

УДК 622.013.364

**М.В. Костромин, А.А. Леонтьев**

## **НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩЕЙ РОССЫПИ РУЧ. ШЕРКУНЧА**

*Рассмотрены проведенные исследования и внедрение новых технологий разработки глубокозалегающего россыпного месторождения руч. Шеркунча, при повторной разработке эфельных отвалов плавучим земснарядом, а также при водно-тепловой подготовке мерзлых пород к выемке*

*Ключевые слова: огнезащита, огнестойкость, воздушное распыление, пожарная безопасность, тушение пожара.*

**В** последние годы вовлекаются в эксплуатацию техногенные россыпи, которые в той или иной мере представляют отходы производственной деятельности, образовавшиеся вследствие несовершенства технологии добычи и обогащения золотоносных песков.

Эфельные отвалы составляют 70%, а иногда до 90 % общего объема промытой горной массы. Ревизионные и опытно-эксплуатационные работы, позволяют судить о высоком содержании золота в эфельных отвалах (рис. 1), которое в ряде случаев превышает содержание золота по сравнению с некоторыми еще не обработанными целиковыми россыпями. Согласно геологическому опробованию и пробной промывки содержание золота в эфельных отвалах достигает 2-2,5 г/м<sup>3</sup>. Согласно опробованию в основании галечных отвалов золото может присутствовать в количестве 2,5-3,2 г/м<sup>3</sup>. Вероятно, такое высокое содержание золота обусловлено характером промывки в 50-60 года.

Месторождение россыпного золота руч. Шеркунча расположено в верхнем течении реки Нижняя Борзя. В границах россыпного месторожде-

ния золота руч. Шеркунча к отработке принята продуктивная толща (пески), представленная аллювиальными отложениями. Мощность пласта песков колеблется от 0,5 до 3,5 м (в среднем 1,8 м). Мощность торфов увеличивается сверху вниз по долине от 8,0 до 18,0 м, составляя в среднем 14...16 м, таким образом, россыпь можно отнести к глубокозалегающей.

Золото месторождения руч. Шеркунча относится к мелкому (0,5...2,0 мм) и весьма мелкому (0,15...0,5 мм). При разработке месторождения для обогащения песков на предприятии используется промприбор ПГШ-II-50, при этом технологические потери металла фактически достигали значительных величин, в среднем составляющие 11 %. Так, по данным опробования, содержание золота в эфелях составляет 0,30-2,0 г/т.

В связи с этим руководством ЗАО «Витимгеопром» и кафедрой «Открытых горных работ» Читинского Государственного университета было принято решение о повторной разработке эфельных отвалов. В результате изучения месторождения и анализа полученных исследований и производственного опыта пришли к выводу



**Рис. 1. Общий вид эфельного отвала**

о целесообразности повторной разработки эфелей плавучим земснарядом.

Эфельные отвалы на месторождении россыпного золота руч. Шеркунча размещены в рабочих и пионерных отстойниках, постоянно находятся в обводненном пространстве на глубине от 9 до 11 м. Незначительный объем эфельных отвалов размещен на бортах разреза, который наиболее доступен для повторной отработки.

Фракционный состав эфельных отвалов -20 мм. Средняя крупность твердых частиц – 5,35 мм. Объем одного отвала в среднем составляет 20,2 тыс. м<sup>3</sup>. Гранулометрический состав эфелей в отвале представлен в табл. 1.

По трудности разработки землесосными снарядами эфеля относятся к III группе с расходом воды на разработку и транспортирование 11 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Ввиду достаточно высокой стоимости нового оборудования, было принято решение о строительстве земснаряда силами ЗАО «Витимгеопром».

Предприятие имеет в наличии центробежный грунтовый насос типа ГрУ-800/40 и дизельный двигатель типа ЯМЗ-238. Данное оборудование, возможно, использовать при строительстве земснаряда.

Насос ГрУ-800/40 предназначен для перекачивания гравийных, песчано-гравийных и других абразивных гидросмесей и нашел широкое применение в конструкциях земснарядов, а также транспортировке гидросмесей при гидромеханизированной разработке россыпей.

Расчеты показали возможность использования данного землесоса с имеющимся двигателем для разработки эфельных отвалов при расчетной плотности гидросмеси 1,09 г/см<sup>3</sup>. При этом техническая производительность составит 680 м<sup>3</sup>/ч по гидросмеси и 58 м<sup>3</sup>/ч по грунту.

