



УДК 628.3

А.К. Адрышев, Н.А. Струнникова, О.А. Петрова
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ
ОСАДКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЙ И РЕКУЛЬТИВАНТОВ**

Проблема утилизации осадков городских очистных сооружений для большинства стран мира является существенной проблемой. Рост городов и развитие промышленности приводит к постоянному увеличению количества хозяйственно-бытовых сточных вод и осадков, полученных в процессе их очистки, загрязненных различными токсичными компонентами, такими, как тяжелые металлы. В связи с этим острее становится проблема утилизации таких осадков, так как складирование их во все возрастающих количествах на территории очистных сооружений становится невозможным и может привести к дальнейшему загрязнению почв, а также подземных и поверхностных вод.

Так, по имеющимся оценкам, уже в 1990 году количество осадков в странах СНГ должно было превысить 280 млн м³ или примерно 7 млн т в год по сухому веществу. На сегодняшний день на иловых площадках только Московской области скопилось несколько миллионов тонн осадков. Такая же ситуация характерна и для стран Западной Европы [1].

Ежедневно на Левобережных очистных сооружениях (ЛОС) г. Усть-Каменогорска образуются около 6 т канализационных отходов (высушенных) [2].

В г. Усть-Каменогорске, где расположено много предприятий металлургической промышленности, сбрасывающих сточные воды в городскую систему канализации, хозяйственно-бытовые стоки и их осадки также оказываются загрязнены тяжелыми металлами и включают около 15 наименований, хорошо отражая специфику промышленного производства города.

В осадках ЛОС присутствуют следующие токсичные элементы: цинк, свинец, медь, кадмий, никель, марганец, хром, мышьяк, селен, сурьма, ртуть [3].

Существующие на сегодняшний день методы обработки осадков направлены в основном на уменьшение их объема. Такая обработка требует значительных материальных затрат, что, при постоянном дефиците средств у коммунальных предприятий, не позволяет решить существующую проблему. В итоге на очистных сооружениях во все возрастающих количествах накапливаются сложные смеси органических и неорганических веществ в сочетании с опасными уровнями вредных компонентов.

Поскольку осадки хозяйственно-бытовых сточных вод являются массой с большим содержанием органических соединений, то основным направлением утилизации является применение их в качестве удобрений. Содержание большого количества органических веществ (40-70 % массы сухого вещества) позволяет использовать осадки в качестве рекультивантов почв, у которых потерян плодородный слой. К тому же использование осадков в качестве удобрения позволяет на 50 % окупить расходы, связанные с обработкой сточных вод. Но содер-

жащиеся в осадках тяжелые металлы препятствуют их утилизации в сельском хозяйстве и затрудняют применение таких осадков в качестве рекультивантов нарушенных земель.

В ВКГТУ на кафедре эргономики, охраны труда и окружающей среды проводятся исследования по улучшению качества осадков смеси хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод природными сорбентами для использования их в качестве удобрений и рекультивантов нарушенных земель.

Был проведен ряд опытов с целью изучения влияния природных сорбентов на физико-химические свойства осадков. Поскольку необходимой стадией обработки осадков является их обезвоживание, была изучена зависимость от дозы сорбента в смеси с осадком электрокинетического потенциала, который характеризует его коагулирующие свойства, и влияние сорбента на изменение удельного сопротивления осадков фильтрации. Для выяснения возможности утилизации осадков, обработанных сорбентом, в качестве удобрения; оценки его токсичности использовался метод биотестирования растениями, наиболее чувствительными к тяжелым металлам, а также изучалось влияние сорбента на выщелачивание тяжелых металлов из осадков.

Полученные результаты свидетельствуют, что применение природных сорбентов для обработки осадков позволяет снизить токсичное влияние находящихся в них тяжелых металлов, уменьшить их выщелачивание и повысить влагоотдающую способность осадков, что облегчит их обезвоживание.

При повышении концентрации сорбента в смеси с осадками электрокинетический потенциал снижался в среднем на 75 % (табл. 1), это говорит о том, что сорбент при контакте с частичками осадка снижает их заряд и соответственно силы отталкивания, способствуя этим более быстрой их коагуляции. Эти данные подтверждались измерением второй величины - удельного сопротивления фильтрации смеси осадков с сорбентом. Оно также снижалось при повышении концентрации сорбента для различных смесей в пределах от 20 до 71 % (табл. 2).

Снижение электрокинетического потенциала и удельного сопротивления осадков фильтрации происходило только до определенного повышения концентрации сорбента в смеси, выше которой измеряемые величины оставались практически без изменения. Это позволяет установить оптимальное количество сорбента при смешении его с осадками.

Положительное влияние сорбента в смеси с осадками на тест-растения было отмечено по увеличению массы и длины растений на 51,2-52,6 % (табл. 3), выращиваемых на приготовленных субстратах из осадков и сорбента в различной концентрации.

Таблица 1. Изменение электрокинетического потенциала от концентрации сорбента в смеси

Состав смеси		ζ-потенциал, В				
СаО, кг/кг	Сорбент, кг/кг	Активный ил (АИ)	Сырой осадок (СО)	СО+АИ 1:1	СО+АИ 2:1	СО+АИ 1:2
0,198	0	0,00436	0,00382	0,00382	0,00382	0,00436
0,198	0,100	0,00273	0,00218	0,00273	0,00273	0,00327
0,198	0,150	0,00164	0,00164	0,00218	0,00164	0,00218
0,198	0,200	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109	0,00164
0,198	0,250	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109
0,198	0,300	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109
0,198	0,350	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109	0,00109

С добавлением извести после обезвоживания						
0	0	0,00436	0,00436	0,00436	0,00436	0,00436
0,122	0,100	0,00327	0,00273	0,00327	0,00273	0,00382
0,122	0,150	0,00273	0,00218	0,00218	0,00218	0,00273

Окончание табл. 1

Состав смеси		ζ-потенциал, В				
СаО, кг/кг	Сорбент, кг/кг	Активный ил (АИ)	Сырой осадок (СО)	СО+АИ 1:1	СО+АИ 2:1	СО+АИ 1:2
0,122	0,150	0,00273	0,00218	0,00218	0,00218	0,00273
0,120	0,200	0,00218	0,00164	0,00164	0,00109	0,00164
0,121	0,250	0,00164	0,00109	0,00164	0,00109	0,00109
0,123	0,300	0,00164	0,00109	0,00164	0,00109	0,00109
0,124	0,350	0,00164	0,00109	0,00164	0,00109	0,00109

Таблица 2. Изменение удельного сопротивления фильтрации r , см/г от концентрации сорбента в смеси

