

Результаты исследований представлены на рис. 2. Как видно из рис. 2, при увеличении дозы $K_4[Fe(CN)_6]$ степень очистки воды снижается. При концентрации ферроцианида калия 15 мг/дм^3 происходит образование зелей ферроцианидов и Cu^{2+} переходит в раствор. На основе лабораторных исследований были найдены оптимальные соотношения реагентов фероцианид калия: полиэлектролит. Эффективность извлечения ионов меди возрастает при соотношении фероцианид: полиэлектролит 5:3; 5:5; 7:5. Максимальная степень очистки составила 98%. В целом флокуляция обеспечивает повышение степени извлечения ионов меди на 10 - 30%.

Таким образом, на основе лабораторных исследований химических взаимодействий в системе «ион меди - фероцианид - флокулянт» установлена возможность использования метода комплексобразования / флокуляции для очистки вод, загрязненных ионами меди. Для этого были определены оптимальные условия применения метода комплексобразования / флокуляции для очистки сточных вод от ионов Cu (II). Установлено, что при соблюдении оптимальных условий проведения процесса степень очистки достигает 98%.

Литература

1. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера, Л.Д. Тока. - М.: Машиностроение, 1985. - Т 2. 1985. - 248 с.
2. Трохименко Г.Г. Захист водойм від забруднення іонами міді при скиді промислових стічних вод / Г.Г. Трохименко, І.М. Трус, М.Д. Гомеля // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. - 2016. - № 26. - С. 138-147.
3. Сидоренко І.С., Мельниченко Є.В., Трус І.М., Гомеля М.Д. Очищення стічних вод від іонів міді // X Всеукраїнська студентська науково-технічна конференція "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання"(25-26 квітня 2017 р.). - Тернопіль. - 2017. - С. 222.
4. Сидоренко І.С., Трус І.М., Мельниченко Є.В., Гомеля М.Д., Терещенко О.М. Вплив рН на процес вилучення іонів міді з водних розчинів // VIII Міжнародна науково-технічна конференція «Хімія та сучасні технології» (26-28 квітня 2017 р.). - м. Дніпро. - 2017. - С. 27-28.
5. Сидоренко І.С., Трус І.М., Мельниченко Є.В., Гомеля М.Д., Терещенко О.М. Видалення міді з води методом флокуляції // Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції „АВІА-2015” (19-21 квітня 2017 року). - м. Київ. - 2017. - С. 27.104-27.106
6. Коган Б.И. Современные методы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Коган Б.И. - М: Цветметинформация, 1975 - 38 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Лурье Ю.Ю. - [5-е изд.] - М.: Химия, 1979. - 480 с.
8. Химия ферроцианидов / [Тананаев И.В., Сейфер Г.Б., Харитонов Ю.А. и др.] - М.: Наука, 1961. - 320 с.

ОПЫТНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Е.М. Турсуналиева

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, доцент Д.В. Юсупов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ртуть и её соединения в настоящее время являются одними из самых опасных загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. Это связано с рядом её токсикологических и геохимических свойств: вредным воздействием на живые организмы, высокой подвижностью в компонентах природной среды [5].

Род тополь повсеместно используется в озеленительных насаждениях в жилых и промышленных зонах городов умеренного пояса. Листья тополя - эффективный природный фильтр приземного атмосферного воздуха. Благодаря большой площади листовой поверхности, особому морфологическому и анатомическому строению, листья тополя являются сезонным планшетом накопителем макро- и микроэлементов, газообразных и взвешенных атмосферных выпадений, могут являться объектом исследования в биогеохимическом мониторинге окружающей среды на урбанизированных территориях [3-4].

В этой работе рассмотрен ряд опытно-методических и экспериментальных исследований, направленных на изучение содержания ртути в листе тополя, как биогеохимическом индикаторе ртутного загрязнения в городах: 1) установление основного пути поглощения ртути листьями из внешней среды (наземно-воздушной или почвы); 2) изменение концентрации ртути в листьях в зависимости от сезона года; 3) влияние условий подготовки проб (промывание водой) к анализу на содержание ртути в листьях; 4) определение видовой специфичности листьев тополя к аккумуляции ртути; 5) выявление характера распределения ртути по высоте кроны дерева вблизи промышленного источника выбросов ртути в атмосферу.

