

УДК 622.323:581.9(262.81)

**В.Н. Пермитина**

**V.N. Permitina**

## **ПОСТТЕХНОГЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НЕФТЕПРОМЫСЛОВ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА**

### **POST-TECHNOGENIC FORMATION OF THE NATURAL VEGETATION OF THE OIL FIELDS IN CASPIAN REGION**

Представлены результаты исследований нарушенных и загрязненных земель по состоянию растительного покрова, восстанавливающегося в пределах техногенно преобразованных территорий. Показана зависимость формирования растительности от экологических условий, обусловленных природными факторами, видами воздействия и степенью нарушения. Выявлено, что особенности рельефа нарушенных участков и физико-химические свойства пород и грунтов, степень нефтехимического загрязнения оказывают определенное влияние на характер и темпы восстановления растительных сообществ.

Природные ландшафты при добыче полезных ископаемых изменяются настолько, что образуется особый природно-техногенный тип, коренным образом отличающийся структурой и составом субстрата, биоразнообразием и продуктивностью, а также изменением хозяйственной ценности. При разработке месторождений в первую очередь нарушается почвенно-растительный покров и его посттехногенное развитие индицирует восстановление всей экосистемы. Регенерация почвенно-растительного покрова в посттехногенных экосистемах осуществляется в процессе его естественного восстановления или при проведении мероприятий по рекультивации.

Зоны разработки и промышленной добычи нефти и газа испытывают техногенные нагрузки, связанные с нарушением и загрязнением земель. Техногенно преобразованные районы с трансформированным или уничтоженным почвенно-растительным покровом получают повсеместно широкое распространение. Процесс трансформации экосистем зачастую принимает необратимый характер. Техногенные нарушения и загрязнение территории нефтепромыслов занимают значительные площади, исчисляемые десятками квадратных километров. Зона косвенного влияния нарушений, связанных с изменением водного и солевого режима, состава растительности прилегающих территорий, охватывает площадь в 2–3 раза больше (Ерохина, 2006).

Техногенные нарушения земель при строительных и ремонтных работах сопровождаются образованием земляных выемок (карьеры, траншеи, резервы, амбары), насыпей (промплощадки, дамбы), отвалов пород, что приводит к необратимым нарушениям почвенно-растительного покрова. Разведывательное бурение и промышленная добыча нефти связаны с загрязнением территории нефтепромыслов сырой нефтью, нефтяной эмульсией, минерализованными сточными водами, буровыми растворами, которые обусловлены условиями добычи, хранения и транспортировки нефти, аварийными ситуациями на скважинах и их ликвидацией. Воздействие комплексного характера вызывает одномоментное нарушение-разрушение экосистем с уничтожением растительности и почв, что выражается в возникновении техногенных форм рельефа.

Территории с проявлением таких нарушений не восстанавливаются в течение длительного времени, поверхность становится подверженной процессам водной эрозии и дефляции. Восстановление растительного покрова после прекращения воздействий начинается с длительной стадии однолетних растений, что обусловлено преобразованием исходного состава и свойств почв, пород и грунтов. Начало восстановления почвенного покрова определяется стадией восстановления растительности с преобладанием многолетников в составе сообществ, способствующих стабилизации и изменению свойств техногенного субстрата (Пермитина, 2014).

Растительность техногенно нарушенных территорий, формирующаяся в процессе естественного восстановления, является результатом сложного взаимодействия зонально-климатических и экологических условий. Флористический состав слабо сформированных группировок и сообществ определяется разновозрастными природными ландшафтами Прикаспийского региона (Новокаспийская и Позднешвалынская приморская равнина), эдафическими условиями местообитаний, степенью нарушенности почвенно-растительного покрова.

