УДК 551.646.791.7:574

А.В.КУРШЕВА, И.В.ЛИТВИНЕНКО
Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана, Санкт-Петербург, Россия

УГЛЕВОДОРОДНЫЙ МОНИТОРИНГ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЧОРСКОЙ ГУБЫ
(оценка последствий Усинского нефтяного разлива)

При оценке последствий Усинского нефтяного разлива установлено, что в пробах донных отложений, отобранных после аварии, увеличено содержание компонентов поверхностно-активных углеводородов, имеющих техногенное происхождение, но аномально высоких их концентраций не обнаружено. В целом антропогенное воздействие фиксируется на уровне молекулярных маркеров и катастрофического характера не имеет.

Estimation of consequences of the petroleum flood from pipeline in Usinsk has shown that in samples of the bottom sediments taken up after the leakage the concentrations of PAH of the anthropogenic origin are somehow increased, however there are not anomaly high ones. In general, anthropogenic influence is detected at the molecular markers level and it is far from being catastrophic.

В связи с возрастающим глобальным загрязнением Мирового океана актуальна оценка роли антропогенных примесей в донных осадках и поиск оптимальных путей их индикации. Для акваторий полярных зон загрязнения представляют особую опасность в связи с низкими скоростями деградации поллютантов в условиях севера.

Расширение сферы народно-хозяйственного использования арктического шельфа определяет необходимость усиления контроля за уровнем загрязненности донных отложений. Для выявления антропогенного влияния проводятся мониторинговые исследования, позволяющие судить об изменениях в состоянии окружающей природной среды.

Одним из важнейших источников техногенного загрязнения акваторий Печорского моря и Печорской губы являются многочисленные нефтяные месторождения, активно разрабатываемые на прилегающей части суши. Потенциальная угроза от многокилометровых нефтепроводов, проложенных в тундре и требующих ремонта, увеличивает опасность для природной среды севера.

Так, например, около 10 лет назад в Республике Коми из проржавевшего участка магистрального нефтепровода Усинск – Центр произошла утечка около 250 тыс.м^3 нефти. В период весеннего половодья значительная часть продуктов разлива с площади водосбора поступила в мелкие реки, впадающие в реку Печору. В связи с этим стал актуальным вопрос об оценке последствий аварии для природной среды Печорской губы и Печорского моря.

Изучение техногенного влияния, в том числе и катастрофического, на морские экосистемы базируется, как правило, на прямом определении содержания (или концентраций) поллютантов в компонентах экосистем. Однако к загрязняющим веществам, наряду с ксенобиотиками (тяжелые металлы, пестициды, фенолы и пр.), относятся и соединения, природные аналоги которых широко распространены в объектах окружающей среды.

Примером таких соединений являются углеводороды (УВ) как основные компоненты нефти. В их составе особое внимание заслуживают поверхностно-активные углеводороды (ПАУ), входящие в международный перечень потенциально опасных веществ. Токсичность, канцерогенность и в то же время широкое природное распространение ПАУ определяют их значимость и делают

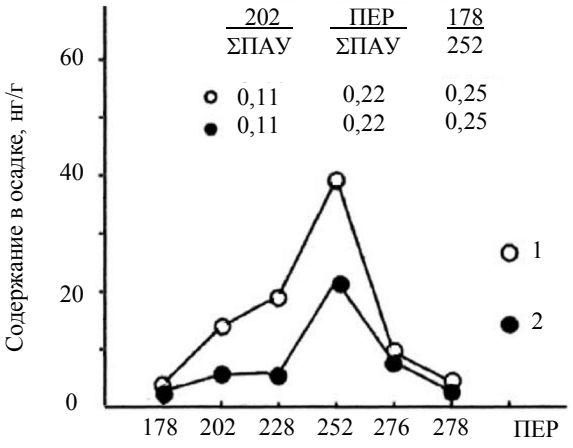


Рис.1. Распределение молекулярных масс ПАУ в донных осадках Печорского моря по данным российских (1) и канадских (2) исследователей

задачу дифференциации фоновой и наложенной составляющей при исследовании чрезвычайных ситуаций весьма актуальной.

Материалами для геохимической оценки последствий Усинской аварии послужили пробы донных отложений, отобранные до и после катастрофы при проведении научно-исследовательских экспедиций ФГУП «ВНИИОкеангеологии» на акваториях Печорской губы и Печорского моря соответственно. Донные осадки отбирали дночерпателем «Океан-0,25» и прямоточной гравитационной трубкой с пластиковым вкладышем в стерильную тару и сохраняли при –18 °С.

