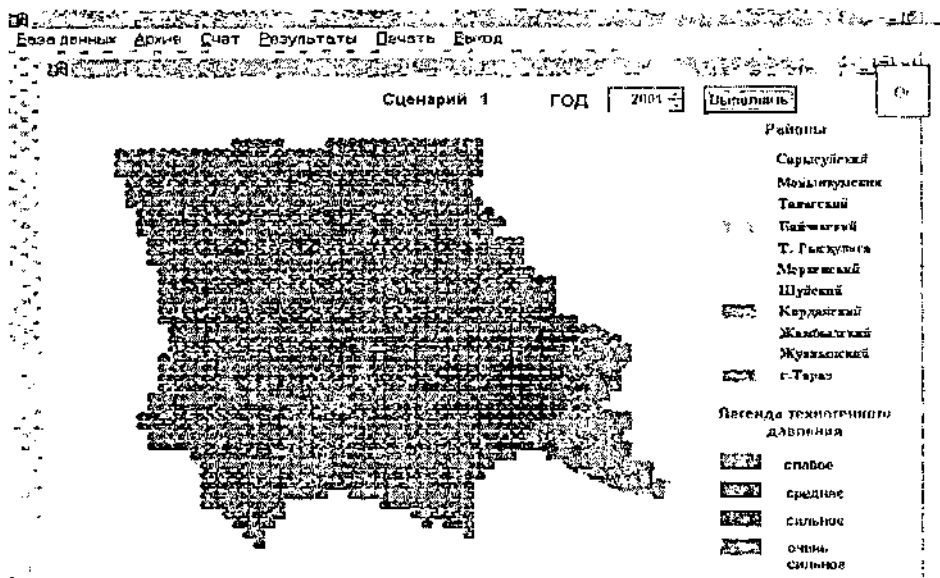


Рисунок 3

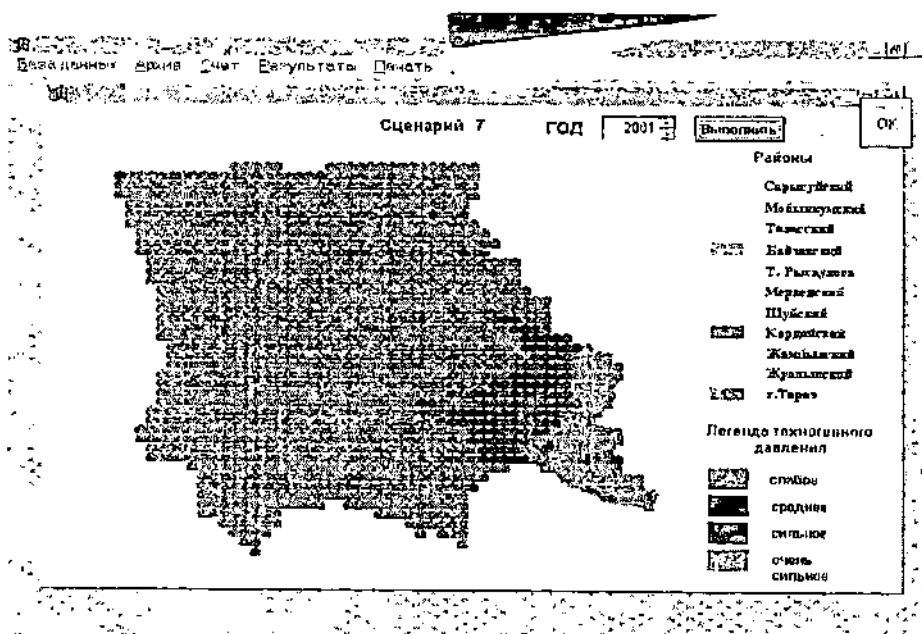


Рисунок 4

В заключении следует заметить, что графическая и картографическая визуализация экологической ситуации в регионе очень удобный инструмент для принятия управленческих решений, корректировки сценариев развития и прогноза эколого-экономических параметров развития.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дончева А.В., Семенова Л.А. Методические вопросы оценки интенсивности техногенных воздействий на природную среду// Глобальные проблемы современности: региональные аспекты: Сборник трудов. – М. ВИСИ, 1989- с.155-163, Вып.5

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ КЕЛЕШЕКТІҢ ОРТА КЕЗЕҢІНЕ ДЕЙІНГІ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ ДИНАМИКАСЫН БОЛЖАМДАУ

М.С.Дуамбеков

Тех.ғыл.канд.

Тех.ғыл.канд.

