

УДК 622.271.002.237:622.882:502.004.67

**Е.В. МАЛЕЕВ**

(Украина, Днепр, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины)

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ  
НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ**

*Актуальность.* Развитие технического прогресса привело к тому, что значительное количество населения земного шара в настоящее время живет в окружении техногенных ландшафтов. Миллионы гектаров земли испытывают непосредственного воздействия от промышленности, в том числе от открытых горных работ. Вследствие этого изменяется рельеф земной поверхности и ее литологическая основа, полностью уничтожается растительный и почвенный покровы. Особенно заметным является быстрый темп негативного изменения ландшафта в индустриально развитых странах. Так, если в Украине эти площади составляют примерно 270 тыс. га, то в России – 20 млн га, США – 12 млн га, Великобритании – 70 тыс. га, Румынии и Польши по 30 тыс. га [1].

Проблема рекультивации территорий нарушенных земель в результате открытых горных работ, с каждым годом встает все острее из-за постоянного увеличения количества уже отработанных и заброшенных карьеров. Также увеличивается площади территорий, на которых располагаются отвалы, отходы горной и металлургической промышленности. В некоторых отсутствие качественной рекультивации остаточных выработанных пространств карьеров вызвана: нехваткой вскрышных пород во внешних отвалах, обводнением горных выработок и несовершенством технологического процесса, который требует дополнительных объемов работ по экскавации и перемещения горных работ.

Таким образом, разработка и внедрение современных высокоэффективных технологий восстановления нарушенных земель в области открытых горных работ чрезвычайно актуальна.

В настоящее время рекультивация нарушенных земель является обязательным условием при использовании недр, однако ее качество остается на очень низком уровне. Причины тому две: первая – несопоставимо высокая цена рекультивации, делающей использование природных ресурсов нерентабельным; вторая – несовершенство законодательной базы или несовершенство общечеловеческого подхода к использованию природных ресурсов.

Согласно существующими на сегодняшний день нормативными документами в сфере недроземлепользования регламентируется порядок восстановления нарушенных земель, а также система их возврата для использования в народном хозяйстве. В рекультивации различают два этапа: горнотехнический и биологический, на первый приходится до 80% общих затрат на восстановление нарушенных земель. Детально рассмотрим основные технологические процес-

сы на стадии горнотехнического этапа: снятие и сохранение почвенно-растительного слоя, выполаживание откосов отвалов и бортов карьеров, планировочные работы, создание подъездных дорог и мероприятия по изоляции токсичных, и склонных к самовозгоранию подстилающих пород.

В нормативных документах для открытых горных работ, регламентируется основной порядок и условия проведения горно-технического этапа рекультивации, рекомендуется выполаживать откосы отвалов и борта карьеров до углов, не превышающих  $6-8^\circ$  при сельскохозяйственном,  $10-12^\circ$  – лесохозяйственном и  $15-20^\circ$  – санитарно-гигиеническом направлениях восстановления нарушенных земель (рис. 1) [2].

Как правило технология работ при горнотехнической рекультивации реализуется без учета принятой системы разработки месторождения, отвалообразования, рельефа местности и ценности отчуждаемых земель. Однако для оптимизации работ по рассматриваемому этапу уже на стадии проектирования отвалообразования необходимо учитывать состав вскрышных пород и их пригодность для рекультивации, а при формировании внешних отвалов – не только требования рационального земледелия, но и затраты на будущие горно-планировочные работы, выполняемые в рамках соответствующего этапа рекультивации.

Наряду организационно-технологических решений, призванных сократить затраты на горно-техническую рекультивацию, стоит отметить селективное отвалообразование потенциально-плодородных и токсичных пород таким образом, чтобы была обеспечена возможность нанесения плодородно-растительного слоя непосредственно на спланированную поверхность без использования дополнительного слоя перекрывающих инертных пород. К перспективным технологическим решениям также можно отнести совмещение работ по горнотехнической рекультивации с основными технологическими процессами добычи полезного ископаемого, в первую очередь, с отвалообразованием, что позволяет добиться снижения затрат на рассматриваемый этап рекультивации более чем в 2 раза. Уменьшение углов откосов отвалов и бортов горных выработок на  $1-2^\circ$  с целью предотвращения размыва, оползневых явлений, водной и ветровой эрозии может привести к увеличению объемов работ на 50-100 тыс. м<sup>3</sup> по каждому рекультивируемому участку в целом. Безусловно, увеличение расходов на рекультивацию отразится на себестоимости добываемого полезного ископаемого и приведет к увеличению стоимости конечного продукта.

