

Состояние сосновых древостоев зелёной зоны г. Сатки, подверженных аэротехногенным выбросам магнезитового производства

К.Е. Завьялов, к.с.-х.н., ФГБУН Ботанический сад УрО РАН

Изменения в росте и состоянии деревьев и формируемых ими древостоев в промышленно

развитых районах принимают всё более угрожающий характер. Под воздействием аэротехногенного загрязнения существенно изменяется состояние древесного яруса насаждений. Степень повреж-

дения крон деревьев (дефолиация) – важнейший диагностический признак снижения устойчивости древостоев под воздействием аэротехногенного загрязнения, нашедший широкое применение [1].

Состояние насаждений отражает структура их древостоев, в частности распределение деревьев по категориям состояния (классам повреждения) [2]. По мнению А.С. Алексева, степень повреждения крон деревьев является основой многих методов оценки состояния деревьев и древостоев [1]. Цель наших исследований – изучение влияния аэротехногенных выбросов магнезитового производства на рост и состояние естественных сосновых древостоев зелёной зоны в условиях хронического загрязнения.

Объекты и методы исследования. Саткинский район, где было проведено исследование по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова, расположен в Уральской горной области и относится к Юрюзанско-Верхнеайскому округу Южно-Уральской провинции горных южнотаёжных и смешанных лесов [3]. Это соответствует лесорастительной подзоне горных южнотаёжных и смешанных лесов лесной зоны.

Объектами исследования были сосновые древостои вокруг г. Сатки. Спецификой промышленного центра является расположение лесов в зоне влияния комбината «Магнезит», в составе аэротехногенных отходов которого основным компонентом является магнезитовая пыль, состоящая в основном из окиси магния. Окись магния хорошо гидратируется, образуя при соединении с водой слабую щёлочь $Mg(OH)_2$ [4]. На частицах пыли адсорбируются и конденсируются пары щелочей, серный ангидрид и фтор, содержащиеся в дымовых газах, образуя простые и сложные сульфаты щелочных и щёлочно-земельных металлов и фторид магния [5].

Пробные площади (ПП) закладывали по общепринятой методике [6]. Визуальную оценку степени

аэротехногенного повреждения древостоев проводили с использованием общепринятой методики [7]. Для каждого учётного дерева определяли дефолиацию кроны и категорию состояния. По категориям состояния деревьев рассчитывали индекс повреждения древостоя [8].

Результаты исследования. Изучение степени загрязнения снега на ПП показало, что наиболее загрязнена ПП № 4 (табл. 1). Масса взвешенного вещества на этом участке составляла $4,38 \text{ г/м}^2$, а масса сухого остатка – $17,46 \text{ г/м}^2$. Масса этих веществ уменьшается при удалении от источника выбросов. Снег в зоне загрязнения имел щелочную реакцию вследствие накопления пыли, обладающей высокой щелочной реакцией ($pH=10$).

По мере приближения к источнику выбросов pH снеговой воды достигала 9,4 (ПП № 4). Анализ содержания элементов в снеговой воде показывает увеличение макроэлементов, железа, меди, никеля, цинка, кадмия по мере приближения к источнику выбросов (табл. 2).

Наибольшее содержание элемента в снеговой воде принадлежало магнию, так как основным элементом выбросов являются его соединения. Следовательно, установлено, что по мере приближения к источнику выбросов степень загрязнения увеличивается.

В 2004 г. нами были проведены исследования состояния сосновых древостоев в зоне действия выбросов комбината «Магнезит». Тип леса на ПП – сосняк ягодниковый. Пробными площадями охвачены насаждения II–III классов бонитета. Сосновые насаждения на ПП относятся к 4-му классу возраста.

