

# ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА

УДК 630.907.1

## Фиторемедиация как комплекс санитарно-оздоровительных мероприятий для полигонов складирования вторичных материалов промышленности

А. Н. Жидков, Л. Л. Коженков – Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Пушкино, Московская обл., Россия

Предложена технология ускоренной биологической фиторемедиации, которая снижает неблагоприятные экологические последствия от складирования техногенного сульфата кальция. Установлено влияние фиторемедиационных работ на уровень загрязнения окружающей среды.

**Ключевые слова:** техногенно нарушенные земли, рекультивация земель, природоохранные технологии, концентрация взвешенных веществ

### PHYTOREMEDIATION IS A COMPLEX WELLNESS ACTIVITIES LANDFILL STORAGE OF SECONDARY MATERIALS INDUSTRY

A. Zhidkov, L. Kozhenkov – Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino, Moscow region, Russia

The technology of rapid biological phytoremediation, which reduces the adverse environmental consequences of man-made storage of calcium sulfate. Influence of fitoremediacionnyh on level of pollution.

**Keywords:** anthropogenic disturbed lands, reclaiming lands, environmental technologies, the concentration of suspended substances

**П**остоянно возрастающее техногенное воздействие человечества на окружающую среду приобрело в XXI в. глобальный характер. В настоящее время на территории Российской Федерации образовались миллионы гектаров земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, прокладке линейных объектов, проведении лесозаготовительных, мелиоративных, геолого-разведочных работ, складировании промышленных и бытовых отходов и т. п.

Проблемы складирования и утилизации промышленных отходов весьма актуальны, поскольку при этом происходит отчуждение продуцирующих земель, возникает опасность загрязнения окружающей природной среды и накопления экологического ущерба. Уже сейчас накопленный в Российской Федерации экологический ущерб в 1,5–2 раза повышает уровень заболеваемости населения, проживающего на территориях, подверженных негативному воздействию.

Одним из многотоннажных побочных продуктов производства фосфорных удобрений является сульфат кальция, или так называемый фосфогипс. В отвалах предприятий по производству фосфорных удобрений в Российской Федерации он накапливается в объеме 30 млн т в год, что может привести к загрязнению атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почвенно-растительного покрова вредными веществами в результате переноса ветром и вымывания их осадками с поверхности отвалов. Транспортировка фосфогипса в отвалы и хранение в них нуждаются в больших капитальныхложениях и эксплуатационных затратах, а для создания полигонов складирования приходится занимать значительные площади. Для снижения отрицательного воздействия полигонов фосфогипса на окружающую среду прилегающих природных территорий осуществляется комплекс превентивных и последующих природоохранных мероприятий.

В статье рассмотрен опыт фиторемедиации полигона складирования вторичных материалов промышленности в Московской обл. В результате многолетних экспериментальных исследований, проведенных научными сотрудниками Всерос-

сийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства совместно со специалистами ОАО «Воскресенские минеральные удобрения», была разработана технология ускоренной лесобиологической рекультивации полигонов складирования техногенного сульфата кальция.

На территории Воскресенского района Московской обл. складируется фосфогипс, образующийся при производстве ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» фосфорных удобрений из апатитового концентрата Хибинского месторождения.

В результате многолетнего складирования фосфогипса здесь образовалось два полигона. Первый расположен на левом берегу реки Москвы в непосредственной близости от предприятия и в настоящее время закрыт. Второй полигон действует с 1977 г. и по настоящее время. Для снижения отрицательного воздействия на окружающую среду на полигонах фосфогипса необходимо осуществлять рекультивацию. Еще одной проблемой является накопление осадков сточных вод из очистных сооружений, которые не находят рационального применения.

