

промышленных и технологических нужд (например, для систем отопления и для нужд горячего водоснабжения), и примерно 30% - это механическая составляющая, которая направляется на привод теплового насоса, благодаря чему повышается полезный температурный уровень отработанной теплоты. Тепловой насос, в свою очередь, используется для улова утилизируемой тепловой энергии, например в процессах сушки, когда требуется осушение сушильного агента. При этом ТН на улов тепловой энергии и возвращение его обратно в технологический процесс затрачивает в 3–5 раз меньшую энергию, чем передаваемую, т. е. на возврат систему 5 кВт теплоты ТН затратит только 1 кВт электроэнергии. Поэтому можно считать, что эффективность всей системы увеличится в 3 раза, т. е. при потреблении ДВС 10 кВт мы получим тепловую энергию в количестве 15 кВт.

Таким образом, предложенный технологический комплекс позволяет уменьшить потребление топливно-энергетических ресурсов на производство тепловой энергии примерно в 3 раза.

Данный комплекс получит широкое распространение в деревнях и поселках, отдаленных от города, находящихся вне зоны централизованного тепло- и энергоснабжения; в промышленности для отопления производственных помещений и для технологических нужд; в сушильных и тепловых установках; в химической; лесной; деревообрабатывающей и нефтяной промышленности; также решит проблему утилизации древесных и сельскохозяйственных отходов. Комплекс позволяет перерабатывать любые виды отходов растительного происхождения мелкого и среднего фракционного гранулометрического состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка комплекса эффективного использования топливных ресурсов для получения тепловой энергии / Р.Р. Сафин, И.Ф. Хакимзянов, П.А. Кайнов, Р.Т. Хасаншина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 18. – С. 219–221.
2. Обзор современных технологических решений повышения энергоэффективности в процессах сушки пиломатериалов / Р.Р. Сафин, И.Ф. Хакимзянов, П.А. Кайнов, А.Н. Николаев, А.В. Сафина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – № 21. – С. 50–52.
3. Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А. Разработка энергоэффективного комплекса для процессов сушки древесины // Деревообрабатывающая промышленность. – 2014. – № 4. – С. 12–15.
4. Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А., Хасаншина Р.Т. Перспективы развития процессов сушки материала и продуктов с использованием теплового насоса // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 2. – С. 253–256.

УДК 634.0.(075.8)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ВЫРАБОТАННЫХ ПЕСЧАНЫХ КАРЬЕРОВ

В.В. Шутов,

д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «КГТУ», г. Кострома, РФ
vasiliy.shutov.00@mail.ru

Н.В. Рыжова,

канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «КГТУ», г. Кострома, РФ

А.И. Чудецкий,

науч. сотр., Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция», г. Кострома, РФ

В статье рассматриваются результаты лесохозяйственного и рекреационного направления биологической рекультивации двух выработанных песчаных карьеров в Заволжском районе города Костромы.

Искусственное восстановление качества земель и растительного покрова после техногенного нарушения ландшафтов называется рекультивацией земель. Период рекультивации может продолжаться 10 лет и более. Он включает технический и биологический этапы. При биологическом этапе рекультивации происходит восстановление плодородия нарушенных земель и возобновление флоры и фауны [1]. Наибольшее распространение получили направления биологической рекультивации, связанные с посадкой лесных культур и посевом трав на ранее спланированную поверхность нарушенных земель.

На территории Заволжского округа г. Костромы при открытой разработке месторождений образовалось два карьера глубиной 10–15 м, результат хозяйственной деятельности по добыче песка местным заводом силикатного кирпича. Оставшийся слой песка по мощности варьирует от 0,2 до 0,8 м. В первом карьере работы были закончены в 1972 г., и сразу возник вопрос о его лесной рекультивации, которая была проведена в 1976–1977 гг. путем посадки саженцев сосны на площади 25 га. Для этого были созданы микроповышения высотой до 0,5 м. В настоящее время здесь сформировалось искусственное сосновое насаждение с расстоянием между рядами 2 м, а между деревьями в ряду – 1 м.

Лесная рекультивация этого выработанного песчаного карьера выполнена успешно, сформировавшееся сосновое насаждение требует рубок ухода, а сама территория благоустройства и санитарной очистки. Более подробно опыт такой рекультивации рассмотрен ранее в нашей работе [2]. Интересно то, что в целом современная растительность здесь отличается бедным видовым составом, напочвенный покров сформировавшегося сосняка в основном мертвопокровный. Общее число видов не превышает 30.