Изучение ПАУ осуществлялось по разработанной комплексной схеме, включающей метод экстракции, извлекающей растворимую часть органического вещества; групповое и хроматографическое фракционирование экстракта для выделения ароматических УВ с последующим их анализом для определения состава и содержания индивидуальных ПАУ в режиме обращенно-фазовой хроматографии на высокоэффективном жидкостном хроматографе высокого давления «Hewlett Packard», Agilent, series 1100.

Суммарное содержание полиаренов в донных осадках Печорской губы, отобранных до нефтяного разлива, составляет в среднем 250 нг/г, что несколько выше средних значений, характерных для осадков печороморского мелководья. Однако это значение находится в пределах вариаций фонового суммарного содержания ПАУ осадков Печорского моря (50-270 нг/г), обусловленных особенностями осадконакопления.

Анализ осредненного распределения молекулярных групп ПАУ в осадках Печорского моря (рис.1) показал не только сходство молекулярно-массовых профилей ПАУ, но и полное совпадение коэффициентов, позволяющих косвенно оценить долю пирогенных (202/ΣПАУ) и природных (ПЕР/ΣПАУ) компонентов в сумме ПАУ. Таким образом, очевидно, что наблюдаемое распределение является типичным и, по-видимому, фоновым для осадков данного региона.

Характер распределения индивидуальных ПАУ в осадках Печорской губы носит несколько иной характер: доля пирогенных компонентов практически не меняется, незначительно возрастает содержание перилена, что, возможно, связано с увеличением доли терригенного материала в исходном органическом веществе. Зато существенно изменяется соотношение молекулярных масс 178 и 252, которое является показателем нефтяного генезиса ПАУ. Для осадков Печорского моря этот показатель составляет в среднем 0,24, для осадков же Печорской губы – в среднем 0,62. По-видимому, характер распределения ПАУ в осадках данной акватории обусловлен приуроченностью печорского водосбора к районам нефтяных месторождений.

Вклад антропогенной составляющей в осадки изученного региона невелик. В составе ПАУ полиарены ангулярного строения преобладают над линейными гомологами, алкилированные – над голоядерными, компоненты геохимического фона – над пирогенными, содержание бензапирена не превышает 20 нг/г, что характерно для современных малозагрязненных осадков. В то же время соотношение ФЛ/202 (> 0,5) свидетельствует о присутствии пирогенных компонентов.

Пирогенные ПАУ в осадки могли поступать при аэрозольном переносе с последующей избирательной сорбцией и депонированием тонкозернистыми осадками. Не исключено и влияние интенсивного судо-

ходства. В целом, однако, характер распределения ПАУ соответствует фоновому.

Материалы, изученные после Усинского нефтяного разлива, свидетельствуют об очевидных изменениях в распределении и составе полиаренов. Были сопоставлены тенденции изменения суммарного содержания ПАУ на разрезе река – море в осадках Печорской губы, отобранных до и после нефтяного разлива (рис.2). В песчаных разностях (ст.40, 23, 11) характер распределения ПАУ сходный, в то время как для глинистых осадков совершенно очевидны противоположные тенденции, что согласуется с основными геохимическими закономерностями о сорбционной емкости мелкодисперсного материала.

Для осадков, отобранных до аварии, характерны незначительные коэффициенты вариации как суммарного содержания ПАУ, так и индивидуальных компонентов. На разрезе река – море отмечается незначительное увеличение суммарного содержания ПАУ, связанное, очевидно, с более дальним переносом тонкодисперсного материала, относительно обогащенного УВ. В зоне смешения пресной и соленой воды за счет резкого изменения физико-химических условий среды должны происходить седиментация и депонирование значительной доли взвешенного материала, что может привести к существенному увеличению содержания в осадках малорастворимых компонентов ОВ, в том числе и ПАУ. В пользу этого предположения свидетельствует аномально высокое содержание ПАУ в осадках ст.26, наиболее удаленной от эстуария Печоры и расположенной на выходе из Печорской губы. В этом случае в осадки акватории Печорского моря будет поступать лишь самая тонкая фракция взвешенного вещества, обогащенная наиболее устойчивыми и высокомолекулярными компонентами, что и находит свое отражение в суммарном содержании и характере распределения ПАУ.

В осадках, отобранных после нефтяного разлива, суммарное содержание ПАУ резко убывает в восточном направлении. Самое высокое содержание ПАУ наблюдается на ст.9, наиболее близкой к эстуарию.

