

**ПРОБЛЕМА ХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ  
В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Н. В. Кожевников, А. В. Заушинцева*

**THE PROBLEM OF TOPSOIL STORAGE IN KUZBASS MINING INDUSTRY**

*N. V. Kozhevnikov, A. V. Zaushintsena*

В обзорной статье авторами рассмотрена проблема деградации плодородного слоя почвы при длительном хранении в буртах на карьерах. Доказана необходимость создания искусственных почвенно-экологических систем с нанесением плодородного слоя почвы. Автором выявлены пробелы в нормативных документах и стандартах, регламентирующих порядок хранения плодородного слоя почвы. Проведен анализ трансформации плодородного слоя почвы на всех этапах технологической цепочки: от его снятия с естественной почвы до нанесения его на поверхность поля рекультивации. В статье представлены существующие пути решения поставленной проблемы.

The paper considers the problem of the fertile soil layer degradation during long storage at open pits. The necessity of creating artificial soil-ecological systems with the application of the fertile soil layer is proved. The authors reveal the gaps in the normative documents and standards, regulating the order of topsoil storage. The authors analyzed the transformation of the fertile soil layer at all the stages of technological chain, from its removal from natural soil to its applying to the reclamation field. The paper presents the existing ways of solving this problem.

**Ключевые слова:** плодородный слой почвы, бурт, техногенный ландшафт, рекультивация.

**Keywords:** fertile soil layer, storage, manmade landscape, reclamation.

Разработка и эксплуатация угольных месторождений приводит к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного ландшафта и другим качественным изменениям состояния земель.

Любой техногенный ландшафт посредством естественных ландшафтообразующих факторов постепенно трансформируется в естественный, природный. Длительность периода, необходимого для такой трансформации, для каждого техногенного ландшафта своя. Она определяется, с одной стороны, спецификой свойств и режимов каркасной основы, заложенной на техногенной фазе, и с другой – особенностями биоклиматической обстановки данной местности. В крайних, но весьма распространенных случаях, на это потребуются многие тысячелетия [2]. В неблагоприятных условиях почва и растительный покров не сформируются никогда и будут пребывать в эволюционном тупике [4].

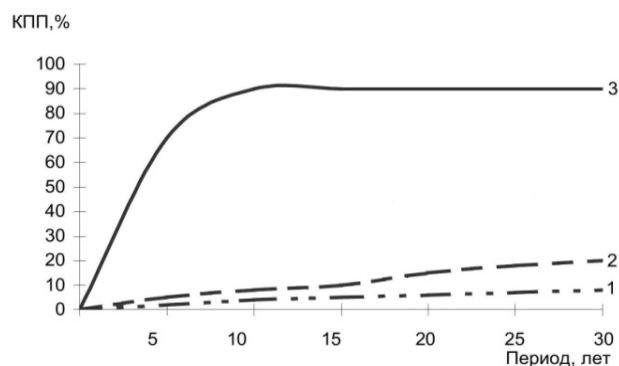
Исследования, проведенные В. П. Серединой и др. [16], свидетельствует о том, что в благоприятных биоклиматических и почвенно-экологических условиях Кузнецкой лесостепи процессы аккумуляции гумуса протекают достаточно интенсивно. И тем не менее более чем за 15 лет формирования и развития техногенных ландшафтов (эмбриоземов) запасы органического вещества не достигли уровня зональной почвы [2]. Таким образом, формирование почвенного покрова и растительности с момента уничтожения до достижения ими некоей комплексной структуры в условиях оптимальной температуры и влажности – процесс не одной сотни лет.

По данным научных исследований, проведенных на основе оценки почвенно-экологической эффективности, 70 % поверхности отвалов горных пород Кузбасса представляет собой техногенную пустыню, и только 2 % территории отвалов обладает очень хорошими почвенно-экологическими условиями, которые

могут поддержать восстановительную сукцессию [4]. А это означает, что на 98 % территории необходимо проводить рекультивационные мероприятия в той или иной полноте [12].

Под рекультивацией понимается комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества [9]. Там, где рекультивации нарушенных ландшафтов не придается должного значения, природа представляет собой безжизненные территории, которые становятся центрами эрозионных процессов, выводящих из строя земельные участки, прилегающие к угольным предприятиям.

В. А. Андрохановым [1] проведены исследования почвенного покрова экологической системы всех типов рекультивации, которые применялись в Кузбассе (рис. 1).



