

УДК 338.45:622.3

Т.В. Складенко

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПУТНОЙ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕСЧАНО-ГРАВИЙНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Представлено экономическое обоснование попутной добычи золота при добыче песчано-гравийных месторождений. Разработан методический подход к обоснованию попутной добычи золота. Рассмотрены варианты привлекательности проекта в зависимости от следующих параметров: содержания золота и его извлечения в конечный продукт.

Ключевые слова: недропользователь, хвостохранилища, месторождения золота, центробежная сепарация, песчано-гравийные месторождения.

Неделя горняка

Во времена плановой экономики, несмотря на широкое декларирование комплексного использования недр, последнее сдерживалось ведомственной разобщенностью недропользователей, ставивших во главу угла получение горнорудного сырья, необходимого конкретной отрасли народного хозяйства.

В законе «О недрах» впервые нашли отражение правовые и экономические основы комплексного использования недр. В Законе прямо предписано недропользователю: «...обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов» (статья 23). В обязанность последнего входит «использовать отходы своего горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств» (ст. 22). Пользователи недр обязаны обеспечить «наиболее полное использование своих продуктов и отходы производства» (ст. 23-3).

Федеральный закон «О драгоценных металлах и драгоценных камнях», принятый в марте 1998 г., отменил

государственную монополию на добытое золото, определил собственника в лице недропользователя, имеющего лицензию на отработку недр.

Принятые в Законах положения создали законодательную базу комплексного использования недр всеми горнодобывающими и перерабатывающими предприятиями, вне зависимости от ведомственной принадлежности и формы собственности.

На Русской платформе месторождения строительного материала четвертичного возраста являются существенным запасом россыпного золота. Только в центральных районах России действует несколько ГОКов, которые ежегодно перерабатывают десятки миллионов тонн горной массы с целью производства строительного песка, гравия и щебня с использованием относительно развитых технологических схем, включающих операции дробления, классификации и промывки. В качестве конечных товарных продуктов они получают щебень и гравий различных фракций, а также мытые пески фракции -3 и/или -5 мм.

По существующим технологическим схемам выход фракции песков -5 мм составляет 60-70 %. На некоторых предприятиях дополнительно производят обогащенный песок путем его классификации на грохотах или в спиральных классификаторах. Отходы обогащения песков складировать и в результате в хвостохранилищах накоплено несколько десятков миллионов тонн материала.

Исследования дробильно-сортировочных фабрик нескольких комбинатов центральных районов России, показали, что содержание золота в складированных песках и песках текущего производства может достигать значений, представляющих интерес для промышленного извлечения. Помимо золота пески содержат магнетит, ильменит, рутил, циркон и другие полезные минералы, что определяет необходимость комплексного изучения ПГМ как сырья для строительной и металлургической промышленности.

В песках текущего производства наблюдается неравномерное распределение золота по классам крупности. Основная часть золота относится к классам весьма мелкого и мелкого. Также часть золота может находиться (в сростках), с оксидами железа и с кварцем. Золото в целом среднекатанное, значительная его часть может быть отнесена к полукатанному.

В результате обогащения песков крупностью -1 мм получают два товарных продукта – концентрат золота и пески крупностью -1+0,125 мм. Таким образом, при схеме получения кондиционного золотосодержащего концентрата повышают комплексность использования сырья за счет производства кварцосодержащих песков узких фракций для дорожного строительства и домостроения. Кроме

того, имеется возможность получения магнетитового концентрата, ильменитового и монацитивого продуктов. Также более глубокая переработка ПГМ позволит резко сократить площади земельных участков, занятых хвостохранилищами.

При проведении формализации и анализа экономико-математической модели (ЭММ) для выбора организационно-технологической схемы разработки попутного извлечения золота при добыче песчано-гравийных смесей основываемся на базе модели наличного оборота, предполагающей, что доход от продажи золота минус эксплуатационные затраты за весь срок реализации проекта достаточен, чтобы окупить затраты на переработку золотосодержащих материалов. Кроме того, экономическая оценка проекта должна:

- показать необходимый уровень прибыли золотодобывающей компании;
- учитывать плату за риск инвестиций в золотодобывающее производство.

Для количественной оценки эффективности проектов промышленного инвестирования в варианты развития производства компании традиционно используют систему показателей, принятую в мировой практике UNIDO.