Состав смеси		$r \cdot 10^9$, см/г				
СаО, кг/кг	Сорбент, кг/кг	АИ	СО	СО+АИ 1:1	СО+АИ 2:1	СО+АИ 1:2
0,198	0	31,08	13,13	16,22	14,56	20,52
0,198	0,100	14,04	8,11	8,11	7,49	8,81
0,198	0,150	10,31	6,85	7,38	6,38	8,68
0,198	0,200	7,23	5,43	5,82	5,43	6,71
0,198	0,250	7,10	6,14	6,59	6,14	7,10
0,198	0,300	8,22	6,99	6,99	7,57	7,57
0,198	0,350	8,78	7,44	7,44	8,08	8,08
С добавлением извести после обезвоживания						
0	0	46,80	38,46	40,20	40,20	43,20
0,122	0,100	39,00	32,00	33,50	33,50	36,00
0,122	0,150	35,45	27,27	29,09	27,27	31,36
0,120	0,200	30,00	22,92	25,00	23,75	26,67
0,121	0,250	30,00	23,08	24,62	23,85	26,54
0,123	0,300	30,35	23,92	26,43	24,64	28,93
0,124	0,350	31,00	24,00	27,00	25,00	29,00

Таблица 3. Изменение массы и длины тест-растений от концентрации сорбента в смеси

Состав смеси		Показатели тест-растений									
СаО, кг/кг осадка	Сорбент, кг/кг осадка	АИ		СО		СО+АИ 1:1		СО+АИ 2:1		СО+АИ 1:2	
		м, г	D, см	м, г	D, см	м, г	D, см	м, г	D, см	м, г	D, см
0,198	0	2,13	67	2,08	59	2,11	64	2,10	63	2,12	64
0,198	0,100	2,20	69	2,14	62	2,18	66	2,16	65	2,19	67
0,198	0,150	2,31	70	2,28	66	2,31	70	2,30	69	2,31	70
0,198	0,200	2,43	74	2,38	70	2,41	73	2,40	72	2,43	73
0,198	0,250	2,44	74	2,39	72	2,41	73	2,40	73	2,43	74
0,198	0,300	2,49	76	2,44	73	2,48	75	2,47	75	2,48	75
0,198	0,350	2,50	78	2,45	74	2,47	75	2,47	75	2,48	76
С добавлением извести после обезвоживания											
0	0	2,10	65	2,02	58	2,06	62	2,03	60	2,08	63
0,122	0,100	2,20	68	2,13	62	2,17	65	2,15	65	2,20	67
0,122	0,150	2,30	70	2,28	65	2,29	69	2,29	67	2,28	68
0,120	0,200	2,42	73	2,37	69	2,41	73	2,39	72	2,40	71
0,121	0,250	2,42	72	2,38	71	2,41	73	2,40	72	2,41	73

0,123	0,300	2,47	76	2,43	71	2,47	74	2,44	71	2,48	74
0,124	0,350	2,50	77	2,44	73	2,47	75	2,46	74	2,48	75
Плодородная почва		2,42	72								
Малогумусная почва		2,19	61								
Прокаленный песок		1,22	37								

Сопоставив результаты биотестирования с результатами по выщелачиванию тяжелых металлов, была выявлена зависимость улучшения состояния тест-растений от снижения концентрации металлов в водной вытяжке с повышением концентрации сорбента в смесях.

Добавление сорбента способствует снижению концентрации металлов в водной вытяжке до 81 % по свинцу и до 88,9 % по меди (табл. 4).

По сравнению с плодородной, не загрязненной металлами почвой улучшение показателей тест-растений начинается с концентрации сорбента в смеси 0,200 кг/кг, при повышении концентрации сорбента в смесях эти показатели изменяются мало и остаются близки к показателям плодородной почвы.

Кроме полученных числовых значений всех замеров, была проведена оценка изменения других свойств осадков после добавления к ним извести и сорбента. При высушивании смесей было отмечено, что активный ил без добавок спрессовывается и приобретает большую твердость. Поэтому внесение чистого активного ила в почву может отрицательно сказаться на ее структуре.

Таблица 4. Изменение содержания свинца и меди в водной вытяжке от концентрации сорбента в смеси

Состав смеси		Концентрация металлов, мг/л					
СаО, кг/кг осадка	Сорбент, кг/кг осадка	АИ		СО		СО+АИ 1:1	
		Pb	Cu	Pb	Cu	Pb	Cu
0,198	0	0,275	0,1664	0,350	0,2496	0,325	0,208
0,198	0,100	0,200	0,1248	0,300	0,2080	0,250	0,1664
0,198	0,150	0,175	0,1040	0,275	0,1664	0,250	0,1456
0,198	0,200	0,175	0,1040	0,250	0,1456	0,225	0,1456
0,198	0,250	0,150	0,0624	0,250	0,1248	0,200	0,1040
0,198	0,300	0,100	0,0624	0,225	0,1248	0,150	0,0832
0,198	0,350	0,100	0,0416	0,175	0,0832	0,125	0,0624
С добавлением извести после обезвоживания							
0	0	0,525	0,3744	0,575	0,4576	0,550	0,4368
0,122	0,100	0,225	0,1248	0,300	0,2288	0,275	0,1664
0,122	0,150	0,200	0,1248	0,275	0,1664	0,250	0,1664
0,120	0,200	0,175	0,1040	0,275	0,1664	0,250	0,1456
0,121	0,250	0,175	0,0832	0,250	0,1456	0,200	0,1248
0,123	0,300	0,125	0,0832	0,250	0,1456	0,150	0,1040
0,124	0,350	0,100	0,0416	0,200	0,0832	0,150	0,0624
Состав смеси		Концентрация металлов, мг/л					
СаО, кг/кг	Сорбент, кг/кг	СО+АИ 2:1		СО+АИ 1:2			
		Pb	Cu	Pb	Cu		
0,198	0	0,350	0,2288	0,300	0,2080		
0,198	0,100	0,275	0,1872	0,225	0,1456		
0,198	0,150	0,25	0,1456	0,200	0,1248		
0,198	0,200	0,225	0,1456	0,175	0,1040		
0,198	0,250	0,200	0,1248	0,175	0,1040		
0,198	0,300	0,150	0,1040	0,125	0,0832		
0,198	0,350	0,150	0,0624	0,100	0,0416		

С добавлением извести после обезвоживания					
0	0	0,550	0,4368	0,525	0,3952
0,122	0,100	0,15	0,2080	0,250	0,1456
0,122	0,150	0,125	0,1664	0,250	0,1456
0,120	0,200	0,125	0,1456	0,200	0,1248
0,121	0,250	0,200	0,1456	0,200	0,1248
0,123	0,300	0,150	0,1248	0,150	0,0832
0,124	0,350	0,150	0,0832	0,125	0,0624

Кроме того, высушенные и необработанные активный ил и сырой осадок после добавления к ним воды издавали очень сильный неприятный запах. В смесях же с известью запах осадков полностью устранялся и не появлялся после добавления к ним воды. Осадки в смеси с сорбентом и известью сильно не затвердевали, более крупные комки легко разбивались до 20 мм и меньше.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента - биотестирования и выщелачивания металлов - говорят в пользу применения природных сорбентов и извести для улучшения свойств осадков хозяйственно-бытовых сточных вод, содержащих тяжелые металлы.