Нами были изучены особенности естественного зарастания растительностью старых отвалов фосфогипса. Исследования проводили на пробных площадях, равномерно размещённых в пределах территории землеотвода. Научные изыскания включали перечет деревьев и кустарников, изучение физико-химических свойств почвогрунтов и учёт почвенной мезофауны [1–4]. Представителей почвенной мезофауны отлавливали при помощи ловушек Барбера, установленных по 5 шт. на каждой учётной площадке. Сбор из ловушек проводили 2 раза в месяц в течение вегетационных периодов. В качестве фиксирующей жидкости в ловушках использовали 4%-й раствор формалина. Для количественной оценки структурной организации травяного покрова и сообществ почвенной мезофауны применяли индексы биоразнообразия, принятые в биогеоценологии [4, 5].

Проведенные исследования позволили разработать технологию фиторемедиации, способ-

ствующую консервации полигона с целью снижения негативных экологических последствий от складирования.

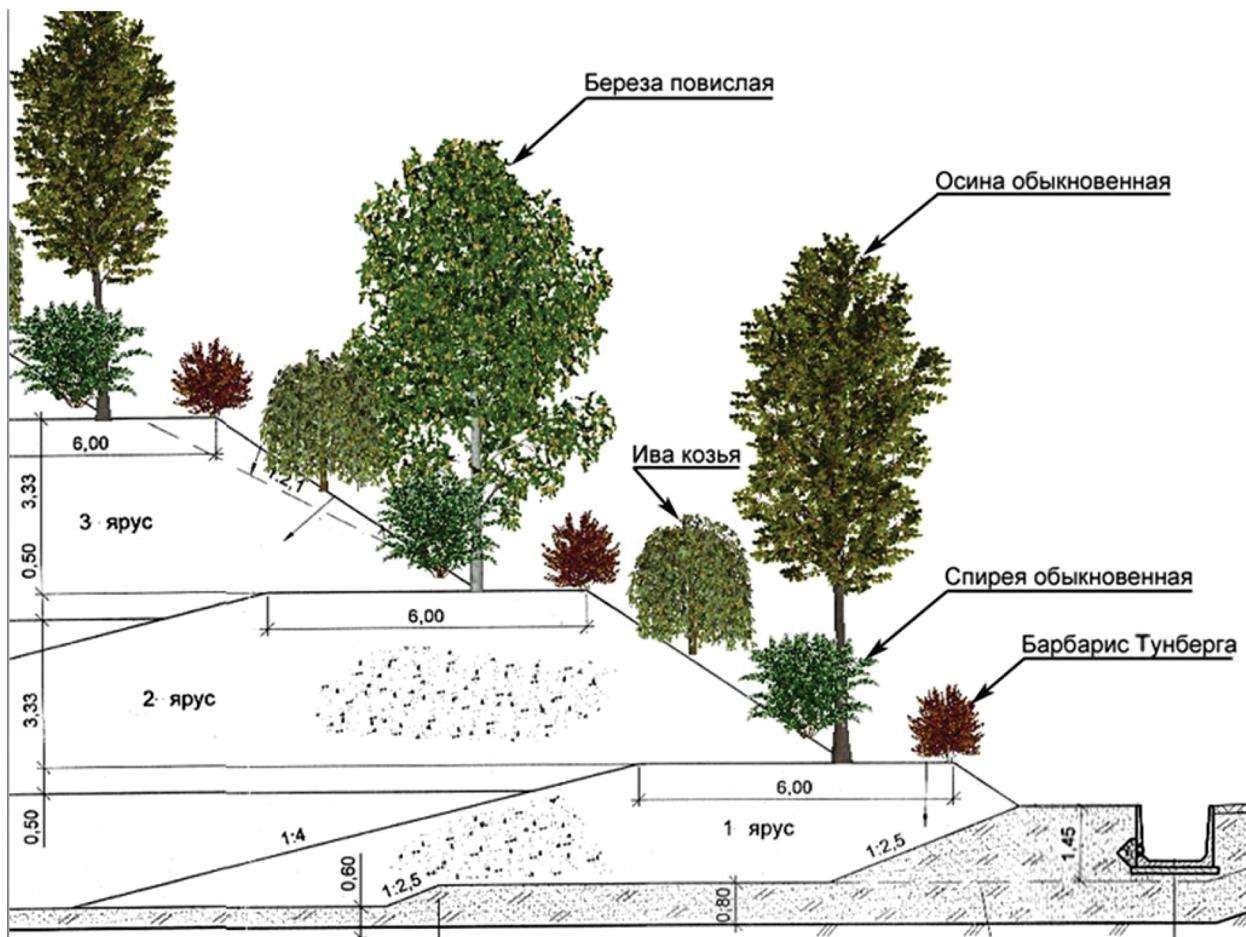
Технология фиторемедиации полигонов складирования вторичных материалов и отходов промышленности, в частности промышленных отвалов фосфогипса, включает следующие этапы:

