

дит обезвоживание осадка за счет транспирации, испарения и его частичная минерализация. Профильтрованная вода собирается дренажными трубопроводами, уложенными в нижней части загрузки и отводится обратно на очистные сооружения. Для предотвращения просачивания иловой вод в нижележащие слои грунта фильтрующая загрузка размещается над слоем гидроизоляции из полимерной пленки таким образом в отличие от традиционных иловых площадок отсутствует фильтрация в грунт иловой воды, профильтрованной через загрузку. Срок эксплуатации таких систем составляет около 10 лет, с получением влажности осадка при его выгрузке не более 70% [2].

Грунтово-растительные площадки, предназначенные для обработки осадков, имеют определенные особенности и требуют проведения специальных исследований по адаптации технических решений к климатическим условиям Республики Беларусь и разработки усовершенствованных конструкций таких сооружений.

Список использованных источников

1. Концепция совершенствования и развития жилищно-коммунального хозяйства до 2025 года. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 29.12.2017 № 1037.
2. Steen Nielsen. Sludge Treatment in Reed Beds Systems – Development, design, experiences. Sustainable Sanitation Practice, 2012. – №12. – Pp. 33-39.

УДК 622.23

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Басалай Г.А.

Белорусский национальный технический университет

На рудниках ОАО «Беларуськалий» широко применяется столбовая система отработки пластов полезного ископаемого с использованием современных высокопроизводительных очистных комплексов. Основными составляющими очистного комплекса являются: один-три очистных комбайна, забойный скребковый конвейер, комплекс гидромеханизированной крепи и энергостанция.

Ежегодные объемы руды, поставляемые от очистных комплексов на солеобогатительные фабрики, составляют свыше 40 млн. т. при объеме конечной продукции, т. е. калийных удобрений, 8 млн. т.

В виду разнообразия горногеологических условий на различных рудниках и горизонтах очистные лавы формируются по нескольким принципиальным схемам, которые зависят, в первую очередь, от мощности разрабатываемого пласта (низкая или высокая лава), а также схемы отработки (валовая или селективная) сложно сформированных пластов.

С учетом технологических особенностей на рудниках разрабатываемого Старобинского месторождения применяются различные по конструктивному исполнению и принципам действия одно- или двухшнековые очистные комбайны фирмы Айкхофф (Германия), с диаметром шнеков до 1400 мм и установленной мощностью электродвигателей на привод шнек-фрез от 150 до 400 кВт.

Эффективность очистного комплекса в значительной степени зависит также от конструктивных и эксплуатационных параметров забойных скребковых конвейеров. Для комплектации очистных комплексов в настоящее время используются скребковые конвейеры белорусских производителей горного оборудования: ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Холдинг «Нива». Длина конвейеров выбирается с учетом длины лавы, которые могут достигать 250 и более метров, которые предназначены для транспортирования руды из очистных и подготовительных забоев к пунктам перегрузки на магистральные ленточные конвейеры.

Цель работы – повышение эффективности работы очистных комплексов при разработке пластовых месторождений калийных солей.

Эффективность работы комплексов может достигаться как мероприятиями по модернизации конструкций оборудования, так и оптимизацией режимов его эксплуатации, т.е. повышением надежности, увеличением производительности, снижением энергоемкости, уменьшением металлоемкости и обеспечением безопасного ведения горных работ.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. оценка запаса устойчивости очистных комбайнов в рабочем режиме на ставе забойного конвейера;
2. повышение производительности очистного комбайна по погрузке руды на забойный конвейер;
3. повышение надежности и увеличение ресурса тяговых цепей скребкового конвейера;
4. снижение энергоемкости и повышение производительности транспортирования руды скребковым конвейером;
5. управление горным давлением в лаве с использованием на очистном комбайне специализированного модуля по нарезке щели в кровле.

Задача №1. При оценке устойчивости комбайна на ставе скребкового забойного конвейера, за основу принята методика, изложенная в книге «Очистные комбайны» (Под ред. Морозова В.И.).

В работе разработаны принципиальные расчетные схемы и расчетные зависимости, которые использовались при анализе устойчивости пяти очистных комбайнов, широко применяемых на рудниках Беларуськалия.

