

визначено середньоквадратичне відхилення відтворюваності: $\sigma_{\text{абс.}} = \pm 0,091$ мЗв/год.

При цьому коефіцієнт ймовірності систематичної помилки дорівнював $t_{\text{факт.}} = 1,0073$ (при $t_{\text{табл.}} = 2,576$, $t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$) при ймовірності висновку 99% ($p = 0,99$).

Ці дані контролю підтверджують високу надійність виконаних вимірювань гамма-методом.

Висновки та напрямок подальших досліджень

Проведені радіоекологічні дослідження Інгулецького родовища в кар'єрі ПАТ «ІнГЗК» дозволяють зробити наступні висновки.

1. Аналіз результатів замірів радіоактивності уступів кар'єру дозволяють зазначити, що більшість природних типів порід характеризуються досить незначним природним гама-випромінюванням, яке не перевищує 0,28 мкЗв/год. У відповідності до норм радіаційної безпеки, породи в межах кар'єру по радіоактивності відповідають породам першого класу. Проте конгломерати скелюватської світи мають підвищений радіаційний фон, який перевищує 0,65 мкЗв/год.

2. За даними хімічних досліджень ефективна питома активність природних радіонуклідів у більшості різновидів руд і вміщуючих порід не перевищує нормативних показників для першого класу мінеральної сировини (370 Бк/кг згідно НРБУ-97 п.8.6.1.б).

Породи що складуються у відвали по радіоактивності відносяться до першого класу і не загрожують навколишньому.

3. Напрямки подальших радіоекологічних досліджень треба зосередити на породах скелюватської криворізької серії які характеризуються підвищеним радіаційним фоном.

Список літератури:

1. Вимоги щодо оцінки природної радіоактивності корисних копалин (затверджено Наказом ДКЗ України № 106 від 15.12.1997г.).

2. Системи норм і правил захисту від іонізуючих випромінювань в будівництві (ДБН В 1,4-1,01-97).

3. Інструкція із застосування геофізичних методів на гірничодобувних підприємствах Міністерства чорної металургії СРСР. Білгород, 1979. - 35с.

4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 2000). Київ. -84 с.

5. Требования к оценке естественной радиоактивности полезных ископаемых при проведении горных работ на месторождениях строительного сырья, Киев, ГКС, 1997. -45с.

УДК 639

ГУБИН Г.Г., ГУБИН Г.В., ЯРОШ Т.П.

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В МЕСТАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ГМК)

В статье рассмотрены основные источники и причины загрязнения окружающей среды в районах размещения предприятий ГМК.

У статті розглянуті основні джерела і причини забруднення навколишнього середовища в районах розміщення підприємств ГМК.

The article describes the main sources and causes of pollution in the areas where mining companies.

Одной из основных причин загрязнения атмосферы является сжигание топлива, а воды сброс неочищенных стоков в водоемы. Приводятся меры по оздоровлению водного и воздушного бассейнов в местах дислокации комбинатов ГМК.

Техногенное воздействие на окружающую среду приводит к экологическим последствиям, т.к. нарушает устойчивость экосистем и их продуктивность, к социальным последствиям, приводя к росту заболеваемости, понижению работоспособности, вызывая генетические дефекты и уменьшая продолжительность жизни людей, к экономическим последствиям, уменьшая количество и продуктивность сельхозугодий, ухудшая качество и увеличивая себестоимость продукции.

Международным сообществом для предотвращения экологических и социальных катастроф разработана концепция устойчивого развития. Устойчивое развитие – это социально-экономическое развитие с целью обеспечения достойной жизни нынешних поколений людей без ущерба для будущих поколений.

Средство достижения такой цели – экономический рост, ограничения - состояние окружающей среды. Справиться с экологическими угрозами одной даже крупной стране не под силу. Следует проводить политику коллективной экологической безопасности в мире.

Экологическая ситуация в ГМК Украины не благоприятная, если не сказать плохая. Отсутствует достоверная картина экологического состояния отрасли. А принимаемые решения по улучшению состояния окружающей среды, как правило, не выполняются в необходимых объемах.