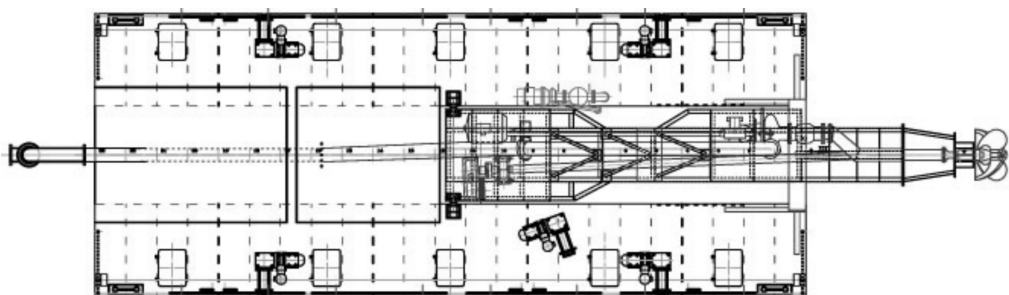
Отвалы, простоявшие продолжительное время могут быть уплотнены и требуют предварительной подготовки перед выемкой.

При разработке плотных, слежавшихся песчано-гравийных грунтов применяются грунтозаборные устройства в виде всасывающего наконечника с механическим фрезерным и гидравлическим рыхлителями.

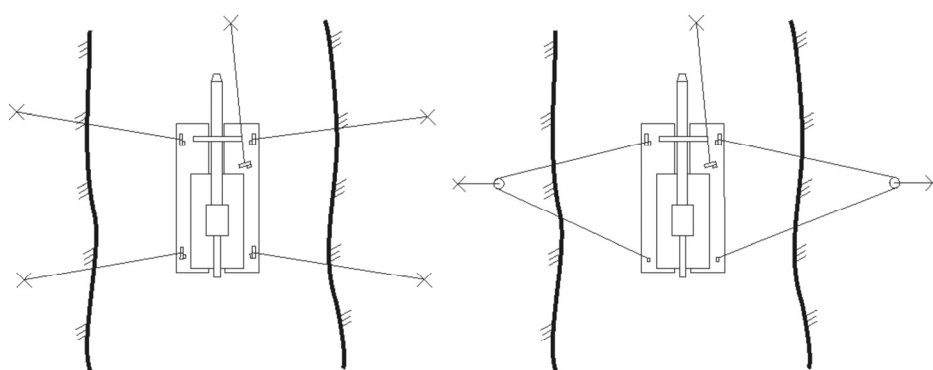
С учетом имеющегося опыта применения механического фрезерного рыхлителя и анализа полученных исследований можно сделать вывод, что его применение при отработке эфельных отвалов на данном месторождении не целесообразно. В связи с этим для разуплотнения слежавшихся песчано-гравийных грунтов принято

Таблица 1

Размер частиц, мм	-20 +10	-10 +5	-5 +2,5	-2,5 +1,25	-1,25 +0,63	-0,63 +0,32	-0,32 +0,14	-0,14
Содержание фракции, %	17,53	18,09	25,17	18,09	4,72	4,72	5,28	6,40
Средний размер частиц, мм	15	7,5	3,75	1,875	0,94	0,475	0,23	0,07



**Рис. 2. Понтон катамаранного типа**



**Рис. 3. Возможные схемы маневрирования драги в забое**

решение о применении гидравлического рыхлителя, по причине износоустойчивости и простоты устройства.

Все силовое и исполнительное оборудование земснаряда монтируется на понтоне (рис. 2). Понтон изготовлен силами предприятия и состоит из двух поплавков, заполненных полиуретановой пеной, что полностью исключает затопление земснаряда при его повреждении. Между собой поплавки соединяются надстройкой и рамой грунтозаборного устройства. Общие размеры понтона – 7×4,5 м. Понтон – катамаранного типа. Пульповод – резиноканевый на поплавках.

С целью упрощения конструкции земснаряда и минимизации затрат на его изготовление было принято решение об использовании тросового

типа перемещения. Предлагаемые схемы расположения лебедок на понтоне и закрепления тросов представлены на рис. 3.

Данные схемы позволяют производить достаточно эффективное маневрирование земснаряда в условиях разработки эфельных отвалов.