В соответствии со схемой ботанико-географического районирования территория исследований относится к Азиатской пустынной области, Ирано-Туранской подобласти, Северо-Туранской провинции, Западно-Северотуранской подпровинции, подзоне средних, настоящих пустынь (Ботаническая география, 2003). Основу растительного покрова составляют ксерофитные полукустарнички, сочетающиеся с дерновинными злаками. Доминирующая растительность представлена лерхопопынными (*Artemisia lerchiana* Web.), тере-скеновыми (*Krascheninnikovia ceratoides* L.), пырейными (*Agropyron fragile* (Roth) Nevski.) и хвойниковыми (*Ephedra distachya* L.) сообществами, развивающимися на зональных бурых пустынных почвах. В составе сообществ присутствуют *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Astragalus brachypus* Schrenk., *Syrenia montana* (Pall.) Klok., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski., *Heliotropium arguzioides* Kar. et Kir., *Agriophyllum pungens* (Vahl.) Link., *Allium caspium* (Pall.) M. B., *Alyssum desertorum* Stapf., *Lappula echinata* Gilib. и др. виды. Интразональная растительность представлена сарсазановыми (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. B.) и поташниковыми (*Kalidium caspicum* (L.) Ung.-Sternb.) сообществами с участием однолетних солянок и эфемеров (*Salsola nitraria* Pall., *S. paulseni* Litv., *Climacoptera crassa* (M. B.) Botsch., *Lepidium perfoliatum* L., *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. et Spach.) на солончаках.

Исследования показали, что техногенно-производная растительность дифференцируется (структурно-функциональное преобразование) на разнообразные модификации по нарушенным территориям, отвальным и отсыпным породам вокруг карьеров, ликвидированных скважин с историческим нефтехимическим загрязнением, амбаров нефтешламов, буровых растворов и др. отходов бурения

При разработке карьеров, связанных с добычей песка для строительства, образуются техногенные формы рельефа, представленные земляными выемками (котлованы) различных размеров и конфигурации с отвалами пород, местами с выраженными процессами дефляции и наложенным вторичным рельефом. Верхняя часть почвогрунта, представляющая сформированный почвенный профиль с набором генетических горизонтов и незначительной долей почвообразующих пород (80–100 см), снималась и складировалась в виде отвалов по периметру карьерной выработки. Борты карьеров в большинстве случаев отвесные (высота варьирует от 2–4 до 10–12 м), местами слабо выположенные. Повсеместно выражены признаки ветровой эрозии в виде эоловых образований барханного типа в нижней части карьерных обнажений, песчаных чехлов, перекрывающих отвалы. Карьерные выработки вскрывают почвы, почвообразующие и подстилающие породы, являющиеся древнеаллювиальными песками различной мощности, испытывающие влияние минерализованных грунтовых вод. Обнажения дна карьеров в большинстве случаев представлены засоленными морскими или древнеаллювиальными отложениями с выходами минерализованных вод. Породный состав отвалов разнообразен и зависит от принадлежности карьерной выработки к определенному местоположению с отличительными свойствами (Пермитина, 2011а, 2013).

По отсыпным валам, буграм и пологим откосам карьеров, расположенным в зоне распространения бурых пустынных солончаковатых почв, развиваются однолетнесолянковые (*Salsola paulseni*, *S. nitraria*, *S. foliosa* (L.) Schrad., *Suaeda acuminata*) разреженные сообщества и группировки с участием *Ceratocarpus arenarius* L., *Eremopyrum orientale*, *Artemisia lerchiana*, *Lepidium perfoliatum*, *Lappula echinata*, *Senecio subdentatus* Ledeb., *Descurainia Sophia* (L.) Schur., *Nonnea caspica* (Willd.) G. Don., *Corispermum aralo-caspicum* Iljin. и др. видов. Развитие солянковой растительности обусловлено высокой степенью засоления (до 2,0 % по сумме солей) отвальных пород при выносе на дневную поверхность соленосных горизонтов почв и пород. На участках, перекрытых тонким слоем отвального грунта, возобновляются разреженные полынные (*Artemisia lerchiana*) сообщества с участием однолетних солянок и эфемеров. Отсыпные валы с проявлением сильной эоловой деятельности заняты гелиотроповыми (*Heliotropium arguzioides*) группировками. На дне карьеров с выклиниванием минерализованных грунтовых вод развиваются сарсазановые (*Halocnemum strobilaceum*) сообщества, которые занимают повышенные позиции с формированием наложенного рельефа в виде фитогенных бугров. Пологие откосы карьеров занимают тростниково-тамариксово-полынные (*Artemisia nitrosa* Web., *Tamarix ramossisima* Ledeb., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. et Steud.) сообщества, на формирование которых оказывают влияние близко расположенные грунтовые воды. По дну карьеров с близким залеганием к поверхности засоленных отложений и грунтовых вод или при их выклинивании развиваются группировки сарсазана шишковатого, поташника каспийского, сведы заостренной (*Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *Suaeda acuminata*). В группировках принимают участие однолетние солянки, парнолистник яйцевидный, тростник южный (*Salsola paulseni*, *S. nitraria*, *Climacoptera crassa*, *Zygophyllum ovigerum* Fisch., *Phragmites australis*) и др. виды. При развитии на дне карьеров солончаков соровых в их периферической зоне и вдоль ручьев в составе сообществ преобладают *Tamarix ramossisima*, *Phragmites australis*, *Kalidium*

