

Проф., д-р техн. наук Г.Г. Литвинский

Донбасский государственный технический университет, Алчевск, Украина

ГИДРОДОМКРАТНЫЙ ПОДЪЕМ И ВОДООТЛИВ - НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ШАХТНОГО ПОДЪЕМА И ВОДООТЛИВА

(посвящается памяти основателя научной школы подъема акад. М.М.Федорова)

Ключевые слова: *горная промышленность – большие глубины - шахтный подъем – водоотлив - канаты – насосы – гидродомкраты – боксы - эффективность*

Реферат

Проанализированы основные проблемы и недостатки шахтного подъема и водоотлива. Предложен гидродомкратный подъем и водоотлив (ГДПВ), основанный на использовании объемного силового гидропривода для перемещения полезного ископаемого и шахтной воды по вертикальному стволу. ГДПВ может быть реализован на шахтах при уже существующем уровне техники, он обладает значительно меньшей энергоемкостью и стоимостью по сравнению с канатными аналогами. Приведено технико-экономическое сравнение альтернативных вариантов, доказывающее преимущество ГДПВ.

1. Введение

Без комплексов подъема невозможна работа современных горных предприятий. Подъемные установки применяются для спуска и подъема людей, вспомогательных материалов и оборудования, полезных ископаемых и пустой породы. Ими оборудуются для строительства и эксплуатации вертикальные и наклонные стволы шахт и рудников. Однако в последнее время с увеличением глубины разработки все более явственно начали проявляться существенные недостатки существующих подъемных комплексов и водоотлива. К ним в первую очередь следует отнести большие затраты энергии и высокая стоимость, резкое ухудшение показателей при увеличении глубины разработки. Поскольку основные запасы большинства полезных ископаемых, в частности угля, сосредоточены главным образом на глубинах более 1000-2000 м, возникает сложная проблема их эффективной разработки из-за истощения возможностей подъема на больших глубинах.

В данной работе представлены исследования, целью которых являлась разработка новых, альтернативных инженерных решений конструкции и эксплуатации шахтного подъема и водоотлива. Кардинальное изменение принципов подъема грузов и откачки воды с глубоких горизонтов произведено за счет отказа от канатного подъема и замены его подъемом с силовым объемным гидроприводом в виде системы гидродомкратов, поднимающих непрерывную колонну подъемных сосудов (боксов). При этом оказалось возможным попутно решить и сложные проблемы рудничного водоотлива, совместив его с новым гидродомкратным подъемом. Такой совмещенный технический комплекс, - гидродомкратный подъем и водоотлив, - уместно сокращенно обозначить ГДПВ. Главными преимуществами ГДПВ являются: независимость производительности от глубины ствола, компактность, низкая стоимость, масса, снижение затрат энергии и др. Эти достоинства заставляют по-новому оценить возможности перехода горных работ на большие глубины разработки и существенно повысить эффективность добычи полезных ископаемых.

2. Анализ показателей традиционного шахтного канатного подъема

Все существующие типы подъемов подразделяются на: главные или грузовые (для транспортирования полезного ископаемого); вспомогательные или грузолодские (для транспорта породы, материалов, оборудования, спуска и подъема людей); по типу ствола

шахты на вертикальные и наклонные, по числу канатов – на одно- и многоканатные, по типу подъемных сосудов – на скиповые, клетевые и бадейные, по степени уравниваемости – на уравниваемые и неуравниваемые [1].

Подъемная установка включает [2]:

- подъемное оборудование: подъемные машины с приводом, подъемные сосуды, канаты, подвесные устройства, шахтные парашюты, качающиеся площадки и посадочные кулаки, погрузочно-разгрузочные и дозирующие устройства и т.д. ;
- горнотехнические сооружения: здание подъемной машины, копер с приемным бункером, поверхностный и подземный комплексы приствольного рельсового и конвейерного транспорт, ствол с армировкой для пропуска подъемных сосудов, зумпф, погрузочные бункеры с камерами опрокидывателей и др.

Конструкции подъемных установок к настоящему времени достигли высокого уровня совершенства. Принципиально важным атрибутом всех подъемных машин является применение подъемных канатов. Именно канаты являются самым слабым звеном этой сложной технической системы, они накладывают жесткие ограничения на ее главные параметры – массу поднимаемого груза и глубину подъема.

