

ГЕОТЕХНІЧНА І ГІРНИЧА МЕХАНІКА, МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 622.3:622.272.1

**В.И. Залевская¹,
В.Ф. Ганкевич², канд. техн. наук, доц.,
О.Ю. Нагорная²**

1 – ПАО „Марганецкий горно-обогатительный комбинат“, г. Марганец, Украина

2 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: antsiferovo@nmu.ua, franchuk@nmu.org.ua

ИЗЫСКАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ШАХТАХ ПО ДОБЫЧЕ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

**V.I. Zalevskaya¹,
V.F. Gankevich², Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor,
O.Yu. Nagornaya²**

1 – PAO “Marganetskiy Gorno-Obogatitelnyi Kombinat”, Engineer-Technologist, Marganets, Ukraine.

2 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: antsiferovo@nmu.ua, franchuk@nmu.org.ua

CHOICE OF METHODS TO INCREASE PRODUCTIVITY IN MINES DURING MANGANESE ORE PRODUCTION

Цель. В связи с тем, что добыча руды связана с отработкой пластов в тяжелых условиях (повышенная влажность, наличие абразивной пыли, шум, вибрация и т.д.), актуальной является работа по повышению механизации выемочных штреков в условиях марганцевых шахт. Для повышения эффективности подземного способа работ необходимо упростить технологическую схему шахт, устранить ее дорогостоящие и сложные элементы, а также повысить надежность эксплуатируемого оборудования.

Методика. Сравнительный анализ средств механизации и технологии добычи руды позволил изыскать методы повышения их эксплуатационных характеристик.

Результаты. В результате статистической обработки результатов эксплуатации оборудования выявлены причины внеплановых остановок оборудования. Снижается энергоемкость процесса добычи марганцевой руды за счет упрощения технологической цепочки. Рекомендовано для повышения производительности проходки выемочных штреков использовать щит проходческий ШЦП-3,5 вместо щитового проходческого комплекса ШЦК или комбайнов КДР (КМШ), что позволит снизить себестоимость 1 т. руды на 5–8%.

Научная новизна. Сформулирован критерий „плавности“ коррекции положения проходческого щита в пространстве для реальных условий работы. Получена аналитическая зависимость для величины передвигки оболочек щита в зависимости от отклонения фактической (смещенной) оси выработки к теоретическому положению.

Практическая значимость. Уменьшение трудоемкости работ при проходке выемочных штреков и сокращение себестоимости 1 т. руды по участку и по шахте. Снижение капитальных затрат на строительство шахт. Снижение металлоемкости щита. Сохранение поверхности земли и ценных сельскохозяйственных угодий, поскольку почвенный покров и водоносные горизонты не нарушаются, то ущерб от горных работ незначительный. Возможность отработки участков с большой глубиной залеганий руды, отработка приконтурных участков месторождения.

Ключевые слова: сечение выработки, кольцевая металлическая крепь, секции щита

Постановка проблемы. Технический прогресс в горной промышленности определяется значительным увеличением выпуска существующих горных машин и комплексов, освоением новых высокопроизводительных машин. Повышение надежности машин и механизмов – одна из важнейших задач современно-

сти, связана с непрерывным ростом интенсификации, повышением производительности оборудования и увеличением воздействующих на него нагрузок.

Высокопроизводительная работа горных предприятий во многом определяется совершенством работы всех механизмов и, в частности, проходческого оборудования.

При разработке конструкций современного горнодобывающего оборудования ставится задача обеспе-

чения их работоспособности в различных горнотехнических условиях эксплуатации. Подобные экстремальные условия требуют изменения взгляда на эксплуатационную надежность этого типа оборудования. Для большинства типов горных машин моральная долговечность превышает 10 лет, а их физическая долговечность измеряется несколькими годами.

При подземной добыче руды в Никопольском марганцевом бассейне применяется, в основном, система разработки длинными столбами с выемкой заходками. В зависимости от величины горного давления, мощности рудного пласта, водообильности пласта и вмещающих пород на различных участках рудной площади применяются разные варианты системы разработок. Для дальнейшего развития горнодобывающей техники для подземной добычи марганцевых руд должно быть внедрение механизированных комплексов с крепями оградительно-поддерживающего типа, узкозахватными комбайнами со шнековыми исполнительными органами и со скребковыми конвейерами.

Выделение нерешенных ранее частей проблемы. Повсеместное применение механизированных комплексов ограничивается рядом факторов. К ним относятся как горно-геологические условия (различные нарушения залегания пласта, невыдержанность по мощности и т.д.), так и производственно-техни-

ческие, организационные (большие первоначальные затраты, сложность монтажно-демонтажных и ремонтных работ и т.д.) факторы.

Изложение основного материала.

Решение задачи.

Щит нарезной ЩН-3,5 (рис. 1) предназначен для проходки выемочных штреков в условиях марганцевых шахт. Его предшественник щит проходческий ЩПК [1] потребовал усовершенствования [2] отдельных узлов и деталей.

Техническая характеристика ЩН-3,5.