Транспортировка пульпы на берег производится по плавучему напорному трубопроводу диаметром 219 мм. Гибкий эластичный трубопровод состоит из силовых элементов, герметизирующего внутреннего покрытия и наружного защитного слоя, стойких к гидроабразивному износу. В среднем срок службы по гидроабразивному износу в 5-8 раз больше чем у стальных труб. При радиусах изгиба (15...20)×d он сохраняет форму и таким образом не требует шаровых со-

Таблица 2

**Физические и оптические свойства светопрозрачных пленок**

Наименование пленки	Физические свойства				Оптические свойства				
	плотность, г/см <sup>3</sup>	темперостойкость, °С	предел прочности на растяжение, МПа	относительное удлинение, %	граница пропускания, мкм	прозрачность в спектре излучений (мкм), %			
						0,295-0,400	0,400-0,750	0,750-2,000	5-15
Полиэтиленовая	0,92... ...0,95	-70... ...+115	10... ...12	260... ...276	0,220	52	73	81	80
Полиэтилен-терефталатная	1,38	-60... ...+130	120... ...180	45... ...50	0,310	64	87	90	65
Поливинилхлоридная	1,40	-15... ...+65	14... ...20	150... ...180	0,300	31	77	80	10
Полиамидная	1,14	-20... ...+60	150... ...160	45... ...50	0,240	73	87	88	30
Ацетатная	1,29... ...1,33	-20... ...+20	90... ...100	15... ...40	0,280	58	88	88	5

единений. Плавучесть грунтопровода обеспечивается поплавками. Поплавки выполнены из устойчивого к механическому воздействию материала.

Эфеля от земснаряда по трубопроводу подаются на расположенный на берегу передвижной отсадочно-шлюзовой обогатительный комплекс, позволяющий эффективно извлекать мелкое и весьма мелкое золото.

Предложенная технология при невысоких начальных затратах позволит получить предприятию довольно существенный прирост запасов.

При разработке месторождения вскрыша блоков производится с применением буровзрывных работ, при этом существенно снижается производительность добычных работ и происходит удорожание вскрышных работ.

В связи с этим при разработке россыпного месторождения рч. Шеркунча проводились исследования и внедрения технологии по водно-тепловой подготовке мерзлых пород к выемке.

Естественная оттаивание или оттайка под воздействием тепла солнечной радиации - это наиболее простой, дешевый и эффективный способ подготовки горных пород к вы-

емке. Этот способ может быть применен в любых условиях. Однако при этом скорость оттаивания мерзлых пород невысокая, т.к. значительные затраты солнечной энергии расходуются на испарение влаги. Практический опыт показывает, что для климатических условий в Забайкалье за 30 летних дней при послыном снятии можно оттаивать до 0,6 м, за 60 дней - 1,2 м, за 90 дней - 1,9 м. При этом установлено, что значительное влияние на процесс оттаивания оказывает льдистость и температура мерзлых пород, наличие глинистых частиц в горных породах, а также температура атмосферного воздуха.

Обнаженные песчано-галечниковые отложения летом за счет солнечной радиации сильно прогреваются и аккумулируют в себе тепло. Большая часть этого тепла поступает обратно в атмосферу за счет испарения влаги с поверхности земли и отражения. Однако если на пути испаряющейся влаги поставить водонепроницаемый экран, то испарение можно снизить до минимума или полностью устранить и тем самым увеличить тепловой поток в нижние слои россыпи.

Применение водонепроницаемых экранов позволяет ускорить процесс оттаивания мерзлоты в 1,5-2 раза. Таким экраном могут служить покрытия из полимерных пленок. Поэтому одним из активных средств, положительно влияющих на тепловой режим пород, являются покрытия поверхности пленками.

Теплотехнический эффект прозрачных покрытий из полимерных пленок оценивается по их влиянию на температурный режим и глубину сезонного оттаивания.

Отечественная химическая промышленность выпускает большой ассортимент полиэтиленовых и полиамидных пленок как прозрачных, так и стабилизированных сажей различной толщины, которые можно применять на россыпных месторождениях, как средство для ускорения оттаивания мерзлых пород (табл. 2).

Светопрозрачные пленки выпускаются на различных основах: целлюлоза-этилцеллюлозная; ацетил-целлюлозная; ацетобутират-целлюлозная; полиолефино-полиэтиленовая; полипропиленовая; поликапролактама-полиамидная (ПК-4); поликапролактама-полиамидная (ПКРТ-3,548); анидовая; нейлоновая; рилсановая; трилоновая; поливинилхлоридная; полиэфигово-полиэтилен-терефталатная.