На достигнутых к настоящему времени глубинах разработки (1000-1500 и более м) начинает исчерпываться так называемая прочная длина канатов L_0 , которая указывает предельную глубину, на которой канат разрывается под собственным весом. Так, для грузоподъемных подъемов прочная (предельная) длина каната равна:

$$L_0 = \sigma_z / m\gamma_0 = 160 \cdot 10^3 / (9 \cdot 78) = 2280 \text{ м},$$

где σ_z - временное сопротивление разрыву металла проволок каната, $\sigma_z = 160-180$ МПа;

m - запас прочности каната, $m = 9$;

γ_0 - фиктивная плотность каната, $\gamma_0 = 78$ кН/м³.

Таким образом, уже на глубинах более 1000-1200 м половина прочности каната расходуется на подъем его собственного веса. А если учесть вес прицепного и транспортного устройства, то эффективность канатного подъема оказывается на этих глубинах еще меньше (около 0,4-0,5).

Важным параметром эффективности подъема является расход энергии на подъем $G=1$ т груза на высоту $H=1000$ м. Теоретически минимально необходимая для этого энергия равна:

$$E_0 = G * H = 10 \text{ кН} * 1000 \text{ м} = 10^4 \text{ Дж} = 2,78 \text{ кВт-час}.$$

Существующие подъемные установки из-за периодического характера работы в виде чередующихся циклов разгона и торможения всей приведенной массы расходуют значительно больше энергии. Так, для многоканатной подъемной машины МК3,25х4 с установленной мощностью двигателей 3 МВт и часовой производительностью подъема 450 т удельный расход энергии при подъеме 1 т груза на 1000м равен $E=6,67$ кВт-час, что дает полный технический коэффициент полезного действия (КПД.) подъема, равный:

$$\eta_1 = E_0/E = 2,78/6,67 = 0,42.$$

Отсюда следует, что только 42% мощности многоканатной подъемной установки используется непосредственно на подъем полезного груза. В таких же пределах 0,4-0,45 находится технический к.п.д. и других подъемных установок, понижаясь с увеличением глубины подъема.

Таким образом, существующие технические решения шахтного подъема обладают серьезными принципиальными недостатками, что ставит под сомнение возможность их использования в качестве базового оборудования для горных предприятий будущего:

- неэффективность использования каната как тягового органа для больших глубин разработки (более 1000 м);
- недостаточная несущая способность каната, накладывающая значительные ограничения на предельную величину поднимаемого груза;
- трудности создания высокопроизводительных подъемов (800-1000 т/час и более);
- высокие удельные затраты энергии на единицу поднимаемого груза, превышающие теоретически необходимые в 2,2-2,4 раза;
- циклический режим работы, что создает сложности для автоматического регулирования и управления,
- высокие динамические нагрузки на несущие элементы конструкций и ответственные детали оборудования;
- большая масса и сложность конструктивного исполнения, малая надежность;
- высокая трудоемкость и длительность строительных работ и монтажа,
- неоправданно большие участки территории шахтной поверхности, занятой подъемом,
- громоздкость и сложность горнотехнических зданий и сооружений для подъема,
- многочисленность и дороговизна горных выработок и подземных коммуникаций возле шахтного ствола.

Очевидно, что присущие современному канатному подъему технические противоречия являются серьезным препятствием для развития подземных горных предприятий. Решение этого технического противоречия следует искать на пути отказа от главного атрибута шахтного подъема, который до сих пор казался незыблемым, – каната.

3. Конструкция и работа гидродомкратного шахтного подъема

В Донбасском государственном техническом университете проведен анализ наиболее перспективных направлений развития шахтного подъема с позиций требований будущей горной промышленности. Были выполнены исследования с целью устранения главных технических противоречий, присущих существующему канатному подъему. В результате было предложено альтернативное решение проблемы, заставляющее пересмотреть традиционные подходы к созданию техники и технологии шахтного подъема, – гидродомкратный подъем.

В основу гидродомкратного подъема положена задача создания такой конструкции, в которой благодаря новому выполнению подъемных механизмов в виде гидродомкратов и их взаимодействию с подъемными сосудами обеспечивается простота и надежность конструкции, высокая производительность, малая стоимость оборудования и его эксплуатации. Рассмотрим особенности одного из многочисленных вариантов конструктивного исполнения нового подъема, неизменной частью которых является колонны боксов и гидродомкратные движители.