Рассмотрим кратко основные особенности техногенной нагрузки на примере Криворожского железорудного бассейна [1]:

- сброс оборотных вод без очистки или с частичной очисткой в реки Саксагань и Ингулец в количестве 200 млн м³ ежегодно, в т.ч. шахтных высокоминерализованных вод в объеме 11-12 млн. м³. Дренажные воды шахт, карьеров и коммунальные стоки, имеющие кислую среду, проникают в горные породы карбонатного состава и приводят к образованию ло-

кальных карстовых воронок, коррозии и проседанию фундаментов зданий и сооружений;

- многолетнее откачивание воды из подземных выработок привело к нарушению гидрогеологического режима региона на глубину более 1,0 км и подтоплению свыше 9,0 тыс. га городской территории;

- складирование отходов только горнорудных предприятий в количестве 12 млрд т привело к возникновению техногенных месторождений;

- существенное загрязнение атмосферы в связи с выбросами в нее сотен тысяч т пыли и газообразных веществ. При взрывах на карьерах на расстоянии 1-1,5 км ПДК по пыли превышает в 15-20 раз, в течение 1-4 часов в радиусе 2-4 км из пылевой тучи рассеивается от 200 до 500 т пыли крупностью менее 5 мкм (97-99,5%). На хвостохранилищах при ветре 4-9 м/с на дамбах образования концентрация пыли колеблется от 32 до 600 мг/м³, иногда на расстоянии 3-3,5 км ПДК превышает в 5 раз.

В ГМК больше всего окружающую среду загрязняют агломерационные фабрики, построенные в основном в 1950-1960 годах. Выбросы пыли на них составляют порядка 36% от всей пыли комбинатов в расчете на 1 т стали. Большая часть выбросов приходится на газообразные вещества. Если сравнить отечественную металлургию с металлургией зарубежных стран, то выбросы на меткомбинатах Украины на тонну стали в 10 раз больше, чем на зарубежных, содержание вредных газообразных веществ в них больше в 3,3 раза. Удельные выбросы основных загрязняющих веществ на 1 т выплавляемой стали и их распределение по основным металлургическим переделам на репрезентативном предприятии стран СНГ приведены в таблице 1 [2], а в таблице 2 указаны удельные выбросы загрязняющих веществ на 1 т стали на предприятиях стран СНГ и Западной Европы [3]. Как следует из таблицы 2, металлургические предприятия стран СНГ имеют выбросы в несколько раз больше по сравнению с западноевропейскими и в сравнении с Оскольским электрометаллургическим комбинатом в России, использующим технологию бескокосовой металлургии;

- нарушение земель (34 тыс. га) при незначительных темпах их рекультивации, а также необходимость отвода земель, в т.ч. Сельхозугодий, под складирование твердых и жидких отходов;

- значительное загрязнение почв токсичными химическими элементами (до 30 токсичных элементов, 18 из которых относятся к первому, второму и третьему классам опасности по токсичности для человека) [4];

- дополнительная высокая дозовая нагрузка от природных радионуклидов (радон 222) [5];

- предельная концентрация нарушений земной коры и развитие экзогенных геологических процессов (оползни, провалы, карст, проседание почв) неотектонических процессов (разломы земной коры и движение ее блоков). Общие объемы земной коры, которые подвержены антропогенным геомеханическим процессам в Кривбассе составляют 16-17 млрд м³ массой

около 50 млрд т при интенсивности нарушений 117-118 млн. м³/год, которая ежегодно возрастает вследствие открытых и подземных горных работ образовалось более 6 млрд м³ пустот. Все это чревато возникновением техногенных землетрясений, природа которых пока точно не выяснена.