1. Захват рабочего органа, мм	
ширина	4000
высота	4000
2. Производительность техническая, м/ч	3,0
3. Установленная мощность, кВт	121
4. Мощность привода рабочего органа, кВт	55
5. Габаритные размеры, мм	
ширина	3540
высота	3540
длина	21450
6. Масса, кг	42500
7. Рабочее давление в гидросистеме, МПа	16
8. Напряжение, В	
в силовой цепи	380
в цепях управления	36

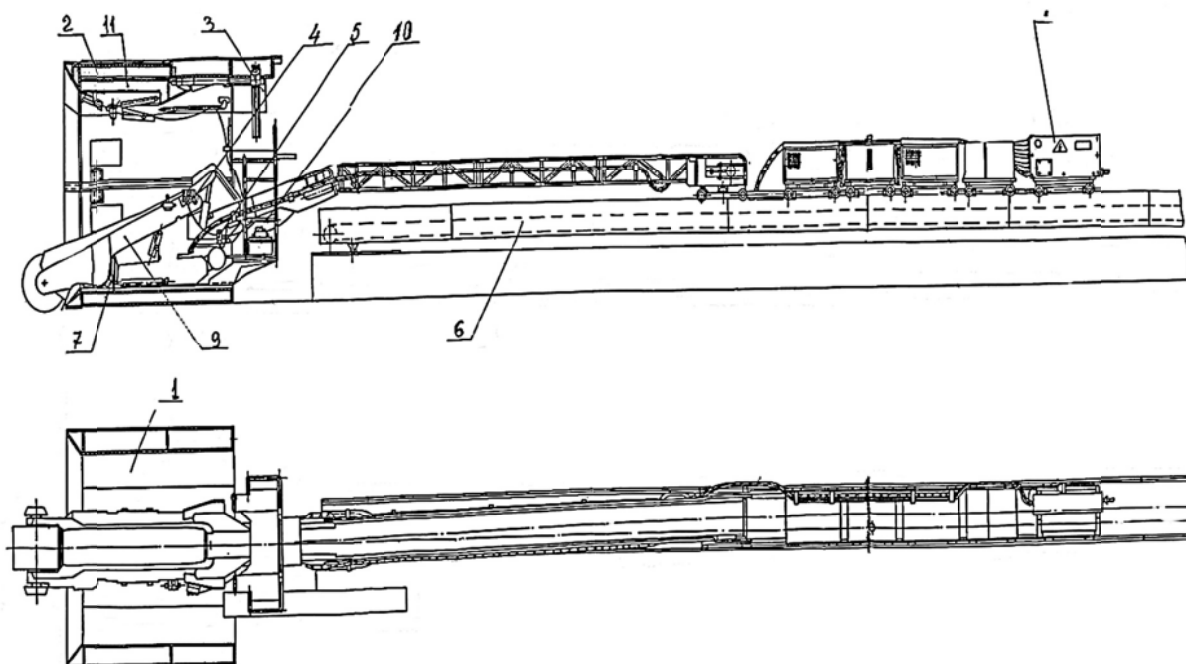


Рис. 1. Щит ЩН-3,5: 1 – оболочка; 2 – козырек; 3 – подъемник; 4 – гидрооборудование; 5 – электрооборудование; 6 – телескоп; 7 – бульдозер; 8 – тележка; 9 – комбайн; 10 – ограждения; 11 – кожух

Щит нарезной ЩН-3,5 – это электрифицированная самоходная машина непрерывного действия, предназначенная для механизации горизонтальных выработок диаметром 3,5 м в черне по породам и смешанным рудам крепостью до 5 баллов по шкале М.М. Протодяконова в условиях шахт Никопольского марганцевого бассейна и других месторожде-

ний со сходными горно-геологическими условиями. Применяется в шахтах не опасных по газу и пыли. Составные части щита устанавливаются как внутри оболочки, так и на штрековом конвейере.

Управление электродвигателями – дистанционное с пульта, а гидrocиллиндрами рычажное с помощью рукояток-гидрораспределителей.

Горная масса отбивается зубками шнека и грузится на ленту конвейера стрелы комбайна. С конвейера стрелы горная масса перегружается на разгрузочный конвейер комбайна. С разгрузочного конвейера перегрузка идет в доставочные средства шахтного транспорта. После проходки горной выработки на величину шага установки крепи оболочка передвигается вперед на 0,5 м. Поддержание груди забоя и кровли выработки осуществляется козырьком и щитком, а подборка просыпей – бульдозером. Крепление выработки ведется сзади оболочки под охраной козырьков и с помощью подъемника. Кинематика составных частей щита позволяет вести отбойку и погрузку горной массы на доставочные средства из любой точки груди забоя.

Оболочка 1 – четырехсекционная подвижная гидрофицированная крепь, каждая секция которой выполнена из двух половин. Причем половины верхней и нижней секций соединены жестко болтами и пальцами, а половины боковых секций – с помощью колонн, и через гидроцилиндры распора возможность раздвижения этих половин относительно друг друга составляет 50 мм.

На внутренней поверхности оболочки размещены:

- на верхней секции – козырек и подъемник;
- на нижней секции – комбайн и бульдозер;
- на левой боковой секции – панели управления.