Второй выработанный песчаный карьер находится вблизи жилых домов микрорайона, а работы в нем прекратились на 10 лет позднее. В течение еще десяти лет карьер оставался индустриальным пустырем, затем его склоны были выровнены и засеяны семенами многих видов травянистых растений с целью создания стадиона для спортивных соревнований по мото- и автокроссу.

Цель нашей работы – изучить современную флору рекультивированного песчаного карьера и определить степень устойчивости травяного покрова к рекреационным нагрузкам.

Работы проведены в летние периоды 1990–2014 гг. и подразделены на два этапа: до строительства гаревых дорожек для спортивных состязаний (1995–2000 гг.) и после. Результаты изучения флоры приведены в табл.

Таблица

Состав растительности на рекультивированном песчаном карьере в микрорайоне Паново г. Костромы

Семейство	Число родов	Число видов
1. Семейство Гиполеписовые, или Орляковые – <i>Hypolepidaceae</i> Pich. Sermolii	1	1
2. Семейство Хвощевые – <i>Equisetaceae</i> Richex DC	1	3
3. Семейство Злаки (Мятликовые) – <i>Gramineae (Poaceae)</i> Barnhart.	14	15
4. Семейство Осоковые – <i>Cyperaceae</i> Juss.	1	4
5. Семейство Ситниковые – <i>Juncaceae</i> Juss.	2	4
6. Семейство Лилейные – <i>Liliaceae</i> s.l. Juss.	1	1
7. Семейство Орхидные, или ятрышниковые – <i>Orchidaceae</i> Juss.	2	2
8. Семейство Ивовые – <i>Salicaceae</i> Mirb.	2	7
9. Семейство Березовые – <i>Betulaceae</i> S.F. Gray	2	3
10. Семейство Буковые – <i>Fagaceae</i> Dumort.	1	1
11. Семейство Крапивные – <i>Urticaceae</i> Juss.	1	1
12. Семейство Гречиховые – <i>Polygonaceae</i> Juss.	2	8
13. Семейство Маревые – <i>Chenopodiaceae</i> Vent.	2	5
14. Семейство Гвоздичные – <i>Caryophyllaceae</i> Juss.	10	13
15. Семейство Лютиковые – <i>Ranunculaceae</i> Juss.	3	6
16. Семейство Маковые – <i>Papaveraceae</i> Juss.	1	1
17. Семейство Крестоцветные (Капустные) – <i>Cruciferae (Brassicaceae)</i> Rurneff.	11	15
18. Семейство Толстянковые – <i>Crassulaceae</i> DC.	2	3
19. Семейство Розоцветные (Розовые) – <i>Rosaceae</i> Juss	9	15
20. Семейство Бобовые – <i>Leguminosae (Fabaceae)</i> Juss	7	14
21. Семейство Гераниевые – <i>Geraniaceae</i> Juss.	2	2
22. Семейство Истодовые – <i>Polygalaceae</i> Juss.	1	1
23. Семейство Молочайные – <i>Euphorbiaceae</i> Juss.	1	1
24. Семейство Кленовые – <i>Aceraceae</i> Juss.	1	1
25. Семейство Бальзаминовые – <i>Balsaminaceae</i> Juss.	1	1
26. Семейство Липовые – <i>Tiliaceae</i> Juss.	1	1
27. Семейство Зверобоевые – <i>Hypericaceae</i> Juss	1	2
28. Семейство Фиалковые – <i>Violaceae</i> Batsch.	1	4
29. Семейство Кипрейные – <i>Onagraceae</i> Juss.	2	4
30. Семейство Зонтичные – <i>Umbelliferae (Apiaceae)</i> Lindl.	4	4
31. Семейство Грушанковые – <i>Pyrolaceae</i> Dumort.	1	1
32. Семейство Первоцветные – <i>Primulaceae</i> Vend.	2	2
33. Семейство Вьюнковые – <i>Convolvulaceae</i> Juss.	2	2
34. Семейство Повиликовые – <i>Cuscutaceae</i> Juss.	1	1
35. Семейство Бурачниковые – <i>Boraginaceae</i> Juss.	5	7
36. Семейство Губоцветные (Яснотковые) – <i>Labiatae (Lamiaceae)</i> Lindl.	11	14
37. Семейство Норичниковые – <i>Scrophulariaceae</i> Rudolphi	5	7
38. Семейство Подорожниковые – <i>Plantaginaceae</i> Juss.	1	3
39. Семейство Мареновые – <i>Rubiales</i> Juss.	1	3
40. Семейство Жимолостные – <i>Caprifoliaceae</i> Vent.	1	1
41. Семейство Валериановые – <i>Valerianaceae</i> Batsch.	1	1
42. Семейство Ворсянковые – <i>Dipsacaceae</i> Juss.	2	2
43. Семейство Колокольчиковые – <i>Campanulaceae</i> Juss.	1	2
44. Семейство Сложноцветные – <i>Compositae (Asteraceae)</i> Dumort.	22	39
Всего	146	228