Таблица 1

Отходы образующиеся на репрезентативном металлургическом предприятии стран СНГ в расчете на 1 т выплаваемой стали.

| Виды производства | Пыль | | Диоксид серы | | Оксиды азота | | Оксид углерода | | Сумма | |
|------------------------------|-------|------|--------------|------|--------------|------|----------------|-------|--------|-------|
| | кг/т | % | кг/т | % | кг/т | % | кг/т | % | кг/т | % |
| Агломерация | 1,785 | 36,5 | 1,717 | 53,5 | 0,55 | 20,0 | 27,2 | 74,0 | 31,25 | 65,15 |
| Производство кокса | 0,485 | 9,4 | 0,350 | 10,9 | 0,27 | 9,8 | 2,99 | 8,05 | 4,095 | 8,55 |
| Доменное производство | 0,666 | 12,9 | 0,090 | 2,8 | 0,074 | 2,7 | 1,86 | 5,1 | 2,64 | 5,80 |
| Сталеплавильное производство | 0,987 | 19,2 | 0,117 | 3,7 | 0,612 | 22,2 | 3,92 | 10,65 | 5,635 | 11,77 |
| Другие производства | 1,257 | 22,0 | 0,945 | 29,1 | 1,25 | 45,3 | 0,83 | 2,2 | 4,285 | 8,93 |
| Итого: | 5,18 | 100 | 3,20 | 100 | 2,76 | 100 | 36,8 | 100 | 47,957 | 100 |

Таблица 2

Удельные выбросы основных загрязняющих веществ, в расчете на 1 т выплаваемой стали.

| Тип отходов | Предприятия стран СНГ | ММК (Россия) | Voestalpine (Австрия) | Hoogovens (Нидерланды) | ОЭМК (Россия) |
|--------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|------------------------|---------------|
| Пыль, кг/т | 5,18 | 7,3 | 0,52 | 0,4 | 1,64 |
| Диоксид серы, кг/т | 3,2 | 4,1 | 0,63 | 1,1 | 0,25 |
| Оксиды азота, кг/т | 2,76 | 2,8 | 0,61 | 1,2 | 2,8 |

Одной из важнейших причин загрязнения окружающей среды является сжигание органического топлива для производства энергии. В настоящее время расход энергии у нас на ГОКах и в целом в ГМК значительно превышает по удельному расходу по сравнению с промышленно развитыми странами. На рис. 1 приведены потребление энергии в основных структурных подразделениях горно-обогатительного комбината.

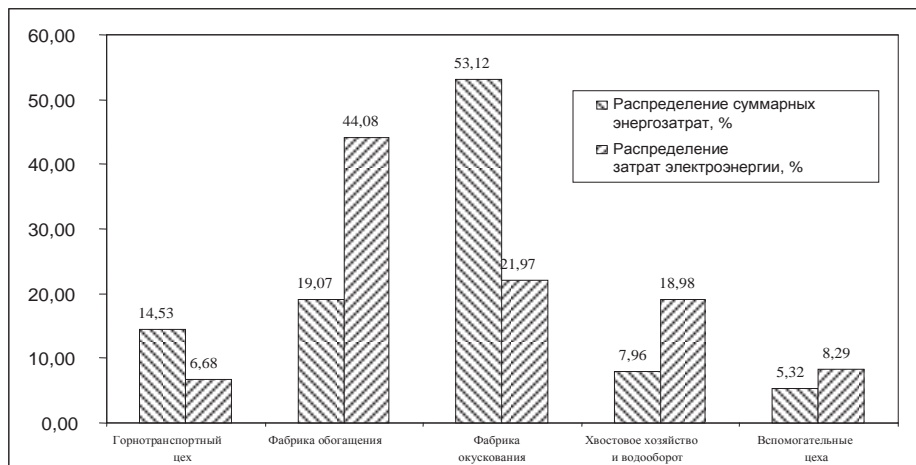


Рис. 1. Распределение энергозатрат между основными структурными подразделениями горно-обогатительного комбината