И.С.Тілегенов

Белгілі бір аймақтық экологиялық жағдайын графикалық және картографиялық айқындау, экологиялық экономикалық даму көрсеткіштерінің дамуын, оларды қайта қарастыруға және басқару шешімдерін қабылдауға керекті өте қолайлы құрал екені негізделген.

УДК 65.012.8:658.511.2:628.543

**РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗВРЕДНЫХ ХРОМТИТАНОВЫХ  
КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

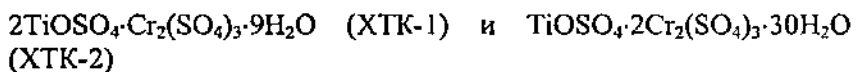
Докт.техн.наук М.Сахы  
Канд.техн.наук Р.Б.Жарлыкапова

*В статье рассчитана экологически чистая технология  
получения гетерополиядерного хромтитанового комплекса*

Дубящее действие хромтитановых гетерополиядерных комплексных соединений несколько слабее, чем хромциркониевых, вследствие чего они не нашли значительного применения.

Однако низкая стоимость соединений титана, их высокая наполняющая способность обуславливают перспективность исследований по разработке способов получения и применения хромтитановых дубителей /1,2/.

Ранес проведенными исследованиями в системе сульфат хрома - сульфат титанила - вода показано образование гетерополиядерных хромтитановых комплексов составов:



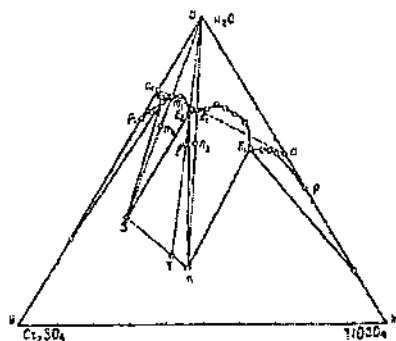
Настоящая работа выполнена с целью изучения оптимальных условий получения указанных комплексов. Диаграмма кристаллизации в системе сульфат хрома - сульфат титанила - вода приведена на рисунке. Из рисунка видно, что ХТК-1 и ХТК-2 являются конгруэнтно растворимыми, поэтому кристаллизацию целесообразно проводить по соответствующим лучам изотермического испарения ОК и ОС.

Растворы, насыщенные соответствующими хромтитановыми комплексами,  $n_1$ (ХТК-1) и  $m_1$ (ХТК-2) можно получать с использованием различных концентраций исходных сульфатов хрома и титана.

С технологической точки зрения удобным является случай, когда для приготовления растворов составов  $n_1$  и  $m_1$  будут использованы одинаковые исходные растворы. Проводя через эти точки прямую на сторонах треугольника получим концентрации растворов  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  и

$\text{TiOSO}_4$ , из которых можно, при соответствующих их соотношениях, получить насыщенные растворы ХТК-1 ( $n_1$ ) и ХТК-2 ( $m_1$ ). Из диаграммы видно, что концентрация исходного раствора сульфата хрома должна составлять 23,0% ( $a_1$ ), сульфата титанила - 43% ( $a$ ).

Диаграмма кристаллизации в системе  
сульфат хрома - сульфат титанила - вода



Рисунок

Из диаграммы также следует, что при получении ХТК-1 необходимо к раствору сульфата титанила приливать раствор сульфата хрома, а при получении ХТК-2 наоборот, к раствору сульфата хрома приливать раствор сульфата титанила.

Рассчитаем, какое количество ХТК-1 можно получить при изотермическом испарении раствора состава  $n_1$ , полученного из 100 г. 23% раствора сульфата хрома. По правилу рычага: (Масса раствора  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ )/(Масса раствора  $\text{TiOSO}_4$ ) =  $(a n_1)/(n_1 a_1) = 27/12,0$ .

Масса 43%-ного раствора сульфата титанила должна составить  $(12/27) \cdot 100 = 44,4$  г.

Масса системы составит  $100 + 44,4 = 144,4$  г. Количество испарившейся воды ( $m_{\text{H}_2\text{O}}$ ) при достижении фигуративной точки  $n_2$  определится из соотношения:

$$(m_{\text{H}_2\text{O}})/m_{(\text{системе})} = (n_1 n_2 / O n_2) = 9/35,$$

откуда  $m_{\text{H}_2\text{O}} = (9/35) \cdot 144,4 = 37,1$  г.

С учетом испарившейся воды определим количество оставшейся системы:  $135,2 - 37,1 = 98,1$  г.