На сегодняшний день существует целый ряд технических решений, призванных сократить затраты и время проведения работ по горнотехническому этапу рекультивации, при обеспечении должного уровня устойчивости наклонных рекультивируемых поверхностей, качественного закрепления почвенно-растительного слоя, а также изоляции токсичных оснований за счет использованием специальных технических средств. Однако широкое применение в работах по рекультивации нарушенных земель получил целый класс различных материалов, именуемых геосинтетическими материалами. Геосинтетические

материалы состоят из искусственного синтетического сырья, используются в строительстве, в том числе и экологическом, для создания дополнительных слоев, крепления откосов, изоляции шламохранилищ и полигонов твердых бытовых отходов.

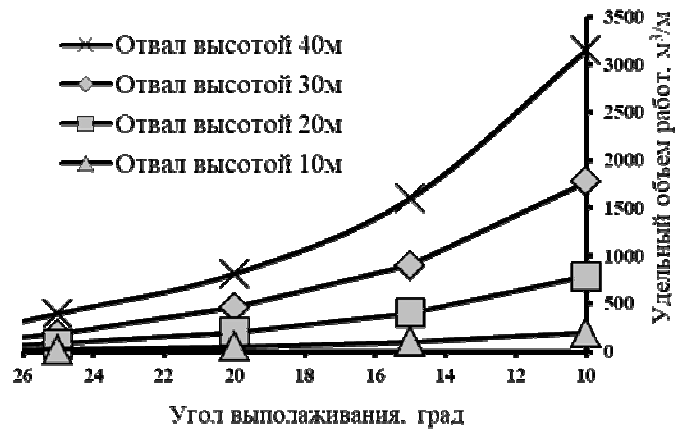


Рис. 1. Удельный объем работ по выколаживанию отвалов различной высоты

Геосинтетические материалы могут быть выполнены в форме геотекстиля, георешеток, геокомпозигов, геоболочек, геомембран, геоплит, в виде жидких полимерных растворов, застывающих на воздухе. Различают тканые и нетканые синтетические материалы. Тканые имеют повышенную прочность, параллельную ориентацию волокон, высокий модуль упругости, но не обладают достаточной водонепроницаемостью. Нетканые представляют собой свободное переплетение синтетических волокон разной длины и упрочняются механически и термическими способами [3]. При изготовлении геосинтетических материалов могут использоваться полиэтилен, поливинилхлорид, различные полимеры, стекловолокно с полимерной обработкой, битум, также как составная часть геокомпозигов используется глина, лен, джут, кокос. Хотя данные материалы и известны с 80-90-х гг. прошлого века, их практическое применение в целях рекультивации в нашей стране остается достаточно низким. Давно известна технология укрепления откосов с использованием анкеров, свай и специальной крепи. В наши дни геотекстиль, геосети и другие современные материалы пришли им на смену.

Наиболее распространенным материалом при укреплении склонов и грунтов является применение геотекстиля типа дорнит. Дорнит представляет собой иглопробивное (механически упрочненное иглами) полотно, которое хорошо пропускает и фильтрует воду, и препятствует смешиванию слоев грунта при устройстве дорожного полотна или фундаментов. Применение геотекстильного полотна как материала для защиты и укрепления грунтов дало возможность строить дороги, выдерживающие довольно высокие нагрузки, даже на слабом