Показано, что основными потребителями энергоресурсов являются процессы обогащения и окучивания, на которые приходится 72,19% затрат энергии. Наиболее энергозатратными технологическими процессами является окучивание концентрата – 53,12% суммарных затрат ГОКа. На обогащение приходится 19,07%. В тоже время обогатительная фабрика является основным потребителем электроэнергии – 44,08% общекомбинатских затрат, за ней следует фабрика окучивания и хвостовое хозяйство с водооборотом. Отсюда следует, что для получения наибольшей экономии электроэнергии на ГОКе, необходимо применить инновационные технологии и оборудование для измельчения. И такие существуют уже сейчас в разной степени готовности их использования на предприятиях. Сюда можно отнести, дезинтеграцию руды в роллер-прессах, вертикальных мельницах, роликовых мельницах, в шаровых мельницах с высокой степенью заполнения. Но сегодняшние собственники их топ менеджеры не восприимчивы к отечественным инновациям и предпочитают финансировать зарубежных разработчиков и производителей новой техники.

На рис. 2 приведена энергоёмкость всех главных технологических переделов ГМК. Как следует из данных рисунка, основным потребителем энергии является доменное производство чугуна. При выплавке чугуна основные затраты связаны с расходом кокса. Затраты топливно-энергетических ресурсов в доменном цехе обычно составляют 40-58% расхода всех энергоресурсов на производство готовой продукции ГМК, т. е. проката. Общая энергоёмкость производства проката составляет 39-40 кДж/т. ГМК Украины до недавнего времени потребляла более 53 млн. т условного топлива, в т. ч. 9 млрд. м³ природного газа, из которых 2,5 млрд. м³/год вдували в доменные печи.

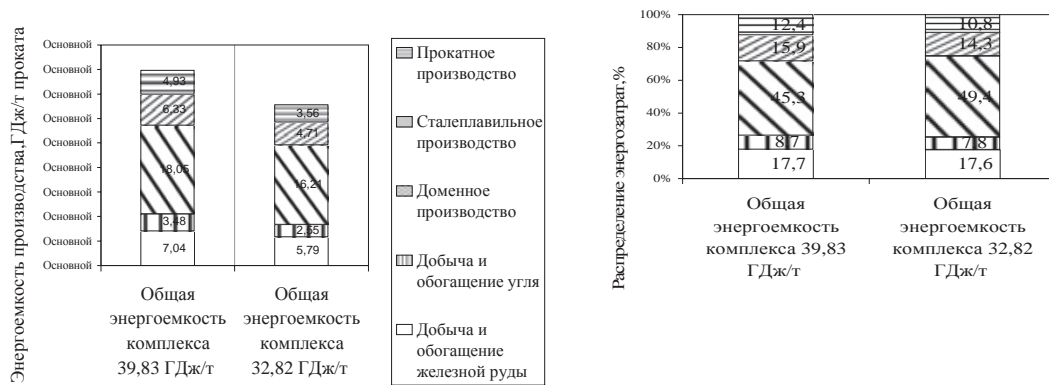


Рис. 2. Энергоёмкость технологических переделов ГМК.

а) энергоёмкость производств в настоящее время; б) энергоёмкость производств после проведения организационно-технических мероприятий.

В доменном производстве имеются резервы снижения расхода кокса и отказа от природного газа – это вдувание пылеугольного топлива (ПУТ). Технология ПУТ позволит уменьшить расход кокса с 500 кг/т чугуна до 350-250 кг/т чугуна. Однако для этого требуется кардинальное улучшение качества кокса и железорудной части шихты, вывод сырого известняка из доменной шихты, снижения количества шлака, а значит увеличение содержания железа в агломерате и окатышах, повышение температуры дутья, внедрение новых приборов для системы оперативного контроля и др.

Для снижения расхода энергии, улучшении охраны окружающей среды и повышения конкурентоспособности мировые производители металла проводят радикальные мероприятия в ГМК. Так, в США из 197 доменных печей за 25 лет осталось функционирующих только 34. Производство стали осуществляется на 60-70% в кислородных конверторах и 40-30% в электродуговых печах. металлургия пошла по пути сооружения мини-заводов для выплавки стали из металлолома и применения литейно-прокатных модулей. В США, например, на долю мини-заводов приходится порядка 60% выплавляемой стали. Прогнозируется, что в США и странах ЕС доля чугуна при производстве стали снизится с 50% до 10-15%. На выплавку 1 т стали из металлолома на передельных заводах расходуется 8,5 ГДж энергии, а на интегрированных заводах с полным циклом из железорудного сырья 19 ГДж.