Пленка, уложенная на поверхность, предварительно очищенную от снега, позволяет начать послойную вскрышу торфов раньше обычного на целый месяц и сокращает затраты на оттаивание сезонной мерзлоты.

Действие полимерных пленок на процесс оттаивания пород будет эффективнее, если покрывать ими участки до наступления положительных среднесуточных температур воздуха (ранней весной). В марте-апреле в Забайкалье преобладают сильные ветры, активно способствующие ос-

тыванию поверхности земли. Под пленкой нагретый солнечными лучами воздух не уходит в атмосферу, поэтому здесь температурный режим поддерживается независимо от перемещения воздушной массы. Температура воздуха в течение марта – апреля повышается до 11-14°C, среднесуточная температура становится положительной лишь во второй половине апреля. Под пленками этот переход через 0°C наступает уже в начале апреля, а в дневные часы - в марте.

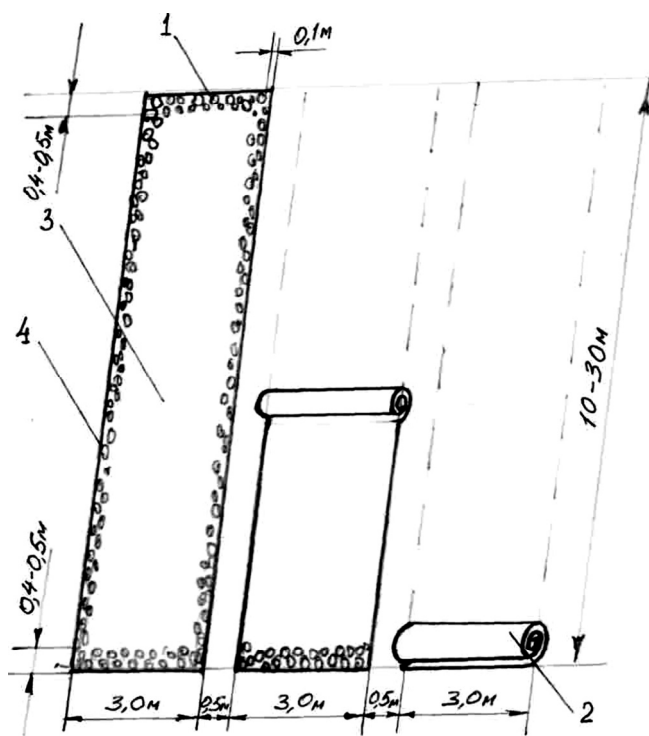
Поскольку весенний минимум влажности воздуха приводит к значительной испаряемости, именно в этот период пленочное покрытие в большей мере (по сравнению с летним периодом) способствует сокращению потерь тепла, вызываемых испарением влаги.

Работы по ускорению оттаивания мерзлых пород включают подготовку породного массива и пленочного покрытия, настилку его на поверхность и эксплуатацию последнего до момента оттаивания мерзлых пород на заданную глубину.

Подготовка поверхности заключается в проведении дренажной траншеи с уклоном для самотечного удаления скоплений воды за пределы полигона. Одновременно производится уборка валунов, пней, снятие гумусового слоя, выравнивание поверхности земли, разметка и обозначение на местности подъездных путей для транспорта, доставляющего пленку на полигон.

Изготовление полотнищ полимерной пленки производят в закрытых помещениях при температуре не ниже +10 °С. При необходимости ленты пленки сваривают в полотнища. Ширина полотнищ принимается от 3 м и более, длина - от 10 до 30 м.

Доставка пленки, свернутой в рулоны, на полигон включает их транс-



**Рис. 4. Технология укладки полотнищ полимерной пленки на поверхность оттаиваемых мерзлых пород:** 1 - присыпка торцового края полимерной пленки; 2 - подготовленный для настилки рулон полимерной пленки, уложенный с наветренной стороны полигона; 3 - полотнище полимерной пленки, уложенной на подготовленные для оттаивания мерзлые породы; 4 - присыпка из галечника по длинной стороне пленки

портировку и раскладку по короткой стороне укрываемых участков.

