УДК 504.064.45

М.А.ПАШКЕВИЧ, *д-р техн. наук, профессор, mpash@spmi.ru*
Д.О.АКИМЕНКО, *аспирант, akimenko1988@rambler.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

M.A.PASHKEVICH, *Dr. in eng. sc., professor, mpash@spmi.ru*
D.O.AKIMENKO, *post-graduate student, akimenko1988@rambler.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗОЛЯЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЛОЩАДОК КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Использование цианидных растворов в технологии кучного выщелачивания обусловливает как прямое, так и косвенное воздействие на компоненты окружающей среды. Существующие способы изоляции площадок кучного выщелачивания не обеспечивают необходимой степени снижения инфильтрационных процессов. Одной из основных причин является использование шовных технологий с применением геосинтетиков, имеющих ряд недостатков.

***Ключевые слова*:** кучное выщелачивание, изоляция, инфильтрация, геосинтетики.

DEVELOPMENT OF ISOLATION TECHNOLOGY IN PREPARATION OF THE HEAP LEACHING FIELDS

The usage of cyanide solutions in technology heap leaching causes, both direct and indirect effect on the environmental components. Existing methods of heap leaching fields isolation do not provide the necessary degree of decreasing of infiltration processes. One of the main reasons is the usage of sutural technology with using geosynthetics are characterized by a number of disadvantages.

***Key words*:** heap leaching, insulation, infiltration, geosynthetics.

В мировой практике золотодобычи с каждым годом наибольшее применение находит технология кучного выщелачивания (КВ). Основными причинами, обусловившими переориентацию компаний производителей на технологию КВ, являются истощение разведанных запасов богатых золотосодержащих руд, пригодных для переработки по существующим фабричным технологиям; увеличение себестоимости добычи в связи с ростом цен на энергоносители, основные материалы и оборудование; снижение мировой цены на золото [1]. Все это предопределяет возможность практического применения только высокоэффективных малозатратных процессов, каким является кучное цианистое выщелачивание.

В настоящее время только в США работает более 120 установок кучного выщелачивания, в РФ введено в эксплуатацию 25 установок. Тем не менее, при наличии значительной сырьевой базы в нашей стране есть существенные резервы развития этой эффективной технологии [1].

Несмотря на высокую экономическую эффективность процессов КВ при ее внедрении, возникает ряд проблем, требующих решения:

- совершенствование методов и приемов рудоподготовки;
- минимизация потерь фильтруемости материала и материальных ресурсов путем разработки новых методов укладки рудных штабелей;

• повышение надежности и технологичности сборных коллекторов и гидроизолированных оснований;

• разработка новых эффективных и недорогих методов обезвреживания и рекультивации отработанных рудных штабелей.

Основным применяемым в кучном выщелачивании компонентом, который представляет опасность с точки зрения нанесения ущерба окружающей природной среде, является цианид и его соединения. Для защиты природных вод от загрязнения цианидом во время и после прекращения эксплуатационного периода установки КВ организуются с учетом полного предотвращения инфильтрации растворов, содержащих токсичные вещества. С этой целью штабель агломерированной руды укладывают на специально подготовленное основание, являющееся экраном для цианистых растворов и препятствующее их попаданию в почву и водные горизонты.

Для промышленного применения разработаны и рекомендованы три основных метода КВ, отличающихся между собой организацией основных и вспомогательных работ, конструкцией гидротехнических сооружений промышленного комплекса и характером общеинженерных мероприятий.

1. Строительство долговременных площадок многоразового использования из твердых гидроизоляционных покрытий, способных выдерживать возникающие рабочие давления от складированного штабеля и от погрузочно-разгрузочных механизмов и транспортных средств. Данный метод может быть реализован на ограниченном по площади участке земли с использованием высокопрочного гидроизоляционного основания из бетона или асфальта. Его преимущества состоят в меньших размерах технологических емкостей из-за ограниченной площади куч, подвергаемых цианистому выщелачиванию, двойной переработке рудной массы (загрузка, выгрузка) и относительно короткого и постоянного по времени цикла выщелачивания.