На нижнюю секцию установлен комбайн 10, который представляет собой серийный проходческий комбайн КМШ-3,5, доработанный с учетом эксплуатации его в щите ЩН-3,5.

Бульдозер предназначен для зачистки просыпей, скопляющихся под стрелой внутри щита, и удаляет их в зону действия отбойно-погрузочного органа.

Бульдозер 7 заводится в направлении нижней секции, проушина цилиндра крепится к ходовой части комбайна, а щиток – к проушине корпуса бульдозера с помощью осей. Бульдозер перемещается совместно с комбайном, а также имеет возможность выдвигаться относительно комбайна на 630 мм вперед.

Подъемник 3 предназначен для подъема и установки верхнего сегмента кольцевой крепи штрека. Своей хвостовой частью он крепится пальцем к проушине верхней секции и с помощью гидроцилиндра может отклоняться вниз по вертикали на 60°

Козырек 2 предназначен для поддержания кровли и груди забоя при проходке выработок в слабоустойчивых породах. Козырек заведен в направлении верхней секции, с которой он связан двумя гидроцилиндрами. При необходимости поддержания кровли забоя козырек выдвигается вперед на 1250 мм.

Телескоп 6 связывает между собой конвейер комбайна и тележки 8 с размещенным на них оборудованием, а также предотвращает наезд конвейера на тележки, которые связаны между собой проставками, скобами и осями, что позволяет всему составу из 5 тележек передвигаться по направляющим, имеющим небольшие перепады по высоте.

Кожух 12 жестко крепится к носку козырька болтами и перемещается в наружных направляющих верхней секции совместно с козырьком.

Носок предназначен для калибровки (среза неровностей) кровли выработки и крепления кожуха к нему. Проходческий щит ЩН-3,5 показал свои лучшие качества при проходке горных выработок на шахтах Марганецкого ГОКа.

Отдельные узлы и новые конструктивные решения. Основным преимуществом нового щита (в данном случае оболочки) является наличие четырех подвижных в продольном направлении секций, соединенных между собой в каждом разъемном соединении в виде длинного шипа и паза прямоугольного сечения, исключающих смещение секций в радиальном направлении. Это упрощает конструкцию оболочки, значительно увеличивает надежность, уменьшает время передвижки всей оболочки более, чем в 2 раза (перекосов и выравнивания секций с помощью „смыкания“ вперед-назад при их перемещении). Уменьшается в 2 раза число труб, рукавов высокого давления и гидрораспределителей за счет уменьшения гидropодатчиков перемещения секций, отсутствия гидропривода внутри оболочки, отсутствия шкафов и пр. аппаратов электрооборудования и ее кабельной разводки (они размещены на штрековом конвейере).

Конструкция оболочки щита предусматривает 4 элерона, размещенных по 2 на каждой боковой секции и смещенных относительно горизонтальной оси вверх и вниз. Это позволяет корректировать направление движения оболочки как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости, вплоть до разворота ее вдоль оси выработки.

Каждый элерон выдвигается с помощью гидроцилиндра. Это позволяет отклонять оболочку с большими усилиями.

Для увеличения подвижности („вертлявости“) оболочки при коррекции направления движения, она выполнена более укороченной (помогло устранение из оболочки значительной части гидро- и электрооборудования, перенесенных на штрековый конвейер). Это позволяет быстро выводить оболочку на заданное направление. Путь, пройденный этой оболочкой от начала коррекции направления до ее окончания, значительно меньше, нежели пройденный длинным щитом комплекса ЩПК.

Наличие в секциях свободного места обеспечило установку двух домкратов подачи большого диаметра. Это обеспечило перемещение секций при нормальном (рабочем) давлении в гидросистеме.

Предусмотрен механизм осадки оболочки: боковые секции разделены каждая на две части с ограничением продольной подвижности. Перемещение верхних полусекций относительно нижних, т.е. в верхней части оболочки относительно нижней, производится с помощью 4-х гидроцилиндров.

Опуская верхнюю часть оболочки, образуется зазор между ней и кровлей выработки, обеспечиваем

снятие напряжения на оболочку щита. Тогда можно передвигаться вперед в нормальном режиме.

Но держать оболочку в сложенном состоянии (т.е. „насухо“, когда выбран весь зазор) нельзя в процессе дальнейшего перемещения, так как может опять наступить такой же экстремальный случай развития горного давления и опускать верхнюю половину оболочки будет уже некуда. Поэтому предусматривается в процессе передвижения оболочки постепенно восстанавливать ее высоту (с помощью гидроцилиндров подъема верхней половины) до заданного размера. И чтобы не было постоянной нагрузки на гидроцилиндры, предусмотрены кулачковые фиксаторы, которые устанавливаются в разьемах боковых секций в заданном положении с помощью винтов. Вертикальное давление тогда воспринимается через кулачки на нижнюю половину оболочки.

Передние носки оболочки выполнены с превышением размера (по всему наружному контуру над размером секций на 10 мм), чем снижается сопротивление перемещению, обеспечивая продвижение оболочки с меньшими усилиями подачи.