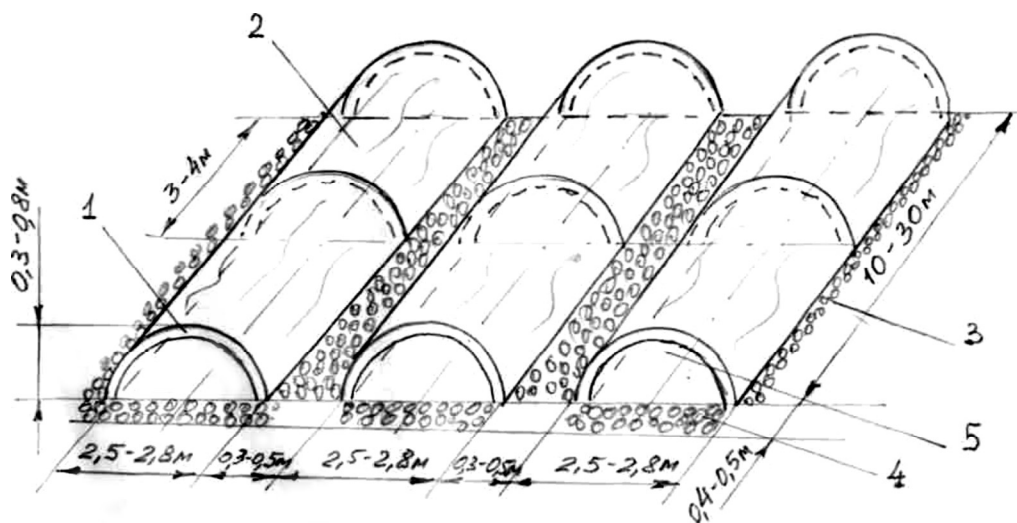
При необходимости устройства воздушного зазора между поверхностью пород и пленкой подготовительные операции включают дополнительные операции по устройству на поверхности породных валиков для присыпки пленочного покрытия. Допускается использование дощатых ребер высотой 0,10-0,15 м, а также завоз породы для присыпки.

Настилку пленки на поверхность мерзлых пород целесообразно производить при положительной температуре атмосферного воздуха с навет-

ренной стороны вдоль полигона. Работы выполняются бригадой из четырех человек. Полотнища пленки свернутой в рулоны укладываются на поверхность земли на расстоянии 0,5 м друг от друга. Край пленки присыпается породой на 0,4-0,5 м. Высота вала насыпки должна быть не менее 0,08-0,10 м. После чего рулон полотнища пленки разматывается и одновременно присыпается породой с обоих краев по длинной стороне (рис. 4).

Основные особенности теплообмена при оттаивании пород под пленочными покрытиями в сравнении с открытой поверхностью заключаются в следующем: за счет увеличения отраженной коротковолновой радиации в 1,4...2,4 раза радиационный баланс уменьшается на 5...15 %; в ночное время эффективное излучение составляет 51,6...55,8 Вт/м<sup>2</sup> (при толщине полиэтиленовой пленки 0,06 мм), до

48,1...52,3 Вт/м<sup>2</sup> (при толщине пленки 0,1 мм) и выше, чем на открытой поверхности, соответственно, на 19 и 13 %; селективность пленочного покрытия повышает конденсат влаги и гидрофилизацию поверхности пленки; для полиэтиленовой пленки характерна зависимость радиационного баланса от толщины пленки. Радиационный баланс под пленкой меньше чем над пленкой на 5...6 %; за период апрель-сентябрь потери солнечной энергии испарением уменьшаются с 35,4 до 6,6 % от суммарной солнечной радиации, а конвекцией увеличи-



**Рис. 5. Пленочное покрытие на каркасах или дуговых опорах для ускорения оттаивания мерзлых пород:** 1 - дуговые опоры, выполненные из металлических или полихлорвиниловых труб диаметром 0,01-0,02 м; 2 - полимерная пленка; 3 - присыпка из галечника по длинной стороне полотна полимерной пленки; 4 - присыпка из галечника с торца каркаса; 5 - торцовая завеса из пленки

ваются с 9,3 до 22,2 % при толщине пленки 0,2 мм и до 24,8 % при толщине пленки 0,06 мм; плотность теплового потока в массив под пленкой выше, чем на открытой поверхности от 23 до 45 Вт/м.

Влияние пленочных покрытий на влажность пород распространяется на глубину 0,10...0,15 м в песчано-галечных породах и на 0,4...0,5 м - в глинистых породах. При этом влажность в крупносkeletalных породах увеличивается на 25 - 30 %, в среднезернистых - на 40...45 % и на 23...25 % в глинистых породах.