*caspicum* и *Puccinellia dolicholepis* при участии *Heliotropium arguzioides*, *Atriplex tatarica* L., *Halocnemum strobilaceum*. В небольшом обилии присутствуют *Cynanchum sibiricum* Willd., *Peganum harmala* L.

В местах развития бурых пустынных карбонатных почв поверхность бортов карьеров имеет очень плотное сложение, отвальные породы представлены крупно глыбистыми монолитными отдельностями. Местами горизонт с гладкой, твердой поверхностью обнажен на поверхности. Наблюдаются процессы ветровой эрозии в виде эоловых наносов. Почвогрунты отвалов имеют высокое содержание карбонатов (до 8–12%). В этих условиях развиваются полынно-хвойниковые и изеневе-хвойниковые (*Ephedra distachya*, *Artemisia lerchiana*, *Kochia prostrata*) сообщества с участием *Krascheninnikovia ceratoides*, *Agropyron fragile*, *Ceratocarpus arenarius*, *Eremopyrum orientale*, *Lepidium perfoliatum*, *Lappula echinata*. Проективное покрытие достигает 35–45%. По высоким буграм и отсыпным валам рыхлого сложения и с более низким содержанием карбонатов (2–3%) развиваются пырейно-полынные (*Agropyron fragile*, *Artemisia lerchiana*) разреженные сообщества с проективным покрытием до 20%. Участки с поверхностным нарушением почв и обнажением плотного карбонатного горизонта занимают ластовневые (*Cynanchum sibiricum*) сообщества с участием *Alhagi pseudalhagi* (M. B.) Desv., *Salsola paulseni*. Полынно-терескеновые (*Krascheninnikovia ceratoides*, *Artemisia lerchiana*) сообщества с житняком (*Agropyron fragile*) при участии *Cachrys odontalgica* Pall., *Allium caspium*, *Poa bulbosa* L., *Lepidium perfoliatum*, *Anisanta tectorum* развиваются на нарушенных почвах, перекрытых с поверхности навесным песчаным чехлом. Нарушенные бурые пустынные нормальные рыхло-песчаные почвы зарастают эфедровыми (*Ephedra distachya*) разреженными сообществами с терескеном (*Krascheninnikovia ceratoides*), астрагалами (*Astragalus lechmannianus* Vge., *A. dolichophyllus* Pall.) и полынью (*Artemisia lerchiana*) при участии *Salsola paulseni*, *Ceratocarpus arenarius*, *Poa bulbosa*. Проективное покрытие достигает 15–20%. На нарушенных территориях с вторичными барханскими формами рельефа зарастание происходит при участии *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Agriophyllum squarrosum*, *Heliotropium arguzioides*, *Corispermum aralo-caspicum*, *Allium sabulosum*, *Leymus racemosus*, *Agropyron fragile*, *Astragalus brachypus*, *Lappula echinata*. Растения располагаются диффузно, не образуя фитоценозов.