К основным достоинствам мини-заводов относят низкую капиталоемкость относительно небольшие затраты энерго-материальных ресурсов, низкий уровень загрязнения окружающей среды, т.к. отсутствует добыча и переработка железной руды и угля.

Получение плоского проката рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений развития металлургии. Технической основой таких предприятий являются литейно-прокатные модули (ЛМП), совмещающие процессы непрерывной разливки стали на заготовку и её после-

дующую прокатку. Такая схема позволяет в 8-10 раз снизить затраты энергетических ресурсов, в 40-50 раз сократить потери металла в окалину, в 5-10 раз повысить производительность труда, в 10-20 раз снизить выбросы парниковых газов при значительном уменьшении капитальных затрат.

Ряд стран пошли по пути бескоксовой металлургии, особенно те, где имеются запасы природного газа, а также те, где велики месторождения энергетических углей [6].

С точки зрения экологии, главное преимущество бескоксowych технологий – это исключение коксо-химических выбросов.

Как уже отмечалось, в ГМК Украины больше всего загрязняют аглофабрики. Это объясняется тем, что используется физически устаревшее изношенное оборудование и технологии. Во всем мире имеется 250 агломерационных установок, из которых 70 – в странах ЕС, большинство из них на современном техническом уровне. Например, на аглофабрике «Фест Альине» (Австрия) работает установка MEROS, обеспечивающая остаточное содержание пыли в аглогазах менее 3 мг/м^3 , отфильтровывается 97% диоксида и 95% тяжелых металлов. Все это за счёт противоточного введения добавок. Для улавливания пыли применяют сухую газоочистку в рукавных фильтрах. Сама установка представляет собой реактор диаметром 10 м и высотой 56 м, снабженной самыми современными устройствами для фильтрования, продувки, электропитания, контроля и измерений. Мелкодисперсная пыль, а также металлические и органические вредные вещества с высокой скоростью связываются в последовательных технологических операциях путем вдувания адсорбирующих и десульфуризирующих средств. В этой технологии не образуются сточных вод. Каждый час на установке очищается 1 млн. м^3 отходящих газов при производстве 3 млн т агломерата в год.

Работа многих зарубежных аглофабрик является для нас примером, как можно окусковывать руду не принося большого ущерба окружающей среде.

Теперь вернемся к загрязнению водного бассейна, связанного с откачкой шахтных вод и существованием шламохранилищ на ГОКах. Согласно проектам в хвостохранилище ГОКов Кривбасса должно перекачиваться ежегодно около 2,5 млрд. м^3 пульпы с массовой долей твердого 3-5%. На подачу 1000 т отходов в хвостохранилище расходуется 6500-8000 кВт·ч электроэнергии, а на перекачку на обогатительную фабрику 1000 м^3 осветленной воды – 200-400 кВт·ч. Расход воды на фабриках составляет 30-40 $\text{м}^3/\text{т}$ концентрата.

На хвостовое хозяйство и водооборот затрачивается почти 19% энергии от суммарных затрат ГОКа (рис. 1).

Хвостохранилища представляют собой сложные гидротехнические сооружения, наносящие значительный ущерб окружающей среде, как в

результате пыления пляжей, так и подтапливания и засаливания сельскохозяйственных угодий, а также загрязнения наземных и подземных вод.

В настоящее время в развитых горнодобывающих странах принята схема внутрифабричного водооборота, позволяющая значительно сократить затраты на перекачку хвостов и осветления воды. Такая технология применяется на Лебединском ГОКе (Россия). Установлено, что предварительное сгущение хвостов до 25% твёрдого уменьшает объём перекачиваемой пульпы в 5 раз, и до 50% твёрдого – почти в 10 раз. Несмотря на прогрессивность данного способа, он не устраняет многих проблем, так остаётся необходимость в сооружении дамб и плотин хвостохранилищ, а значит, не решаются вопросы защиты окружающей среды и безопасности эксплуатации гидротехнических сооружений.