**Рис. 1. График скорости восстановления почвенно-экологических функций в техногенном ландшафте [1]**

На графике показано: первая прямая – это эффективность рекультивации при естественном зарастании, вторая прямая – при рекультивации без формирования

почвенного слоя, эффективность этого метода возрастает после 20 – 25 лет. И только создание искусственных почвенно-экологических систем (нанесение плодородного слоя почвы) позволяет действительно эффективно восстанавливать многие почвенно-экологические функции нарушенных экосистем (рис. 1).

Таким образом, основным приемом восстановления природных систем является рекультивация нарушенных земель с нанесением плодородного слоя почвы (далее ПСП). В соответствии с ГОСТ 17.5.1.01-83 [8] ПСП – верхняя гумусированная часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и агрохимическими свойствами.

Для восстановления нарушенных земель перед началом строительства или любой деятельности, которая может вызвать нарушение земель, должен сниматься плодородный слой почвы, который может быть в дальнейшем использован для рекультивации обработанной территории или улучшения малопродуктивных угодий [7].

Согласно ГОСТу 17.4.3.02-85 [7] ПСП, не использованный сразу в ходе работ, должен быть сложен в бурты, соответствующие требованиям ГОСТ 17.5.3.04-83. При этом в ГОСТ 17.5.3.04-83 [9] информация об условиях хранения ПСП и требованиях, предъявляемых к бурту, отсутствует.

Бурт представляет собой склад ПСП различной высоты и площади, трапециевидной формы, с естественными откосами крутизной около 45°. Высота буртов зависит от площади снятия ПСП, а также мощности гумусово-аккумулятивного горизонта почв на данном земельном отводе и достигает иногда 8 м и более [3]. С целью удобства последующей отгрузки почвы высота склада не должна превышать 10 м [13]. Под бурты должны быть отведены непригодные для сельского хозяйства участки или малопродуктивные угодья, на которых исключается подтопление, засоление и загрязнение промышленными отходами, твердыми предметами, камнем, щебнем, галькой, строительным мусором [7].

Длительность хранения ПСП на горнодобывающих предприятиях зависит от особенностей графика рекультивационных работ. В частности, если на разрезе имеются подготовленные для рекультивации участки, то снятый ПСП может сразу наноситься на спланированные участки вскрышных пород. Однако такой вариант на предприятиях Кузбасса встречается очень редко, чаще всего хранение ПСП продолжается 3 – 5, а иногда более 10 лет [6].

Максимальный срок хранения ПСП в различных источниках сильно отличается. Согласно ГОСТ 17.4.3.02-85 [7] ПСП может храниться в буртах в течение 20 лет, а в соответствии с «Методическими указаниями по проектированию рекультивации нарушенных земель на действующих и проектируемых предприятиях угольной промышленности» [13] – в течение 10 лет.

Тем не менее длительное хранение ПСП приводит к его сильной деградации. В многометровой толще снижают активность микроорганизмы, обеспечивающие минерализацию органики, азотофиксацию и дру-

гие почвенные процессы. Происходит нарушение агрегатного строения почвы, от уплотнения она превращается в монолитную массу с плохими водно-физическими свойствами. Погибают почвенные насекомые – деструкторы растительных остатков, включая дождевых червей [19].

Свойства материала ПСП на всех этапах технологической цепочки, от его снятия с естественной почвы до нанесения его на поверхность поля рекультивации, не остаются исходными. По данным проведенных исследований ПСП его качество при сохранении в буртах более 10 лет в условиях Сибири приводит к заметному снижению содержания гумуса в материале ПСП и значительному ухудшению всего комплекса показателей, отвечающих за общее плодородие почв [3]. В частности, уже в процессе снятия ПСП нарушается свойственная почвам естественного сложения дифференциация субстрата по физическим свойствам, содержанию гумуса, минералогическому и гранулометрическому составу [5].

Важнейшими показателями рационального и эффективного использования ПСП для рекультивации нарушенных земель является содержание гумуса, основных элементов питания растений (азота, фосфора, калия). Из физических свойств важнейшим является плотность сложения почвы. Плотность сложения влияет на водный, воздушный, тепловой режим почвы. Увеличение плотности сложения почвы выше оптимальной ухудшает развитие растений. Сильно уплотненная почва оказывает большое сопротивление развитию корневой системы растений. В переувлажненной и уплотненной почве создаются неблагоприятные условия для растений вследствие занятости почти всего объема пор водой и недостатка порами аэрации. Плотная почва плохо или совсем не фильтрует воду [11]. Рассмотрим изменение этих показателей на различных этапах хранения ПСП.