Солянковы (*Salsola nitraria*, *S. paulseni*) группировки с участием *Suaeda acuminata*, *Corispermum aralo-caspicum*, *Senecio subdentatus*, *Amaranthus albus* L., *Alyssum desertorum*, *Syrenia montana*, *Catabrosella humilis* (Bieb.) Tzvel. занимают участки отвальных пород с присутствием в их составе легкорастворимых солей, но с рассоленной поверхностью. При более глубоком рассолении пород в состав группировок добавляются такие виды, как *Ceratocarpus arenarius*, *Poa bulbosa*, *Eremopyrum orientale*, *Ferula caspica*. Карьерные выработки, перекрытые отвальными породами, состоящими из морских отложений с сильной степенью засоления (свыше 2 % по сумме солей, тип засоления хлоридно-сульфатный) занимают группировки, состоящие только из однолетних солянок (*Suaeda acuminata*, *Climacoptera crassa*, *Salsola nitraria*). Проективное покрытие достигает 10–15 %. По межотвальным понижениям с подпором минерализованных грунтовых вод встречаются группировки, состоящие только из поташника или сарсазана с проективным покрытием, не превышающим 3–5 %.

На участках со слабым нарушением почвенного покрова, но с проявлением дефляционных процессов наблюдается восстановление растительности, близкой к коренной, но с обедненным видовым разнообразием и более низким проективным покрытием. Полынные (*Artemisia lerchiana*) и терескеновые (*Krascheninnikovia ceratoides*) сообщества с участием пырея (*Agropyron fragile*) или эфемеров имеют во флористическом составе 4–5 видов при проективном покрытии 10–12 %.

В период добычи нефти на нарушенные территории накладывается нефтехимическое загрязнение, значительно изменяя свойства почв. В местах его локализации образуются техногенные ореолы загрязнения разного химического состава и интенсивности. Восстановление растительности наблюдается фрагментарно на свободных от загрязнения участках отдельными особями однолетних солянок. В зоне распространения бурых пустынных техногенных почв, нарушенные участки вокруг скважин с нефтехимическим загрязнением отличаются зарастанием группировками лебеды (*Atriplex micrantha* C. A. Mey.) с единичными растениями *Artemisia terrae-albae* Krasch., *Stipa capillata* L., *Agropyron fragile*, эфемеров (*Alyssum desertorum* Stapf., *Ceratocarpus utriculosus* Bluk., *Trigonella geminiflora* Vge.). Проективное покрытие составляет 15–20 %. Растения располагаются по повышенным позициям, лишенным поверхностного загрязнения. На территории распространения солончаков приморского зарастания находится на стадии группировок однолетних солянок (*Suaeda acuminata* (C. A. Mey.) Moq., *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Vge., *Climacoptera crassa*) с участием в небольшом обилии *Halocnemum strobilaceum* и эфемеров (*Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski.). Проективное покрытие не превышает 10–15%. На солончаках луговых развиваются сведово-кермеково-бес-

кильнищевые (*Puccinella dolicholepis* V. Krecz., *Limonium caspium* (Willd.) Gams., *Suaeda acuminata*) группировки. Проективное покрытие 8–10 %. Загрязненные нефтью и нефтепродуктами участки вокруг ликвидированных скважин характеризуются отсутствием растительности. В местах с сохранившимся сильным загрязнением, отмечены единичные экземпляры однолетних солянок (*Salsola nitraria*), занимающие повышения микрорельефа.

Сложные условия для восстановления растительности создаются в амбарах, где складывается выветренная порода, содержащая химические реагенты, буровые растворы, небольшое количество нефти (Капелькина, 2007). В земляных амбарах возникает внутрипочвенный поток загрязнителей. Исследованиями установлено, что за период до 20 лет сброшенный в амбары нефтешлам слабо минерализуется, чему способствует восстановительная среда, препятствующая разложению загрязнителей, возникающая при условии близкого расположения минерализованных грунтовых вод или засоленных пород тяжелого гранулометрического состава. Загрязнение нефтепродуктами в условиях амбара превышает ПДК на глубине 0–10 см в 77 раз, на глубине 10–15 см – более чем в 10 раз (Пермитина, 2011б). За период трансформации загрязнителей наблюдается увеличение показателей засоления книзу, что обусловлено их многолетней вертикальной миграцией при дополнительном увлажнении в искусственно созданной депрессионной форме рельефа. По мере изменения степени засоления реакция среды (рН) отходов бурения изменяется в сторону подщелачивания. Характеристика некоторых свойств загрязненного субстрата амбаров обуславливает невозможность естественного восстановления растительности.

