

## ОТХОДООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Д.Н.СУЛЕЙМЕНОВА, С.С.ЖУСИПБЕКОВ

*E.mail. ksucta@elcat.kg*

*Бул макалада кенди казуу кезиндеги калдыктарды иреттөө суроолору каралган, кен массасынын техногендик калдыктарын өндүрүштө оңдоо жана казуу жумуштары кезиндеги классификациялык негизи берилген.*

*В данной статье рассматриваются вопросы регулирования отхоодообразования при добыче, даны основы классификации техногенных отходов рудной массы при их промышленной формировании и в процессе добычных работ.*

*This article discusses the classification of technogenic waste ore mass in their industrial establishment and in the process of mining.*

Для современного этапа развития горных производств и недропользования в целом характерны неуклонный рост выхода техногенных отходов при промышленном освоении полезных ископаемых. Тем самым эколого-экономические последствия их приобретают важное значение как местного, так и глобального характера. Если существующая тенденция образования техногенно-минеральных отходов по республике не будет остановлена, то различные последствия их на окружающую среду достигнут такого уровня, что решение этой проблемы будет невозможно без привлечения огромных средств, весьма трудоемких и высокоэффективных мероприятий.

На сегодня для решения этой крупной научно-производственной задачи представляется целесообразным всемерно системно усовершенствовать различные основы геоэкологического и экотехнологического обеспечения управления процессами выхода техногенных отходов при освоении недр. В связи с этим в статье приведены некоторые существенные аспекты системного горно-экологического обеспечения управления процессами выходов техногенно-минеральных отходов, направленного на их минимизацию на этапе добычных работ.

В работе рассмотрены вопросы классификации техногенных отходов рудной массы при их промышленном формировании в процессе добычных работ. Эти проблемные задачи процессов отхоодообразования добычи высокоценных руд имеют важное экономическое значение, что особенно важно при обосновании современных технологических решений и методов, направленных на оптимизацию процессов формирования и минимизации техногенных отходов добычи в сфере горнодобывающей промышленности.

В методологическую основу разработки системно-классификационной иерархической структуры промышленного формирования и минимизации техногенно-ресурсных отходов (ТО) положена концепция, которая заключается в модифицировании структур отдельных взаимосвязанных геоиндикаторных компонентов и задач оценки эколого-экономических последствий и оптимизации процессов формирования по стадиям выемки, удаления, складирования, содержания, хранения и разработки. Многозначность, междисциплинарность и многофакторность структурообразующих компонентов рекомендуемой системной классификации делает ее сложной, многоуровневой и комплексной. Это обусловлено практикой управления процессами отхоодообразования при добыче, которым присуща динамика взаимосвязанных процессов их формирования во времени и пространстве.

Предлагаемая системно-классификационная структура промышленного формирования техногенно-ресурсных отходов добычи с учетом их минимизации учитывает основные элементы геологических, горнотехнологических, качественных, экологических, экономических, социальных факторов и процессов обогащения с учетом их взаимосвязи. Для геолого-технологических особенностей их формирования характерны, в основном, процессы рудоподготовки, рудовыемки и рудопогрузки, основанные на процессах оптимального разделения разновидностей рудной массы при добыче.

При этом следует учесть, что в условиях отработки главенствующим процессом в системе добычных работ по сути является процесс оптимального разделения вынутых разновидностей горных масс соответственно их назначению. По существующему технологическому режиму выемочных работ обильно перемешанная смесь богатой и бедной руды с вмещающей породой формируется раздельно от добываемых товарной, реализуемой без обогащения, и сырой руды, требующей обогащения, и удаляется в качестве техногенно-ресурсного отхода добычи с последующим складированием на отдельные склады. Эти особенности, выделенные классы и варианты геолого-технологических систем разделения рудных масс явились отправными основами разработанной системно-классификационной структуры промышленного формирования техногенных отходов добычи. При этом учтена соответствующая технология перераспределения выходов товарной и сырой добычи и техногенно-ресурсных отходов добычи.

Разновидности рудного сырья по геологическим признакам исходя из степени технологичности и обогатимости извлечения их запасов на базе технологического режима формирования техногенно-ресурсных отходов нами классифицированы на три типа:

1) разновидности рудного сырья, которые менее сложны и просты по составу и свойствам, отличаются богатым содержанием компонентов, по технологичности и обогатимости охватывают все типы, сорта руд и техногенно-ресурсных отходов;

2) сложные по строению и составу разновидности, отличаются менее богатым содержанием, показатели обогащения изучены менее достаточно, по обогатимости не охватывают все типы, сорта и техногенно-ресурсные отходы добычи, возникает необходимость минимизации их выходов до оптимальных величин;

3) более сложные и непростые разновидности, независимо от геолого-морфологического строения и уровня содержания часть их требует применения трудоемкой и дорогостоящей технологии обогащения, или показатели обогащения их изучены недостаточно для промышленного освоения, и тем самым ожидаются значительные выходы техногенно-ресурсных отходов.