- ✓ рекогносцировочное обследование территории;
- ✓ подготовка искусственного почвогрунта и покрытие им рекультивируемой площади берм и склонов отвалов;
- ✓ выбор, приобретение и доставка посадочного и посевного материала;
- ✓ посадка саженцев деревьев и кустарников, посев семян растений на склонах и террасах отвала;
- ✓ уход за формируемыми зелеными насаждениями.

Схема размещения деревьев и кустарников на действующем отвале фосфогипса приведена на рис. 1.

В качестве искусственного почвогрунта для ускоренной биологической рекультивации отвалов фосфогипса было предложено использовать смесь осадков сточных вод из местных очистных сооружений, которые богаты органическим веществом, элементами минерального питания растений, характеризуются сильной гигроскопичностью, слабощелочной реакцией и хорошей связностью песка и фосфогипса, имеющего в составе питательные элементы – фосфор и серу.

Для рекультивации использовали следующие породы: березу повислую, осину обыкновенную, иву козью, барбарис Тунберга. Выкопку и посадку древесно-кустарниковой растительности из-за крутизны склона проводят исключительно вручную.



**Рис. 1. Схема смешения древесно-кустарниковой растительности на «теле» полигона складирования сульфата кальция**

Разброс и разравнивание искусственного почвогрунта осуществляли самосвалами и террасёрами ОАО «Воскресенские минеральные удобрения».

Промежутки между древесно-кустарниковой растительностью засевали сурепкой обыкновенной из расчёта 4 кг семян на 100 м<sup>2</sup>. Предусмотрен летний полив древесно-кустарниковой растительности в июле–августе из расчёта 10 л воды на одно высаженное растение в течение 10 сут.

С целью определения влияния выполненных фиторемедиационных работ на уровень загрязнения окружающей среды осуществляли мониторинг концентрации взвешенных веществ в воздухе.

Для оценки химического состава выбросов и распространения техногенной пыли были использованы полотнища хлопчатобумажной ткани, которые накапливали твердую фазу поллютантов. Газовый состав контролировался сертифицированной передвижной газоаналитической лабораторией ОАО «Воскресенские минеральные удобрения».

Исходя из специфики складирования полигона, основным загрязняющим природную среду элементом являлся сульфат кальция, относящийся к IV классу опасности. В вегетационный период 2013 г. определяли соотношение пылевой фазы взвешенных веществ (сульфата кальция) на южной нерекультивированной части действующего полигона и на северном склоне, который стал экспериментальным объектом фиторемедиацион-

ных работ. Исследования ФБУ ВНИИЛМ показали, что в северной части полигона складирования фосфорита накопление пылевой фазы полотнищами хлопчатобумажной ткани в 2,3 раза ниже, чем в южной (контрольной), которая не была охвачена фиторемедиационными работами (рис. 2).

Фиторемедиационные мероприятия, проведенные на полигоне складирования фосфорита ОАО «Воскресенские минеральные удобрения» вблизи г. Воскресенска Московской обл., позволили:

- ✓ минимизировать затраты на приобретение материалов для создания искусственного почвогрунта;
- ✓ снизить отрицательное влияние полигона на окружающую среду;
- ✓ подтвердить достаточность санитарно-защитной зоны объекта шириной в 300 м по показателям мониторинга атмосферного загрязнения и его влияния на растительность и почвенный покров;
- ✓ решить проблему утилизации осадков бытовых и промышленных сточных вод, в избытке скапливающихся на очистных сооружениях;
- ✓ повысить эстетичность местности путём ландшафтного дизайна.