Обваловка отвальных пород вокруг амбаров зарастает однолетнесолянковыми (*Suaeda acuminata*, *Petrosimonia brachiata*, *Climacoptera crassa*) группировками. Нарушенные участки за валами характеризуются восстановлением растительности группировками *Puccinella dolicholepis* с участием *Limonium caspium*, образующих микропоясный ряд. Единично встречаются *Suaeda acuminata* и *Atriplex micrantha*. Проективное покрытие не превышает 15–20 %.

Процесс восстановления растительности нарушенных и загрязненных территорий отличается длительностью стадии однолетних солянок и эфемеров, что определяется свойствами почвогрунтов, залегающих на поверхности. Флористический состав вначале восстановления не превышает 2–5 видов, проективное покрытие не более 5–10 %. Многолетники в группировках находятся в единичном обилии, что не определяет их роли в формировании сообщества. Формирование растительных группировок и разреженных сообществ различного флористического состава обусловлено степенью засоления и литологией почвогрунтов. Сравнительный анализ флористического и фитоценологического разнообразия при изменении экологической ситуации в зонах техногенного воздействия показал упрощение пространственной и морфологической структуры фитоценозов. При резком изменении экологических условий, связанном с техногенным воздействием, отмечается появление многочисленных серийных (временно существующих) сообществ конкретных местообитаний, выведенных из состояния равновесия. В процессе развития такие сообщества не восстанавливаются до прежнего состояния. Они формируются в соответствии с новыми условиями среды. Структура фитоценозов нарушенных территорий определяется бедностью видового состава и их количественным соотношением при потере пастбищной, ландшафтно-стабилизирующей, противозероэрозийной и др. функций растительности.

Естественное восстановление растительности затруднено в условиях засушливого климата, является длительным процессом, и при техногенном воздействии невозможно без проведения специальных рекультивационных мероприятий. Разработка и применение методов рекультивации нарушенных земель способствует стабилизации нарушенных территорий при создании условий для восстановления растительного покрова, уменьшает его продолжительность.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Ерохина О.Г.** Особенности формирования, структура и факторы техногенной деградации почвенного покрова восточного побережья Каспийского моря // *Терра*, 2006. – № 1. – С. 131–138.

Естественное восстановление растительности нарушенных земель нефтедобывающих регионов // *Современные тенденции в изучении флоры Казахстана и ее охрана: Материалы Международной научной конференции.* – Алматы, 2014. – С. 100–104.

Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). – СПб., 2003. – 423 с.

**Капелькина Л.П., Бакина Л.Г., Лаврентьева Г.М., Королева Т.М., Усова Л.И., Баккал С.Н., Малышкин М.М.** Комплексный мониторинг техногенных экосистем в нефтедобывающем регионе. // *Биологическая рекультивация и мо-*

мониторинг нарушенных земель: Материалы Международной научной конференции. (4–8 июня 2007 г., Екатеринбург) – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2007. – С. 309–324.

**Пермитина В.Н., Байбулов А.Б.** Опыт применения методов биологической рекультивации нарушенных земель северо-восточного Прикаспия (на примере месторождений ТШО) // Terra, 2011а. – Вып. 11 (2). – С. 20–31.

**Пермитина В.Н., Байбулов А.Б., Максимов М.А.** Разработка и применение методов биологической рекультивации нарушенных земель северо-восточного Прикаспия // Экология и промышленность Казахстана, 2013. – № 2 (38). – С. 61–70.

**Пермитина В.Н.** Трансформация почв нефтепромыслов Прикаспийского региона // Почвоведение и агрохимия. – Алматы, 2011б. – № 2. – С. 20–29.

#### SUMMARY

The results of the researches of the disturbed and polluted lands according with the condition of the vegetation cover restoring within the borders of the technogenically transformed territories are presented. The vegetation formation dependence on the ecological conditions caused by natural factors, influence types and violation extent is shown. It was revealed that the relief features of the disturbed sites and physical-chemical properties of rocks and grounds, the petrochemical pollution extent had a certain impact on character and rates of restoration of plant communities.