

УДК 621.314.5

**АГРЕГАТ ПУСКОВОЙ ШАХТНЫЙ НА БАЗЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

**А.В.Гейст, П.А.Бачурин, Д.В.Коробков, М.В.Балагуров,**  
**Новосибирский государственный технический университет,**  
**пр. Карла Маркса, 20, Новосибирск, 630092, Россия.**

*Рассмотрена схема агрегата пускового шахтного на базе полупроводникового преобразователя электрической энергии с промежуточным звеном высокой частоты. Обсуждается вариант схемотехнического построения отдельных устройств агрегата. Предлагается в ряде устройств использовать многоуровневую топологию построения схем. Работа выполнена по государственному контракту № 13.G36.31.0010 от 22.10.2010 г. Библи. 2, рис. 3.*

**Ключевые слова:** агрегат пусковой шахтный, многоуровневая топология, гальваническая развязка.

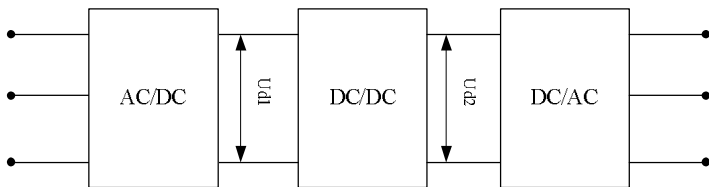
Распределение и преобразование электрической энергии в подземных выработках шахт и рудников осуществляется на подземных подстанциях, которые могут быть стационарными и передвижными. К стационарным подземным подстанциям относятся: ЦПП, предназначенная для распределения электрической энергии к высоковольтным распределительным подземным пунктам, участковым трансформаторным подстанциям, а также для питания высоковольтных электроприемников околоствольного двора. Высоковольтный распределительный подземный пункт предназначен для распределения электроэнергии участковым передвижным понижающим подстанциям: участковая стационарная подстанция, служащая для понижения напряжения 6 (10) кВ до 380, 660 или 1140 В с дальнейшим распределением электроэнергии к низковольтным распределительным пунктам подземных горных работ; преобразовательная подстанция, понижающая напряжение и преобразующая переменный ток в постоянный ток для питания тяговой сети [1].

Агрегат пусковой шахтный (АПШ) предназначен для преобразования электрической энергии с частотой 50 Гц и линейным напряжением 660 или 1140 В в напряжение 127 В и частотой 50 Гц. Напряжение 127 В необходимо для питания горных электрических сверл, предназначенных для бурения шурфов по углям различной крепости в шахтах, включая опасные по газу и пыли.

Обзор российского рынка производителей и поставщиков электрооборудования шахт показал, что все современные АПШ строятся по одному и тому же принципу. Агрегат содержит встроенные во взрывобезопасный корпус силовой трансформатор, выемную панель, на которой смонтированы блоки управления и защиты, блок реле утечки и панель с клеммами для переключения обмоток трансформатора и предохранителями. Корпус агрегата представляет собой сварную оболочку, установленную на салазки и разделенную на три взрывонепроницаемых отделения, закрытых крышками. На боковой поверхности корпуса установлена панель с элементами управления и сигнализации, а также ручка разъединителя, заблокированная с крышкой аппаратного отделения.

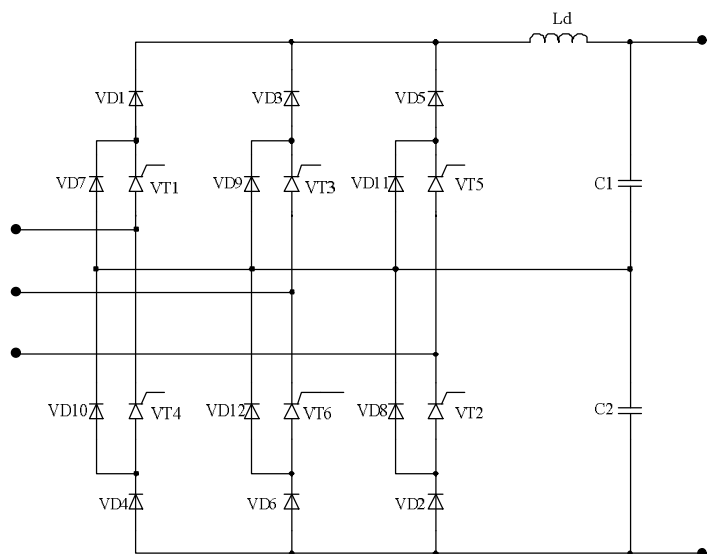
Масса такого агрегата по его техническим характеристикам не должна превышать 200 кг [2].

Отсюда вытекает ряд недостатков такой системы: сложность транспортировки внутри шахты; все изменения входного напряжения передаются на выходные зажимы АПШ; отсутствие плавного пуска сверл. Все эти недостатки можно устранить, используя



**Рис. 1**

вместо силового трансформатора полупроводниковый преобразователь с промежуточным звеном повышенной частоты. На рис. 1 показана структурная схема одного из вариантов построения такой системы на основе полупроводникового преобразователя. Напряжение на входе агрегата может быть двух номиналов – 660 В и 1140 В. В техническом задании указано, что АПШ должен работать с  $1,5U_{ном}$ . Это требование накладывает отпечаток на выбор схемы построения AC/DC преобразователя, а также на выбор элементной базы. Так, если использовать в качестве AC/DC преобразователя обычный мостовой выпрямитель, напряжение на вентиле может достигать значения 2,4 кВ. Диоды и тиристоры на такое напряжение, как правило, работают с токами в единицы кА. В разрабатываемом варианте мощность преобразователя не превышает 6 кВт.