Подъемник выполнен в виде рукояти, шарнирно закрепленной на верхней секции и поднимаемой с помощью гидроцилиндра, также закрепленного на верхней секции. Эта рукоять несет на себе перемещающуюся тележку с выемками для укладки верхнего сегмента крепи в нижнем ее положении (рукоять опущена).

Поднятый вверх сегмент устанавливается вдоль оси выработки перемещающейся тележкой на нужном расстоянии от предыдущего (0,5 м) сегмента кольцевой крепи и навешивается на верхнюю планку без применения ручного труда. Технологический цикл проходки не нарушается.

В системе гидрооборудования щита применяются рукава высокого давления с быстросъемными заделками, в которых отсутствуют резьбовые детали. Цилиндрический ниппель одного рукава вставляется в гнездо другого рукава и фиксируется скобой из проволоки. Для отсоединения рукава достаточно выдернуть скобу. Легко, удобно и быстро (без ключей) используются при монтаже (демонтаже) и замене рукава при порывах.

Нет возможности передвинуть щит при сильном обжати его внешнего контура породой (не предусмотренные технологическим циклом длительные остановки, развитие горного давления по причине погашения соседних горных выработок и пр.). Тогда производится разборка породы вручную вокруг щита на $\frac{3}{4}$ его периметра с помощью домкратов подачи секций, а вслед за ними и щит весь в целом перемещают вперед, поочередно включая секции.

Передние носки секций щита выполнены в размер контура оболочки. Сопротивление перемещению секций даже при стабильной (без остановок) работе щита – значительно, так как обжимается породой выработки вся наружная поверхность щита.

Подъемник верхних сегментов постоянной крепи выработки выполнен в виде отрезка сегмента СВП-27, опирающегося на мостик (сзади щита) с закреплен-

ными по краям гидроцилиндрами подъема. После остановки верхнего сегмента крепи на этот отрезок и подъеме его до уровня кровли не всегда совпадает его положение с положением планки, с положением верхнего сегмента предыдущего кольца крепи, на эту планку должен навеситься поднимаемый верхняк. Приходится сдвигать нижнюю секцию со всевозможным оборудованием назад (вперед) или вручную (наверх) дотягивать до этой планки. Нарушается ритм работы комплекса, теряется время, применяются тяжелые ручные работы.

Для соединения рукавов высокого давления применяется известное соединение ниппель-штуцер, закрепляемое накладной гайкой. Детали трудоемкие в изготовлении, а в эксплуатации – значительные потери времени на свинчивание-развинчивание гайки в случае замены рукава.

Общая компоновка щита проходческого. В технологической схеме работы щита при проходке предусмотрена погрузка отбитой горной массы на штрековый конвейер (шахтное оборудование) с последующей ее доставкой на поверхность. Поэтому на нижней секции оболочки ничего не прикреплено, что создавало бы дополнительное сопротивление помимо сопротивления перемещению самой нижней секции.

Выхода из строя силовых элементов оболочки при передвижке нижней секции не наблюдалось.

Погрузка горной массы на штрековый конвейер исключает остановку щита по причинам как отсутствия порожних вагонеток, так и погрузки очередной вагонетки (см. проходку штреков с ЦПК), вследствие чего увеличиваются темпы проходки.

Кроме того уменьшается численность бригады, снижается себестоимость проходки 1 пог.м.

Наличие на ставе штрекового конвейера колеи позволяет на поверхности шахты на специальных тележках доставлять крепежный материал к месту установки крепи штрека (шахтная колея и колея конвейера – одинаковы). Доставка и разгрузка тележек происходит при бесперебойной работе комплекса, что также повышает темпы проходки.

Гидрооборудование и электрооборудование щита, а также запчасти находятся на специальных тележках, размещенных на колее штрекового конвейера на перемещающихся опорах, которые соединены между собой (и с такой же тележкой, поддерживающей приводную головку комбайновой части) с помощью тросов. Это улучшает обслуживание указанного оборудования и его ремонт, а также освобождает пространство внутри оболочки для машиниста щита, улучшая безопасность управления и обслуживания, а также ремонт комбайна внутри оболочки. Улучшаются санитарные нормы по шуму и вибрации, так как находящиеся вдали от машиниста трубопроводы маслостанции создают шум для машиниста в пределах санитарных норм, а вибрация не доходит до машиниста, находящегося внутри оболочки, в удалении от источника вибрации до 22,0 м. Улучшаются эргономические показатели, а также санитарно-гигиенические условия (вибрации и шума от действия двига-

телей, отсутствие маслостанции, то есть уровни звука и вибрации в норме), увеличивается надежность гидро- и электрооборудования, т.к. гидропривод и электрошкафы находятся в удалении от оболочки (и нет влияния на них силовых элементов оболочки), свободный доступ к этим системам со стороны проходов сверху позволяет быстро и качественно производить мелкий и средний ремонт, а также замену вышедших из строя элементов.

Все крупногабаритные части щита (даже секции оболочки) в случае необходимости можно вывозить по колее штрекового конвейера на специальных тележках с перемещающейся опорой (откатив предварительно и временно набегающий конвейер по тому же штрековому конвейеру в близлежащую отработанную выработку и далее по шахтному пути до ствола).

