

УДК 622.647

И.В. Косарев, А.В. Мезников, А.Е. Волотов

ГУ «Донецкий научно-исследовательский проектно-конструкторский и экспериментальный институт комплексной механизации шахт» (ДОНУГЛЕМАШ) (Донецк)

В.П. Кондрахин /д.т.н./

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАБОЙНЫХ СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Выполнен анализ парка забойных скребковых конвейеров на шахтах Донецкой Народной Республики и рассмотрены результаты их использования, определены направления повышения технического уровня, эффективности и безопасности эксплуатации, сформулированы основные технические требования для создания типоразмерного ряда конвейеров нового технического уровня.

***Ключевые слова:** скребковый конвейер, приводной блок, рештачный став, безопасность, станция управления, пусковые режимы.*

Постановка проблемы

Угольная промышленность Донецкой Народной Республики (ДНР) является основой ее энергетической безопасности. Практически весь объем добычи (свыше 97 % в 2019 г.) осуществляется комплексно-механизированными забоями (КМЗ), в которых скребковый конвейер обеспечивает взаимную увязку машин в комплексе. Кроме выполнения транспортной функции он является погрузочным устройством, опорой для очистного комбайна или струга, основой тягового органа механизма подачи комбайна, средством для расположения кабелей и шлангов на ставе конвейера и в траковой цепи кабелеукладчика, а также является базой для перемещения секций механизированной крепи.

Поставка новых скребковых конвейеров на шахты ДНР за последние 5 лет практически не производилась, только один конвейер СП26У, изготовленный ГП «Донецкгормаш», был поставлен ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» в 2019 г. Поддержание конвейеров в работоспособном состоянии осуществлялось за счет проведения на ремонтных и машиностроительных предприятиях капитальных ремонтов приводных блоков с изготовлением узлов рештачных ставов и навесного оборудования. При эксплуатации очистных механизированных комплексов возникает много вопросов по безопасности работ, связанных с нерегламентированной транспортировкой конвейером материалов и узлов горно-шахтного оборудования (ГШО).

Для обеспечения эффективной работы забойных скребковых конвейеров необходимо, кроме обеспечения качественного капитального ремонта на специализированных предприятиях,

выполнение работ по разработке и освоению в производстве скребковых конвейеров высокого технического уровня с решением вопросов повышения безопасности их эксплуатации. Как показывает опыт передовых угледобывающих стран, требуемый технический уровень может быть достигнут за счет применения многоприводных двухскоростных скребковых конвейеров.

Анализ последних исследований и публикаций

Основные промышленные запасы угля ДНР сосредоточены в пластах мощностью от 0,7 до 2,0 м [1]. Среднединамическая мощность пластов составляет 1,15 м. Диапазон обрабатываемых пластов, как правило, определяет номенклатуру забойных скребковых конвейеров.

По результатам работы угледобывающих предприятий в работах [1...3] определена структура парка конвейеров, находящихся на шахтах ДНР в эксплуатации в 2019 г., при отработке пластов мощностью 0,85...1,62 м, и произведен анализ их конструктивных особенностей:

- тип конвейера по расположению тяговых цепей;
- калибр цепи тягового органа;
- мощность приводных блоков;
- привод конвейера, конструкция приводных блоков;
- конструкция редукторов;
- конструкция рештачных ставов, в т.ч. тип боковины рештачного става;
- конструкция станций управления.

Проанализированы требования нормативных документов по безопасности труда при эксплуатации конвейеров, включая требования по

транспортировке ими материалов и других грузов.

Выполненные исследования перспективных многоприводных двухскоростных скребковых конвейеров [4] показали, что эффективность их эксплуатации в условиях шахтной сети энергоснабжения ограниченной мощности возможна при правильном выборе алгоритма пуска на низкую и высокую скорости. При этом параметры алгоритма (последовательность пуска электродвигателей и величины задержек времени) существенно зависят от характеристик конвейера и горнотехнических условий его эксплуатации.