2. Строительство гидроизоляционных площадок одноразового использования из мягких изолирующих покрытий (полиэтиленовые или поливинилхлоридные пленки, листовая резина) в сочетании с глинистой изоляцией или без нее при наличии естественного водоупора толщиной не менее 1 м. Набор технологического оборудования остается таким же, как и в первом варианте.

В этом случае выщелаченная и обезвреженная руда остается на месте переработки. При этом отпадает необходимость в сооружении и эксплуатации хвостохранилища. Затраты на строительство гидроизоляционных площадок должны быть минимальными (из пригодных местных глин в сочетании с полимерным покрытием или без такового).

3. Дамбовое выщелачивание, при котором руда укладывается перед удерживающим сооружением, имеющим вид дамбы. Большая часть руды нижележащего слоя выщелачивается во время последующего выщелачивания. После выщелачивания руды осуществляется дренаж растворов и складирование свежей руды. По окончании выщелачивания хвосты обезвреживают и рекультивируют, подобно отвалам пустой породы. Метод может использоваться там, где рельеф местности имеет крутой угол уклона. Метод применим в широком диапазоне климатических условий и приспособлен к длительному периоду выщелачивания (до нескольких лет) [3].

Строительство гидроизоляционных оснований, а также разработка новых, экологически безопасных и недорогих изоляционных материалов при закладке рудных штабелей КВ, является важнейшим аспектом организации производственного проекта.

На данный момент в мире существует три типа изоляционных оснований для КВ: одинарные (глина, бетон, пленка, асфальт), двойные (пленка и глина; пленка, дренаж и глина; асфальт, дренаж, глина или пленка) и тройные (пленка, глина, дренаж и глина; пленка, дренаж, пленка, глина; пленка, дренаж, глина, дренаж, глина).

В настоящее время современные лидеры по добыче и переработке золотоносных руд все чаще отказываются от использования безпленочных типов оснований, ввиду их сравнительно низких противофильтраци-

онных показателей по сравнению с изолирующими основаниями с использованием полимерных пленок, так называемых геомембран. Геомембраны изготавливают из полиэтилена высокой и низкой плотности с добавлением ряда присадок: сажи, антиокислителей и стабилизаторов высоких температур. В зависимости от состава сырья различают полимерные геосинтетические мембраны (PVC, PIB, ECB, CPE), глиняногеосинтетические мембраны и битумногеосинтетические мембраны (GSB).

Важную роль играет вид задействованного в производстве полиэтилена. Различают три основных класса геомембран:

• HDPE на основе полиэтилена высокой плотности характеризуется высокой прочностью. Она находит применение при строительстве полигонов твердых, жидких бытовых и промышленных отходов, гидроизоляционного и антикоррозийного покрытия бетонных, кирпичных, металлических и прочих поверхностей;

• LDPE на основе полиэтилена низкой плотности обладает высокой эластичностью. Сфера применения – строительство зданий и сооружений на неустойчивых грунтах, локализация свалок, рекультивация полигонов твердых бытовых и промышленных отходов;

• EPDM на основе синтетического каучука наивысшей эластичности, используют в качестве гидроизоляционного материала для создания водоемов, каналов, тоннелей, полигонов ТБО, навозохранилищ, в строительстве для гидроизоляции крыш и фундаментов.

Геомембраны в настоящее время не имеют аналогов, но при всех своих достоинствах, они имеют ряд недостатков: низкую устойчивость к химикатам, высокую чувствительность к деформациям, необходимость отстаивания перед переходом к другим фазам строительства, низкую ремонтопригодность и высокую стоимость

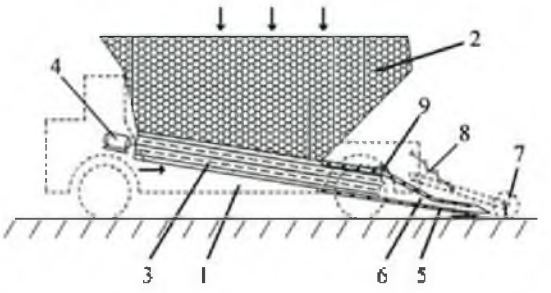
Недостатки используемых в настоящее время изоляционных материалов определяют необходимость и актуальность работы в направлении исследования и разработки новых, экологически безопасных и экономически эффективных материалов, а также технологии их нанесения при подготовке площадок (КВ, ТБО).