Тогда, по правилу рычага, из этой системы можно осадить:  $m_{\text{ХТК-1}} / m_{\text{система}} = n_1 p_2 / n_1 K = 9/45$ ;  $m_{\text{ХТК-1}} = (9/45) \cdot 98,1 = 19,6$  г. В этом количестве комплексного соединения находится  $19,6 \cdot 0,449 = 8,8$  г.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ . Выход продукта по  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  составляет  $(8,8/32,5) \cdot 100\% = 27,1\%$ .

Добавлением к маточному раствору расчетных количеств исходных сульфатных растворов система возвращается в точку  $n_1$  и цикл повторяется.

Гигроскопичность ХТК-1 составляет 5,0%.

Количество ХТК-2, получаемого из 23% раствора  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  и 43% раствора  $\text{TiOSO}_4$ , определим исходя из состава раствора, соответствующего фигуративной точке  $m_1$ . Для приготовления такого раствора на 100 г. сульфата хрома требуется  $(m_{1A}/m_A) \cdot 100 = 4 \cdot 100/35 = 11,4$  г. 43% раствора  $\text{TiOSO}_4$ .

Масса раствора состава  $m_1$  равна  $100 + 11,4 = 111,4$  г. При достижении фигуративной точки  $m_2$  количество испарившейся воды составляет:

$m_{\text{H}_2\text{O}} = (9/33) \cdot 111,4 = 30,4$  г. После испарения масса системы равна  $111,4 - 30,4 = 81$  г. Из этой системы можно в осадок выделить:  $m_{\text{ХТК-2}} = (9/36,5) \cdot 81 = 20$  г. В таком количестве ХТК-2 имеется  $20 \cdot 0,528 = 10,6$  г  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ . Тогда выход продукта по сульфату хрома составит  $(10,6/32,5) \cdot 100\% = 32,6\%$ .

К маточному раствору добавляются расчетные количества исходных сульфатных растворов и система будет иметь состав, отвечающий фигуративной точке  $m_1$  и цикл повторяется.

Используя диаграмму растворимости можно рассчитать технологические параметры получения и смеси гетерополиядерных комплексных соединений (ХТК-1 и ХТК-2) в необходимых соотношениях. Для этого на линии, соединяющей составы ХТК-1 и ХТК-2 (линия KS) отмечают точку с необходимым соотношением комплексных соединений и ее соединяют с вершиной O, получаем луч изотермического испарения. Предположим, что нужно получить смесь ХТК-1 и ХТК-2 в массовых соотношениях, соответствующей точке T.

В данном случае луч испарения проходит через эвтектическую точку  $E_2$ , где раствор насыщается одновременно двумя соединениями ХТК-1 и ХТК-2. При изотермическом испарении по лучу OT после достижения точки  $E_2$  в твердую фазу выделяются гетерополиядерные соединения в массовых соотношениях:  $(\text{количество ХТК-1}) / (\text{количество ХТК-2}) = \text{TS/TK}$ .

Определим количество выделяющихся ХТК-1 и ХТК-2 из 100 г раствора состава  $E_2$ . Координаты точки  $E_2$ :  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  - 18%,  $\text{TiOSO}_4$  - 12% и  $\text{H}_2\text{O}$  - 70%. При достижении точки L количество испарившейся воды ( $m_{\text{H}_2\text{O}}$ ) может быть определено из соотношения

$m_{H_2O}/m_{(система)} = E_2L/OL = 10/36$ ;  $m_{H_2O} = 10/36 \cdot 100 = 27,8$  г. Масса оставшейся системы равна:  $100 - 27,8 = 72,2$  г.

При этом в твердую фазу выделяется смеси ХТК-1 и ХТК-2:  
 $(m_{(осадка)})/(m_{(система)}) = E_2L/E_2T = 10/42$ ;  $m_{(осадка)} = (10/42) \cdot 72,2 = 17,2$  г.

В полученном осадке масса ХТК-1 составляет:  $m_{(ХТК-1)} = (TS/KS) \cdot m_{(осадка)} = (19/23,5) \cdot 17,2 = 13,9$  г, ХТК-2 -  $(17,2 - 13,9) = 3,3$  г.

Гигроскопичность ХТК-1 - 5,0%, а ХТК-2 составляет 3,7%.