**Рис. 2**

Поэтому было принято решение строить выпрямитель с использованием многоуровневой топологии. Электрическая схема такого выпрямителя показана на рис. 2.

Такой подход к построению схемы позволяет использовать полупроводниковые приборы ниже классом по сравнению с обычным мостовым выпрямителем, так как напряжение, прикладываемое к одному ключу мостового выпрямителя, будет разделено между двумя последовательно соединенными ключами. В качестве ключей VT1–VT6 выбраны тиристоры, что позволяет регулировать напряжение звена постоянного тока  $U_d$ . Таким образом, даже при превышении номинального напряжения на входе выпрямителя в 1,5 раза можно стабилизировать напряжение в звене постоянного тока на необходимом уровне.

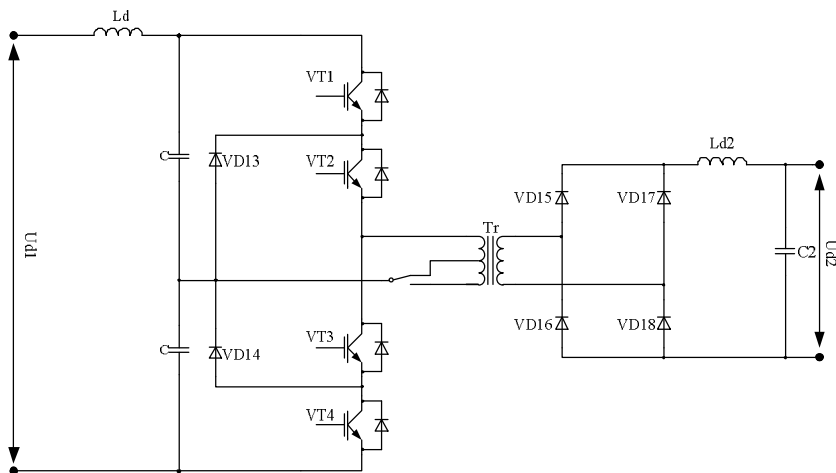


Рис. 3

Одним из требований, предъявляемых к АПШ, является наличие гальванической развязки сверл от сети 1140 В. В данном устройстве функция гальванической развязки возложена на DC/DC преобразователь, схема которого показана на рис. 3.

Здесь Tr – высокочастотный трансформатор, выполняющий роль гальванической развязки и имеющий по первичной стороне две обмотки, соединенные последовательно. Трансформатор выполнен таким образом для того, чтобы сверла могли быть запитаны от напряжения 660 В или 1140 В. В первом случае необходим повышающий трансформатор, во втором – понижающий. Полумостовой инвертор выполнен по многоуровневой топологии, что позволяет снизить требование по величине напряжения силовых транзисторов и, как следствие, увеличит их рабочую частоту.

Третий блок структурной схемы DC/AC (рис. 1) выполнен по классической схеме трехфазного инвертора напряжения, работающего с высокочастотной ШИМ. В ходе разработки проведено детальное математическое моделирование и изготовлен макетный образец АПШ.

1. <http://www.mining-enc.ru/e1/elektrosnabzheie-gornyx-predprivatij/>
2. [http://goravtomatika.ru/anons\\_detail.php?id=92](http://goravtomatika.ru/anons_detail.php?id=92)

УДК 621.314.5

**АГРЕГАТ ПУСКОВИЙ ШАХТНИЙ НА БАЗІ БАГАТОРІВНЕВИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**  
**А.В.Гейст, П.А.Бачурин, Д.В.Коробков, М.В.Балагуров,**  
**Новосибірський державний технічний університет,**  
**пр. Карла Маркса, 20, Новосибірськ, 630092, Росія.**

*Розглянуто схему агрегата пускового шахтного на базі напівпровідникового перетворювача електричної енергії з проміжною ланкою високої частоти. Обговорюється варіант схемотехнічної побудови окремих пристроїв агрегата. Пропонуються у ряді пристроїв використовувати багаторівневу топологію побудови схем. Роботу виконано за державним контрактом № 13.G36.31.0010 від 22.10.2010 р. Бібл. 2, рис. 3.*

**Ключові слова:** агрегат пусковой шахтний, багаторівнева топологія, гальванічна розв'язка.

**START-UP AGGREGATE MINE BASED ON MULTILEVEL SEMICONDUCTOR CONVERTER**  
**A.V.Geist, P.A.Bachurin, D.V.Korobkov, M.V.Balagurov,**  
**Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, K.Marx's avenue, 20, 630064, Russia.**

*In this paper invite to circuit of the start-up mine aggregate based on multilevel semiconductor converters of the electrical energy. It is preset results of the modeling and physical experiments. Work is executed under the state contract № 13.G36.31.0010 from 22.10.2010. References 2, figures 3.*

**Key words:** start-up mine aggregate, multilevel topology, galvanic isolation.

1. <http://www.mining-enc.ru/e1/elektrosnabzheie-gornyx-predprivatij/>
2. [http://goravtomatika.ru/anons\\_detail.php?id=92](http://goravtomatika.ru/anons_detail.php?id=92)

Надійшла 16.12.2011  
 Received 16.12.2011