Цель (задачи) исследования

Целью данной работы является анализ параметров и характеристик современных забойных скребковых конвейеров и формулирование технических требований для их проектирования и производства на предприятиях ДНР, что обеспечит повышение эффективности работы комплексно-механизированных забоев на шахтах ДНР за счет повышения технического уровня и безопасности эксплуатации забойных скребковых конвейеров, а также позволит исключить их импорт.

Основной материал исследования

На шахтах ДНР используются два типа двухцепных конвейеров: СП – с расположением цепей в боковинах рештаков (рис. 1а); СПЦ – с расположением цепей по центру желоба рештака (рис. 1б).

В конвейерах типа СП достоинством является то, что каждые соседние два скребка и круглозвенные тяговые цепи образуют короб, или ящик, дном которого является днище рештака. В таком коробе размещается большое количество транспортируемого материала достаточно большой крупности. Но при таком расположении цепей в них возникают неодинаковые усилия на участках изгиба става в горизонтальной плоскости – одна цепь натянута больше, другая значительно меньше. Колебания усилий в цепях расшатывают соединения отрезков и ускоряют усталостный износ. Кроме того, при таком расположении цепей увеличение их калибра (для повышения прочности) приводит к увеличению высоты рештачного става, что крайне нежелательно при отработке тонких пластов. Борьба за уменьшение высоты става привела к созданию круглозвенных цепей с вертикальными звеньями пониженной высоты. Эти цепи применяются в конвейерах типа СП26У и СП251.

Устранение неравномерности натяжения цепей и необходимость увеличения прочности цепи (калибра) без увеличения высоты става привели к созданию конвейеров с расположением

цепей посередине става. Однако центрально-расположенные цепи имеют также недостатки:

- уменьшается просвет между днищем комбайна и цепями, что приводит к заклиниванию кусков горной массы;

- крупные куски соскальзывают с цепи и падают со става, что уменьшает производительность конвейера;

- влажный и липкий уголь или порода прилипают к цепям при входе на холостую ветвь, что приводит к ее заштыбовке;

- консольная конструкция скребков менее прочная, чем с креплением к цепям по концам.

С целью сохранения преимуществ и устранения недостатков в рассматриваемых двух вариантах расположения цепей было разработано исполнение конвейера с так называемым разнесенным расположением цепей (рис. 1в), при котором цепи выведены из боковин рештаков (что позволяет увеличить прочность цепей за счет увеличения их калибра, но, в то же время, они не сдвинуты вплотную к середине става, а разнесены от продольной оси конвейера на некоторое расстояние).

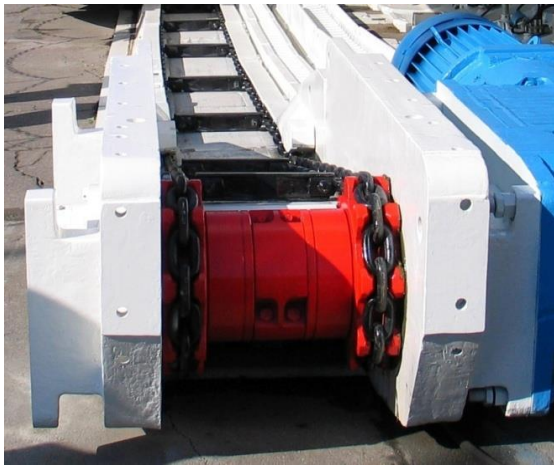
В скребковых конвейерах, находящихся в эксплуатации на шахтах ДНР, в составе механизированных комплексов могут использоваться все три типа расположения цепей.

Преобладающее большинство составляют скребковые конвейеры типа СП – 35 шт. из 43 шт. общего количества. Основу парка этих конвейеров составляют: 30 шт. – конвейеры типа СП250, СП251, СП26, СП26У с рештачными ставами на базе спецпрофилей СП190 и СП205. Пять конвейеров типа СП301 и СП326 имеют раштачный став на базе спецпрофиля СП245.