Используемые для обработки осадков сорбенты должны отвечать определенным требованиям. Они должны быть нетоксичны, иметь высокую активность и низкую стоимость. Под эти требования подходит большинство природных сорбентов, таких как бентонитовые глины.

В Восточно-Казахстанской области бентонитовые глины добывают на Таганском месторождении. Основу бентонитовых глин составляет минерал монтмориллонит, который встречается в природе в виде мелких и несовершенных кристаллов. Монтмориллонит обладает высокой катионообменной емкостью (до 150 мг-экв/100г), способен сильно набухать в воде (коэффициент приращения объема - 6...8). Содержание в бентонитах токсичных компонентов и радионуклидов незначительно - тысячные доли процента [4].

Следовательно, для улучшения качества осадков с повышенным содержанием тяжелых металлов могут быть использованы природные сорбенты Восточно-Казахстанских месторождений - бентонитовые глины, которые являются недорогим природным сырьем, обладают хорошими сорбционными свойствами по отношению к тяжелым металлам и могут использоваться в качестве самостоятельных минеральных удобрений. Но самое главное, добавление природных сорбентов к осадкам снижает токсичность находящихся в них тяжелых металлов и дает возможность использовать осадки в качестве удобрений и рекультивантов.

Решение проблемы утилизации осадков хозяйственно-бытовых сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами, устранит с территории ЛОС источник загрязнения подземных и поверхностных вод, улучшит экологическую обстановку бассейна трансграничной реки Иртыш.

Список литературы

1. Медведев А.С. Обезвреживание осадков городских станций аэрации// Экология и промышленность России. -2002, май. -С. 31-34.
2. Куда девать осадок? // Рудный Алтай. -2002, 26 янв.- С.2.
3. Разработка технологии по утилизации илов очистных сооружений г. Усть-Каменогорска: Отчет о научно-исследовательской работе. Усть-Каменогорск: ВНИИцветмет, 1998. -28 с.
4. Сапаргалиев Е.М. Тагансорбент - уникальный лекарственный препарат на основе бентонитовых глин Восточного Казахстана// Вестник АН РК. -1997. -№1. -С. 24-31.

Получено 20.09.05.

УДК 502,1: 616-006 (574,42)

Т.А. Мукажанов

ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА ВКО
И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ, СМЕРТНОСТЬ ОТ РАКА**

Экологическое состояние многих районов нашей области вызывает законную тревогу общественности. В многочисленных публикациях показано, что во многих регионах нашей области наблюдается устойчивая тенденция к многократному, в десятки и более раз, превышению санитарно-гигиенических норм по содержанию в атмосфере городов окислов углерода, азота, пыли, токсичных соединений металлов, аминов и других вредных веществ.

Восточно-Казахстанская область, начиная с 40-х годов, является одной из наиболее насыщенных промышленным производством регионов Республики Казахстан (рис. 1). Предприятия горнодобывающей металлургической промышленности, функционирующие в ВКО, из-за несовершенства технологии разрушительно действуют на воздух, воду, почву и человека [1].

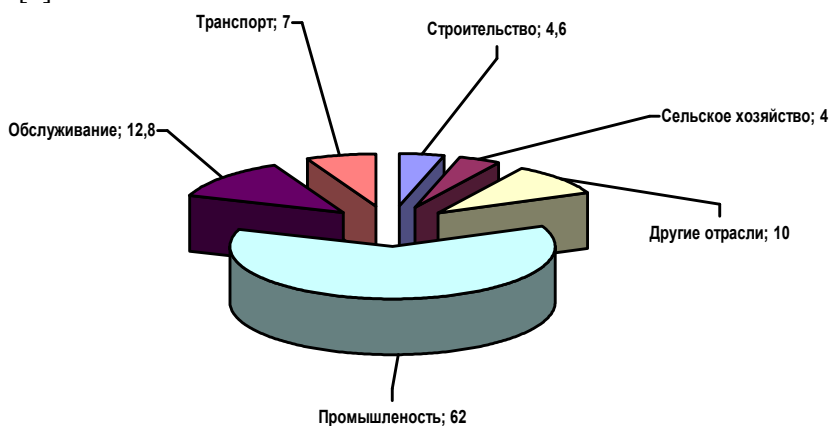


Рис. 1. Доля промышленности в народном хозяйстве ВКО в процентах

Загрязнение среды обитания вредно отражается на здоровье людей, приносит значительные убытки народному хозяйству. В последнее время обстановка ухудшилась настолько, что многие регионы можно отнести к регионам экологического бедствия. Ежегодные выбросы в атмосферу ВКО составили 400-450 тысяч тонн в год уровня 1984-1985 гг.; 345,5 тысяч тонн за 1990 год; 168,1 тысяч тонн за 1998 год; 274,7 тысяч тонн за 2001

год; в 2002-2003 гг. отмечается снижение выбросов в атмосферу (рис. 2) [2].

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу ВКО по ингредиентам за 2001 год (всего 274,7 тыс. тонн в год) составляют: диоксид серы 179,3 тыс. т/год (66 %); твердые вещества - 41,8 тыс. т/год (15 %); оксид углерода - 35,3 тыс. т/год (13 %); двуокись азота - 14,4 тыс. т/год (5 %); прочие - 3,9 тыс. тонн (1 %).

Другая опасность связана с дефицитом чистой пресной воды. Известно, что промышленность потребляет 3000 км³ пресной воды в год, из которых примерно 40 % возвращается в цикл, но с жидкими отходами, содержащими продукты коррозии, отработанное масло, органику, частицы золы, смол, технологические сбросы, в том числе вредные компоненты типа тяжелых металлов и радиоактивных веществ. Общий объем сточных вод, сброшенный в водоемы области в 2001 году, составил 261,7 млн м³, что на 15 % больше, чем в 2000 году, из них 32 % - производственные нужды, 34,7 % - залив сенокоса, 11 % - хозяйственные нужды.