Объем переработанных за сезон песков зависит от принятой к реализации организационно-технологической схемы промывки песков, типов, производственной мощности и количества, задействованных в процессе производства машин и оборудования, продолжительности промывочного сезона, соответствующего климатической зоне ведения работ. Общее количество песков, которое будет переработано за весь срок разработки

Таблица 1

№ сезона	Количество хвостов за сезон, м ³	Накопленное количество хвостов, м ³
1	10098	10098
2	10098	20196
3	10098	30294
4	10098	40392
5	10098	50490
6	10098	60588
7	10098	70686
8	10098	80784
9	10098	90882

россыпи $\sum_{i=1}^{\tau} Q_{Xi}$, обеспечит в результате их переработки извлечение золота в виде шлиха либо лигатурных слитков в количестве $M_{\tau} = \sum_{i=1}^{\tau} M_i$:

$$M_{\tau} = \sum_{i=1}^{\tau} Q_{Xi} \alpha_{\Pi i} (1 - P_{об.i}).$$

Как следует из этой формулы

$$M_{\tau} = f(Q_{Xb}, \alpha_{\Pi b}, \varepsilon_{об.i}).$$

где $(1 - P_{об.i}) = \varepsilon_{об.i}$ – комплексное извлечение золота при промывке песков и доводке шлиха в i -й сезон на применяемой цепи аппаратов, доли ед.; $P_{об.i}$ — комплексный коэффициент потерь золота при промывке песков и доводке шлихов на цепи аппаратов i -й сезон, доли ед.

Количество извлеченного и реализованного за весь период отработки месторождения золота M_{τ} должно быть достаточным для покрытия всех видов издержек производства и инвестиций в реализацию проекта попутного извлечения золота при добыче песчано-гравийной смеси, дисконтированных в соответствии с реальной ставкой банковского процента, учитывающей премию за риск, а также необходимый уровень предпринимательской прибыли. Величина M_i зависит от содержания золота в направленных на переработку хвостов, $\alpha_{\Pi i}$ и

от величины показателя сквозного извлечения золота в конечный продукт из песков при их переработке $\varepsilon_{об.i} < 1$. Последнее, в свою очередь, зависит от зернового состава золота, наличия мелкого и тонкого золота, а также принятой технологической схемы переработки песков, доводки шлихов, типов и количества используемого обогатительного оборудования. Изменяя гипотетически

значения перечисленных переменных величин по одному, можно установить зависимость количества добытого и извлеченного золота от совокупности факторов, влияющих на эффективность разработки россыпи, и найти предельные границы изменения этих факторов, определяющих условия рентабельности реализации проекта попутного извлечения золота при добыче песчано-гравийной смеси.

Была проведена апробация организационно-экономического механизма оценки эффективности попутной добычи золота на примере песчано-гравийного карьера ЗАО «Дашковка».

Калиновское месторождение песчано-гравийной смеси находится в Серпуховском районе Московской области на левой пойменной террасе реки Оки.

Исходные данные для проектирования взяты из проектной документации карьера.

При выборе основного горного оборудования для попутного извлечения золота учитываются следующие факторы:

- горнотехнические условия эксплуатации россыпи;