На рис. 1 изображен подъем ГДПВ в поперечном сечении вертикального ствола, на рис. 2 показан подъемный сосуд сбоку при его взаимодействии с гидродомкратом, на рис. 3 показан узел А на рис. 2, а на рис. 4 – часть шахтного подъемника в районе опорной станции в стволе.

ГДПВ включает в себя подъемные сосуды 1 в виде ящиков (боксов), проложенные в стволе проводники 2 (выполненные, например, из уголкового прокатного профиля), гидродомкраты 3, установленные на опорных станциях 4, которые равномерно расположены вдоль ствола (на расстоянии 100-150 м друг от друга в зависимости от параметров ГДПВ). Выдвижные штоки гидродомкратов 3 снабжены поворотными стопорами 5, которые входят в контакт с кромками 6 подъемных сосудов 1.

Подъемный сосуд 1 (бокс) выполнен в виде жесткого ящика (рис. 2), у которого днище имеет центрирующие кромки 6 и ограниченный по высоте выступ 7, способный войти в выемку 8 ниже расположенного сосуда и зафиксировать его. Емкость подъемного сосуда может быть принята 1-2 куб. м и более. Подъемные сосуды 1 расположены в стволе двумя

вертикальными колоннами боксов: грузовой 14, идущей вверх, и порожняковой 15, следующей вниз.

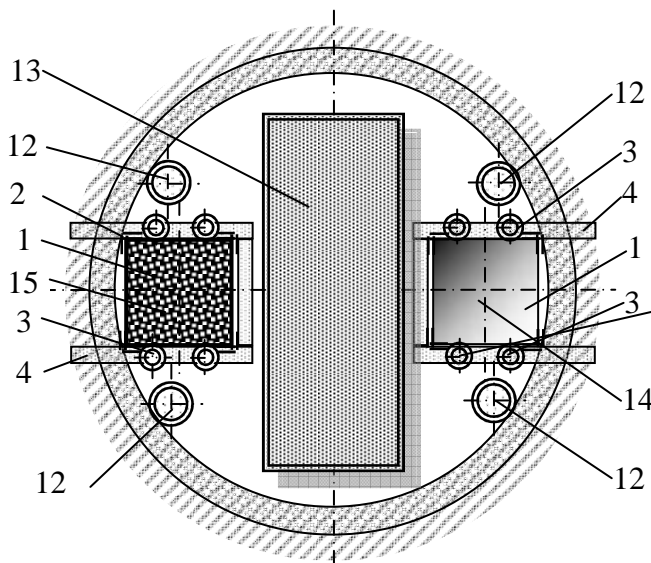


Рис. 1 – Поперечное сечение ствола с гидродомкратным подъемом
Fig. 1 – New hydro jack hoist (NHJ) - view in a cross-section of shaft

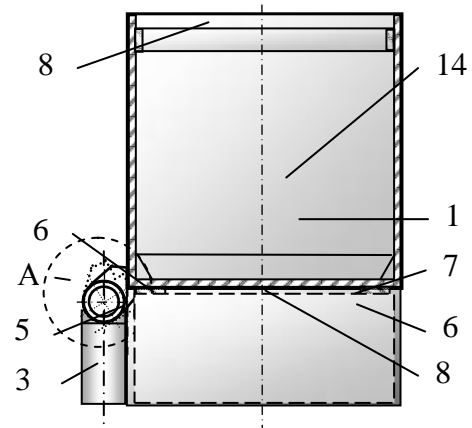


Рис. 2 – Взаимодействие боксов со штоками гидроцилиндров
Fig. 2 - Kibbles NHJ at interplay with rods

Опорные станции 4 снабжены силовыми раскосами 8, распертыми в стенки ствола снизу и натянутыми стренгами 9 с фаркопами 10, которые удерживают станцию сверху и закреплены в массиве пород, например, с

помощью вклеенных анкеров 11. Такая опорная станция способна удерживать и передавать на окружающий массив пород вертикальную нагрузку в пределах $(1,5...2) \cdot 10^3$ кН и более, что превышает вес грузовой колонны боксов между опорными станциями. В стволе предусмотрена легкая поперечная армировка в виде коротких расстрелов, которые придают вертикальным колоннам боксов необходимую поперечную устойчивость (по Эйлеру).