В ходе обследования пробных площадей было установлено снижение показателей роста по мере приближения к источнику выбросов. Анализ диаметра и высоты сосны показал, что сосны с самым

1. Химический состав снеговой воды в районе г. Сатки 2005 г. ($X \pm S_x$)

№ ПП/ расстояние от источника выбросов, км	pH	Масса взвешенного вещества		Масса сухого остатка	
		г/л	г/м ²	г/л	г/м ²
4/6,0	9,4±0,04	0,037±0,005	4,38±0,42	0,143±0,01	17,46±1,22
1/7,6	8,3±0,18	0,015±0,005	1,20±0,40	0,072±0,02	5,45±1,78
3/8,0	8,2±0,31	0,043±0,003	3,64±0,21	0,083±0,01	7,11±1,10
2/9,3	7,8±0,08	0,028±0,003	1,69±0,17	0,120±0,03	7,26±1,56

2. Содержание химических элементов в снеговой воде, мг/м² ($X \pm S_x$)

Элемент	№ ПП/расстояние от источника выбросов, км			
	4/6,0	1/7,6	3/8,0	2/9,3
K	135,99±32,38	52,60±5,37	93,84±24,98	51,58±8,93
Na	212,67±21,40	116,27±6,92	260,09±41,17	163,71±11,81
Mg	3011,11±119,58	1313,52±190,94	669,56±58,54	422,49±8,09
Ca	244,22±22,95	142,39±12,38	232,99±43,71	91,29±11,80
Fe	3,74±0,14	1,62±0,09	1,98±0,15	1,69±0,07
Mn	0,57±0,02	0,29±0,02	0,65±0,05	0,61±0,02
Cu	0,31±0,01	0,27±0,01	0,36±0,03	0,19±0,01
Ni	0,39±0,01	0,13±0,01	0,15±0,01	0,28±0,01
Zn	0,40±0,01	0,25±0,01	0,61±0,05	0,29±0,01
Cd	0,04±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001	0,01±0,0001

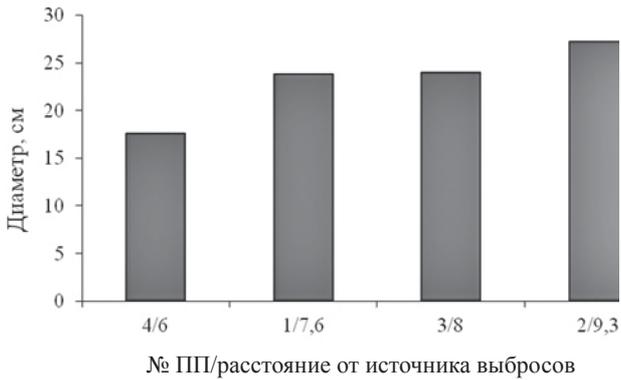


Рис. 1 – Средний диаметр сосны на ПП в условиях магнетитового загрязнения

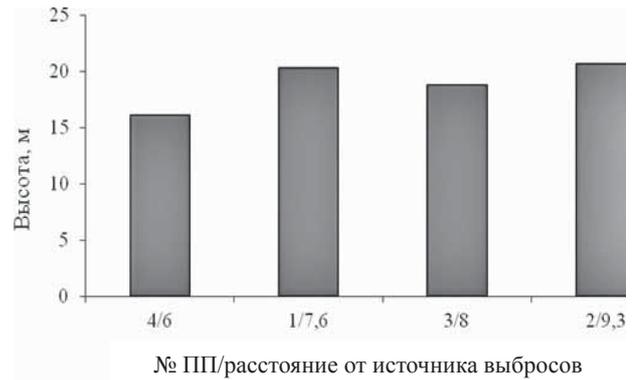


Рис. 2 – Средняя высота сосны на ПП в условиях магнетитового загрязнения

3. Изменение показателей жизненного состояния древостоев в зоне загрязнения

№ ПП/расстояние от источника выбросов	Средний индекс повреждения	Дефолиация, %	Категория состояния					Категория состояния древостоев
			1	2	3	4	5	
4/6,0	2,52	37	1	60	1	15	16	слабоповреждённые
1/7,6	2,23	31	1	66	14	3	—	слабоповреждённые
3/8,0	2,25	25	—	80	15	5	—	слабоповреждённые
2/9,3	2,17	25	—	72	8	2	1	слабоповреждённые