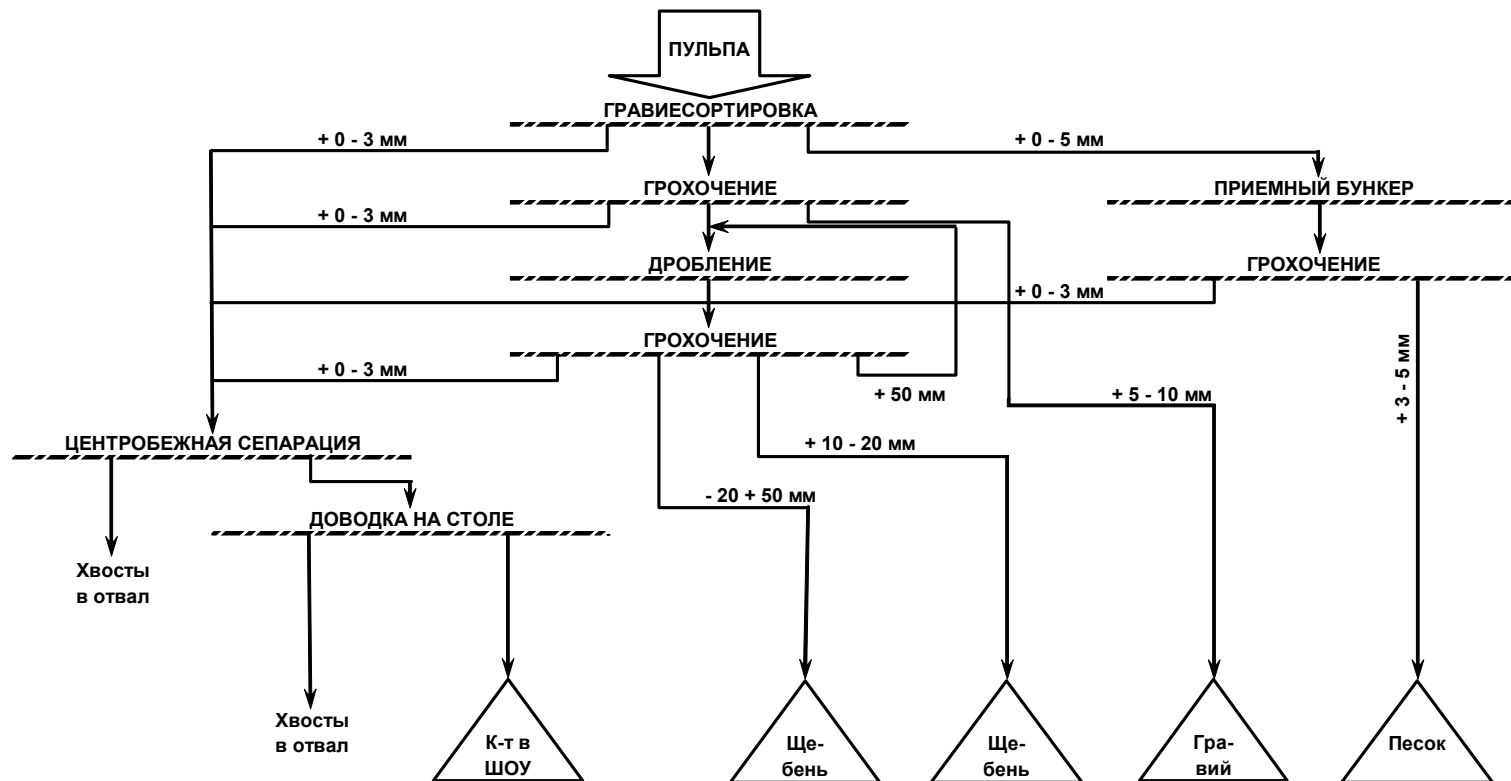


Рис. 1. Технологическая схема дробильно-сортировочной и обогатительной линии



Рис. 2. Технологическая схема доводки

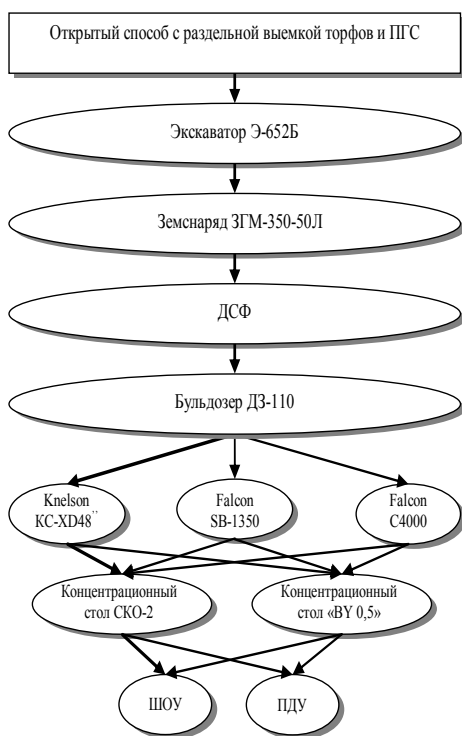


Рис. 3. Альтернативный граф организационно-технологических схем попутного извлечения золота при добыче песчано-гравийной смеси на карьере ЗАО «Дашковка» (Оптимальный вариант)

- наличие высокопроизводительного горного оборудования;
- расчетный коэффициент извлечения металла.