ХТК-1 изотропные зеленого цвета кристаллы с  $N \sim 1,607 \pm 0,002$ .  
 ХТК-2 анизотропные сиреневые кристаллы с  $N_g \sim 1,452 \pm 0,002$  и  $N_p \sim 1,538 \pm 0,002$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. Романь А.С., Романенко О.В., Конопелькина Л.В. Исследование дубящих свойств хромтитановых экстрактов. Сообщение 1. //Известия вузов. Технология легкой и пищевой промышленности. - 1973, №6. - С.65-67.
2. Романь А.С., Романенко О.В., Конопелькина Л.В. Исследование дубящих свойств хромтитановых экстрактов. Сообщение 2. //Известия вузов. Технология легкой промышленности. - 1974, №1. - С.53-57.
3. Сабралиева Ж.И., Сахiev М.С., Жарлыкапова Р.Б., Айтуленова К.Т. Титанил сульфаты - хром сульфаты - су жүйесіндегі гетерополиядролы комплексті қосылысының түзелуін зерттеу. //Оң түстік қазақстан ғылымы мен білімі. - Шымкент. - 1994, №3. - Б.38-40.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

### ЗИЯНСЫЗ ХРОМТИТАНДЫ КЕШЕНДІ ҚОСЫМДАРДЫ АЛУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЕСЕПТЕУ

Техн.ғыл.докт. М.Сахы  
 Техн.ғыл.канд. Р.Б.Жарылғапова

Бұл мақалада гетерополиядерлы хромтитанды кешенін алудың экологиялық таза технологиясы есептелінген.



УДК 316.334

**МИРОВОЙ ОПЫТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ  
АГРОСЕКТОРА**

К.Б.Асылбаева

*В статье сделан анализ экономического положения фермерского хозяйства, которое находится в неуравновешенном состоянии из-за устойчивого неэквивалентного объема продуктов сельского хозяйства на товары других отраслей, особенно при переходе к рынку наличие "ножниц цен". Рекомендуется провозглашение самостоятельности, усилить ответственность и риск, создать для них гарантии правовой, социальной, экономической, экологической, материально-технической, организационной.*

Рыночные отношения позволяют фермерам-собственникам приобрести свободу действия в организации производства и сбыта своей продукции. Они вольны выбрать поставщиков необходимых материально-технических средств, сами распоряжаются своей продукцией, реализуя ее любому покупателю по обоюдовыгодной цене, их самостоятельность в определенной степени реализуется в организации финансово-кредитной системы. Вместе с тем одной только самостоятельности недостаточно для того, чтобы фермерские хозяйства развивались более-менее успешно, решая продовольственную проблему. Во всех развитых индустриальных странах существует государственная поддержка фермерства, что объясняется нижеследующим.

Мировой опыт, да и свой собственный, подтверждает то, что индустриализация общества происходит за счет крестьянства, вызывая ухудшение его состояния. Кроме того, усиливается процесс миграции сельского населения в город, в результате чего поглощается наиболее образованная и трудоспособная его часть. Одновременно увеличивается зависимость сельского хозяйства от отраслей, снабжающей его техникой, другими средствами производства и перерабатывающих его продукцию. Рыночные же отношения усиливают эту зависимость. И если крестьянина-фермера оставить один на один с законами рынка, он не сможет выжить в силу более низкой и менее устойчивой, чем у работников других отраслей, базы доходов и наличия объективных огра-

ничений в росте производительности труда, обусловленных уязвимым характером сельскохозяйственного производства от природно-климатических условий.

Ввиду устойчивого неэквивалентного обмена продуктов сельского хозяйства на товары других отраслей и постоянного, особенно при переходе к рынку наличия "ножниц цен", фермерские хозяйства находятся в экономически невыгодном положении, даже по сравнению с уже существующим.

Поэтому, провозглашая самостоятельность, ответственность и риск, необходимо создать реальные для них гарантии: правовые, социальные, экономические, материально-технические, организационные. Говоря другими словами, надо создать целостную систему государственной поддержки аграрного сектора в форме субсидий, субвенции, льготного кредитования и налогообложения, компенсаций при реинвестициях, льготных сельскохозяйственных тарифов и т.д.

В странах Западной Европы, США, Канаде, Японии и других существуют государственные программы субсидирования на покрытие разницы между закупочными и розничными или экспортными ценами. Так, например, в США существуют федеральные гарантии цен на урожай. Если цены ниже, федеральные власти выплачивают разницу - не за весь урожай, но за существенную его часть. Есть, кроме того, страховка на случай страховкой пользуются 25 % всех американских фермеров. Еще один вид помощи - это плата за хранение стратегических запасов или фонда федерального правительства США, поддерживаемого на случай всяких непредвиденных обстоятельств, к примеру - на случай чрезвычайной засухи. За то, что фермер, например, хранит кукурузу, а не избавляется от нее, он получает по 26 центов с каждого бушеля в год.