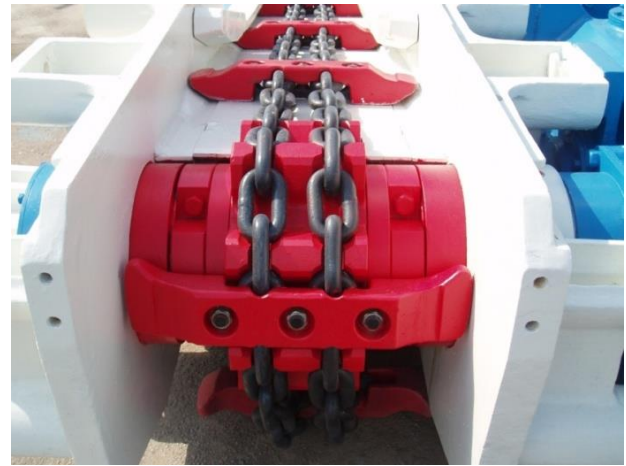
Из 8-ми конвейеров типа СПЦ: 5 конвейеров (2 – типа СПЦ163, 2 – УСТК-2М и 1 – СЗК190) имеют раштачный став на базе спецпрофиля СП192 и 3 конвейера (1 – СП271, 2 – СЗК228) – на базе спецпрофиля СП228.

По скорости движения тягового органа: 33 конвейера типа СП и СПЦ имеют одну скорость, порядка 1 м/сек, а 10 конвейеров, из них 7 – исполнение конвейера СП251.13; 1 – СЗК190 и 2 – СЗК228, имеют две скорости движения тягового органа с соотношением 1:3, которые обеспечиваются двухскоростными электродвигателями.

Двухскоростные конвейеры в 2019 г. применялись только в ГП «Шахта «Комсомолец Донбасса»: 7 конвейеров СП251.13 изготовления АО «Свет шахтера» (Харьков), 3 конвейера типа СЗК производства Чехии. Очистные забои, в которых они применялись, имели самую высокую среднесуточную нагрузку среди предприятий угольной промышленности ДНР.



а



б



в

Рис. 1. Типы забойных скребковых конвейеров по расположению тяговых цепей: *а* – с расположением цепей в боковинах решетаков; *б* – с центрально расположенными тяговыми цепями; *в* – с разнесенным расположением цепей

Наличие двух скоростей (1,1...1,2 м рабочей; 0,37...0,4 м маневровой) позволяет осуществлять с помощью станции управления плавный пуск полностью загруженного конвейера на малой скорости с высоким пусковым моментом, с дополнительным снятием динамических нагрузок за счет эластичной соединительной муфты и торсионного вала в роторе электродвигателя, с последующим переходом на рабочую скорость.

Кроме того, наличие низкой скорости порядка 0,4 м/с позволяет обеспечивать безопасную транспортировку материалов и грузов при помощи конвейера с применением приспособлений и платформ, входящих в комплектацию конвейера.

Следует отметить, что двухскоростные конвейеры имеют повышенную надежность и относительно просты в обслуживании, так как в составе привода отсутствуют ненадежные и сложные в эксплуатации гидромуфты.

Скребковые конвейеры, как правило, имеют от 2-х до 4-х приводных блоков, тип, количество, расположение и суммарная мощность ко-

торых определяется горнотехническими условиями применения, а именно: углом падения пласта; длиной очистного забоя; исполнением очистного комбайна по типу подачи; нагрузкой на очистной забой; технологией выполнения конечных операций. Верхний предел суммарной мощности приводов, как правило, ограничивается разрывным усилием цепей тягового органа.

Приводные блоки крепятся болтами к боковинам рамы привода. Крепление блоков фланцевое, подмоторная и подредукторная рамы отсутствуют.

Существует три варианта расположения приводных блоков: продольное (вдоль оси конвейера), поперечное (перпендикулярное оси) и комбинированное.

В случае применения в составе очистного комплекса очистного комбайна с вынесенной системой подачи (ВСП) приводные блоки конвейера располагаются с забойной стороны рамы привода, а блоки привода ВСП – с завальной.

Приводной блок конвейера состоит из редуктора, электродвигателя, устройства плавного

пуска и регулировки предельного момента. В односкоростных конвейерах для регулировки пуска и предельного момента используются гидромфты, а в двухскоростных эти функции выполняет станция управления.