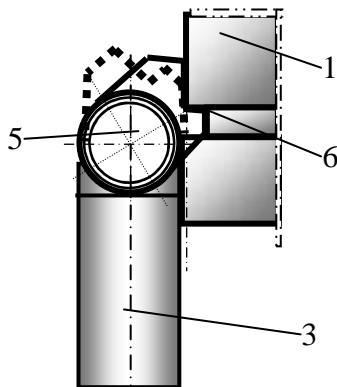


Рис.3 – Взаимодействие стопора с дном подъемного сосуда
Fig.3 Interplay of a stopper with a box'

Гидродомкраты 3 подключены с помощью системы клапанов к напорной и сливной гидромагистралям 12, которые, в свою очередь, соединены со стационарным гидронасосом, установленным на поверхности (условно не показан). По стволу для перемещения вспомогательных материалов, оборудования и людей, а также для инспекторских проверок ГДП, предусмотрен бесканатный лифт 13. Параллельно с колонной боксов по подъему грузов 14 в стволе находится такая же колонна 15 по спуску пустых боксов 1 в шахту.

Новый подъем работает следующим образом. На нижнем горизонте с помощью автоматической роторной линии загрузки боксы 1 заполняют сыпучим грузом (углем или породой) и подают снизу между направляющими проводниками 2, тем самым формируют колонну боксов с грузом 14 в стволе. Гидродомкраты 3, установленные на опорных станциях 4, системой клапанов периодически синхронно подключаются к напорной или сливной гидромагистралям 12 и выдвигают свои штоки, на которых установлены поворотные стопоры 5.

При перемещении штоков (рис.3) двух симметричных гидродомкратов 3 вверх поворотные стопоры 5 упираются в нижнюю кромку 6 бокса 1 и заставляют колонну подниматься на высоту бокса, кратную максимальному пути выдвижения штоков 5

гидродомкратов 3. Противоположное передвижение штоков 5 на холостом ходу приводит к отходу поворотных стопоров 6 от нижней кромки 6 бокса 1 и свободному их скольжению по его боку до момента, пока они опять не попадут под нижнюю кромку 6 следующего бокса 1.

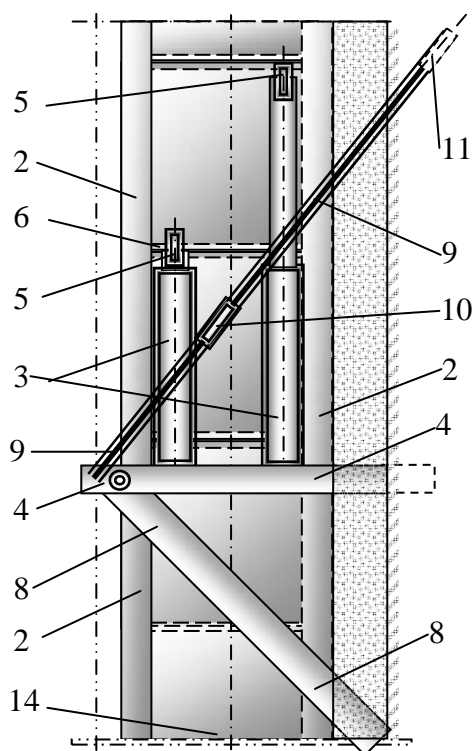


Рис. 4 – Продольное сечение ствола с гидродомкратным подъемом
Fig.4 - Longitudinal section of shaft with HJH

Таким образом, каждая пара гидродомкратов 3 поднимает колонну боксов 1 между станциями 4 на высоту выдвижения гидродомкратов (около 1 м) за цикл. Благодаря поочередной работе каждой пары гидродомкратов 3 колонна боксов движется строго непрерывно со скоростью 0,2...0,3 м/с, обеспечивая поточный (непрерывный) принцип работы.

Автоматические роторные линии (рис. 5) загрузки 7 и разгрузки 2 обеспечивают непрерывную работу подъема под управлением и контролем компьютера без вмешательства человека. Грузовая колонна 1 боксов поднимается на поверхность, где они разгружаются в общий бункер 4 и через люк 6 попадают в приемную воронку гидротранспортной системы. Затем разгруженные боксы возвращаются в порожняковую колонну 1, где вновь по стволу опускаются на рабочий горизонт.