После проходки выработки последовательно разбирается щит на составные части, которые вывозятся на тележках по штрековому конвейеру на проходку нового штрека, а комбайн с замененной укороченной стрелой и укороченным разгрузочным конвейером остается также как и штрековый конвейер для последующих очистных работ. Завозятся только секции забойного конвейера с лентой, обратным ходом производится отработка и погашение столба. Сравнительно небольшая трудоемкость работ по перекладке оборудования уменьшает себестоимость 1 т. руды.

Управление движением оболочки проходческого щита ЩП-3,5. Комплекс ЩП-3,5 для проходки выработок в марганцевых шахтах был разработан институтом НИПИрудмаш с использованием принципиально новой щитовой крепи, способной перемещаться в слабых и неустойчивых породах без отгалкивания от стенок выработки и от постоянной штрековой крепи.

Оболочка (рис. 2) представляет собой замкнутую гидрофицированную крепь (состоящую из 4-х подвижных секций), предназначенную для защиты зоны проходческих работ, а также для размещения в ней узлов гидрооборудования и оборудования по отбойке и транспортировке горной массы. Каждая из передвижных секций оболочки состоит из двух частей, жестко соединенных между собой. Секции образуют замкнутый контур в виде оболочки, а узлы соединения не позволяют секциям сместиться в радиальном направлении.

Продвижение осуществляется поочередным перемещением вперед каждой секции относительно двух соседних при помощи гидроцилиндров в определенном порядке, описанном выше. Перемещение секций обеспечивается наличием продольных направляющих в виде шипов на боковых секциях и пазов на верхней и нижней секциях прямоугольной формы.

При проходке оболочка продвигается каждый раз на величину, равную шагу возведения постоянной крепи – 0,5 м.

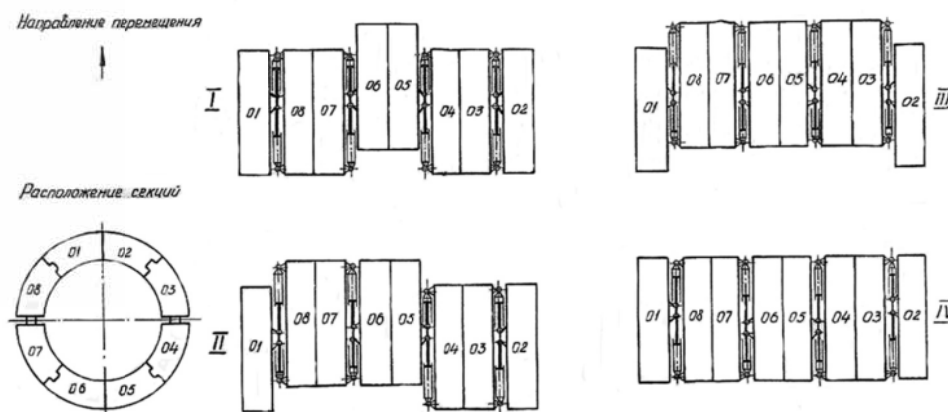


Рис. 2. Схема кинематическая функциональная и вид в разрезе. Очередность перемещения секций: I – нижняя секция; II – боковая правая секция; III – боковая левая секция; IV – верхняя секция

Движение оболочки (рис. 3) по оси выработки производится с допустимым отклонением ± 50 мм. При отработке забоя комбайном необходимо оставлять припуск $50 \div 80$ мм на сторону по всему периметру выработки с тем, чтобы передние кромки секций оболочки срезали этот припуск (при их перекрещивании), калибруя выработку по нужному размеру.

Перемещение секций при первой передвижке осуществляется в следующем порядке: сначала перемещают нижнюю секцию, затем боковые (правую и левую), потом верхнюю. При второй передвижке следует сначала переместить нижнюю секцию, затем

боковые (левую и правую) и после верхнюю. Третью передвижку осуществляют аналогично первой.

Такое чередование обеспечивает перемещение оболочки по оси выработки в пределах допустимого отклонения в горизонтальной плоскости. Контроль направления и величин смещения осуществляют в течение смены.

При неконтролируемом отклонении оболочки щита вправо свыше допустимой величины (рис. 4) необходимо доворачивать оболочку влево. Для этого надо комбайном углубиться на $30 \div 40$ мм с левой стороны выработки, а правую сторону оставить с припуском $50 \div 80$ мм.