В целом правительство США оказывает помощь фермерам через пять экономических каналов.

1. Прямая помощь, или пособия, предоставляемые нуждающимся фермерам, которые в состоянии доказать, что они живут в нужде и нищете.
2. Государственные программы, направленные на усиление спроса на сельскохозяйственные продукты или снижение реальных издержек производства.
3. Программы ограничения посевных площадей (например, квоты посевных площадей или квоты сбора для каждой фермы), которые преследуют цель добиться сокращения продукции и повышения цен.
4. Программы закупок и займов, целью которых является гарантировать или поддерживать цены.
5. Программы субсидирования для покрытия разницы между закупочными и продажными ценами.

В Швеции, как известно, проблемы с продуктами питания нет. Более того, их здесь производят больше, чем нужно для страны. Это результат как усилий традиционно прилежных земледельцев, так и протекционистской политики правительства, оберегающего своих крестьян от острой внешней конкуренции. Для поддержки закупочных, а следовательно, и фермерских доходов, давно практикуются субсидии и выплаты тем хозяйством, где сдерживается интенсивный рост производительности. Если фермер не засеет свои гектары, то он от казны получит компенсацию в размере 500 крон за каждый гектар.

В ФРГ фермеры берут только 40 % затрат на содержание специалистов, которые имеются в кооперативах. Все остальное доплачивает государство, оно заинтересовано в сплочении фермеров и в качественном их обслуживании. С целью сокращения производства избыточной продукции правительство ФРГ проводит кампанию по премированию нерентабельных хозяев с тем, чтобы отказавшись от сельского труда, они смогли переквалифицироваться и работать по другим специальностям. Особую кредитную программу правительство предложило самостоятельным сельским хозяевам в новых федеральных землях. В рамках программы Сельскохозяйственный пенсионный банк во Франкфурте уже с 1 июля 1990 г. приступил по поручению государства к финансированию всех проектов в новых землях, связанных с аграрным сектором. Пенсионный банк намеревается провести в общей сложности четыре программы: "Сельское хозяйство", "Молодые сельские хозяйства", "Структурные изменения округи" и "Обновление села". Первые две программы нацелены на поощрение сельскохозяйственных предприятий. С помощью специальных кредитов, предлагаемых сельским хозяевам и молодым крестьянам, в первую очередь будут осуществляться капиталовложения в сельскохозяйственные предприятия и жилые дома, гарантирующие стабильное существование своих владельцев. В задачи программы "Структурные изменения округи" входит совершенствование структур всего коммунального и экономического окружения сельскохозяйственных предприятий. В отличие от нее программа "Обновление села" нацелена в первую очередь на проекты частных организаций. За вторую половину 1990 года из 4,8 миллиарда немецких марок, выделенных в рамках этих программ, в новые земли поступило более 500 миллионов марок.

Важной поддержкой фермеров является то, что государство берет на себя расходы, связанные с повышением профессиональных знаний, приобретением квалификации, а также переквалификацией фермеров, которые по каким-либо причинам нуждаются в переходе на другую работу.

Широко распространена разработка государственных программ по внедрению в сельское хозяйство достижений науки и практики, расходы на финансирование которых осуществляется из государственного бюджета.

Бюджет Министерства сельского хозяйства США превышает чистый доход всех американских фермеров. Две трети бюджета комиссии европейских сообществ (КЕС) идут на поддержку фермеров. Только в 1991 г. промышленно развитые страны потратили на субсидии производителям сельскохозяйственной продукции 177 млрд. долларов против 107 млрд. долларов в среднем за год за период с 1976 по 1986 г. По данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), доля государственных субсидий (в виде непосредственных выплат, поддержания твердых цен и предоставления дешевых кредитов) в доходах фермеров в 1991 г. составила (в %): по странам Общего рынка - 49, в США - 30, в Канаде - 45, в Швеции - 59, в Японии - 66, в Финляндии - 71, в Норвегии - 77 и в Швейцарии - 80. Успешно действует и механизм инвестиций в фермерское хозяйство.