Несмотря на рекомендуемые нормы снятия ПСП, в реальных условиях проведения горных работ происходит механическое смешивание различных по уровню плодородия горизонтов почв естественного сложения. Это приводит к разубоживанию материала гумусового горизонта. Кроме того, при снятии ПСП многократно усиливается насыщение гумусной массы кислородом воздуха. Повышенная аэрация способствует интенсивной минерализации органического вещества ПСП. Именно этой причиной объясняется значительное повышение нитратов в первый год хранения ПСП в буртах [3].

Совокупность действия механических и физико-химических факторов на первом этапе трансформации ПСП в период снятия и транспортировки снижает содержание органического вещества в субстрате на 1 – 2 % (таблица 1).

Содержание гумуса, нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия на этапах хранения ПСП [5]

| Этап                            | Глубина | Гумус | Азот нитратный NO <sub>3</sub> | Фосфор подвижный P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Калий обменный K <sub>2</sub> O |
|---------------------------------|---------|-------|--------------------------------|--|---------------------------------|
|                                 | см      | %     | мг/100 г                       |  |                                 |
| Бурт, время после отсыпки:      |         |       |                                |  |                                 |
| 1-й год                         | 0-10    | 7,5   | 4,4                            | 12,07  | 30,61                           |
|                                 | >200    | 8,1   | 3,56                           | 10,05  | 27,84                           |
| 3-й год                         | 0-10    | 8,5   | 2,83                           | 11,24  | 33,60                           |
|                                 | >200    | 8,3   | 3,80                           | 13,46  | 30,24                           |
| 5 лет                           | 0-10    | 9,2   | 1,58                           | 9,50   | 36,24                           |
|                                 | >200    | 7,3   | 5,05                           | 10,19  | 24,72                           |
| 8 лет                           | 0-10    | 9,6   | 1,58                           | 10,56  | 29,43                           |
|                                 | >200    | 7,4   | 5,50                           | 9,71   | 27,57                           |
| 11 лет                          | 0-10    | 10,6  | 2,22                           | 10,96  | 34,56                           |
|                                 | >200    | 8,7   | 5,69                           | 9,89   | 23,04                           |
| ПСП после отсыпки               | 0 – 20  | 7,8   | 5,49                           | 10,23  | 26,10                           |
| Контроль: чернозем выщелоченный | 0 – 10  | 9,7   | 1,68                           | 11,62  | 23,87                           |
|                                 | 10 – 26 | 8,8   | 1,37                           | 12,14  | 30,48                           |
|                                 | 26 – 40 | 4,4   | 0,86                           | 8,93   | 25,44                           |
|                                 | 40 – 50 | 1,3   | 0,41                           | 3,55   | 16,5                            |

В отличие от азотсодержащих соединений, трансформация которых в очень значительной степени определяется условиями окисления органического вещества ПСП, фосфорсодержащие соединения "реагируют" на изменения степени аэрации ПСП значительно меньше. Калийный режим материала ПСП на всех этапах технологической цепочки практически не меняется (таблица 1).

При формировании буртов многократные проходы тяжелых машин по бурту обуславливают очень сильное уплотнение материала ПСП и приводят к возникновению глыбистой структуры и процессов слитизации. По этой причине плотность ПСП свежеформированного бурта достигает 1,8 г/см<sup>3</sup> (таблица 2). При этом резко возрастает плотность агрегатов и уменьшается их порозность.

Таблица 2

Плотность на этапах хранения ПСП [5]

| Этап                            | Плотность, г/см <sup>3</sup> |          |           |
|---------------------------------|------------------------------|----------|-----------|
|                                 | твёрдой фазы                 | сложения | агрегатов |
| Снятие ПСП                      | 2,53                         | 1,24     | 1,52      |
| Формирование бурта              | 2,55                         | 1,53     | 1,83      |
| Хранение ПСП:                   |                              |          |           |
| на поверхности бурта            | 2,52                         | 1,28     | 1,82      |
| внутри бурта                    | 2,54                         | 1,57     | 1,88      |
| Отсыпка ПСП                     | 2,55                         | 0,88     | 1,81      |
| Планировка ПСП                  | 2,54                         | 1,42     | 1,80      |
| Контроль: чернозем выщелоченный |                              |          |           |
| 0 – 20 см                       | 2,49                         | 1,08     | 1,48      |
| 20 – 40 см                      | 2,58                         | 1,33     | 1,54      |

Далее характер преобразования материала ПСП, складированного в длительно сохраняющихся буртах, сильно зависит от того, в какой части бурта он находится. Под влиянием процессов иссушения – увлажнения, замерзания и оттаивания наблюдается значительное снижение плотности ПСП в поверхностном слое бурта. С развитием растительного покрова снижение плотности ПСП продолжается, происходит разрушение техногенной структуры и увеличение межагрегатной

порозности. Эти процессы проявляются в корнеобитаемом слое (до глубины 20 – 50 см).