Подача песков на обогатительное оборудование осуществляется из отвалообразования дробильно-сортировочной фабрики песчано-гравийной смеси. Начало промывки хвостов действующего производства приходится на восьмой год эксплуатации Восточной площади Калиновского месторождения. Есть возможность ориентироваться не только на сезонный объем хвостов, а также и на то, что было уже сформировано за предыдущие семь лет.

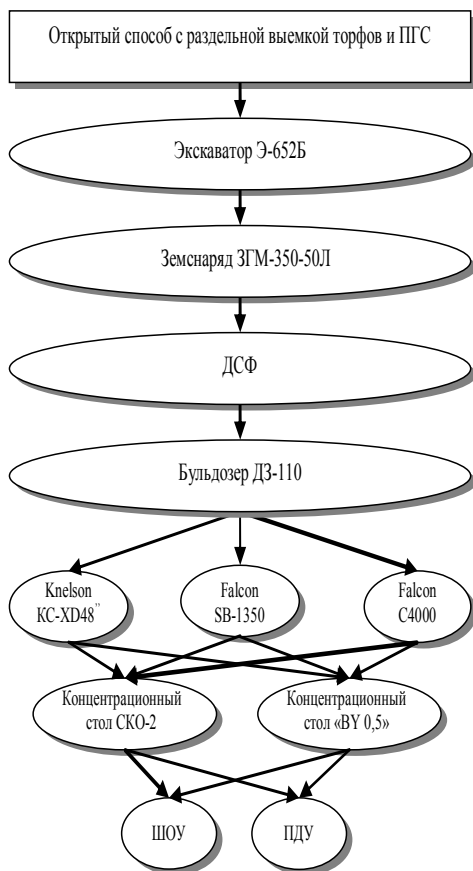


Рис. 4. Альтернативный граф организационно-технологических схем попутного извлечения золота при добыче песчано-гравийной смеси на карьере ЗАО «Дашковка» (Околооптимальный вариант)

Расчетная производственная мощность карьера по объемам хвостов за промывочный сезон, а также их накопленный объем представлена в табл. 1.

Для попутной добычи золота предлагается применить центробежную сепарацию и концентрационный стол для дальнейшей доводки. Технологическая схема дробильно-сортировочной и обогатительной линии при-

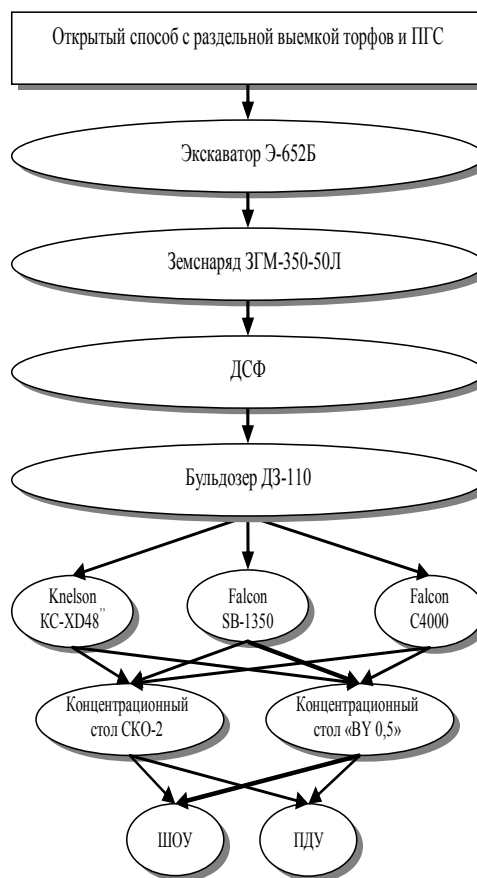


Рис. 5. Альтернативный граф организационно-технологических схем попутного извлечения золота при добыче песчано-гравийной смеси на карьере ЗАО «Дашковка» (Околооптимальный вариант)

ведена на рис. 1. Технологическая схема шлихообогатительного оборудования представлена на рис. 2.