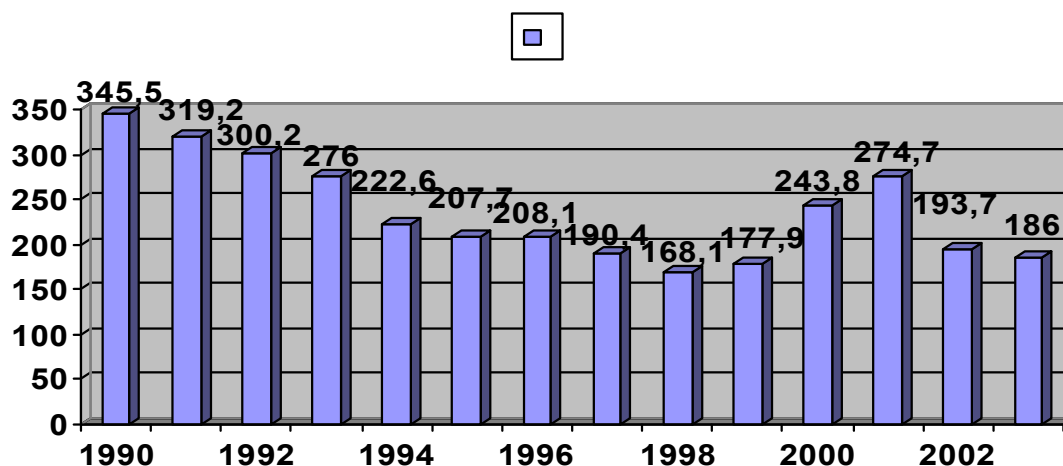


Рис. 2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу ВКО в 1990-2003 гг.

Среди других экологических проблем, связанных с антропогенным воздействием на биосферу, следует упомянуть:

- деградацию почв и опустынивание зернопроизводящих районов. Площадь нарушенных земель в 2001 году составила 12,3 тыс. га, из них отработано 6 тыс. га, рекультивировано 8 га;

- загрязнение атмосферы и территорий продуктами ядерных взрывов при испытаниях ядерного оружия на ядерном полигоне Семипалатинска;

- отравление воздушного бассейна выбросами пыли, загрязнение территорий шлаками, содержащими радиоактивные вещества при сжигании ископаемых топлив в котлах тепло- и электростанций;

- загрязнение территорий при авариях на атомных предприятиях УМЗ и др.

Критические параметры поступления веществ в экосистемы принято определять с помощью понятия экологических емкостей. Экологическая емкость экосистемы - максимальная вместимость количества загрязняющих веществ, поступающих в экосистему за единицу времени, которая может быть разрушена, трансформирована и выведена из пределов экосистемы или депонирована за счет различных процессов без существенных нарушений динамического равновесия в экосистеме. При определении экологической емкости

сти экосистем должны учитываться как отдельные канцерогенные и мутагенные эффекты воздействий отдельных загрязнителей, так и их усилительные эффекты из-за совместного воздействия.

С учетом комплексного влияния загрязнений на здоровье жителей Восточно-Казахстанской области, особенно городов и поселков городского типа (г. Усть-Каменогорск, г. Риддер, п. Глубокое, г. Зыряновск и др.), около 80 химических веществ и соединений (свинец, цинк, медь, титан, бериллий, селен, кадмий, мышьяк, уран, хлор, сернистый ангидрид, окись углерода, бензпирен, формальдегид и др.), при содержании некоторых из них в воздухе, воде и почве, в количестве значительно превышающем ПДК, можно ожидать экологическую катастрофу в этих регионах.

Неудовлетворительное состояние экологии оказывает отрицательное воздействие и на здоровье населения.

Параллельно росту загрязнения окружающей среды и в результате последствий взрывов на Семипалатинском полигоне (1949-1990 гг.), растет заболеваемость злокачественными новообразованиями в Восточно-Казахстанской области (рис. 3).

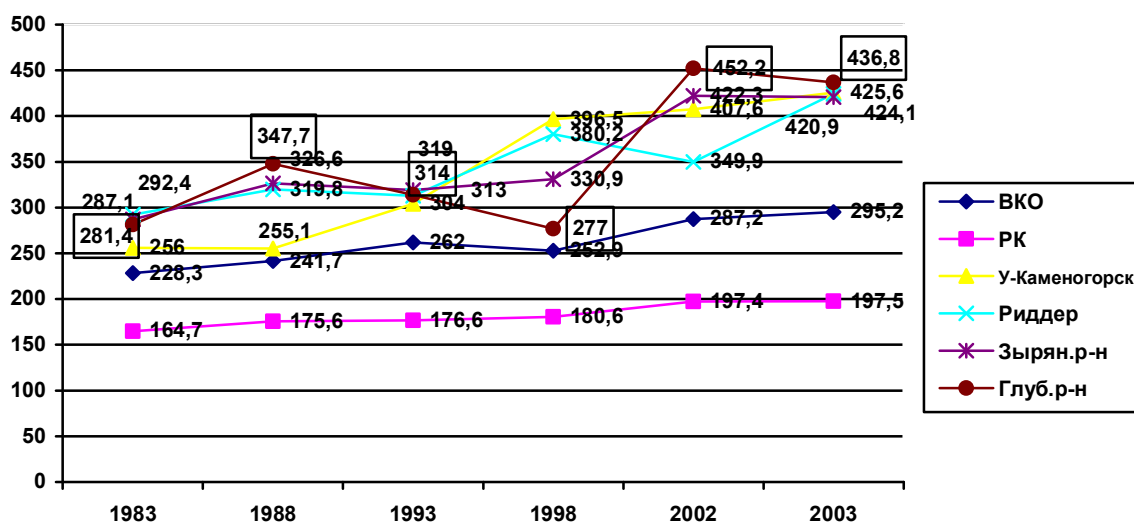


Рис. 3. Общая онкологическая заболеваемость населения ВКО за 1983-2003 гг.

Для сравнения дана онкологическая заболеваемость промышленных областей Республики Казахстан (табл. 1.).

Таблица 1. Общая онкологическая заболеваемость населения промышленных областей за 1999-2003 гг.