Вес колонны сосудов между станциями 4 (от 80 до 150 т и более) передается гидродомкратами частично на подкосы 8, которые опираются на стенки ствола, и частично на пару натянутых стренг 9 с фаркопами 10, которые поддерживают станцию сверху и закреплены через анкера 11 в массиве. Все опорные станции (а их может быть 7-10 шт. на каждую 1000 м подъема) одинаковы, за исключением нижней и верхней, где выполняются обменные операции на автоматических роторных линиях загрузки и разгрузки боксов. Благодаря параллельному включению гидромагистралей грузовой 14 и порожняковой 15 колонн боксов, достигается идеально уравновешенная схема шахтного подъема, когда на подъем мертвого веса подъемных сосудов нет затрат полезной мощности. Таким образом достигается самый эффективный и энергосберегающий режим работы подъемной установки. Не составляет труда производить синхронную или обособленную работу в обеих шахтных стволах.

Как правило, одновременно работают две пары гидродомкратов 3, расположенных симметрично относительно центра колонны сосудов 1. А именно, когда штоки одной пары гидродомкратов 3 выдвигаются, поднимая колонну боксов, вторая пара гидродомкратов 3 выполняет обратное движение, втягивая свои штоки (рис. 4).

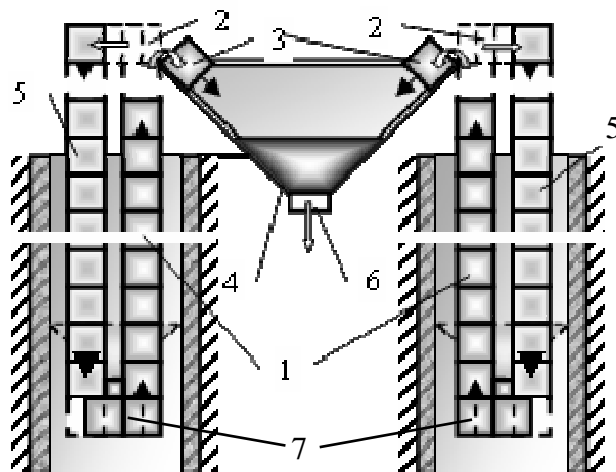


Рис.5 – Автоматические роторные линии загрузки и разгрузки подъема ГДПВ
Fig.5 - Automated rotor-type transfer line for load-unload HJH

4. Техничко-экономические показатели нового подъема

Определим производительность ГДП для вертикального ствола. Если вес груза в подъемном сосуде составляет 1 т, а движение сосуда по стволу идет со скоростью 0.3 м/с (т.е. через каждые 3 сек на поверхность поднимается 1 подъемный сосуд с грузом $G=1$ т), то часовая производительность подъема составляет

$$Q = 1/3 \text{ т/с} = 20 \text{ т/мин} = 1200 \text{ т/час}$$

Учитывая поточность (непрерывность) работы ГДПВ в автоматическом режиме, суточная производительность подъема будет равна 28,8 тыс. т.

Определим необходимую мощность гидродомкратного подъема. Учитывая коэффициент полезного действия (КПД) всей гидросистемы подъема, равный (с запасом) $\eta = 0,8$, получим требуемую мощность на каждые 1000 м подъема:

$$N = E_0 * Q / \eta = 2,78 * 1200 / 0,8 = 4170 \text{ кВт}$$

Для глубины 2000 м мощность двигателей необходимо удвоить. Технический коэффициент полезного действия ГДП вдвое превышает значение этого показателя для канатного подъема с глубины 1000 м. Важным для горных предприятий будущего обстоятельством является та особенность нового подъема, что его производительность и конструктивные особенности *не* зависят от глубины подъема. По мере увеличения глубины следует пропорционально увеличивать мощность гидронасосов подъема. Производительность нового подъема значительно превысит производительность известных существующих канатных систем подъема.

Кроме того, с учетом постоянной равномерной работы двигателей гидронасосов для приведения в действие гидродомкратов ГДП значительно уменьшается (в 1,5-2 раза) необходимая длительная мощность подъемных электродвигателей, а, следовательно, и стоимость, что имеет большое значение для энергосбережения, уменьшения себестоимости продукции и экологии.