В связи с этим целью исследования является разработка и практическая апробация нового изоляционного материала для снижения техногенной нагрузки на природную среду при КВ на основе отходов полиэтилена и полипропилена в оплавленном совместно с подстилающими грунтами состоянии.

Для достижения поставленной цели было решено разработать технологию, которая позволит повысить надежность экранирующего слоя из отходов полиэтилена и полипропилена в оплавленном совместно с грунтами состоянии за счет приготовления покрытия требуемой толщины непосредственно в месте укладки. Создана теоретическая модель самоходного устройства для нанесения противофильтрационного покрытия (см. рисунок).

С использованием такой технологии полностью исчезнет необходимость в сшивании покрытия, так как герметизация швов будет осуществляться взаимным наложением слоев на ширину до 15 см с последующим механическим склеиванием.

Для достижения необходимого результата температура нагревания отходов полиэтилена и полипропилена должна достигать 2500 °С, что как предполагается, позволит



Устройство для нанесения противофильтрационного покрытия

1 – самоходное шасси с силовой установкой; 2 – бункер для загрузки сырьевых компонентов (отходов полиэтилена и полипропилена); 3 – шнековый механизм подачи гранул в нагреватель, 4 – регулирующий двигатель; 5 – нагреватель; 6 – выстилающий механизм экструдерного типа; 7, 8 – уплотняющий механизм, включающий полый охлаждаемый вал (7) и упругий регулируемый элемент (8); 9 – шарнирные соединения, позволяющие изменять ширину обработки в интервале 1-2,5 м и толщину формируемого покрытия в интервале 0,5-4 см

получить гарантируемый прогрев исходного материала и равномерность нанесения покрытия.

Устройство для нанесения противофильтрационного покрытия позволит полностью механизировать процесс нанесения полимерного гидроизоляционного покрытия на уплотненный грунт, объединяя в себе механизмы подачи смеси гранулированных отходов полиэтилена и полипропилена, нагревания смеси, а также выстилания и уплотнения полимерного состава.

Для производственной реализации данной технологии необходимо проведение в лабораторных условиях исследования динамики изменения свойств изоляционного материала и его прочностных характеристик, подбор необходимых присадок и их процентного соотношения в готовом материале, аналоговое и числовое моделирование и обработка результатов исследований на ЭВМ с использованием специализированных программных пакетов.

Возможности применения данного устройства обширны и могут иметь место на объектах горно-добывающей, горно-перерабатывающей отраслей, а также для изоляции полигонов складирования ТБО.

Положительные результаты лабораторных и опытно-промышленных исследований позволят достичь следующих целей при внедрении в практику:

• снизить антропогенную нагрузку на компоненты ОС;

• вовлечь в переработку отходы полиэтилена и полипропилена, внося вклад в развитие переработки образующихся бытовых отходов на территории РФ.

Работа выполнена в Центре коллективного пользования научным оборудованием Горного университета при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борисков Ф.Ф.* Кучное выщелачивание золота в России // Изв.вузов. Горный журнал. Уральское горное обозрение «Техногенные месторождения и их переработка». 1997. № 11-12. С.193-198.

2. Кучное и подземное выщелачивание металлов / Под ред. С.Н.Волощука. М., 1982. 243 с.

3. *Мосинец В.Н.* Геотехнологические методы добычи цветных и редких металлов // Цветная металлургия. 1992. № 2. С.24-30.

REFERENCES

1. *Boriskov F.F.* Heap leaching of gold in Russia // Proceedings of Institute of Higher edication. Mining Journal. Ural Mining Review «Waste deposits and processing». 1997, N 11-12. P.193-198.

2. Heap leach and underground metal / Ed. S.N.Voloshchuk. Moscow, 1982. 243 p.

3. *Mosinets V.N.* Geotechnological mining methods ferrous and rare metals / / Non-ferrous metals. 1992. N 2. P.24-30.