Области	1999	2000	2001	2002	2003
ПК	181,2	191,7	195,9	197,4	197,5
ВКО	248,6	266,0	278,0	287,2	295,2
г. Алматы	267,5	265,0	275,0	274,5	275,9
Караганд. обл.	219,4	225,4	239,6	244,2	243,1

Павлодар. обл.	224,2	233,2	246,1	256,8	263,5
Сев-Каз. обл.	218,9	233,2	244,9	275	250,4

Заболеваемость злокачественными новообразованиями в Восточном регионе составила в 2002 году 338,9; в Семипалатинском регионе - 216 на 100 тыс. населения. Онкологическая заболеваемость в промышленных городах Усть-Каменогорск, Риддер и Глубоковском, Зырянском и Шемонаихинском районах в 2,5 раз выше среднереспубликанского показателя [3].

Наибольшие уровни смертности отмечены в Глубоковском и Зырянском районах и городах Риддер, Усть-Каменогорск, что в 2 раза выше среднереспубликанского показателя (рис. 4).

В области отмечен самый высокий показатель смертности от рака легких, желудка, пищевода, прямой кишки и молочной железы [3].

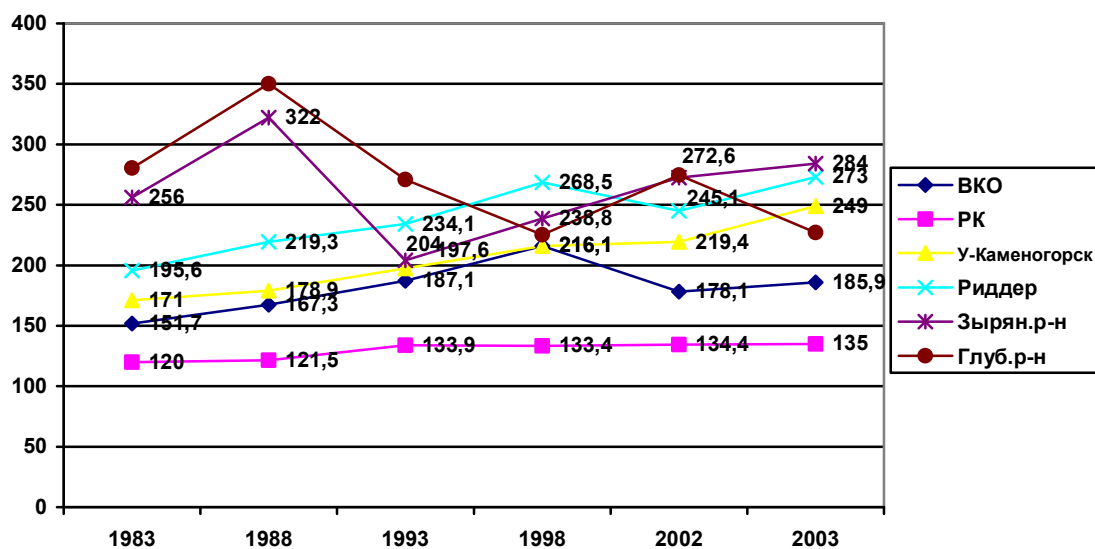


Рис. 4. Смертность от злокачественных новообразований населения ВКО за 1983-2003 гг.

По структуре заболеваемости злокачественными образованиями в Восточном регионе в 2002 году 1-6 место занимает рак кожи - 42,4; легкого - 42,1; желудка - 31,0; молочной железы - 22,7; толстого кишечника - 13,2 и пищевода - 11,8 на 100 тыс. населения, в Семипалатинском регионе - рак легкого, желудка, молочной железы, кожи, толстого кишечника и пищевода [4].

Особо актуальными становятся вопросы регулирования ответственности за ущерб, в том числе экологический ущерб, при создании в нашей стране основ правового государства при переходе к рыночным отношениям в экономике. Здесь важно найти разумные экономические рычаги, правильно соотносить выгоды и потери, доходы и расходы на компенсацию ущерба. Важной задачей является разработка вопросов нормативного разграничения допустимых и недопустимых воздействий, оценивания стоимости экологиче-

ского ущерба. Возросли показатели по исковой деятельности инспекции по сравнению с 2002 годом. В 2003 году в возмещение ущерба за загрязнение окружающей среды был предъявлен 181 иск на общую сумму 25,1 млн тенге, при этом взыскано 169 исков на сумму 19,7 млн тенге. Привлечено к административной ответственности 600 человек на общую сумму 6,9 млн тенге, взыскано 5,8 млн тенге.

В результате совместной работы с Налоговым комитетом в 2003 году в бюджет поступило платежей за загрязнение окружающей среды один миллиард двадцать пять тысяч тенге, при этом на реализацию природоохранных мероприятий выделено 281,8 млн тенге. Динамика показывает, что с увеличением сбора платежей, выделения средств на природоохранные мероприятия уменьшаются.

В 2003 году отмечался рост инвестиций на всех предприятиях области, но наибольшие средства в снижение уровня загрязнения окружающей среды вкладывает АО «Казцинк».

Таким образом, основными направлениями в ограничении вредных техногенных воздействий на биосферу являются ресурсосбережение и разработка экологически чистых или безотходных технологий. Чистоту вод можно улучшить методами биотехнологии. Радикальный путь оздоровления экологической обстановки - сокращение вредных выбросов и сбросов, увеличение безаварийности и безопасности опасных производств, переход на безотходные технологии, концентрация и надежное захоронение вредных отходов, разумное сотрудничество и международная взаимопомощь при экологических катастрофах.

В работе по оздоровлению окружающей среды, ограничению воздействий вредных веществ на биосферу важную роль играют службы контроля состояния природы, среды обитания людей, локального и регионального мониторинга окружающей среды. Эти службы, вооруженные современной измерительной техникой и приборами контроля, должны оперативно оповещать население обо всех случаях приближения параметров окружающей среды к опасному уровню.

Из вышеприведенного можно сделать следующие выводы:

1. Высокий уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями населения ВКО связан с многопрофильностью и концентрацией промышленности в Восточном регионе и последствиями наземных ядерных взрывов на Семипалатинском полигоне, непосредственно от ионизирующего излучения в 1949-1991 гг., мутационная передача потомству и снижение иммунного фона.

2. Наличие множества разнообразных источников канцерогенов в окружающей среде дает повод к переосмыслению техноонкологических проблем в пользу профилактики предопухолевых и опухолевых заболеваний. Эти понятия приблизят нас к пониманию необходимости возможного технического перевооружения ныне существующих вредных производств.

3. Для проведения аналитического эпидемиологического исследования распространения злокачественных новообразований в Восточно-Казахстанской области необходимо создание научно-исследовательской лаборатории.