При оценке устойчивости по данной методике использовано условие, что четырехопорная жесткая система комбайна заменяется на трехопорную, т.е. одна из четырех реакций в опорах принимается равной нулю.

Для составления уравнений равновесий комбайна в рабочем режиме определяются значения активных сил и моментов на рабочем органе, в зависимости от установленной мощности электродвигателей и конструктивных параметров фрез. В результате расчета определены значения вертикальных и горизонтальных реакций в опорах, а также тяговое усилие.

В качестве первого объекта выбран одношнековый комбайн SL 300 NE с расположением шнек-фрезы на уровне корпуса комбайна. Коэффициент запаса устойчивости комбайна в рабочем режиме равен 2,13.

Второй объект – одношнековый комбайн SL 300 E с консольным боковым в сторону забоя расположением шнек-фрезы относительно корпуса. Коэффициент запаса устойчивости равен 1,57.

Третий объект – одношнековый комбайн ESA-150 L. Он применяется для обработки краевых зон лавы, поэтому имеет специальное конструктивное исполнение корпуса и возможность поворота фрезы с рукоятью на 180°. Коэффициент запаса устойчивости комбайна ESA-150 L равен 1,1.

Четвертый и пятый объекты – двухшнековые комбайны. Первый из них – SL 300 применяется для валовой разработки пласта, а второй – SL 500 S для селективной выемки полезного ископаемого. Результаты расчета: для комбайна с ведением валовой выемки коэффициент запаса устойчивости равен 2,37; для комбайна селективной выемки – 3,82.

Задача 2. Эффективность работы очистного комбайна зависит не только от его эффективности по фрезерованию массива горной породы, но и производительности по погрузке руды на забойный конвейер шнековым исполнительным органом. На ее величину значительное влияние оказывают конструктивные параметры витков шнека, погружного щитка, металлоконструкции рукояти, а также элементы става конвейера.

Опыт эксплуатации современных очистных комбайнов показывает, что при увеличении рабочей скорости подачи комбайна на забой происходит «заштыбовка» по причине ограниченной пропускной способности канала, образованного поверхностями выше приведенных элементов. По данной проблеме имеется ряд публикаций. Автором проведен анализ пропускной способности канала путем изменения угла изгиба линейной части рукояти в зоне погрузки. В результате модернизации рукояти (при угле изгиба 15°) пропускная способность увеличивается в 1,8 раза. На схему модернизации очистного комбайна с применением Г-образной рукояти получено положительное решение на выдачу патента.

Задача №3. Как отмечалось в начале, одним из вариантов повышения эффективности очистного комплекса является увеличение производительности и снижение энергоемкости транспортирования руды забойным скребковым конвейером от очистного комбайна к пункту перегрузки на штрековый скребковый конвейер. Это особенно актуально для лав протяженностью 250 метров при мощности вынимаемого пласта до 2,5 м.

Анализ конструкций забойных скребковых конвейеров и режимов их работы показывает, что имеется возможность повышения их эксплуатационных показателей путем модернизации конструкции.

Коэффициент полезного действия скребкового конвейера, а также ресурс тяговой цепи и приводных звездочек может быть значительно увеличен за счет оптимизации параметров сопрягаемых элементов. В работе проведен сравнительный анализ мощности сил трения по расчетной модели взаимодействия элементов цепи с зубчатым венцом приводной звездочки в зависимости от количества зубьев в диапазоне от 5 до 11 штук.

Результаты показали, что применяемые в приводах забойных конвейеров звездочки, имеющие семь зубьев, обладают повышенными затратами энергии. Их можно снизить до 20 %, применив звездочки с числом зубьев девять, при этом их диаметр увеличивается незначительно – до 27%.

Задача № 4 посвящена повышению производительности и снижению затрат энергии на транспортирование руды.

Перспективным вариантом совершенствования процесса транспортирования отбитой горной массы из лавы на штрековые конвейеры, является замена способа перемещения волочением полезного ископаемого, находящегося в желобе конвейера, на транспортировку переносом. Перенос предлагается осуществлять следующим образом: на тяговой цепи конвейера сзади за скребками закреплены горизонтальные пластины.