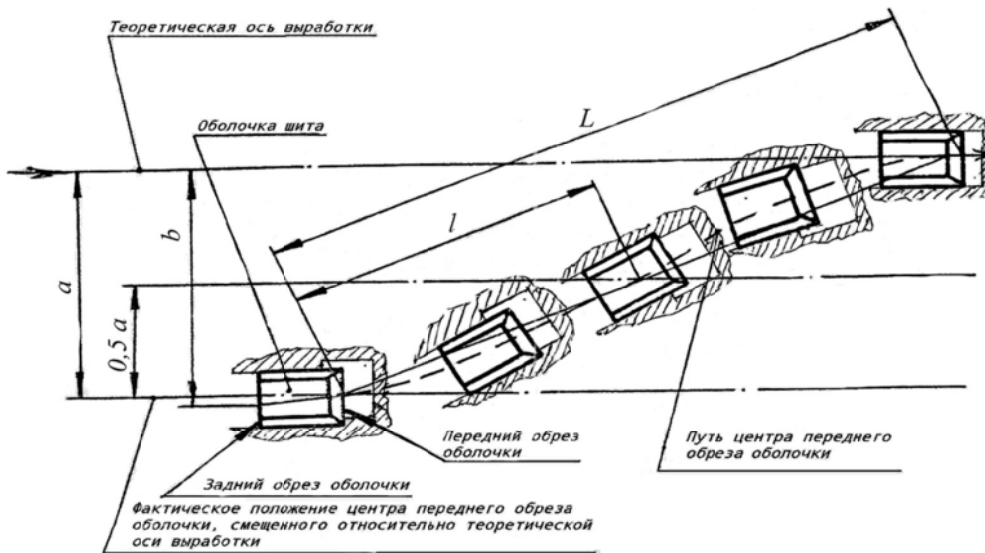


Рис. 3. Перемещение оболочки щита относительно оси выработки: a – величина смещения; L – величина передвижки оболочки; l – величина передвижки до середины смещения; b – центр переднего обреза оболочки

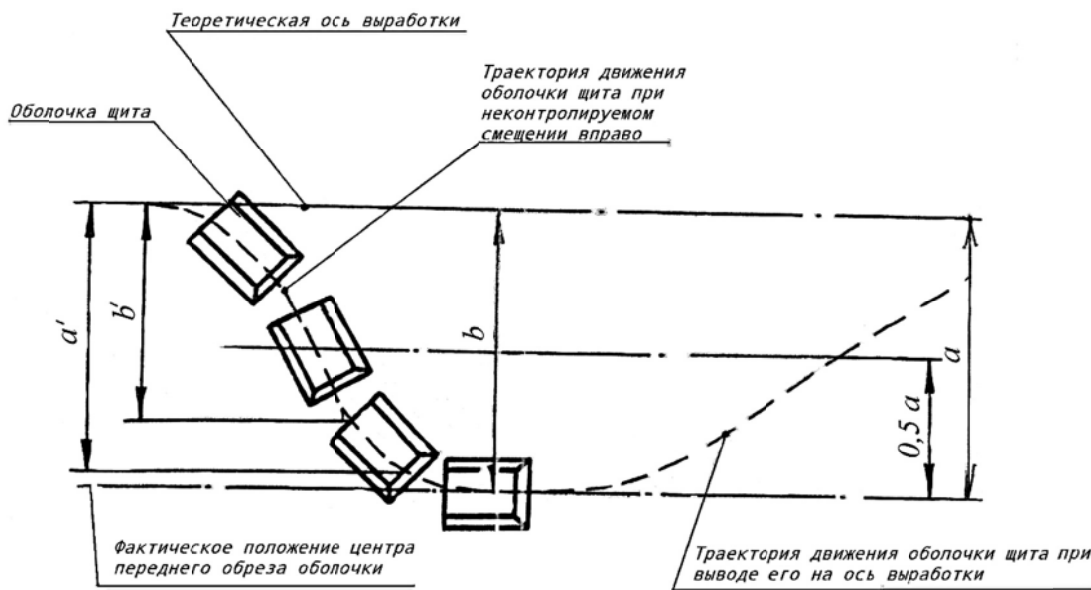


Рис. 4. Перемещение оболочки щита относительно оси выработки со смещением вправо

Перемещение секций при первой передвижке следует начинать с нижней секции, затем переместить левую боковую секцию, после правую боковую и завершить передвижку перемещением верхней секции. Оболочка отклонится от правого бока выработки в сторону левого бока выработки. При второй передвижке порядок перемещения секций сохранить таким же.

При третьей и последующих передвижках перемещение секций сохранять таким же до тех пор, пока центр переднего обреза оболочки (по замерам) не выйдет на срединное положение между теоретической осью выработки и фактическим положением центра переднего обреза оболочки.

По достижении такого положения оболочку необходимо плавно выводить на теоретическую ось выработки. Для этого следует поворачивать оболочку уже вправо.

Перед этим необходимо произвести углубление на 30÷40 мм с правой стороны выработки, а левую оставить с припуском 50÷80 мм.

Порядок перемещения секций при этом будет следующим: сначала нижняя секция, затем правая боковая, затем левая боковая и, наконец, верхняя секция. В таком порядке следует осуществлять перемещение секций до выхода центра переднего обреза оболочки на теоретическую ось выработки. При подходе к ней центр переднего и заднего обреза оболочки совместить.

При неконтролируемом заезде оболочки щита влево свыше допустимых величин (рис. 5), все операции выполняются симметрично по отношению к описанному выше, т.е. сначала доворачивают обо-

лочку вправо, а перемещение секций начинают, как обычно, с нижней, затем перемещают правую боковую, после левую боковую, и, в завершение, перемещают верхнюю секцию.