1. Экология Восточного Казахстана: проблемы и решения //Справочно-информационный вестник. – Усть-Каменогорск, 1999, 2000, 2001, 2003. –87 с.
2. Экосфера //Восточно-Казахстанский информационно-аналитический ежегодник. – Усть-Каменогорск, 2004. –52 с.
3. Показатели онкологической службы Республики Казахстан // Статистические материалы. – Алматы, 1999– 2003. – 48 с.
4. Мукажанов Т.А. Заболеваемость раком некоторых локализаций в г. Усть-Каменогорске за 1978-1997 годы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Алматы, 2001. – 26 с.

Получено 04.08.05.

УДК 504.3. 054; 551. 325(574.42)

А.С. Чурсин,

ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск

М.Т. Ипалакова

ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА Г. УСТЬ-КАМЕНОГОРСКА, ПРИВОДЯЩИЕ К ТУМАНООБРАЗОВАНИЮ

Загрязнение атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах Восточно-Казахстанской области обусловлено деятельностью предприятий металлургической промышленности, теплоэнергетики и автотранспорта. Концентрация вредных веществ в промышленных центрах на два, три порядка выше, чем в чистых районах, не подверженных техногенному влиянию.

В настоящее время загрязнение природной среды достигло значительных размеров, что стало серьёзно сказываться на колебаниях климата, народном хозяйстве и здоровье населения. Многие из таких проявлений выходят далеко за пределы городских границ и вполне могут считаться крупномасштабными, т.к. отрицательно влияют на урожайность сельскохозяйственных культур, на рост и развитие растительного покрова, на качество воды в реках и водоёмах, создают помехи для авиации и судоходства.

За последние годы получен значительный материал теоретических и практических исследований [1-3], позволяющий оценить состояние загрязнения атмосферного воздуха в результате антропогенного воздействия и рассмотреть его метеорологические аспекты. Большой интерес при этом представляет Усть-Каменогорск, где наиболее чётко проявляются негативные последствия антропогенного воздействия на природную среду.

Усть-Каменогорск занимает площадь, равную 200 км², где насчитывается около 115 промышленных предприятий, 18 из которых имеют первую и вторую категорию опасности по выбросам вредных веществ в атмосферный воздух города. Исследования показали, что к основным из них относятся тяжёлые металлы, среди которых выделяются свинец, цинк, мышьяк, кадмий, бериллий, селен, концентрация которых в воздухе и количество выпадений этих элементов из атмосферы на подстилающую поверхность в районах интенсивного антропогенного воздействия в 2-3 раза превышает среднесуточную предельно

допустимую концентрацию. Кроме того, к основным веществам, загрязняющим атмосферу города, нужно отнести сернистый ангидрид и двуокись азота, фенол, формальдегид, концентрации которых в отдельные дни могут достигать 7-10 ПДК.

Значения индекса загрязнения атмосферы по пяти загрязняющим веществам (ИЗА₅) по г. Усть-Каменогорску представлены в табл. 1.

Таблица 1. Значения индекса загрязнения атмосферы в г. Усть-Каменогорске

Годы	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ИЗА ₅	14,2	13,0	9,0	8,6	13,0	14,3	14,4	17,6	17,8	16,2	15,9	8,9	7,0

Своего максимума индекс загрязнения достигал в 1991 году – 21,7 и далее постепенно снижался до 8,6 в 1995 г. Это объясняется двумя причинами: сокращением объемов производства продукции многими предприятиями города и тем, что еще по инерции ощущалось действие на окружающую среду раннее реализованных природоохранных мероприятий. В 1996 году снижение было остановлено, наметилась тенденция к стабилизации, особенно в отраслях цветной металлургии, энергетики. В 2000 году отмечается тенденция роста выбросов по отношению к 1990 г. на 71 % при росте физического объема производства в этом же году только на 56 %. В табл. 2 приведена сравнительная характеристика ИЗА₅ в некоторых городах Восточного Казахстана.

Таблица 2. Сравнительная характеристика ИЗА₅ в некоторых городах Восточного Казахстана

Города	Годы		
	1980	1990	2000
Усть-Каменогорск	43,7	21,7	17,8
Риддер	13,0	17,1	10,0
Семипалатинск	–	4,4	4,0

Средний индекс загрязнения по Республике Казахстан - около 6.

Итак, атмосфера г. Усть-Каменогорска - одна из самых загрязненных, что является важной причиной туманообразования даже при недостаточном влагонасыщении атмосферного воздуха. В 53 % случаев туманы образуются при относительной влажности ниже 85 %, 3 % туманов возникает при значениях относительной влажности 70 % и менее. Поэтому можно говорить о достаточном количестве ядер конденсации в атмосферном воздухе города, которые способствуют усилению процесса туманообразования.

Кратковременное увеличение концентрации вредных примесей в приземном слое воздуха может быть обусловлено двумя основными причинами: 1) резкое возрастание выбросов в атмосферу при аварийных ситуациях на производствах, неисправность очистных устройств, усиленные залповые выбросы; 2) неблагоприятные метеорологические условия (НМУ), которые могут вызвать одновременное повышение концентрации примеси на значительной территории города. Отсюда следует, насколько важно своевременно предупреждать о наступлении периодов опасного загрязнения атмосферы. Эффективность штормовых предупреждений определяется не только их оправдываемостью, но и результатами принятых в соответствии с ними мероприятий. Большое значение имеет за-

благовременность прогноза НМУ№. Естественно, чем она больше, тем больше возможностей предусмотреть и осуществить необходимые мероприятия по данным прогноза. Однако, принимая во внимание точность и возможности совместных методов прогноза метеорологических условий, большей частью достаточно ограничиться заблаговременностью до одних суток.

К аномальным метеорологическим условиям, при которых значительно возрастает опасность загрязнения воздуха, относятся и туманы. М.Е. Берлянд [4] отмечает, что влияние туманов на содержание примесей в воздухе носит сложный характер. При туманах нередко наблюдаются специфические условия распределения метеорологических величин, способствующие увеличению концентраций примесей у земли. Примеси частично поглощаются водяными каплями, при их растворении иногда образуются новые более вредные вещества. Ввиду сложности протекающих процессов особую важность приобретает развитие теории загрязнения атмосферы при туманах.

Эффективность прогноза загрязнения воздуха в значительной мере определяется успешностью прогноза НМУ, при которых могут достигаться наибольшие значения концентрации примеси при наименьших параметрах выброса её в атмосферу.

Как известно, распределение примесей по территории города и их перенос на большие расстояния находится в тесной взаимосвязи с рядом метеорологических величин, характеризующих состояние приземного и пограничного слоя атмосферы. При исследовании и оценке загрязнения атмосферы прослежена зависимость между повторяемостями неблагоприятных метеоусловий и числом дней с туманами (рис. 1).