Наиболее радикальным направлением является сухое складирование отходов. Однако такая схема требует определенной подготовки хвостов. На рис. 3 представлена схема обезвоживания отходов обогащения при полном замкнутом внутрифабричном водообороте и сухом складировании хвостов [7]. Отвальные хвосты направляются в радиальный сгуститель, после сгущения до 40-50% твёрдого их обезвоживают на дисковых вакуум-фильтрах до влажности кека 19-22%. Для ускорения осветления можно применять различные флокулянты.

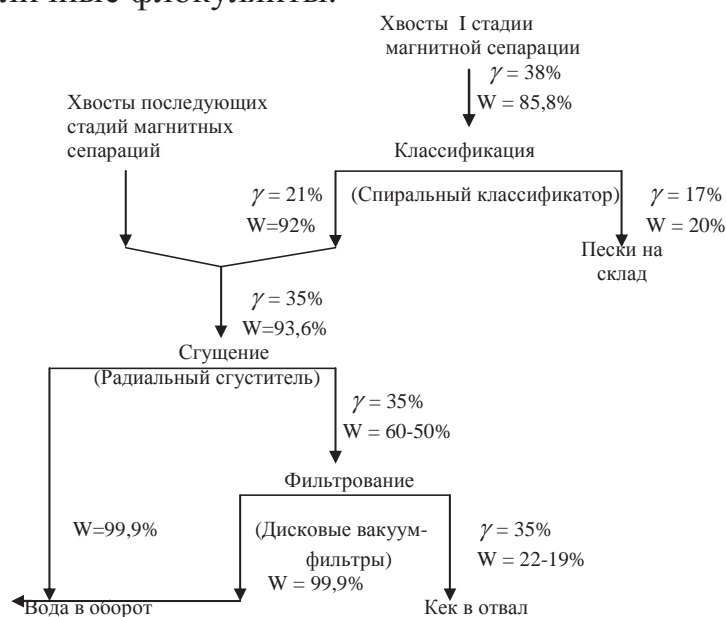


Рис. 3. Схема обезвоживания отходов обогащения при полном замкнутом внутрифабричном водообороте и сухом складировании хвостов.

Более поздние исследования показали возможность интенсификации процессов сгущения и фильтрования мокрых отходов обогащения. Интенсификация сгущения достигалась как за счет применения полочных сгустителей, так и обработки сгущаемой пульпы постоянным электрическим током для электрофоретического ускорения осаждения частиц [8, 9].

Интенсификация вакуум-фильтрования также достигалась при наложении на кек постоянного тока, что приводило к ускорению переноса вла-

ги. Установлена возможность дополнительного снижения влажности материала крупностью 94-97% класса минус 0,074 мм на 4% [10-12].

Определённый интерес представляет также разработка схем обезвоживания отходов обогащения для их последующего безобжигового окучивания в виде брикетов или окатышей [13].

Таким образом, современные методы сгущения и фильтрования хвостов обеспечивают их подготовку к сухому складированию, что позволяет устранить загрязнение водных объектов от стоков обогатительных фабрик ГОКов.

В работе [14] представлена технология сухого складирования больших масс хвостов при помощи консольных отвалообразователей (рис. 4).

Известна идея использования отвалов вскрышных пород для совместного складирования с отходами обогащения.