При разработке технологий фиторемедиации авторами данной статьи было запатентовано несколько способов повышения плодородия почв, а экологический проект по рекультивации был признан важным для решения задач экологической безопасности и модернизации страны. В 2010 г. проект удостоен высшей награды губернатора Московской обл. по направлению «Ресурсосбережение и внедрение природоохранных технологий» [5].

В настоящее время на рекультивированной части полигона можно проводить следующие мероприятия:

- ✓ ведомственные учения (МЧС и т.п.);
- ✓ спортивные соревнования;
- ✓ туристические экскурсии, поскольку с высоты 150 м открывается красивый вид на г. Воскресенск;
- ✓ натурные съёмки художественных и документальных фильмов.



**Рис. 2. Сравнение концентраций взвешенных веществ в воздухе рекультивированной и нерекультивированной части полигона (данные вегетационного периода 2013 г.)**

Указанные мероприятия позволяют:

- ✓ повысить уровень жизни населения (не закрывается градообразующее перерабатывающее предприятие региона);
- ✓ использовать сульфат кальция (фосфогипс) в строительстве высокоскоростных автомагистралей;
- ✓ развивать социальную и производственную инфраструктуру города;
- ✓ увеличивать валютные поступления за счет экспорта фосфорных удобрений;

✓ формировать инновационную сферу экономики.

Восстановление техногенных ландшафтов является важнейшей экологической и экономической задачей, решение которой позволит возвращать нарушенные земли в хозяйственный оборот, создавать благоприятную санитарно-гигиеническую обстановку и снижать уровень заболеваемости населения, проживающего на нарушенных промышленной деятельностью территориях.

### Список литературы

1. ГОСТ 17.4.3.01–83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб».
2. ГОСТ 17.4.4.02–84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
3. ГОСТ Р 53123–2008 (ИСО 10381-5:2005) «Качество почвы. Отбор проб. Ч. 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы».
4. Жидков, А. Н. Диагностика состояния насаждений хвойных пород/ А. Н. Жидков // Лесн. хоз-во. – 2000. – № 4. – С. 20–22.
5. Жидков, А. Н. Инновационное развитие техногенно нарушенных территорий на примере рекультивированного отвала вторичных материалов промышленности / А. Н. Жидков, Л. Л. Коженков, А. А. Мартынюк // Возобновляемые лесные ресурсы: инновационное развитие в лесном хозяйстве. – СПб. : СПб ГЛУ, 2012. – С. 47–52.

# Phytoremediation is a complex wellness activities landfill storage of secondary materials industry

*A. Zhidkov, L. Kozhenkov – Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry*

The article is devoted working out of technologies of creation of wood plantings on anthropogenic disturbed lands.

Problems of storage and disposal of industrial production is very relevant, because these problems are carried out to the alienation of land and the risk of environmental pollution.

The Russian Federation is currently accumulated environmental damage increases by 1.5–2 times the incidence population living in areas prone to negative effects.

One of the byproducts of the production of phosphate fertilizers is calcium sulfate, or so-called phosphogypsum.

In sailings objects chemical industry for the production of phosphate fertilizers in Russia, it accumulates in the amount of 30 million tons per year, which may result in air pollution, groundwater and surface water, soil and vegetation with harmful sub-

stances as a result of the transfer of wind and precipitation washout surface dumps.

Transportation phosphogypsum dumps and storage they need large capital investment and operating costs, and to create polygons have to borrow significant storage space.

The article describes the experience of phytoremediation landfill storage of secondary materials chemical industry in the Moscow region.

To reduce the negative impacts of phosphogypsum landfill on the environment surrounding natural areas provided a set of preventive and subsequent environmental measures.

The spent studying of features of natural growth of vegetation on old sailings of industrial reception of mineral fertilizers allows offering technology accelerated wood biological reclaiming, promoting decrease in adverse ecological consequences from warehousing.