Для определения эксплуатационных параметров скребкового конвейера с пластинами разработана расчетная модель по определению объемов массы породы, находящейся перед скребком и транспортируемой методом волочения по желобу, а также массы, находящейся за скребком на пластине, с учетом угла естественного откоса измельченной породы.

Увеличение производительности может быть достигнуто за счет регулирования плотности установки пластин за каждым скребком или с определенным диапазоном, а также плотности установки самих скребков на тяговой цепи. Это позволит поддерживать производительность на заданном уровне при существенном уровне при существенном уменьшении скорости тяговой цепи до 20% (с 1 м/с до 0,8 м/с).

Задача №5. Одной из актуальных проблем при эксплуатации современных очистных комплексов в сложных горногеологических условиях также является обеспечение устойчивого управления опусканием кровли по мере продвижения лавы. Это проявляется особенно при работе очистных комплексов в лавах, расположенных под ранее пройденными выработками.

В результате динамического проявления горного давления может происходить аварийная посадка лавокомплекса «на жесткую», т. е. разрушение гидростоек секций крепи и образование значительных завалов в очистном забое.

В настоящее время на рудниках ОАО «Беларуськалий» для разупрочнения кровли проводят бурение шпуров в кровле выработки с последующими взрывами в завальной зоне с целью стабилизации деформационных процессов в горном массиве. Однако применение этого метода имеет ряд недостатков: сложность управления взрывом и непредсказуемость последствий в подвижном горном массиве.

Автором совместно с ведущими специалистами Института горного дела (г. Солигорск) разработан новый метод управления горным давлением, который реализуется путем нарезки продольно-раскрывающей щели в кровле очистного забоя, непосредственно перед очередной передвижкой лавы на забой. Для этого очистной комбайн оборудован специализированным модулем, в виде дисковой фрезы с приводом.

Таким образом, в результате решения пяти технических задач можно сделать следующие выводы:

1. Запас устойчивости очистных комбайнов в рабочем режиме на стае забойного конвейера составляет от 1,1 до 3,8, что позволяет для двухшнековых комбайнов SL 300 и SL 500 S увеличить их рабочую скорость подачи на забой до 7%;

2. Повышение производительности очистного комбайна по погрузке руды на забойный скребковый конвейер можно обеспечить путем модернизации рукояти с увеличением проходного сечения в 1,8 раза;

3. Повышение КПД привода и увеличение ресурса тяговых цепей конвейера достигается использованием приводных звездочек с числом зубьев 9 (девять), позволяющее снизить мощность сил трения до 20%;

4. Снижение энергоемкости транспортирования руды скребковым конвейером обеспечивается установкой на тяговых цепях пластин, расположенных за скребками, имеющих длину, равную 2/5 от шага установки скребков;

5. Управление горным давлением в лаве достигается использованием на очистном комбайне специализированного модуля в виде дисковой фрезы для нарезки щели в кровле выработки перед очередной передвижкой става конвейера и секций гидрокрепи.

УДК 620.92 + 691.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ДЛЯ ОБЖИГА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Басалай И.А., Зеленуха Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Производство цемента в Республике Беларусь является важным сектором экономики страны. Оно имеет развитую структуру и в значительной степени обеспечивает нужды внутреннего строительства. Общая проектная мощность предприятий по производству цемента составляет около 10 млн. тонн в год. Сырьевая база цементных заводов Беларуси, определяемая промышленными запасами месторождений мергеля и мела, обеспечивает их долгосрочную стабильную работу:

ОАО «КСМ» – месторождения мела Волковысской группы	130 млн. т;
ОАО «БЦЗ» – «Коммунарское» (рис. 1)	270 млн. т;
ОАО «КЦШ» – «Каменка»	170 млн. т.

Производство цемента включает четыре ступени: добыча и подготовка сырья; обжиг для производства клинкера; смешивание и измельчение клинкера до консистенции цемента; хранение, упаковка и доставка цемента потребителям.

Следует отметить, что данный технологический процесс является крупным потребителем энергоресурсов. Постоянное удорожание традиционных энергоносителей