По иному обстоит дело в странах СНГ, где за счет сельского хозяйства государства пытаются решать другие проблемы: формирование класса крупных предпринимателей, создания рыночной инфраструктуры в городах и др. путем сокращения дотаций для села и проведения либерализации цен. В программе углубления экономических реформ внимание акцентируется на изменении производственных отношений и по существу не предусматривается развитие и укрепление производительных сил сельского хозяйства и АПК в целом. Аграрная реформа не подкреплена финансовым обеспечением, программами развития отраслей АПК. Расходы государства на сельское хозяйство предусматривается не увеличивать, а уменьшить за счет сокращения дотаций с 9 % валового внутреннего продукта в 1991 г. до 4 % в 1993 г. К концу 1994 г. предполагается полная отмена субсидий производителям продовольствия.

Как известно, цены являются важнейшим условием формирования прибыли. Но государство формирование цен на сельскохозяйственную продукцию старается держать в своих руках, периодически их повышая. Вместе с тем, цены на промышленные средства производства растут опережающими темпами. Ввиду устойчивого неэквивалентного обмена продуктов сельского хозяйства на товары других отраслей, особенно при переходе к рынку, аграрное производство проигрывает в гонке цен, увеличивается разрыв в "ножницах цен", что наблюдается в настоящее время во всех странах СНГ. По официальным данным в 1992 году по сравнению с 1991 годом цены на средства производства, производимые промышленностью для села возросли в 17-20 раз, в т.ч. на трактора в 25 раз, автомобили - в 26, горючесмазочных материалов - в 35 раз, тарифы на грузовые перевозки в 30 раз, а цены на продукцию сельского хозяйства только в 10 раз, в т.ч. животноводства в 6-8 раз. Птицеводство и свиноводство в целом оказалось убыточным, другие отрасли животноводства имеют даже с учетом государственных дотаций очень низкую рентабельность. В результате началось очень резкое снижение поголовья скота и птицы (только в 1992 г. на 7-13 %). В ре-

в результате производство продуктов животноводства сократилось только за 1992 г. на 10-12 %. В целом валовая продукция сельского хозяйства за 2 года снизилась на 13 % (в 1991 г. на 5 % и 1992 г. - на 8 %). Такое положение ведет к росту простого обмена продовольствия на товары других отраслей производства (бартерные сделки), к снижению товарности сельскохозяйственной продукции и самообеспечению хозяйства, к сокращению производства продуктов питания.

Кроме того нельзя забывать, что с удорожанием материально-технических средств для сельского хозяйства, товаропроизводители отказываются их покупать по монополюно высоким ценам из-за ограниченных финансовых возможностей. В результате этого происходит падение производства продуктов питания, сокращение спроса на товары других отраслей производства. Поэтому кризис производства развиваясь сначала в аграрной сфере, перекидывается на другие отрасли АПК. Стоимость валовой продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах за 1991 год по сравнению с 1990 годом составила по СНГ 93 %. В России он снизился на 5 %, на Украине - на 12 %, в Казахстане - на 5 %, в Белоруссии - на 3 %. В 1992 г. произошло дальнейшее снижение сельскохозяйственного производства в странах СНГ.

Поэтому, чтобы не допустить разорения фермерских хозяйств уже работающих, стимулировать создание новых, прежде всего необходимо, во-первых, разумная система дотаций, обеспечивающая сокращение "ножниц" цен и гарантированный доход, а во-вторых, создания льготных условий пользования кредитами, снижения налогов на продукцию аграрной сферы производства. Политика же правительств Казахстана, России, Украины, других стран СНГ не соответствует запросам и требованиям нового слоя предпринимателей. Это в частности подтверждают проведенные нами социологические обследования фермерских хозяйств. Так, 70 % респондентов считает, что либерализация цен на их деятельность отразится отрицательно. Налоговую политику отрицательно оценивают 79 % и считают, что она может привести к разорению. Все это ведет к падению доверия правительству. 39 % опрошенных считают, что правительство улучшить положение дел не способно, 53 % из них считают, что для этого необходимо 3-5 лет.

Поскольку в сложившейся структуре потребительской корзине доля продовольствия составляет 70-80 %, когда в научно обоснованной потребительской корзине она не должна превышать 28 %, становится очевидным, что первоочередной задачей региональной, да и федеральной политики должно быть снижение доли расходов населения на продовольствие. Отсюда необходимость приоритета аграрной реформе, развитию фермерских хозяйств, совершенствованию внутривозрастного механизма кооперативов и акционерных обществ, разработки программ развития материально-технической базы сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности.