С целью оценки относительного вклада корневого и атмосферного пути поглощения ртути листьями тополя группа ученых из Франции провела модельный эксперимент [6]. Черенки тополя высаживали в загрязнённый ртутью и чистый субстрат. Так же, черенки тополя были посажены в чистый субстрат, но помещены в закрытую камеру с загрязненным парами ртути воздухом. Эксперимент длился 45 дней. В результате опыта доказано, что ртуть аккумулируется в листьях тополя исключительно из атмосферного воздуха.

В.П. Зволинский и др. [2] установили существенные отличия в концентрации ртути в листьях тополя черного (*Populus nigra L.*), отобранных весной и осенью. Исследования проведены на территории г. Астрахани. Максимальная концентрация ртути наблюдалась осенью и была сосредоточена в периферийной части у верхушки листовой пластины, а минимальная - весной, у основания листа (черешка).

В эксперименте Ю.Э. Аксеновой [1] участвовали мытые и невымытые листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*), отобранные на 11 оживленных перекрестках г. Томска. Пробы делили на две части: одну часть отобранного материала без обработки водой сушили при комнатной температуре, а другую часть отмывали в проточной, затем дистиллированной воде, отжимали и сушили при таких же условиях. После высушивания обе части проб анализировали на ртуть. Разница в результатах анализа ртути между мытыми и невымытыми пробами составила в среднем 10%, что указывает на её аккумуляцию в основном внутри листьев.

Нами проведено несколько натуральных экспериментов по оценке содержания ртути в листьях тополя. Анализ содержания ртути проводился атомно-абсорбционным методом на анализаторе «РА-915+» с приставкой «ПИРО-915+». Для построения и контроля стабильности градуированных характеристик при определении массовой доли ртути в сухой массе листьев тополя на данной установке использовали стандартный образец состава листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007). Ошибка определения содержания ртути не превысила 10%.

Один из экспериментов демонстрирует динамику ежемесячного изменения концентрации ртути в листьях тополя черного. Пробы отобраны 20 числа каждого месяца с июня по октябрь в 2016 г. с одного дерева на нижней террасе Лагерного сада в г. Томске. Наибольшее накопление ртути в листьях тополя наблюдалось в сентябре до наступления фазы окрашивания листьев, затем содержание ртути резко падало. В октябре, в период листопада содержание ртути в желтых и пожелавших листьях относительно сентября снизилось на 40% (рис. 1, А).

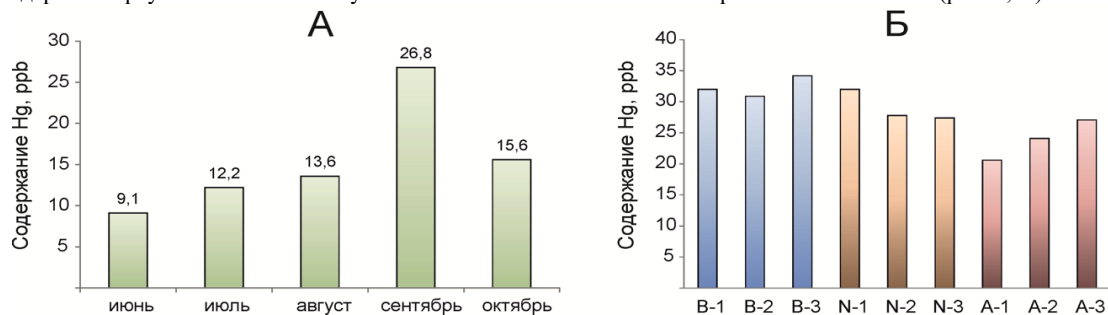


Рис.1 Содержание ртути в сухой массе листьев тополя черного по месяцам на территории Лагерного сада (А) и различных видов тополя (Б): В - бальзамического, N - черного, А - белого (1, 2, 3 - повторности одновременного отбора проб с трех рядом стоящих деревьев каждого вида) на территории Университетской рощи в г. Томске