Для сравнительной оценки технических характеристик предлагаемого комплекса ГДПВ произведем его сравнение с многоканатной подъемной машиной ЦШ5х8, оборудованной двухдвигательным безредукторным приводом (см. табл. 1). Здесь же приведен обобщенный показатель эффективности λ , который инвариантен относительно линейного и временного масштабов и позволяет оценить уровень различных образцов горной техники с учетом их производительности, установленной мощности двигателей и приведенной массы на основе применения теории подобия и размерностей [3]

Таблица 1 - Сопоставление технических показателей ГДПВ и подъемной машины МК3,25х4
Table 1 - Comparison of technical parameters HHP and mining hoist lift МК3,25х4

Показатели подъема	Аналог МК3,25х4	ГДПВ	Показатели ГДПВ относительно аналога
1. Предельная глубина Н подъема, м	1600	Не ограничена	+
2. Часовая производительность П, т/час	1000	1200	1,2
3. Установленная мощность двигателей, МВт	10	4,2	0,42
4. Масса оборудования, т	350	140	0,4

5.Масса Мо металлоконструкций, т	2500	800	0,32
Обобщенный показатель эффективности λ	0,42	1,58	3,76

Таким образом, согласно обобщенному критерию технической эффективности, новая конструкция подъема в 3,76 раза превосходит существующие конструктивные решения. Отказ от применения на горных предприятиях сложных, дорогих и исчерпавших свои возможности традиционных подъемных машин и копров значительно (в 3 - 5 раз) уменьшает затраты на обустройство шахтного подъема, а главное – позволяет весьма существенно уменьшить диаметр ствола (с 7 - 8 м до 3 - 4 м), что удешевляет и ускоряет в 3-4 раза сроки строительства и оснащения стволов, а также строительства и реконструкции шахты в целом.

5 Проблемные вопросы шахтного водоотлива и их решение.

Рассмотрим некоторые проблемы подземного горного предприятия, связанные с водоотливным комплексом, который представляет собой сложную и энергоемкую техническую систему. Главный водоотлив, предназначенный для откачки общешахтного притока воды, на глубоких горизонтах приходится выполнять по ступенчатой схеме с громоздкими и дорогостоящими насосными станциями, в которые входят водозаборные колодцы, водоотливные установки, системы всасывающих и нагнетательных трубопроводов с задвижками, аппаратура автоматизации, контроля и защиты. Водоотливная установка, как правило, состоит из 3 одинаковых насосов (рабочего, резервного и находящегося в ремонте), каждый из которых рассчитывается на откачку за 20 часов суточного нормального притока. Коэффициент полезного действия (КПД) насосов изменяется в пределах 68-78%, для защиты насосов от гидравлических ударов применяют специальные гасители ударов.

Основными недостатками традиционного водоотливного комплекса являются:

- сложность конструкции насосов и вспомогательного оборудования и приборов, их низкий КПД, высокая установочная мощность двигателей,
- громоздкость, высокая трудоемкость и дороговизна;
- сложность и длительность монтажа и ремонтов;
- высокие требования к загрязненности воды и содержанию в ней кислот;
- большое число дорогостоящих трубопроводов в стволе;
- сложность контроля и обслуживания насосных установок;
- необходимость сооружения насосных камер и выработок водоотлива;
- высокие капитальные и эксплуатационные затраты.

Следует отметить, что благодаря своей высокой производительности, для двух стволов равной 2400 т/час (или 57,6 тыс. т/сут), подъем не всегда будет работать по выдаче полезного ископаемого (производительность шахты 10-20 тыс.т/сутки), а поэтому излишки производительности (37...47 тыс. т/сут) можно использовать для откачки подземных вод произвольного качества и загрязненности, исключив тем самым водоотливный комплекс.

В качестве демонстрационного примера сопоставим основные показатели работы традиционного и нового вариантов главного водоотлива шахты при откачке водопритока 500 м³/ч с глубины 1500 м. Для традиционного главного водоотлива необходимо оборудовать 3 ступени по три насоса (например, типа 12МС-7) на каждой с соответствующим их горнотехнологическим обустройством. Для насосов 12МС-7 необходимо, чтобы вода имела рН=6...8; содержание взвешенных веществ не более 40 г/л и крупность частиц – не более 10 мм по наибольшему размеру. В качестве альтернативного варианта будем использовать гидродомкратный подъем, для которого определим расчетные характеристики, опираясь на общетехнические данные, характерные для работы силового объемного гидропривода. При этом будем иметь в виду, что подъем воды ГДПВ производим за счет резервов производительности подъема. Сравнительные характеристики видны из табл.2