Применение двухскоростного электропривода позволяет при правильном выборе алгоритма запуска значительно снизить динамический удар при переключении скоростей по сравнению с пуском в приводе гидромфтой, так как запуск конвейера осуществляется на низкой скорости высоким пусковым моментом без удара, в отличие от привода с гидромфтой, с последующим переходом на рабочую скорость. При этом пусковой ток значительно меньше, чем у односкоростного двигателя. Дополнительное снятие динамических нагрузок при пуске осуществляется, как правило, при помощи эластичной муфты и торсионного вала двигателя.

В скребковых конвейерах в большинстве случаев применяются асинхронные короткозамкнутые двухскоростные двигатели с двумя независимыми обмотками, имеющими соотношение числа пар полюсов (а, значит, угловых скоростей и мощности) 1:3. Переход с низкой скорости на высокую и режим пуска обеспечивается специальными станциями управления, позволяющими контролировать работу до 4-х приводных блоков конвейера одновременно. Современные станции управления конвейерами – это микропроцессорные системы, позволяющие оперативно реализовать любой алгоритм пуска.

На двухскоростных скребковых конвейерах шахтами Украины ранее применялись такие средства управления: взрывобезопасные контакторные пускатели OW-1484R (Польша), пускатели электромагнитные взрывобезопасные типа SN2 (Чехия), устройство управления комплектное взрывозащищенное КСД27.50, устройство управления УКВ650. Также была возможность применения устройства управления комплектного взрывозащищенного рудничного КУУВК-250 и устройства управления комплектного взрывозащищенного КУУВ-500/500.

Однако анализ вышеуказанных существующих средств управления позволяет сделать вывод о том, что на текущий момент нет устройств управления двухскоростными конвейерами, удовлетворяющих всем необходимым условиям (требованиям современной нормативно-технической документации, ГОСТам, наличию оптимальных алгоритмов управления конвейерами) и изготовленных на элементной базе, зарекомендовавшей себя с точки зрения надежности и доступности. Поэтому, в случае освоения производства двухскоростных скребковых конвейе-

ров, необходимо создание новой станции управления модульного типа.

В скребковых конвейерах СП251, СП301, СП326, СПЦ163М, СПЦ271 используются трехступенчатые коническо-цилиндрические редукторы типа БПК160, БП250КЦ, для расположения двигателей параллельно оси става конвейера и цилиндрические для расположения двигателей перпендикулярно оси става конвейера. Корпуса этих редукторов разъемные по оси зубчатых передач, что облегчает сборку и ремонт, но снижает их ресурс. В этих редукторах первая передача коническая, и при использовании в исполнении привода с расположением двигателя перпендикулярно ставу конвейера применяется цилиндрическая проставка, заменяющая коническую ступень редуктора. Для уменьшения габаритов приводных блоков, что сокращает незакрепленное пространство в очистном забое, используются планетарные редукторы – двухступенчатые для расположения привода перпендикулярно ставу конвейера или комбинированные с цилиндро-конической передачей на входе и планетарной ступенью на выходе из редуктора (для расположения привода параллельно ставу конвейера).

В скребковых конвейерах СП26У применяется трехступенчатый унифицированный редуктор в цельном корпусе на мощность 160 кВт. Для приводных блоков с расположением двигателей параллельно ставу используется коническо-цилиндрическое исполнение редуктора, а для блоков с расположением двигателей перпендикулярно ставу – цилиндрическое исполнение редуктора, которое получается заменой конической передачи на цилиндрическую в том же корпусе.

В составе механизированного очистного комплекса базой для перемещения механизированной крепи, очистного комбайна или струга является рештачный став забойного скребкового конвейера. Став состоит из отдельных секций – рештаков. Рештак представляет собой сварную конструкцию коробчатой формы. Боковины выполнены из специального проката, а также могут быть литыми. Конфигурация боковины зависит от типа конвейера по расположению тяговых цепей – разнесенных или центрально-сдвоенных. В конвейерах с разнесенными цепями используются боковины из профилей СП190, СП205, СП245, а с центрально-сдвоенными – СП192, СП228, СПЦ230, 255Д. Цифры в наименовании профилей обозначают их высоту в миллиметрах. Днище рештака, по которому движется рабочая ветвь тягового органа, изготавливается из износостойкого легированного проката. Для увели-

чения срока службы рештака на концевые участки днища в зоне движения тяговых цепей, как правило, наплавляется износостойкими сплавами.