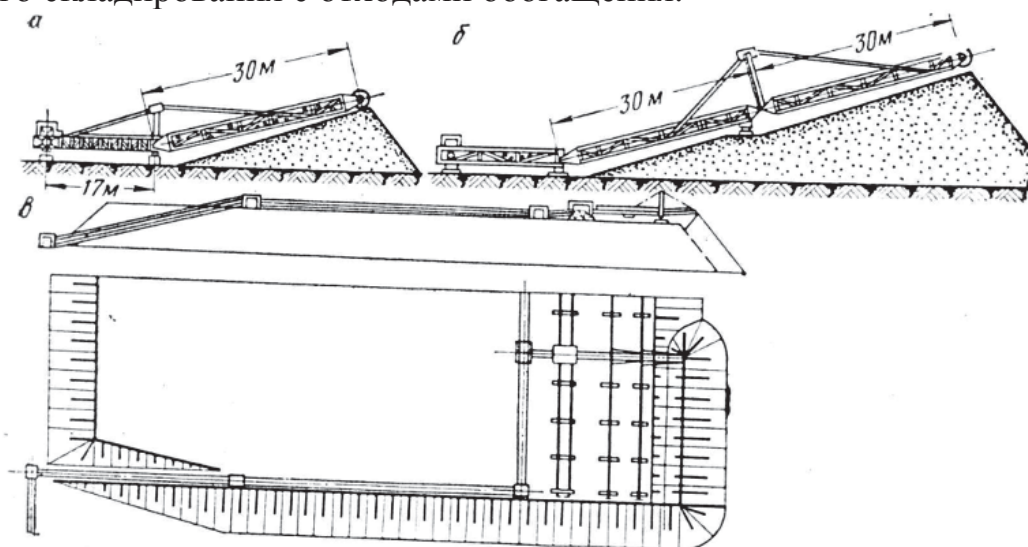


Рис. 4. Схема сухого складирования хвостов с использованием на отвале опорно-звеньевых консольных отвалообразователя:

а – отсыпка отвала первым звеном; б – отсыпка отвала вторым и последующими звеньями; в – заполнение хвостами первого яруса отвала

Предложен способ отвалообразования скальных пород с одновременным захоронением отходов городских сочных вод (рис. 5) [15], который позволяет не только использовать существующую транспортную инфраструктуру и технику отвального хозяйства, но и производить захоронение в принципе любых отходов.

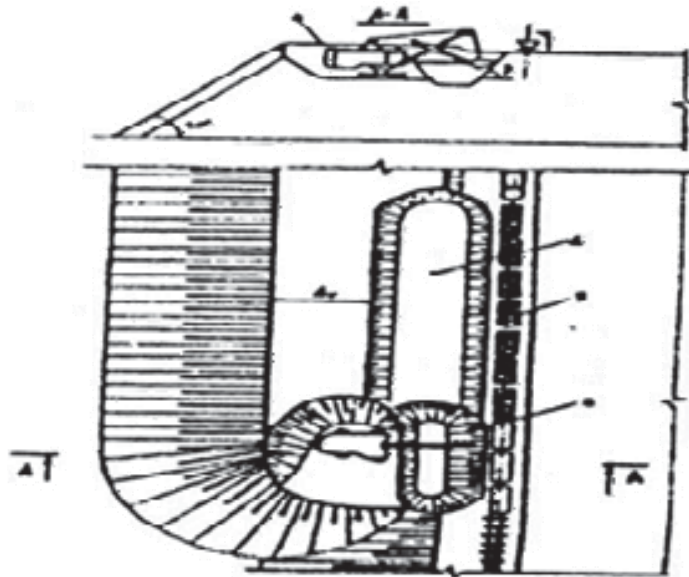


Рис. 5. Схема совместного отвалообразования пород вскрыши и отходов обогащения

Можно констатировать, что имеются научные и технические предпосылки для осуществления в Кривбассе энерго-ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий. Эти технологии позволят предотвратить загрязнение атмосферы, вод и окружающих территорий, уменьшить необходимость отчуждения земель сельхозугодий для производственных нужд, а также снизить риски техногенных катастроф.