Задача другого эксперимента заключалась в решении вопроса - допустимо ли использовать пробы листьев разных видов тополя при одновременном отборе для анализа ртути. В августе 2016 г. в Университетской роще ТГУ отобраны листья трех видов тополя: бальзамического (*P. balsamifera L.*), черного (*P. nigra L.*) и белого (*P. alba L.*), произрастающих на близком расстоянии друг от друга. Образцы листьев тополя первых двух видов отобраны с нижних веток на высоте 1,5 - 2 м от земли. Листья с тополя белого отбирали с помощью телескопического секатора на высоте около 3 - 4 метров над землей, так как ниже ветви на дереве отсутствовали. Все образцы отобраны в один день в трех повторностях с близко стоящих деревьев каждого вида. На рисунке 1, Б представлены результаты этого эксперимента. Содержание ртути в листьях тополя бальзамического и черного находится примерно на одном уровне с разницей в пределах аналитической ошибки, тогда как в листьях тополя белого оно в среднем в 1,3 раза ниже. Исходя из результатов выше описанного эксперимента, можно сделать вывод о том, что использование разных видов тополя при единовременном опробовании на ртуть допустимо без введения поправочных коэффициентов, но при обязательном соблюдении равных условий пробоотбора.

В сентябре 2017 г. на территории Калининского района г. Новосибирска проведен эксперимент с целью выявления характера распределения содержания Hg в листьях тополя по высоте кроны дерева, произрастающего в эпицентре биогеохимического ореола ртути, выявленного нами ранее в зоне влияния Новосибирского завода химконцентратов [3-4]. Образцы листьев отобраны на высоте 2 - 15 метров с интервалом отбора 1 м с помощью автовышки с западной и восточной стороны кроны отдельно стоящего тополя по адресу ул. Объединения, д. 102. Всего отобрано 28 образцов (по 14 с каждой стороны). Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

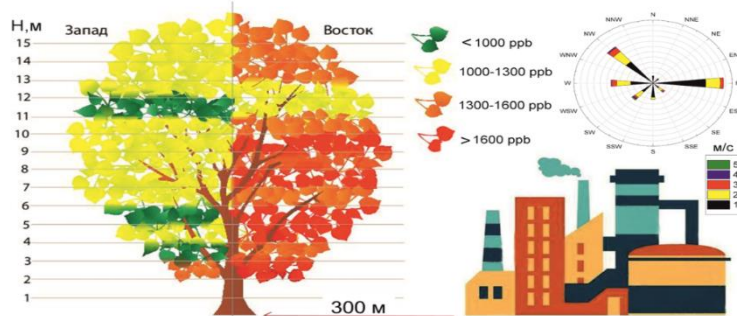


Рис. 2 Распределение концентрации ртути в листьях по высоте кроны тополя бальзамического вблизи Новосибирского завода химконцентратов. Сверху справа - летняя роза ветров (2017)

На рисунке 2 хорошо видна разница в содержании ртути в листьях тополя по латерали кроны. С восточной (навстречной) стороны концентрация Hg в листьях в среднем в 1,5 раза выше, чем с западной. Четкой зависимости по вертикали кроны не выявлено. Однако важно отметить, что содержание ртути в листьях на самом нижнем уровне 2 - 3 м с обеих сторон приблизительно одинаково высоко. Таким образом, учет стороны кроны при отборе образцов листьев с отдельно стоящих деревьев существенно не влияет на содержание ртути в пробе.

Проведенный обзор литературных и собственных данных, полученных опытным и экспериментальным путём, представляется нам исключительно важным для анализа ртути в листьях тополя на этапах отбора образцов, пробоподготовки и интерпретации результатов исследования.