В соответствии с горно-геологическими условиями залегания конкретной россыпи для каждого из вариантов на альтернативном графе выбирается наиболее приемлемый путь, отражающий необходимое количество оборудования по каждому процессу, а также определяются капиталы-

Таблица 2
Данные для проектирования

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во
Производительность предприятия	м ³	45441
Количество рабочих месяцев в году	месяц	6
Количество рабочих дней в месяце	день	21
Количество рабочих смен в сутки	смена	1
Продолжительность рабочей смены	час	8

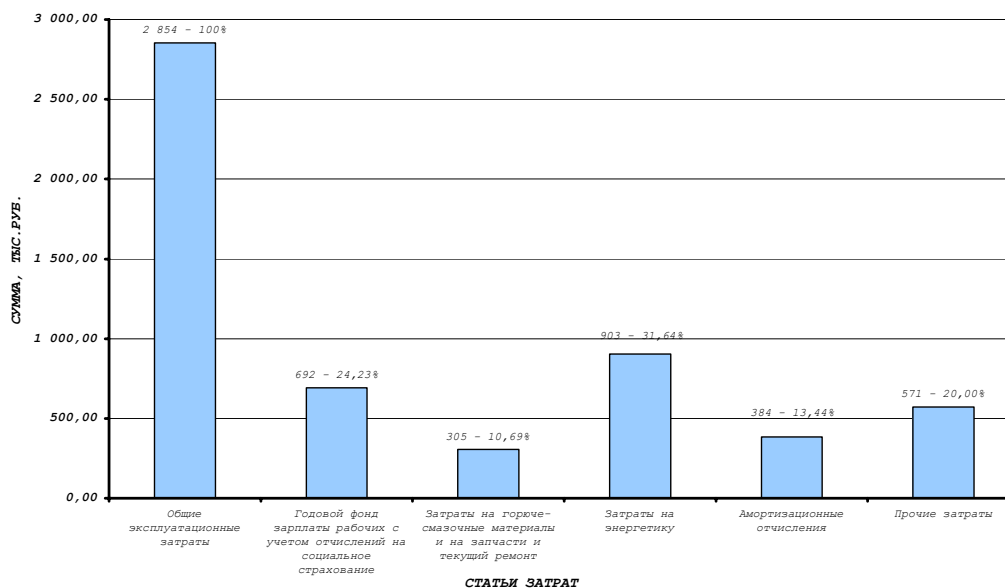


Рис. 6. Плановая калькуляция затрат предприятия ЗАО «Дашковка»

ные и эксплуатационные затраты по экономико-математической модели и методике.

На основе выполненных расчетов определена рациональная организационно-технологическая схема, выделенная на графе жирной линией на рис. 3. На графе также могут быть выделены сочетания оборудования, отличающиеся от оптимального в пределах $\pm 10\%$ величины его экономической оценки. Эти «околооптимальные» варианты отражены жирными стрелками на рис. 4 и 5. Рассмотрение

вариантов, близких к оптимальному, целесообразно из-за возможных (в конкретных условиях) сложностей в комплектации горного и обогатительного оборудования, необходимого по оптимальной организационно-технологической схеме.

Данные для проектирования представлены в табл. 2.

Производился расчет затрат отработки рассматриваемого участка месторождения. Плановая калькуляция эксплуатационных затрат представлена на диаграмме (рис. 6).

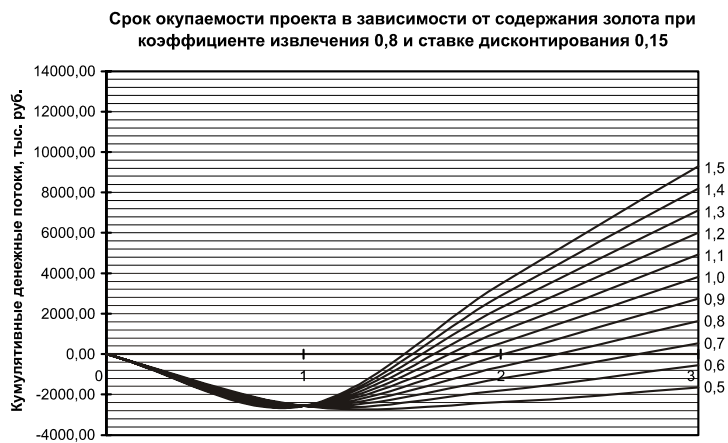


Рис. 7. Срок окупаемости проекта в зависимости от содержания золота при коэффициентах извлечения 0,7 – 0,8 и ставке дисконтирования 0,15