низким средним диаметром и высотой расположены на ПП 4, наиболее приближённой к источнику выбросов. На других ПП диаметр и высота сосны варьировали незначительно (рис. 1, 2). Класс бонитета сосны на всех ПП 2-й. Исключение составлял древостой на ПП № 4, класс бонитета которого был несколько ниже относительно других.

По данным оценки состояния древостоя установлено, что наиболее ослаблены были древостои, приближённые к источнику выбросов (табл. 3). С увеличением степени загрязнения возрастал средний индекс повреждения древостоя и величина средней дефолиации. На расстоянии 6 км от источника выбросов средний индекс повреждения древостоя увеличивался до 2,5, а дефолиация – до 37%.

На пробных площадях, подверженных аэротехногенным выбросам, был проведён анализ структуры древостоев по классам повреждения (табл. 3). Установлено изменение распределения деревьев по классам повреждения. Количество здоровых деревьев на ПП составляло 1% или они совсем отсутствовали. На всех ПП преобладали ослабленные деревья. По мере приближения к источнику выбросов количество ослабленных деревьев уменьшалось, а количество усыхающих увеличивалось с 2 до 15%. На наиболее приближённой ПП к источнику выбросов присутствовало 15% свежего сухостоя, тогда как на других пробах он отсутствовал. Уменьшение количества ослабленных деревьев и увеличение количества усыхающих с увеличением степени загрязнения ведёт соответственно к возрастанию среднего индекса повреждения древостоя и величины средней дефолиации. Древостои на всех ПП относились к категории слабоповреждённых.

Вывод. Исследование снеговой воды показало наличие аэротехногенного загрязнения в зелёной

зоне г. Сатки и увеличение его по мере приближения к комбинату «Магnezит». Сосновые насаждения, образующие зелёную зону г. Сатки, подвержены негативному влиянию данного загрязнения. Наблюдается замедление роста и ухудшение жизненного состояния сосновых древостоев, включающее уменьшение средней высоты и диаметра, увеличение величины средней дефолиации и среднего индекса повреждения древостоя по мере приближения к источнику выбросов. Сосновые древостои зелёной зоны г. Сатки относятся к категории слабоповреждённых. С увеличением уровня аэротехногенного загрязнения наблюдается смещение в распределении деревьев по классам повреждения в сторону снижения доли здоровых и ослабленных при нарастании доли сильноповреждённых и усыхающих деревьев.

Литература

- Алексеев А.С. Радиальный прирост деревьев и древостоев в условиях атмосферного загрязнения // Лесоведение. 1993. № 4. С. 66–69.
- Цветков В.Ф., Цветков И.В. Лес в условиях аэротехногенного загрязнения. Архангельск: ОГУП «Соломбальская типография», 2003. 354 с.
- Колесников Б.П. Леса Челябинской области // Леса СССР. М., 1969. Т. 4. С. 125–157.
- Носырев В.И. Вредное воздействие магнетитовой пыли на древесную растительность // Лесное хозяйство. 1962. № 1. С. 18–21.
- Симонов К.В., Бочаров Л.Д., Устьянцев В.М. Об образовании и отложении в электрофильтрах сульфатов щелочных и щелочноземельных металлов и фторида магния при обжиге магнетита во вращающихся печах // Огнеупоры. 1979. № 4. С. 22–27.
- ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки. М.: ЦБНТИлесхоз, 1983. 31 с.
- Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М., 2006. 16 с.
- Меншиков С.Л. Методические аспекты оценки ущерба лесов, поврежденных промышленными выбросами на среднем Урале // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. Вып. 21. С. 243–251.