Плотность материала ПСП внутри бурта за все время хранения изменяется незначительно [3; 5; 19].

По мере развития растительности и поступления органического вещества в виде опада корневых систем отмечается восстановление общего количества органического вещества в ПСП в верхнем слое бурта, а при длительном воздействии растительности на материал

ПСП – и некоторое накопление в верхнем слое бурта (таблица 1).

В процессе погрузки, перевозки и отсыпки ПСП на рекультивационные участки, т. е. при разрушении бурта, происходит перемешивание внутренних и внешних слоев бурта. При этом вновь создаются условия повышенной аэрации, что вызывает интенсивную минерализацию органического вещества в материале ПСП. Доля нитратного азота увеличивается в 4 – 5 раз по сравнению с контрольной почвой (таблица 1). Как видно из таблицы, процессы минерализации органического вещества почвы на этапах технологической цепочки способствуют высвобождению элементов питания, однако без активизации процессов восстановления гумусного состояния ПСП его материал быстро деградирует и в значительной степени теряет свое плодородие.

При погрузке и транспортировке ПСП к месту отсыпки крупные отдельности крошатся на более мелкие, что способствует значительному снижению плотности ПСП. Отсыпанный на поверхность материал ПСП остается в кучах некоторое время, и под воздействием климатических факторов происходит дальнейшее уплотнение отсыпанного материала. В этот период фиксируется самая низкая плотность материала ПСП (таблица 2).

Планировка ПСП на рекультивированных участках проводится бульдозерами и грейдерами. Так как снижение плотности ПСП на предыдущем этапе обусловлено резким увеличением межагрегатной порозности, то при планировке ПСП наблюдается обратный процесс – уплотнение всей массы и уменьшение межагрегатной порозности в насыпном слое. Это приводит к увеличению плотности сложения насыпного слоя до  $1,5 \text{ г/см}^3$  и созданию неблагоприятных эдафических условий на начальном этапе мелиоративного освоения сформированных техноземов [3].

Выполненные исследования показали, что после долговременного хранения в буртах плодородный слой почвы изменяет свои физико-химические свойства, что требует дальнейшего изучения биологических и агрохимических свойств таких грунтов.

На территории Кузбасса в целом около 50 % нарушенных горными работами земель представлены плодородными черноземами и темно-серыми лесными почвами, а оставшаяся часть нарушенных земель – дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами [15].

В 2013 году кузбасские угольщики добыли 203 млн т. угля [14]. По мнению Е. Л. Счастливцева [17], на 1 млн т добытого угля утрачивается 36 га плодородной земли. Это означает, что только за 2013 год в Кузбассе был снят и заскладирован в бурты ПСП с площади 7300 га.

Сложившаяся ситуация усложняется низкими темпами проведения рекультивации нарушенных земель.

### Литература

1. Андроханов В. А. Научные и практические основы рекультивации нарушенных территорий // Научные основы экологии, мелиорации и эстетики ландшафтов: Международная научно-практическая конференция. Режим доступа: <http://in-nature.ru/wp-content/uploads/2010/07/Androchanov.pdf>
2. Андроханов В. А. Специфика и генезис почвенного покрова техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2005. № 5. С. 795 – 800.
3. Андроханов В. А. Техноземы и изменение их свойств на биологическом этапе рекультивации (на примере КАТЭКа): дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1998.

Только в Беловском районе заскладировано 4 млн  $\text{м}^3$  ПСП, но он практически не используется, так как нет подготовленных для рекультивации спланированных площадей [6].

Существует несколько возможных путей решения проблемы хранения ПСП. Одни направлены на разработку новых технологий добычи угля, чтобы снимаемый ПСП сразу же наносился на спланированные породные отвалы. Другие направлены на совершенствование технологии хранения ПСП. Например, в небольших буртах ПСП можно хранить значительно большее время, без значительной потери плодородия.