Геолого-технологические системы разделения разновидностей вынутых рудных масс классифицированы также на три типа: 1) валовая выемка с неизбежным уровнем выхода техногенных отходов, достигаемым за счет допущения значительного разубоживания сырой руды, предназначенной для обогащения; 2) комбинированная выемка с небольшим уровнем выхода техногенных отходов потерь и разубоживания руд, не превышающим их оптимальный уровень; 3) раздельная выемка с возможным наименьшим уровнем потерь и разубоживания руд, минимумом выхода техногенно-ресурсных отходов, который достигается путем повышения эффективности селективного способа и оптимизации их параметров.

Обеспечение регулирования процессов выходов техногенных отходов при добыче полезных ископаемых базируется на концепции случайности характера геологических условий их формирования с привлечением структурно-аналитического подхода и результатов оптимизационного моделирования с учетом параметров распределения признаков и показателей извлечения недр. Структурно-аналитический подход к оценке показателей выходов техногенных отходов предусматривает максимальное использование

методов и моделей структурного анализа, по результатам которых с привлечением методов непараметрического и статистического анализов находятся рациональные структуры разрабатываемых оценок. При этом используются структурные параметры вероятностных распределений изучаемых признаков и особенности характеристик их размещения в рудном массиве.

Уровень эксплуатационных выходов техногенных отходов рудной массы при отработке зон их образования в основном предопределяется сложностью геометрии контакта «руда-порода» и особенностями технологии добычи. При этом в качестве отходообразующих параметров зон образования отходов служат мощности приконтактных неровностей, выемочных технологических слоев руд и пород, соотношение геологической и технологической поверхностей, показатели изменчивости их взаимоуклонения, содержание компонента в перемешиваемых и теряемых рудах и разубоживающих горных массах.

Рекомендуемые оптимизационные модели формирования количественного и качественного выходов техногенных отходов при добыче включают оптимизационные модели технологических соотношений полноты и качества извлечения руд, технико-экономических показателей отработки залежи и модели структурно-технологических соотношений геолого-геометрических, горнотехнологических, экологических и экономических показателей извлечения разновидностей, перемешиваемых при добыче, и отходообразующих показателей. Аналитические структуры этих оптимизационных моделей были построены в виде расчетных формул. При этом использован принцип многокритериальной оптимизации, в качестве базовых критериев в которой привлечены технологические, стоимостные, эколого-экономические и комплексные критерии. Концепции многокритериальной оптимизации и дифференциации технологии управления полнотой извлечения и выходами отходов руд может служить один из путей ее повышения при добыче. Процесс дифференциации и многокритериальной оптимизации должен быть основан на установлении оптимальных соотношений браковочного предела, разделения отходов, потерь, разубоживания и качественного состава руд с учетом нормативов фронта развития выемочных работ и закономерностей количественного и качественного перемешивания горных масс.

Оптимизационные модели технологической дифференциации соотношения отходообразующих показателей добычи выведены на основе установленной закономерности перемешивания разновидностей горной массы в виде:

$$(1) \quad \begin{cases} B_T = B_0 \exp(-\lambda_1 P_T); \\ P_T = P_0 \exp(-\lambda_1 B_T). \end{cases}$$

Кондиционно-технологический параметр ( $\lambda$ ) определяется по формуле

$$(2) \quad \lambda = \frac{P_T(\alpha_\sigma - \sigma)}{P_0(C_\sigma - \alpha_\sigma)}, \text{ дол.ед.},$$

где  $\alpha_\sigma$  – браковочный предел разделения разновидностей рудных масс и отходов;  $y_0, P_0, B_0$  – предельные размеры потерь ( $P_T$ ) и разубоживания ( $B_T$ ) руд;  $T, C_\sigma, \alpha_\sigma, \sigma$  – качество погашенной и добытой руды и вмещающих пород, %

Как видно, структурно-технологические соотношения потерь и разубоживания руды дифференцируются в зависимости от значений кондиционно-технологического параметра и браковочного предела на качество руды. Следовательно, по дифференцированным технологическим соотношениям показателей отходов добычи, потерь и разубоживания руды соответственно устанавливаются дифференцированные оптимальные их значения по отдельным выемочным зонам рудника.

Разработанная системно-классификационная иерархическая структура промышленного формирования техногенных отходов и оптимизационные модели процесса отхообразования служат базовой основой комплексной системы регулирования, прогнозирования и планирования их показателей – параметров, а также способствуют повышению эффективности производственно-технологических и эколого-экономических решений по минимизации отходов при освоении высокоценных полезных ископаемых.