Литература

1. Аксёнова Ю.Э. Оценка влияния автотранспорта на состояние атмосферного воздуха методом биогеохимической индикации // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXI Международного симпозиума студ., аспирантов и молодых ученых. - Томск: Изд-во ТПУ, 2017. - Т. 1. - С. 684 - 686.
2. Зволинский В.П., Андрианов В.А., Ермакова Л.И., Булаткина Е.Г. Процесс загрязнения общей ртутью кроны деревьев и оценка её сезонного накопления на условно-чистой и урбанизированной территориях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование, 2015. - № 3. - С. 26 - 29.
3. Турсуналиева Е.М. Наблюдение за содержанием ртути в листьях тополя бальзамического в зоне влияния Новосибирского завода химконцентратов // Экология России и сопредельных территорий: Материалы XXII Международной экологической студенческой конференции. - Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. - С. 32.
4. Юсупов Д.В., Ляпина Е.Е., Турсуналиева Е.М., Осипова В.В. Ртуть в листьях тополя на территории Калининской промышленной зоны г. Новосибирска // Экологические проблемы региона и пути их решения: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-BOOM». - Омск: Литера, 2016. - С. 403 - 408.
5. Янин Е.П. Ртуть в окружающей среде промышленного города. - М.: ИМГРЭ, 1992. - 167 с.
6. Assad M., Parelle J., Cazaux D., Gimbert F., Chalot M., Tatin-Froux F. Mercury uptake into poplar leaves // Chemosphere, 2016. - № 146. - pp. 1-7.

АНТРОПОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ

М.С. Федорский, И.А. Шаврин

Научный руководитель - к.г.-м.н., доцент А.П. Гусев

УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь»

Геологические процессы - это важный фактор, влияющий на жизнедеятельность людей, на состояние окружающей среды, на биосферу в целом. Технический прогресс приводит к постоянному усложнению технических систем, росту их энергонасыщенности и соответственно увеличению возможного ущерба при авариях, вызванных геологическими процессами [1,2,3].

По опасности последствий и величине ущерба геологические процессы делят на три группы: 1) катастрофические; 2) опасные; 3) неблагоприятные. **Катастрофические геологические процессы** - это процессы, которые вызывают разрушение природно-технических систем, представляют непосредственную угрозу для жизни человека. **Опасные геологические процессы** - это процессы, которые нарушают нормальное функционирование природно-технических систем, могут вызывать их аварии, которые в свою очередь, негативно влияют на человека. **Неблагоприятные геологические процессы** - это процессы, которые не представляют непосредственной угрозы для жизни и здоровья человека, но осложняют функционированием природно-технических систем. При этом геологические процессы могут быть как природными, так и техногенными или антропогенными [1,2]. Под последним понимают геологические процессы, прямо или косвенно связанные с деятельностью человека. Техногенные геологические процессы по отношению к данной природно-технической системе (ПТС) могут быть внешними и внутренними. Последние возникают в зоне влияния этой ПТС и прямо или косвенно обусловлены ее функционированием. Опасность конкретного геологического процесса обусловлена его экологическими последствиями [2]. Типичными экологическими последствиями этих процессов могут быть: загрязнение воздушного бассейна; загрязнение поверхностных вод; нарушение (разрушение) почвенного покрова; снижение плодородия почв; нарушение растительного покрова; повреждение транспортных коммуникаций, трубопроводов; аварии газо- и нефтепроводов, вызывающие загрязнение окружающей среды; аварии хранилищ токсичных веществ, вызывающие загрязнение окружающей среды; нарушение устойчивости фундаментов зданий и сооружений; повреждение зданий и сооружений; ухудшение санитарно-гигиенических условий в помещениях; ухудшение качества окружающей среды; нанесение вреда здоровью человеческого населения.

Для каждого типа природно-технических систем характерен определенный набор геологических процессов, которые способны вызвать их аварии: трубопроводные ПТС - карст, термокарст, суффозия; автотранспортные ПТС - оползни, карст, суффозия; гидротехнические ПТС - землетрясения и т.д. В качестве примера рассмотрим геологические процессы, фиксирующиеся в пределах городской ПТС (жилая застройка на техногенных грунтах, 3-5 м мощностью).

В качестве примера рассмотрим геологические процессы, фиксирующиеся в пределах городской ПТС (жилая застройка на техногенных грунтах, 3-5 м мощностью). Объект исследований - массив техногенных грунтов «Мельников Луг» в пойме реки Сож, созданный в целях городского строительства в 1980-1990-х гг. В