Правительство из взаимосвязанных звеньев структурной политики - структуры конечного спроса, структуры цены и производства, структуры рабочей силы, государственной структурной политики - абсолютизировало либерализацию цен. Последняя без взаимосвязи с разумной государственной политикой не может способствовать преодолению структурных диспропорций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Самуэльсон П. Экономика в 2-х томах: - МГП "Алгон", ВНИИСИ, 1992 г.
2. Бураков Б. Сочетание различных форм хозяйствования.: - АПК: Экономика, 1993 г.

Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати

### АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚТЫ МЕМЛЕКЕТТІК ҚОЛДАУ КӨРСЕТУШІНІҢ ДҮНИЕ ЖҮЗІЛІК ТӘЖРИБЕСІ

Қ.Б.Асылбаева

Ауыл шаруашылығына мемлекеттік қолдау көрсетуге дүниежүзілік тәжірибесі. Бұл мақалда фермерлік шаруашылықтың экономикалық жағдайына талдау жасалынған. Ауылшаруашылық өнімдерінің басқа саладағы өнімдерге сәйкес келмеуне, "баға қайшылығы" атап көрсетілген. Шаруашылықта тәуелсіздік, жауапкершілік және тәуелсіздік, құқықтық, әлеуметтік, экономикалық, экологиялық, материалды - техникалық, ұйымдастырушылық, кепілдік беру ұсынылған.

УДК 330.542

**ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ПРИОРИТЕТЫ В СФЕРЕ НАУКИ  
И ТЕХНОЛОГИЙ, ИННОВАЦИЙ**

Садыркулов Г.С.

*Представлены основные приоритетные направления развития науки и техники в Казахстане. Показаны критерии выбора инновационных приоритетов на государственном уровне, практические формы реализации государственных приоритетов в инновационной сфере.*

В силу ограниченности ресурсов, которые общество и государство могут выделить на развитие науки, техники и инноваций, возникает проблема определения государственных приоритетов в данной области. Приоритетные направления развития науки и техники - тематические области науки и техники, которые имеют первостепенное значение для достижения текущих и перспективных целей социально-экономического и научно-технического развития. Они отличаются интенсивными темпами развития, более высокой концентрацией трудовых, материальных ресурсов.

Выбор приоритетов и селективная поддержка на их основе конкретных направлений исследований и разработок и отдельных научных организаций, является одним из основных элементов государственной научно-технической политики. Приоритетные направления реализуются в виде крупных межотраслевых проектов по созданию, освоению и распространению технологий, способствующих кардинальным изменениям в технологической базе экономики, по развитию фундаментальных исследований, научно-техническому обеспечению социальных программ, международному сотрудничеству. Приоритетные направления развития науки и техники детализируются в перечне критических технологий, которые носят межотраслевой характер, создавая существенные предпосылки для развития многих областей науки и техники. Приоритетные направления развития науки и техники, а также перечень критических технологий в РК утверждаются Правительственной комиссией по научно-технической политике. Из этих направлений формируются государственные научно-технические программы.

Преимуществом государственной поддержкой пользуются инновационные процессы в областях, являющихся приоритетными с

точки зрения социально-экономической политики государства. В этой связи для Казахстана в нынешних условиях особую роль приобретают инновационные проекты в таких областях, как производство и переработка продовольствия, ТЭК, химия, производство новых материалов, инновационно-коммуникационные системы, транспорт, освоение космического пространства, биотехнологии, рационализация природопользования, медицина, социально-культурное развитие. Выбор приоритетных областей диктуется как мировой практикой, так и спецификой развития страны, остротой проблем текущего этапа РК.

В числе крупных приоритетных направлений развития науки и техники в Казахстане рассматриваются информационные технологии, электроника, производственные технологии (лазерные прецизионные, плазменные, робототехника, гибкие производственные системы и т. д.), новые материалы и химические продукты, технологии живых систем (в т. ч. биотехнологии), транспорт, топливо и энергетика, экология и рациональное природопользование, в рамках которых выделены 77 критических технологий.

Полностью исключить субъективизм при выборе государственных приоритетов в области научно-инновационного развития невозможно. Поэтому перед государством стоит задача обеспечения независимой экспертизы инновационных проектов. В качестве критериев выбора инновационных приоритетов на государственном уровне на наш взгляд могут выступать:

- совокупность коммерческая эффективность проекта;
- общегосударственная, социальная значимость нововведения;
- степень научной и технической новизны;
- направленность на решение актуальной технической или технологической задачи в соответствующей области;
- межотраслевая направленность, способность инновации дать импульс спектру новых технологий в смежных областях;
- вклад в укрепление позиций страны на международной арене, мировых рынков товаров и услуг;
- наличие кадрового обеспечения, стимулирование роста интеллектуального потенциала;
- степень информационного и патентно-лицензионного обеспечения;
- возможность привлечения различных источников финансирования;
- наличие организационно-управленческих механизмов реализации проекта;
- воздействие на состояние окружающей среды;
- уровень риска и другие.