Для снижения сопротивления движения холостой ветви, связанного с попаданием под рештак горной массы, а также для увеличения прочности рештака он изготавливается с дополнительным нижним днищем. К боковинам рештака сваркой или болтами крепится навесное оборудование: зачистной лемех для механизированной зачистки почвы после прохода очистного комбайна; дополнительные борты и желоба для укладки кабелей и гидравлических рукавов, в т.ч. при помощи кабелеукладчика; элементы соединения става конвейера с механизированной крепью; реечные цевочные направляющие для бесцепной системы подачи; направляющие для расположения тяговой ветви вынесенной системы подачи; направляющие для перемещения комбайна; желоба для размещения транзитных коммуникаций, проходящих вдоль лавы.

Исполнение рештака с нижним днищем и навесным оборудованием под очистной комбайн с бесцепной системой подачи приведено на рис. 2. В ставах с рештаками с зашитым днищем предусматривается установка специальных инспекционных рештаков с люками для осмотра и обслуживания нижней ветви тягового органа.

Техническое состояние парка забойных скребковых конвейеров на шахтах ДНР требует его модернизации с повышением технического уровня и безопасности их эксплуатации. Для этого необходимо освоить на машиностроительных предприятиях республики выпуск унифицированного типоразмерного ряда конвейеров нового технического уровня и комплектующих изделий (двигателей, аппаратуры управления) к ним.

Анализ конструктивных особенностей находящихся в эксплуатации конвейеров, горно-геологических и горнотехнических условий их применения, проведенный в данной работе, позволяет сформулировать основные направления построения этого ряда:

- по расположению цепей это должны быть конвейеры типа СП и СПЦ;
- по скорости движения тягового органа наиболее предпочтительны двухскоростные с соотношением скоростей 1/3;
- по типу и калибру цепей тяговых органов – цепи 24×86 мм для конвейеров типа СПЦ и 24×86 Н для конвейеров типа СП;
- по рештачным ставам – стavy на базе горячекатаных профилей боковин СП205 для кон-

вейеров типа СП и профилей СП192 для конвейеров типа СПЦ;

– приводные блоки должны быть на базе унифицированных для конвейеров типа СП и СПЦ редукторов – двухступенчатых планетарных для расположения двигателей перпендикулярно ставу конвейера и комбинированных (первая ступень цилиндрическая, а вторая планетарная) для расположения двигателей параллельно ставу конвейера;

– электродвигатели двухскоростные мощностью 55/160 кВт, 65/200 кВт с соотношением скоростей 1/3;

– аппаратура управления на базе станций управления модульного типа;

– конвейеры должны быть укомплектованы приспособлениями для транспортировки материалов и узлов ГШО, включая секции механизированных крепей.

Для решения задачи модернизации парка забойных скребковых конвейеров угледобывающих предприятий республики ГУ «ДОНУГЛЕМАШ» в I-II кв. 2020 г. разработал, согласовал и утвердил в установленном порядке техническое задание на типоразмерный ряд скребковых конвейеров типа СП и СПЦ с двухскоростными приводными блоками мощностью 160, 200 кВт, станцией управления модульного типа и комплектом приспособлений для транспортировки грузов, включая секции механизированных крепей, а ГУ «НИИВЭ» – техническое задание на двухскоростные двигатели мощностью 55/160 кВт, 65/200 кВт.

Разработка конструкторской документации типоразмерного ряда скребковых конвейеров будет завершена во II кв. 2021 г.