Таблица 2 – Сопоставление трубного водоотлива и гидродомкратного водоотлива
 Table 2 - Comparison pipe pumping and hydrojack drainage

Показатели водоотлива	Аналог-насосы 12МС-7х5	Новый ГДПВ	Показатели ГДПВ относительно аналога
1.Высота подъема, м	625	Не ограничен	+
2.Часовая производительность П, м ³ /ч	800	1200	1,5
3.Установленная мощность W с учетом 3 перекачных станций, МВт	16,2	6,3	0,39
4.Масса оборудования, т	210	140	0,67
Обобщенный показатель эффективности λ	0,46	1,54	3,35

Использование резервов производительности гидродомкратного подъема в целях водоотлива делает ненужным весьма дорогостоящий подземный комплекс водоотлива с его подземными камерами водоотлива, сложными насосами, трубопроводами и т.д. Таким образом, попутно решается еще одна проблема шахтных стационарных установок – водоотлив, которая сталкивается с такими же сложностями работы на больших глубинах, как и канатный подъем. Поэтому можно считать целесообразным ГДП использовать для водоотлива и называть его с учетом этого ГДПВ (гидродомкратный подъем и водоотлив).

В настоящее время выполнены исследования по установлению показателей гидродомкратного подъема, рассчитана и разработана его принципиальная гидравлическая схема, проведены расчеты силовых элементов. В частности, многовариантные расчеты распределения напряжений в конструкции бокса под действием внешних нагрузок показали, что, на основании сравнения его конструкций из различных материалов (сталь, алюминиевый сплав и армопластик), следует боксы изготавливать из армопластиковой композиции, что дает снижение его массы в 8 раз по сравнению со сталью.

Предлагаемая конструкция ГДПВ позволяет значительно упростить весь комплекс шахтного подъема и водоотлива, так как исключает потребность в строительстве сложных и дорогих горнотехнических сооружений (зданий подъемных машин, копров со шкивами и приемными бункерами и др.) и, что особенно важно, отпадает необходимость в подъемном и водоотливном оборудовании (подъемных машинах с приводом, дорогими редукторами и тормозными устройствами, канатном хозяйстве, подвесных устройствах, шахтных парашютах, качающихся площадках и посадочных кулаках, традиционных водоотливных установках, подземных камерах водоотлива, электроподстанции и т.д.).

Таким образом, предлагаемое решение по изменению традиционного подхода, обусловленного инерцией технического мышления при решении проблем в области шахтных стационарных установок. – подъема и водоотлива, - позволяет перейти на новый уровень выбора параметров, проектирования. строительства и эксплуатации подземных горных предприятий будущего.

Автор выражает благодарность Министерству Образования и Науки Украины за предоставленный грант на выполнение исследований по разработке новой техники и технологии для горной промышленности.

Литература

- 1.Федоров М.М. Шахтные подъемные установки – М.: Недра, 1979. – 385 с.
- 2.Горная энциклопедия./Гл. редактор Е.А. Козловский. – М.: Советская энциклопедия. Т. 4. Ортин -- Социосфера. 1989. – 623 с.

3.Литвинский Г.Г. О методе и критериях оценки технического уровня горной техники. В сб.:
Технология подземного строительства. –Вестник академии строительства Украины, вып. 3.
– Донецк: Норд-пресс, 2003. - С. 62-77.

Prof. Garry G. Litvinsky

The Donbass state technical university, Alchevsk, Ukraine

DIRECTIONS of DEVELOPMENT of MINE HOIST and PUMPING (HJHP)

Key words: mining industry - large depths - mine hoist - pumping - rope - pump - hydrojack - hoist box - efficiency

ABSTRACT

The basic problems and lacks of mine hoist and pumping are analyzed. hydrojack hoist and pumping (HJHP) Is offered. It based on use of a volumetric force hydraulic circuit for moving useful mineral and mine water on a vertical shafts. HJHP can be realized on mines at an already existing engineering level, it has considerably smaller energy intensity and cost in comparison with rope hoist and pipe pumping. The technical and economic comparison of alternative variants proving advantage HJHP is given.