Практическими формами реализации государственных приоритетов в инновационной сфере являются целевые программы, государственные научно-технические программы, создание государственных исследовательских институтов, лабораторий, центров, государственные



заказы на проведение соответствующих НИОКР бюджетное финансирование распространения нововведения, т. е. то есть все что составляет научно-техническую политику государства.

Значительный интерес представляет научно-техническая политика государства, пути и меры ее реализации, стратегические направления, особенно стратегия инновационного развития.

Сегодня существует объективная необходимость разработки и реализации стратегии инновационного развития. Важнейшим ее направлением является наращивание технологического превосходства по ключевым направлениям научно-технического прогресса. Развитие научно-технологической и инновационной сферы Казахстана должно обеспечить технологическое преимущество в наукоемких отраслях и широкий выпуск наукоемких продуктов. В этой связи в производственных ресурсах, предназначенных для обмена, нужно стремиться к достижению наивысшего технологического уровня и к интенсификации инновационного процесса, а также стимулировать способность инновационному развитию. Ведущую роль здесь играет конкурентоспособность продукции на международном уровне. Следовательно, центр конкурентной борьбы должен перемещаться в область научно-технического соперничества и усиливать процесс распространения инноваций.

Стратегическими целями инновационного развития являются:

- ориентирование и поддержка научных исследований;
- регулирование направлений научно-технического развития;
- стратегическое планирование;
- финансовая поддержка, размещение ресурсов;
- образование и подготовка кадров;
- организация передачи технологии;
- лицензионно-патентное право;
- наблюдение и оценка инноваций.

Для обеспечения стратегии инновационного развития необходимы создание развитой инфраструктуры и, самое главное, разработка основных направлений эффективной национальной инновационной стратегии, новых механизмов ее стимулирования. К последнему относятся специальные целевые фонды, государственные гарантии, кредитные и финансирование на льготных условиях амортизация и льготное стимулирование инновационных разработок, инициирование инновационных программ.

Существенную роль в реализации стратегии инновационного развития играют организационные меры макро-микроэкономическом уровне (т. е. на народно-хозяйственном и на уровне предприятий).

Организационные решения на макроуровне (народно-хозяйственный уровень) включают инновационный кредитный фонд, инновационный фонд компенсации риска, отраслевое агентство по ин-

новациям, национальную инновационную программу и стратегию, патентную систему и банк патентов, мониторинг и др.

Организационные решения на уровне предприятий охватывают совместные прикладные исследования, специальный технологический парк, арендуемые мастерские, цеха, помещения, услуги, торговые палаты и специальные объемные предприятия.

В современной практике планирования науки инноваций большое распространение получили комплексные научно-технические программы государственных, отраслевых, республиканских и региональных уровней, широкое применение в управлении инновационной деятельностью связано с рядом тенденций, характерны для современной науки и техники, в т. ч. Проявлением межотраслевого и межведомственного характера большинства современных научно-технических проблем; возрастанием их комплексности; увеличением масштабов научно-технической деятельности; удорожанием исследований и разработок.

Практическая реализация комплексного подхода в решении научно-технических проблем требует формирования комплекса взаимосвязанных и взаимообусловленных мероприятий, направленных на достижение заданных социально-экономических целей, что и образует целевые научно-технические программы.

Комплексные научно-технические программы обеспечивают преемственность планов (долгосрочных, годовых). Задания долгосрочных программ могут уточняться и детализироваться при составлении комплексных программ решения основных научно-технических проблем, долгосрочных и текущих годовых планов. Совокупность научно-технических программ составляет адресную часть перспективного плана научно-технического развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Киреева К., Игламова С. Иностраные инвестиции в Казахстане.: Итоги года. Азия: Экономика и жизнь, 1998 г., № 16.
2. Таншев С. Государственная поддержка инвестиций. Алматы, Мысль, 1997, №5.

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати

### ҒЫЛЫМДА ЖӘНЕ ТЕХНИКАДА МЕМЛЕКЕТТІК НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ

Г.С. Садыркулов

Қазақстандағы ғылымның және техниканың дамуының негізгі даму бағыттары атап көрсетілген. Мемлекеттік деңгейдегі инновациялық приоритеттерін таңдадағы негізгі көрсетіншістері көрсетілген.