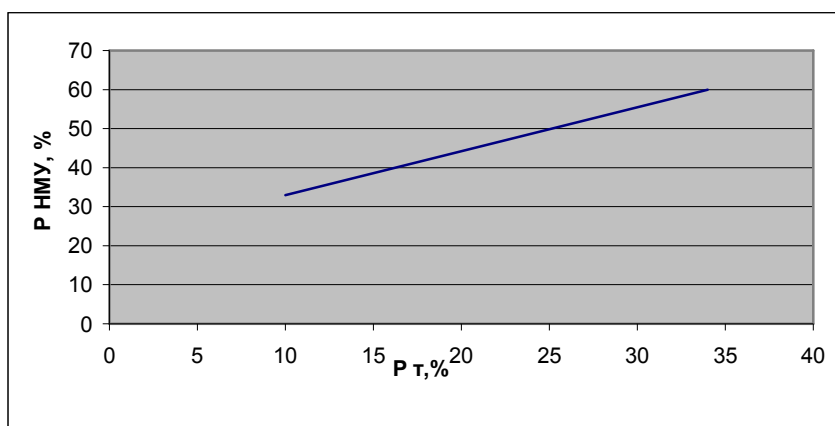


Рис.1. Зависимость между повторяемостями неблагоприятных метеорологических условий и числом дней с туманами

Согласно результатам расчетов (табл. 3), загрязнение атмосферы в Усть-Каменогорске за рассмотренный период значительно превышает ассимилирующий потенциал окружающей среды (АПОС).

С.В. Макар [5] под ассимилирующим потенциалом понимает способность окружающего атмосферного воздуха воспринимать различные антропогенные воздействия (в том числе вредные примеси) в определенных масштабах без изменения своих основных свойств в неопределённо длительной перспективе.

Для характеристики состояния загрязнения атмосферы города нами использован коэффициент загрязнения K_i , рассчитанный для каждого вещества отдельно по формуле

$$K_i = \frac{q_i}{q_{ПДВ}}$$

где q_i – средняя концентрация i -го вещества за рассматриваемый период;

$q_{ПДВ}$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества с учётом фона в городе.

Ассимиляционная способность атмосферного воздуха представляет собой специфический природный ресурс. Учитывая масштабы воздействия промышленных предприятий города на атмосферный воздух, возникает вопрос об ограниченности и дефицитности ассимилирующего потенциала окружающей среды. Данная проблема очень остро ощущается в городе Усть-Каменогорске. Динамика изменения выбросов в атмосферу представлена в табл. 3, где достаточно чётко выражена тенденция снижения и стабилизации выбросов вредных веществ в 1993-1997 гг., а с 1998 года отмечается рост коэффициента загрязнения. Значительная доля загрязняющего вещества приходится на диоксид серы (60 %) и на взвешенные вещества (17 %). Более детальный анализ показывает, что в целом по городу загрязнение воздушного бассейна имеет тенденцию к росту, опережая при этом рост физического объема производства на 15 %.

Таблица 3. Изменение коэффициента загрязнения атмосферы K_i в Усть-Каменогорске по годам

Загрязняющее вещество	Годы															
	1974	1975	1980	1985	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2002	2004	
Пыль	4,6	3,3	2,0	1,3	1,3	1,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,3	1,3	1,3	1,3	
Диоксид серы (SO ₂)	4,2	5,2	11,4	3,8	1,8	2,5	2,5	2,7	2,6	3,2	4,7	4,5	3,6	3,4	2,8	
Диоксид азота (NO ₂)	1,2	1,5	2,8	1,5	1,5	2,0	2,0	1,5	1,5	2,0	2,2	2,0	2,0	2,0	2,8	
Свинец Pb)	16,7	20	8,0	7,3	1,0	1,0	1,0	0,7	1,5	1,5	-	-	1,5	1,5	1,1	
Фенол	-	-	-	-	-	1,3	2,0	1,0	1,3	1,0	2,3	2,3	3,3	4,6	2,7	
Формальдегид	-	-	-	-	5,7	7,3	4,0	2,3	2,6	1,0	2,6	2,3	3,7	2,7	2,3	

Характеризуя распределение полей концентрации загрязняющих веществ по территории города, следует отметить, что посты наблюдений за загрязнением атмосферы (ПНЗ) рассредоточены по территории города более или менее равномерно и охватывают районы наиболее интенсивного антропогенного влияния на атмосферный воздух.

Делая выводы из вышеизложенного, следует отметить, что атмосферный воздух испытывает наиболее интенсивное антропогенное воздействие. Поэтому более детальное исследование его состояния представляет большой интерес как с научной, так и с практической точек зрения.

Важно оценить распределение метеорологических показателей, влияющих на загрязнение атмосферы, и воздействие загрязнения атмосферного воздуха на повторяемость и интенсивность метеорологических явлений, в частности на туманообразование.

Рассмотрим влияние метеорологических факторов на уровень загрязнения атмосферного воздуха. Как известно, распределение примесей по территории города и их перенос на большие расстояния находится в тесной взаимосвязи с рядом метеорологических ве-

личин, характеризующих состояние приземного и пограничного слоя атмосферы. Для того чтобы обеспечить научно обоснованное управление качеством воздуха, необходима информация о выбросах вредных веществ, об уровнях загрязнения и их изменении в течение длительного периода, а также о метеорологических условиях распределения примесей в атмосфере. Совместное рассмотрение этих сведений позволяет установить правильный диагноз состояния загрязнения воздушного бассейна и прогнозировать его на более длительный период. При постоянном режиме выбросов вредных веществ колебания уровня загрязнения происходят под влиянием условий переноса и рассеивания примесей в атмосфере.

Повышение концентраций примесей в конкретном районе зависит от определённых сочетаний метеорологических параметров. Чем точнее установлено это сочетание, тем с большей надёжностью будут осуществляться предупреждения о возможном накоплении примесей в атмосферном воздухе.

Сочетание метеорологических параметров, определяющих возможный при заданных выбросах уровень загрязнения атмосферы, называют потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА) [6, 7].

Различают метеорологический и климатический ПЗА. Метеорологический ПЗА включает сочетание наблюдаемых (или ожидаемых) метеорологических параметров в определённый период (час, сутки) и используется при прогнозировании возможных изменений уровня загрязнения на короткие временные интервалы. Климатический ПЗА включает многолетние климатические характеристики. Поэтому он позволяет оценить ожидаемый в данном физико-географическом районе (при заданных выбросах) средний уровень загрязнения. Поскольку формирование уровня загрязнения атмосферы связано с условиями вертикального и горизонтального переноса и рассеивания примесей, то ПЗА может быть представлен в различных сочетаниях метеорологических параметров, определяющих эти условия.