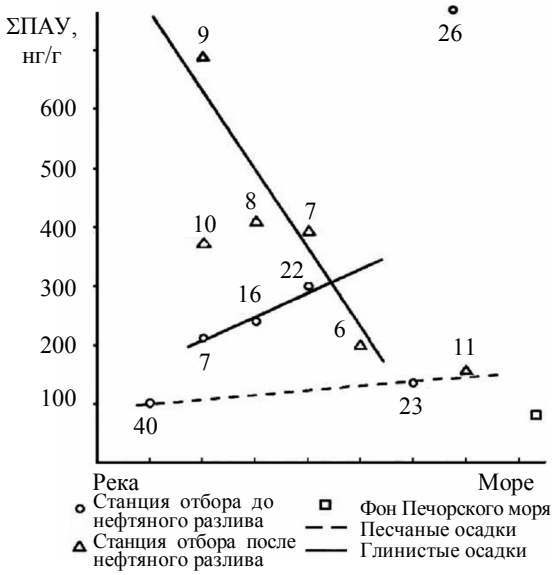


Рис.2. Изменение содержания суммы ПАУ на разрезе река – море

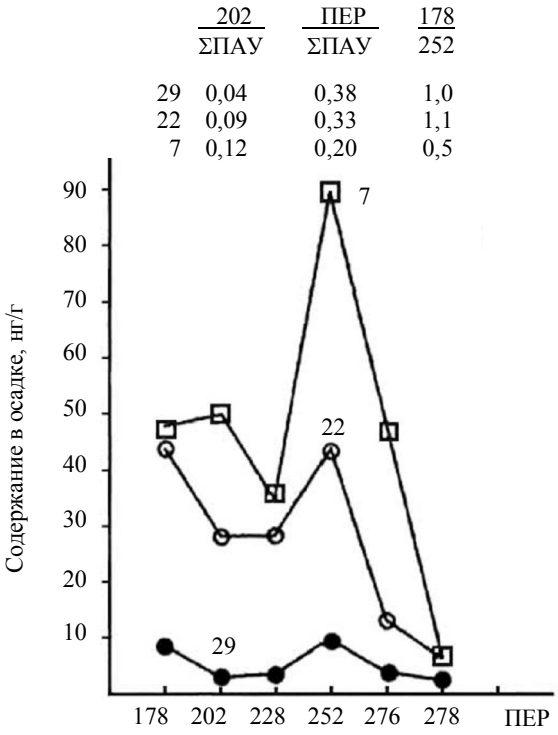


Рис.3. Динамика распределения молекулярных масс ПАУ в донных осадках Печорской губы

Ст.22, 29 отбора до нефтяного разлива; ст.7 отбора после разлива

При этом в осадках ст.10, равноудаленной от эстуария, но находящейся, по-видимому, в стороне от основного потока взвешенного

вещества, содержание ПАУ существенно ниже и близко к значениям, наблюдавшимся до аварии. В направлении глубоководной зоны содержание ПАУ постепенно снижается до значений, являющихся фоновыми для данной акватории.

Особенно отчетливо видны изменения в составе ПАУ при сопоставлении результатов исследований осадков станций, расположенных вблизи друг от друга (ст.22, 29, 7) до и после аварийного разлива (рис.3). При незначительных отличиях в суммарном содержании осадки до нефтяного разлива характеризуются сходством молекулярно-массовых профилей, долей природной составляющей и соотношений 178/252. В осадках, отобранных после аварии, заметно снижается относительное содержание перилена и фенантрена, но наиболее заметно изменение показателя нефтяного генезиса. Он убывает более чем в 2 раза. Это обусловлено изменениями в составе исходного органического вещества (ОВ), что может свидетельствовать о перераспределении состава исходного ОВ и(или) об изменении в процессах его трансформации. Действительно, можно предположить, что кроме характерного для этого региона потока природных УВ в осадки Печорской губы с талыми водами и речным стоком поступили УВ, попавшие в окружающую среду в результате аварийного разлива и прошедшие, по-видимому, окислительную и микробиальную деградацию в аэробных условиях.

По результатам проведенной работы установлено, что техногенное влияние Усинской аварии фиксируется на уровне молекулярных маркеров и не носит пока катастрофического характера.

Следует особо отметить, что доля пирогенных соединений во времени последовательно возрастает. Эта тревожная тенденция требует к себе пристального внимания, учитывая неизбежное увеличение антропогенной нагрузки в данном регионе при освоении нефтяных месторождений и низкую ассимиляционную емкость северных экосистем.