основании. Геоткань дорнит может применяться как самостоятельно, так и совместно с георешетками, которые являются не менее эффективным способом укрепления грунта. Георешетка представляет собой гибкую ячеистую конструкцию из пластиковых лент, скрепленных между собой сварными швами. Георешетка применяется при организации противоэрозионной защиты насыпей и откосов повышенной крутизны не только в горном деле, но и при строительстве железнодорожных путей, автодорог, мостов, тоннелей, пешеходных переходов через магистрали. Этот материал эффективен и для укрепления прудковых зон шламохранилищ, в которых порода особенно сильно подвержена водной эрозии. Основными достоинствами при укреплении откосов георешеткой является его высокая устойчивость к пресной и соленой воде, особенностям породы, ультрафиолетовому излучению, что позволяет продлить срок службы конструкции. Геосетка – геосинтетический материал, широко применяемый для армирования и упрочнения пород. Эффективность применения материала геосетки обеспечивается водостойкостью и долговечностью геосинтетика. Этот материал устойчив к воздействию химических соединений и ультрафиолета, не подвержен гниению и экологически безопасен. Геомембрана – гидроизоляционный материал, изготавливаемый из пленочных, либо обрабатываемых вяжущими, геосинтетиков. Используется в основном для создания гидроизолирующих прослоек, укрепления сооружений водоотвода. Геомембраны могут выпускаться с наполнителем в виде бентонитовой глины. В целях рекультивации шламохранилищ в настоящее время наиболее перспективными средствами являются глиноматы и жидкие полимерные растворы, образующие герметичную пленку. Глиноматы – это материалы заводского изготовления, состоящие из природных глин, обладающих низким коэффициентом фильтрации, геотекстиля и(или) геомембран. Глиноматы могут быть различных видов в зависимости от составляющих их материалов и способа производства (например, прошивные, клееные и др.). Бентонитовая глина наиболее широко используется для производства глиноматов, поэтому их часто называют бентонитовые маты. Жидкие полимерные растворы при нанесении образуют пленку, склеивающую породу. Они могут быть как герметичными, так и пропускающими воздух и воду. Одинаково успешно их можно использовать для укрепления откосов горных выработок и для консервации шламохранилищ. Использование глиноматов, полимерных растворов повышает эффективность экранирования шламохранилища по сравнению с применением обычных глинистых экранов. Как уже было сказано, жидкие полимерные растворы, используемые для укрепления откосов, могут пропускать воздух и воду и применяться в комплексе с высеванием травянистого покрова. Травянистый покров, высаженный до нанесения раствора, легко пробивается сквозь полимерную пленку, укрепляя всю конструкцию в целом, и препятствует выветриванию пород откоса. Данная схема предусматривает использование синтетических материалов (горно-технический этап) с одновременной биологической рекультивацией.



Рис. 2. Вид откоса дамбы хвостохранилища с использованием жидких полимерных растворов

*Выводы.* Таким образом, применение жидких полимерных растворов в комплексе с высеванием травянистого покрова, позволят укрепить откосы горных выработок и использовать их для консервации шламоохранилищ. В классическом же случае засевание семенами растений происходит уже после горнотехнического этапа (выполаживание откосов бульдозерами, установка георешеток, геотекстиля) [4]. Использование геосинтетических материалов в сфере дорожного, гражданского и промышленного строительства значительно выше применения в горном деле, в том числе для решения задач рекультивации. Вместе с тем, ежегодно увеличивающиеся площади земель, нарушенных горными работами, а также возрастающие затраты на освоение новых и эксплуатацию действующих месторождений должны стать предпосылкой более активного использования современных геотехнологий.

#### Список литературы

1. Технология и комплексная механизация открытых разработок / М.Г. Новожилов, В.С. Хохряков, Г.Д. Пчелкин и др. – М.: Недра, 1971. – 552 с.
2. Славиковский О.В., Славиковская Ю.О. Горнотехническая рекультивация недр – направление обеспечения техногенной безопасности горнодобывающих регионов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2012. – № 6. – С. 34-39.
3. Опрышко Д.С., Кузнецов В.С., Ялышко Р.Л. Перспективы создания рекреационных зон на базе отработанных песчано-гравийных месторождений Ленинградской области // Труды 14-го Междунар. симпозиума им. академика М.А. Усова. – Томск, 2010. – Том. 2.
4. Месяц С.П. Закрепление уступов, поставленных в конечное положение, для повышения промышленной и экологической безопасности при ведении открытых горных работ // Неделя горняка-2011: Тр. Междунар. науч. симпозиума. – М., 2011.

© Малеев Е.В., 2017

*Надійшла до редколегії 19.09.2017 р  
Рекомендовано до публікації д.т.н. М.С. Четвериком*