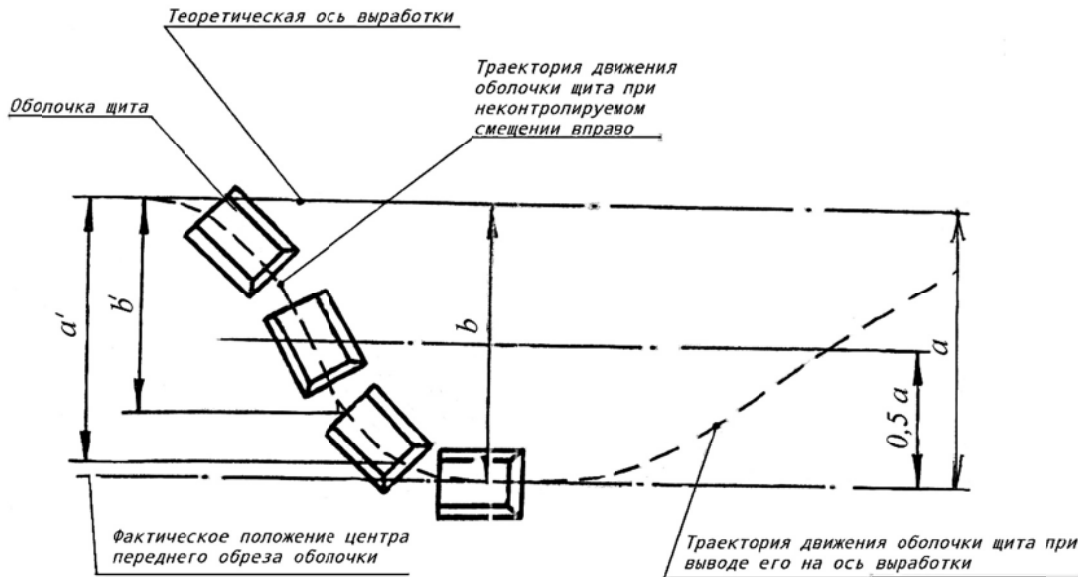


Рис. 5. Перемещение оболочки щита относительно оси выработки со смещением влево

Плавность перехода оболочки от фактической (смещенной) к теоретической оси выработки обеспечивается величиной передвижки оболочки L , которая связана с величиной смещения a следующей зависимостью

$$L = 20 \cdot a.$$

Величина передвижки до середины смещения „ $0,5 \cdot a$ “

$$l = 0,5 \cdot L = 10 \cdot a.$$

Число передвижек (при шаге передвижки $T = 500$ мм) равно

$$Z = \frac{L}{T} = \frac{20 \cdot a}{500} = 0,04 \cdot a.$$

Тогда отклонение от теоретической оси выработки за одну передвижку составит, мм

$$f = \frac{a}{Z} = \frac{a}{0,04 \cdot a} = 25.$$

Этот расчет имеет место при отклонении центра заднего обреза оболочки от теоретической оси выработки на большую величину, чем центр переднего обреза оболочки от теоретической оси выработки ($b \geq a$).

В случае, когда неконтролируемый заезд зарегистрирован при положении, в котором центр заднего обреза оболочки отклонен от теоретической оси вы-

работки на меньшую величину чем центр переднего обреза оболочки ($b' < a$), необходимо производить доворот оболочки влево или вправо с выходом ее на смещенную ось выработки, параллельную теоретической. При этом оболочка будет еще какое-то время двигаться в том же направлении, увеличивая смещение центра переднего обреза до величины a . И когда центр заднего обреза оболочки встанет на один уровень с центром переднего обреза оболочки до величины ($a = b$), приращение величины смещения прекратится, т.е. движение оболочки станет стабильным и параллельным теоретической оси выработки. Именно с этого момента и необходимо производить расчеты с целью выхода на теоретическую ось выработки (тем же способом, как указано выше для случаев, показанных на рис. 4 и 5).

Для поворотов оболочки щита в горизонтальной плоскости применяются элероны, встроенные в переднюю часть боковых секций. Элероны выдвигаются до упора в бок выработки. При повороте вправо выдвигаются левые элероны, а при повороте влево – правые. Движение боковых секций при корректировке осуществляют с выдвинутыми элеронами.

Управление движением щита в вертикальной плоскости осуществляется подобно описанному выше и с тем же допускаемым отклонением ± 50 мм. Разница в том, что если оболочка щита ушла вниз свыше допустимой величины, то ее надо поднимать вверх. А если оболочка щита ушла вверх свыше допустимой величины, то ее надо опускать вниз.

При проходке выемочных штреков в марганцевых шахтах движение проходческого щита в вертикальной плоскости ориентировано по почве пласта (для

подъема подкладывать шпалы с поддиркой кровли, а вниз щит идет под своим собственным весом).

Выводы. Сравнительно меньшая себестоимость 1 т. руды в сравнении с выемкой руды комбайном. Добыча руды с помощью щита проходческого ЩН-3,5 позволяет сократить себестоимость 1 т. руды по сравнению с выемкой руды щитом проходческим ЩПК, в среднем на 5%, а по сравнению с комбайнами КДР или КМШ – в среднем на 8%.