Таблица 4. *Повторяемость некоторых метеорологических показателей, влияющих на загрязнение атмосферы Усть-Каменогорска*

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °С	-18,8	-17,8	-9,8	10,7	15,9	19,4	20,5	18,6	13,6	6,4	-7,7	-14,8
Относительная влажность, %	73	73	81	62	58	50	55	59	50	62	76	85
Средняя скорость ветра, м/с	4,3	2,7	2,3	2,3	1,9	1,5	1,7	1,7	1,9	1,0	2,6	2,6
Повторяемость, %: штилей	39	47	49	48	42	34	35	45	53	73	39	46
Число дней с туманом	10	8	8	4	0,6	0,7	1	2	4	4	8	12
Число дней с осадками	15	11	13	5	8	7	7	10	2	3	14	20

Связь между уровнем загрязнения воздуха и метеорологическими условиями очень сложна. Поэтому при исследовании причин формирования повышенного уровня загрязнения атмосферы используют не отдельные метеорологические характеристики, а комплексные параметры, соответствующие определённой ситуации.

Анализ табл. 4 показывает, что в городе часто наблюдаются осадки, способствующие вымыванию примесей из атмосферы, но этого недостаточно. Преобладающими и способствующими усилению загрязнения города метеорологическими показателями являются большая повторяемость туманов и штилей. Так, например, в холодный период (X-III) на-

блюдаются повышенное содержание сернистого ангидрида и наибольшее число дней с туманом.

Вследствие того, что метеорологические параметры, способствующие загрязнению атмосферного воздуха, во многом определяются атмосферными процессами, имеющими крупномасштабный характер, всё чаще делается попытка найти связь между загрязнением атмосферы и синоптическими ситуациями.

Наряду с ветром, важнейшей характеристикой, определяющей условия распространения примесей, является вертикальное распределение температуры воздуха. Наличие слоёв температурных инверсий препятствует вертикальному перемешиванию воздуха. При этом ограничивается объём воздуха, в который поступают примеси, содержащиеся в различных выбросах, и загрязнение усиливается. Инверсии могут начинаться непосредственно у подстилающей поверхности (приземные инверсии) или с некоторой высоты (приподнятые инверсии) [8]. Изучение данного метеорологического аспекта практически не проводилось, так как на территории Восточного Казахстана нет ни одного пункта ветрового и температурного зондирования атмосферы, что негативно сказывается на изучении многих климатических характеристик региона.

Уровень загрязнения воздуха зависит также от наличия различных метеорологических явлений. Наиболее существенно влияние туманов и осадков.

При образовании туманов увеличивается опасность загрязнения воздуха. Влияние туманов на концентрацию и распределение примесей в воздухе весьма сложно. При туманах происходит качественное изменение состава примесей. Растворение в каплях тумана наиболее распространённого загрязнителя воздуха - сернистого газа - приводит к образованию аэрозоля сернистой кислоты и к частичному окислению его в более токсичную серную кислоту.

Высокие уровни загрязнения сернистым ангидридом характерны для Усть-Каменогорска. Средние годовые концентрации достигают 4-5 среднесуточных ПДК (рис. 2). Наиболее высокие уровни загрязнения формируются при сочетании штилевых условий с туманами и инверсиями. Такое сочетание очень типично для города. 85 % туманов наблюдается при штиле и 15 % - при скорости ветра до 1-3 м/с.

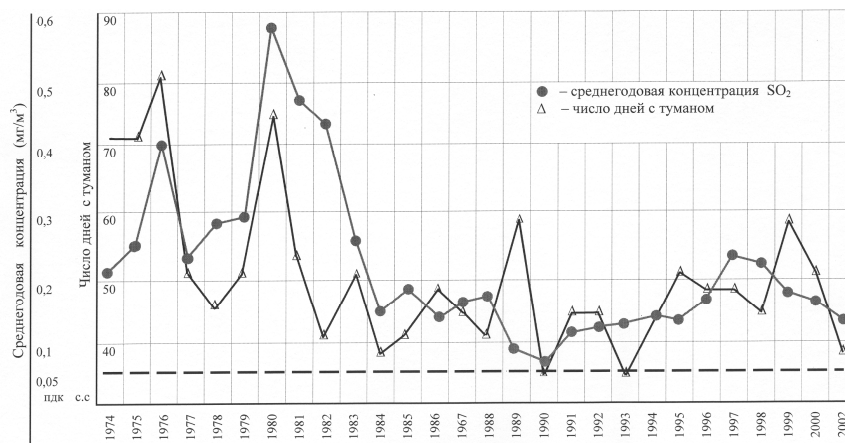


Рис. 2. Число дней с туманом и среднегодовая концентрация сернистого ангидрида в г. Усть-Каменогорске

На рис. 2 представлена динамика числа дней с туманом и загрязнение атмосферного

воздуха сернистым ангидридом в г. Усть-Каменогорске за период с 1974 по 2001 год. Анализ данных показывает очень тесную связь, коэффициент корреляции равен 0,95.

Появление в каплях тумана аэрозоля серной кислоты, обладающей большей токсичностью, чем сернистый ангидрид, характерно для туманов, наблюдающихся в Усть-Каменогорске.

Определённую роль в загрязнении приземного слоя воздуха может играть оседание крупных капель тумана, при котором растворённая примесь из вышележащих и часто очень загрязнённых слоёв переносится к подстилающей поверхности. Происходит явление, напоминающее кислотный дождь.

Список литературы

1. Гельмут Е. Ландсберг. Климат города. -Л.: Гидрометеоиздат, 1983. -С. 248.
2. Антропогенные изменения климата /Под ред. М.И. Будыко, Ю.А. Израэля. - Гидрометеоиздат, 1987. -С. 406.
3. Сонькин Л.Р., Ивлева Т.П. Вопросы прогнозирования загрязнения воздуха в городе отдельными примесями. - Тр. ГГО. -Вып. 450. -1982. -С. 89 - 96.
4. Верлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. -Л.: Гидрометеоиздат, 1985. -С. 272.
5. Макар С.В. Основы экономики и природопользования. -М., 1998. -С. 192.
6. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1970. -С. 184.
7. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. -С. 245.
8. Климат Ленинграда/ Под ред. Ц.А. Швер. - Л.: Гидрометеоиздат, 1982. -С. 252.

Получено 11.08.05