В соответствии с ГОСТ 17.4.3.02-85 [7] поверхность бурта и его откосы должны быть обязательно засеяны многолетними травами, если срок хранения плодородного слоя почвы превышает 2 года.

Для предотвращения ухудшения качества ПСП при хранении согласно ГОСТ 17.5.3.05-84 [10] снимаемый ПСП можно использовать для землевания малопродуктивных угодий. В этом случае землевание производится в целях повышения плодородия малопродуктивных угодий.

По данным С. С. Трофимова [18], малопродуктивные земли – пески, солонцы или земли с неразвитым почвенным покровом – на территории Кемеровской области не распространены. Поэтому использование плодородной почвы для землевания малопродуктивных угодий в условиях Кузбасса нецелесообразно. Наносить ПСП на эрозионно-опасные участки также не имеет смысла, так как почва все равно будет с них смыта. А если использовать эти участки не для пашни, а для сенокосов и пастбищ, то землевание станет экономически не оправданно [6].

По данным В. А. Андроханова [3], наилучшим способом сохранения и даже улучшения свойств материала ПСП будет не хранение его в виде буртов, а нанесение на ненарушенную горными работами поверхность, в том числе и на занятую сельскохозяйственными угодьями. На таком поле необходимо возделывать многолетние травы, создавать высокопродуктивные сенокосные угодья или семенники многолетних трав. Далее по мере подготовки полей рекультивации материал ПСП может вторично сниматься и сразу же наноситься на рекультивируемую поверхность. Но все эти мероприятия трудоемки и требуют значительных затрат, и не везде применимы.

Таким образом, проблема хранения ПСП в горнодобывающей промышленности Кузбасса остается актуальной и требует новых решений. Важность этой проблемы определяется тем, что без преодоления процесса деградации почв и сохранения почвенного покрова путем проведения рекультивационных работ невозможно сохранить ни растительный и животный мир, ни чистоту воды и воздуха, ни в целом нормальное функционирование биосферы.

4. Андроханов В. А., Куляпина В. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
5. Андроханов В. А., Овсянникова С. В., Курачев В. М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. 200 с.
6. Баранник Л. П., Шмонов А. М. Рекультивация земель. Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1988. 67 с.
7. ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
8. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
9. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
10. ГОСТ 17.5.3.05-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.
11. Качинский Н. А. Физика почвы. Ч. 1. М.: Высшая школа, 1965. 323 с.
12. Манаков Ю. А. Нарушенные земли Кузбасса. Путь решения проблемы – фонд рекультивации // Эко-бюллетень ИнЭКА. № 4(129). С. 29 – 33.
13. Методические указания по проектированию рекультивации нарушенных земель на действующих и проектируемых предприятиях угольной промышленности / ВНИИОСуголь. Пермь, 1991.
14. Официальный сайт Кемеровской области. Режим доступа: <http://www.ako.ru/>
15. Потапов В. П. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. Новосибирск: Наука, 2005. 650 с.
16. Середина В. П., Алексеева Т. П., Сысоева Л. Н., Трунова Н. М., Бурмистрова Т. И. Исследование процессов формирования органического вещества в нарушенных при угледобыче почвах // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 1(17). С. 18 – 31.
17. Счастливец Е. Л. Об экологической безопасности угледобывающих районов Кузбасса. Региональные проблемы устойчивого развития природоресурсных регионов и пути их решения // Труды IV Международной научно-практической конференции. Кемерово: ИУУ СО РАН, 2003. Т. 2. 199 с.
18. Трофимов С. С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск: Наука, 1975. 299 с.
19. Фаткулин Ф. А., Андроханов В. А. Изменение свойств плодородного слоя почвы, складированного в целях рекультивации на угольных разрезах КАТЭКа // Экология и охрана почв засушливых территорий Казахстана: тез. докл. Республ. науч. конф. Алма-Ата, 1991. С. 216 – 217.

**Информация об авторах:**

**Кожевников Николай Владимирович** – аспирант кафедры ботаники КемГУ, Koghevnikov\_NV@mail.ru.

**Nikolai V. Kozhevnikov** – post-graduate student at the Department of Botany, Kemerovo State University.

(Научный руководитель – **А. В. Заушинцева**).

**Заушинцева Александра Васильевна** – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники КемГУ, 8-923-606-38-85, alexaz58@yandex.ru.

**Alexandra V. Zaushintsena** – Doctor of Biology, Professor at the Department of Botany, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 17.12.2014 г.*