Всего в карьере произрастает 228 видов растений, относящихся к 44 семействам и 146 родам. Наибольшее число видов растений (39) отмечено в семействе сложноцветные. Как и на любом пустыре, многие растения оказались заносными. Это виды чертополохов, осотов, бодяков, полыней, лопухов,

лебеды, мари. Они являются обычными представителями сорных растений нашей области. Высаянная травосмесь состояла в основном из видов семейства злаков и бобовых. Они неплохо прижились и образовали довольно плотные луговины. По дну карьера встречались латки редкого для нашей зоны вида – астрагала датского (*Astragalus danicus* Retz.), чины луговой (*Lathyrus pratensis* L.), пяти видов клевера, а также дернины лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis* L.), костреца безостного (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub), гребенника обыкновенного (*Cynosurus cristatus* L.), ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.), овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds.), манника литовского (*Glyceria lithuanica* (Gorski) Gorski), тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L.), мятлики лугового (*Poa pratensis* L. s.l.) и др. По склонам карьера имелись заросли бузины красной, или кистевидной (*Sambucus racemosa* L.), ивы ломкой (*Salix fragilis* L.) и ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench), отдельные экземпляры тополей и берез, отмечены также всходы дуба, яблони, рябины, кленов, липы. На дне карьера в понижении глубиной до 2 м и площадью 48 м² образовался типичный лесной островок из зарослей ольхи серой и ивы козьей (*Salix caprea* L.). Интересно, что под ними образовалась плотная заросль грушанки круглолистной (*Pyrola rotundifolia* L.), типичного лесного растения.

Следовательно, до начала строительства гаревых дорожек (1995 г.) растительность покрывала 90% нарушенных земель карьера и вполне успешно выполняла задачи биологической рекультивации, обогащая почву органическим азотом за счет бобовых, закрепляя песчаные осыпи. В это время рекреационные нагрузки на территорию были незначительные – выгулы собак, детские игры, нечастые пикники. Можно было ожидать дальнейшего развития древесной и травянистой растительности.

При строительстве, прежде всего, была удалена древесная растительность по дну карьера, созданы гаревые дорожки, устроены искусственные горки и виражи. Усилились рекреационные нагрузки, особенно резко возросла замусоренность берегов карьера, а покрытие растительностью снизилось до 63%. Из флоры карьера исчезли такие виды как астрагал датский, грушанка круглолистная, спаржа лекарственная (*Asparagus officinalis* L.), пальчатокоренник Фукса (*Dactylorhiza fuchsia* (Druce) Soo), любка двулистная (*Plantanthera bifolia* (L.) Rich.), очитник Эверса (*Hylotelephium ewersii* (Ledeb.) H. Ohba), очитник пурпурный (*H. triphyllum* (Haw.) Holub), ослинник двулетний (*Oenotera biennis* L.), буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.), колокольчик сборный (*Campanula glomerata* L.). В целом исчезло около 10% видов растений от общего их числа, 25% – стали редкими. Однако рекультивационное значение растительности сохранилось на достаточно высоком уровне.

Таким образом, биологическая рекультивация выработанных песчаных карьеров довольно эффективна и способна выдержать значительные рекреационные нагрузки. При олуговении карьеров формируется достаточно богатая флора травянистых растений и устойчивый к рекреационным нагрузкам травяной покров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энциклопедия лесного хозяйства : в 2 т. – Т. 2. – М. : ВНИИЛМ, 2006. – 416 с.
2. Чудецкий А.И., Шутов В.В., Рыжова Н.В. Опыт лесной рекультивации выработанного песчаного карьера // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2014. – Т. 18. – № 4. – С. 112–115.