Список литературы / References

1. Горные машины для подземной добычи угля / [П.А. Горбатов, Г.В. Петрушкин, М.М. Лисенко и др.]; под ред. П.А. Горбатова. – [2-е изд., перераб. и допол.]. – Донецк: Норд Комп'ютер, 2006. – 669 с.

Gorbatov, P.A., Petrushkin, G.V., Lisenko, M.M., Pavlenko, S.V. and Kosarev, V.V. (2006), *Gornye mashyny dlya podzemnoy dobychi uglya* [Mining Equipment for Underground Coal Mining], Nord Kompyuter, Donetsk, Ukraine.

2. Долгоруков Ю. Экономическое обеспечение структурной перестройки металлургии Украины / Ю. Долгоруков // Экономика Украины. – 2005. – №10. – С. 40–45.

Dolgorukov, Yu. (2005), "Economic support of structural reconstruction of Ukrainian metallurgy", *Ekonomika Ukrainy*, no. 10, pp. 40–45.

3. Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник / [Кларикьян С.Х., Старичнев В.В., Сребный М.А. и др.]. – М.: МГГУ, 1994. – 471 с.

Klarikyan, S.Kh., Starichnev, V.V., Srebny, M.A. (1994), *Mashyny i oborudovaniye dlya shakht i rudnikov* [Machinery and Equipment for Mines], reference book, Moscow State Mining University, Moscow, Russia.

Мета. У зв'язку з тим, що видобуток руди пов'язаний з відпрацюванням пластів у важких умовах (підвищена вологість, наявність абразивного пилю, шум, вібрація тощо), актуальною є робота з підвищення механізації виїмкових штреків в умовах марганцевих шахт. Для підвищення ефективності підземного способу робіт необхідно спростити технологічну схему шахт, усунути її дорогі й складні елементи, а також підвищити надійність обладнання, що експлуатується.

Методика. Порівняльний аналіз засобів механізації та технології видобутку руди дозволив знайти методи підвищення їх експлуатаційних характеристик.

Результати. У результаті статистичної обробки результатів експлуатації обладнання виявлено причини позапланових зупинок устаткування. Знижується енергоємність процесу видобутку марганцевої руди за рахунок спрощення технологічного ланцюжка. Рекомендовано для підвищення продуктивності проходки виїмкових штреків використовувати прохідницький щит ЩН-3,5 замість щитового прохідницького комплексу ЩПК або комбайнів КДР (КМШ), що дозволить знизити собівартість 1 т. руди на 5–8%.

Наукова новизна. Сформульований критерій „плавності“ корекції положення прохідницького щита у просторі для реальних умов роботи. Отримана аналітична залежність для величини пересування оболонки

щита в залежності від відхилення фактичної (що зміщується) вісі виробки до теоретичного положення.

Практична значимість. Зменшення трудомісткості робіт при проходці виїмкових штреків і скорочення собівартості 1 т. руди по ділянці й по шахті. Зниження капітальних витрат на будівництво шахт. Зниження металомісткості щита. Збереження поверхні землі та цінних сільськогосподарських угідь, оскільки ґрунтовий покрив і водоносні горизонти не порушуються, то збиток від гірничих робіт незначний. Можливість відпрацювання ділянок з великою глибиною залягання руди, відпрацювання приконтурних ділянок родовища.

Ключові слова: *перетин виробки, кільцеве металеве кріплення, секції щита*

Purpose. Taking into consideration the fact, that ore extraction is connected with layer working out in hard conditions (enhanced humidity, abrasive dust, noise, vibration etc.), the actuality arises to increase mechanization of extraction drifts in conditions of manganese mines. It is necessary to simplify technological scheme of a mine, to avoid expensive and complex elements, also to enhance reliability of operating equipment in order to increase the efficiency of underground extraction method.

Methodology. By means of the comparative analysis of mechanization media and ore extraction technology we have found methods of increase of their operating characteristics.

Findings. The causes of out-planned stops of equipment have been revealed due to statistical treatment of operation results. The energy consumption of manganese ore extraction process has been decreased by simplification of technological scheme. It is recommended to enhance productivity of extraction drifts forwarding by usage of forwarding shield FS-3,5 instead of shield forwarding complex FSK or KDR (KMS) combines, after analysis of technological process of manganese ore extraction by underground method. It will allow decreasing self cost of 1 ton of ore by 5–8%.

Originality. We have formulated the criterion of evenness of the correction of the driving shield position in space for real operating conditions. We have obtained the analytical dependence of the shield shifting on the misalignment of mine tunnel.

Practical value. The findings can contribute to reducing of labour consumption during extraction drifts forwarding and decreasing of 1 ton of ore self cost per section and per mine; reducing of capital costs on mines construction; decreasing of shield metal consumption; preservation of outside surface and agricultural areas; the damage of mining work is not significant, because soil and water horizons are not destroyed. It allows working out the areas with deep deposits disposition, and working out of deposit areas near contour.

Keywords: *roadway cross-section, ring metal frame, shield sections*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук Р.П. Дідиком. Дата надходження рукопису 06.05.13.