Список литературы:

1. Губин Г.В., Голярчук Н.И. Проблемы техногенной безопасности в горнодобывающих регионах (на примере Кривбасса). Горная промышленность. Специальный выпуск. Февраль 2011. -С. 50-54.
2. Карабасов Ю.С., Юсфин Ю.С., Курунов И.Ф. и др. Проблемы экологии и утилизации техногенного сырья в металлургическом производстве// Теория и практика производства чугуна: Сборник трудов международной научно-технической конференции. Кривой Рог. КГГМК «Криворожсталь». -2004. –С. 90-101.
3. Сеченя И.А., Сафронов А.Ф. Почему чёрная металлургия не соблюдает природоохранные нормы. Исключение из правил// Металлы Евразии. -2001. -С. 94-97.
4. Маяков И.Д. Экологическая оценка состояния геологической среды. Геологическая среда антропогенной экосистемы. Национальный Экоцентр Украины. Криворожское отделение. Кривой Рог, -2001, -С. 29-43.
5. Кривошей Л.О. Обзор состояния и методов обеспечения радоновой безопасности в жилье Кривбасса. Геологическая среда антропогенной экосистемы. Национальный Экоцентр Украины. Криворожское отделение. Кривой Рог, -2001, -С. 76-87.
6. Губін Г.В., Півень В.О. Сучасні промислові способи безкоксової металургії заліза. Кривий Ріг, 2010. –333 с.

7. Писарев А.М., Вовк Н.Е. Обезвоживание хвостов Первомайского железорудного комбината// Тематический сборник. Обогащение руд чёрных металлов. –Вып. 5. –1976. –С. 134-138.
8. Губин Г.Г. Экспериментальные исследования сгущения тонкоизмельченных суспензий в гравитационно-электрическом поле// Сб. науч. тр. Качество минерального сырья. –Кривой Рог: КТУ. –2002. –С. 158-162.
9. Гуринов А.А., Губин Г.Г., Белик В.В. и др. Технология внутрифабричного водооборота с интенсификацией сгущения воздействием постоянного электрического тока// Науч. техн. сб. Разработка рудных месторождений. –Вып. 87. –Кривой Рог: КТУ. –2004. –С. 57-59.
10. Щербаков О.К., Лебедев А.Н., Горелых А.С. Применение электроосмоса при фильтрации железорудных концентратов// Черметинформация. –1972. –№11. –С. 32-33.
11. Щербаков О.К., Лебедев А.Н., Горелых А.С. Вакуумфильтрация титано-магнетитового концентрата в поле постоянного тока// Горный журнал. –1974. –№9. –С. 58-59.
12. Тильга А.К. Электроосмотическое использование хвостов для использования их в закладке// Сб. науч. тр. ин-та «Казмеханобр» – 1982. –№25. – С.13-15.
13. Савельев С.Г., Губин Г.Г. Разработка схемы безобжигового окускования хвостов обогащения магнетитовых кварцитов// Науч. техн. сб. Разработка рудных месторождений. –Вып. 85. –Кривой Рог: КТУ. –2004. –С. 85-89.
14. Новая технология складирования шламов мокрого обогащения. Л.Р. Мигуцкий, Е.В. Горбунов, Г.Л. Андриюц и др// Бюл. Ин-та Черметинформация. –1972. –Сер. 2. Вып. 4. –С. 13-16.
15. Ковальчук В.А. Использование действующих отвалов для захоронения отходов с последующей их рекультивацией// Разработка рудных месторождений. –Вып. 68. –1999. –С. 3-6.

УДК 629.3

Ю.А. МОНАСТЫРСКИЙ, д-р техн. наук, Е.Ю. ДАНИЛЕНКО, аспирант
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»,
ВИВЧАРИК А.С. главный специалист по автотранспорту ПАО «Арселор
Миттал Кривой Рог»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ ГРУЗА И ЭЛЕМЕНТОВ КУЗОВА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГОРЯЧИХ ШЛАКОВ КАРЬЕРНЫМИ САМОСВАЛАМИ БЕЛАЗ 7547

Головним показником, що визначає технічний стан працюючого самоскиду при перевезенні гарячого шлаку є температура вантажу. У статті визначено рівень тепловитрат гарячого шлаку при перевезенні його в кузові кар'єрного самоскида БелАЗ 7547. Наведено результати