В целях сокращения трудозатрат процесс оттаивания под пленкой можно проводить с накоплением талого слоя за весь сезон. Однако для повышения эффективности процесса оттайки рекомендуется проводить послойное оттаивание мерзлых пород под пленкой.

Для осуществления послойного оттаивания используют переносные каркасные или дуговые опоры, изго-

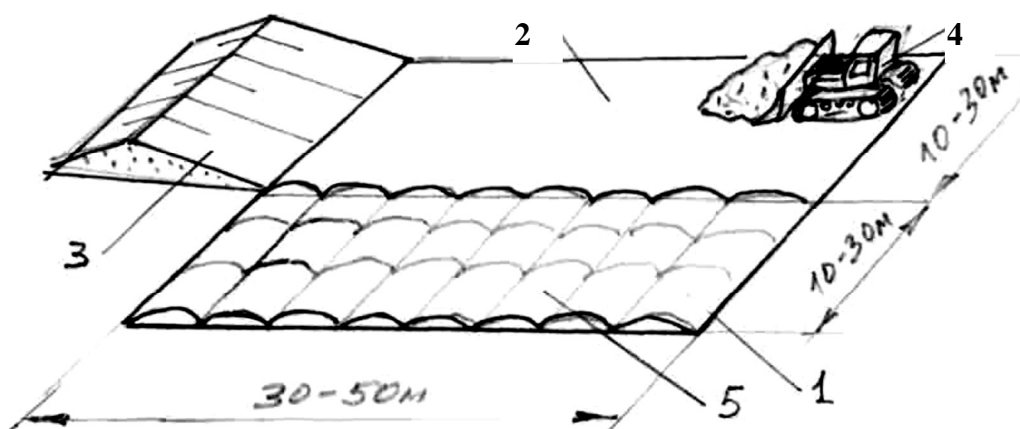
товленные из металлических или полихлорвиниловых труб диаметром 10...20 мм (рис. 5).

Через определенный промежуток времени (2 - 4 дня до 2 недель) каркасы с пленкой (дуговые опоры) перемещают на новое место, а оттаявшие на глубину 40...50 см породы транспортируют в отвалы (рис. 6).

Затем перестановка каркасов с пленкой повторяется в обратном порядке. Послойное оттаивание с применением пленочных покрытий позволяет производить вскрышу мерзлых торфов на глубину 0,8... 1,0 м за один месяц, а за сезон - до 6,0 м. Поэтому глубокозалегающие мерзлые золотоносные россыпи оттаять на всю глубину за один сезон не представляется возможным.

В зимний период оттаявшие породы необходимо предохранять от промерзания.

Из всех известных способов предохранения талых пород от сезонного промерзания наиболее эффективным



**Рис. 6. Технология послойного оттаивания мерзлых пород с использованием полимерной пленки:** 1 - участок мерзлых пород, подготовленный для послойного оттаивания с помощью полимерной пленки; 2 - участок оттаянных пород (глубина оттайки 0,3-0,5 м); 3 - оттаянные породы, уложенные в отвал; 4 - бульдозер, работающий на вскрыше торфов; 5 - пленочное покрытие на переносных дуговых опорах

является затопление полигонов водой.

Однако для успешного проведения технологии предохранения затоплением необходимо обеспечить гидроизоляцию водоподпорной плотины, т.к. породы, из которых сооружается плотина имеют, как правило, высокий коэффициент фильтрации до 30...50 м/сут. При таком высоком коэффициенте фильтрации воду на затопляемом участке практически

удержать сохранить невозможно на весь период подтопления. Поэтому для снижения фильтрационных потерь воды через тело плотины рекомендуется создавать водонепроницаемую завесу путем сооружения на поверхности мокрого откоса плотины водозащитного экрана из полиэтиленовой пленки и водонепроницаемой завесы, созданной путем обработки пород плотины химическим реагентом NaKMЦ. **ГИАБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Костромин Михаил Витальевич* – доктор технических наук, профессор, действительный член (академик) МАМР и МАНЭБ, член-корреспондент РАЕН и РАНГ, Горный институт, Чита, kostromin@mail.chita.ru

*Леонтьев Алексей Андреевич* – аспирант, Читинский государственный университет, консультант отдела контроля природопользования в Государственной экологической инспекции Забайкальского края, E-mail: lev\_hunter@mail.ru