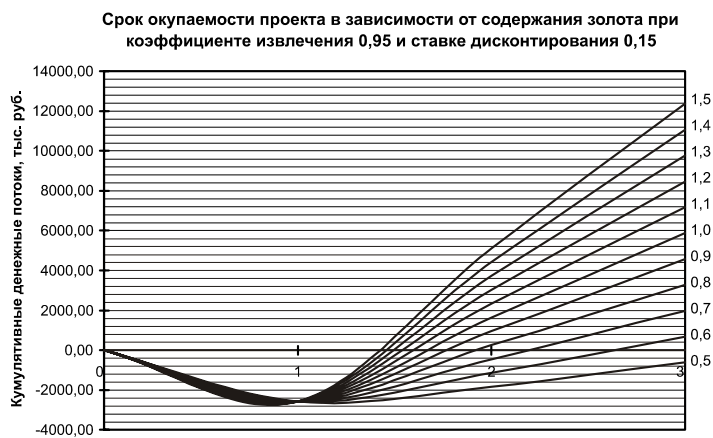
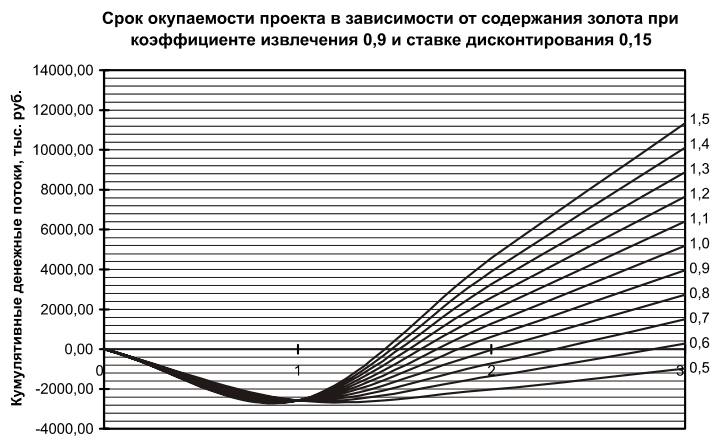
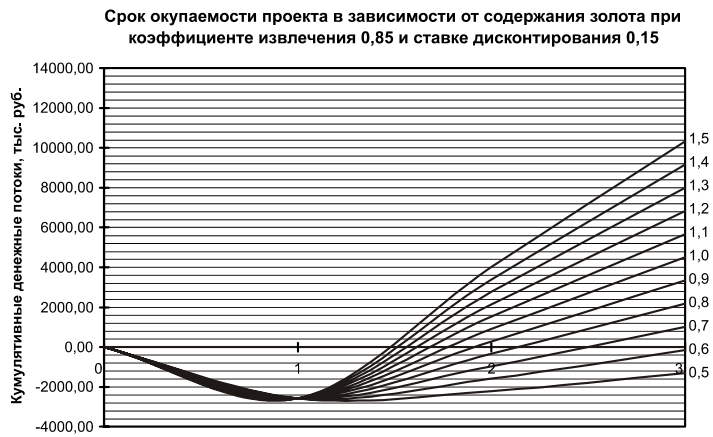


Рис. 8. Срок окупаемости проекта в зависимости от содержания золота при коэффициентах извлечения 0,85 – 0,95 и ставке дисконтирования 0,15

Коэффициент извлечения золота зависит от выбранного промывочного оборудования, а также от гранулометрического состава золота. Рассмотрим различное значение коэффициента от 0,7 до 0,95 с шагом 0,5 – всего 6 вариантов.

Рассмотрим различное содержание золота в перерабатываемых песках в возможном диапазоне изменения от 0,5 до 1,5 г/м³ через шаг 0,1 – всего 11 вариантов.

Рассмотренные варианты с учетом ставки дисконтирования 0,15 представлены на схемах (рис. 7 и 8).

Для определения эффективности попутного извлечения золота при добыче песчано-гравийной смеси на карьере ЗАО «Дашковка» необходимо проведение детального гранулометрического анализа для определения содержания золота, его крупности и формы. **ТИАБ**

Коротко об авторе

Скляренко Т.В. – аспирант кафедры ЭПТИ, Tat_yana@bk.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН			
НЕСТЕРОВА Светлана Юрьевна	Предотвращение газодинамических явлений при отработке карналлитовых пластов с помощью шелевой разгрузки	25.00.20	к.т.н.