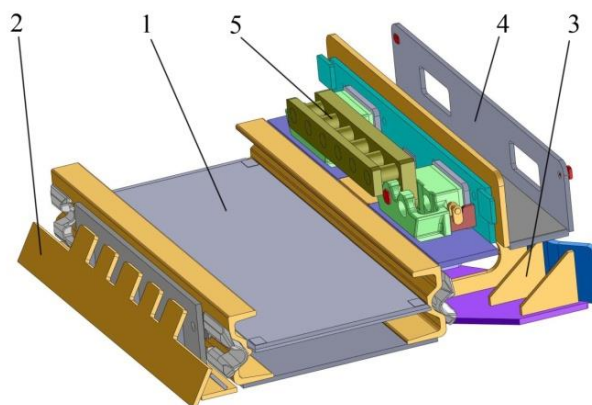


Рис. 2. Рештак забойного скребкового конвейера с навесным оборудованием:
1 – рештак; 2 – зачистной лемех; 3 – балка навесного оборудования; 4 – желоб кабелеукладчика; 5 – рейка бесцепной системы подачи комбайна типа «Эйкотрак»

Основные показатели назначения типоразмерного ряда конвейеров типа СП26Д и СПЦ26Д приведены в табл. 1.

Приводной блок скребкового конвейера СП26Д с параллельным расположением двигателя по отношению к ставу (рис. 3) состоит из рамы привода, комбинированного редуктора, упругой предохранительной муфты, двухскоростного двигателя мощностью 55/160 кВт или 65/200 кВт с торсионным выходным валом. Для контроля целостности цепей предусмотрена установка двух датчиков, для контроля режима заклинивания тягового органа – датчик частоты вращения.

Приводной блок скребкового конвейера СПЦ26 с перпендикулярным расположением двигателя по отношению к ставу приведен на рис. 4.

Основным отличием этого блока является наличие двухступенчатого планетарного редуктора вместо комбинированного, что сокращает

площадь приводного блока и, как следствие, площадь незакрепленного пространства при расположении блока привода в лаве.

Планетарный и комбинированный редукторы рассчитаны на мощность 200 кВт и ресурс 15000 часов и будут применяться во всех исполнениях конвейеров СП26Д и СПЦ26Д.

Модульная станция управления должна быть выполнена на современной элементной базе с силовой частью, изготовленной из комплектующих, произведенных в Российской Федерации. Аппаратура управления станции должна быть оснащена энергонезависимой системой регистрации, со съёмным носителем данных, иметь информативную систему самодиагностики, позволяющую выявлять и устранять неисправности обслуживающему персоналу, не имеющему высокой квалификации, а также обладать каналом телемеханической связи с диспетчерской системой верхнего уровня, что в настоящее время является одним из обязательных требований.

Табл. 1. Основные показатели назначения

Наименование показателей	Значение показателей	
	СП26Д	СПЦ26Д
1 Область применения:		
1.1 Применяемость по углу падения при подвигании забоя, град., не более		
по простиранию	35	
по падению или восстанию	10	
1. Мощность пластов, м	0,8 – 1,9	
1. Механизированные крепи	1КД80, 1КД90, 1КД90Т, 2КД90, КД90Т, 3КД90, 3КД90Т, 1КДД, 2КДД, ДМ	
1. Комбайны	РКУ10, КА80, КА200, 1К101У, РКУ10, УКД200-250, УКД200-500, УКД400	
1.5 Система подачи	цепная, ВСП, БСП	
1.6 Навесное оборудование	НОСПД26	НОСПЦД26
1.7 Рейки	1БСП, РПК, «Эйкотрак»	
1.8 Применяемость комплектов приспособлений для транспортировки вспомогательных материалов и узлов горно-шахтного оборудования, в том числе секций механизированных крепей, по углу падения при подвигании забоя, град., не более		
по простиранию	20	
по падению или восстанию	10	
2. Показатели назначения:		
2.1 Производительность расчетная максимальная (пласт пологого падения, длина лавы 200 м), т/мин	8,8	
2.2 Скорость движения тягового органа, м/с, не менее		
рабочая	1,11	
маневровая	0,37	
2.3 Длина конвейера в поставке, м	до 300	
2.4 Номинальная мощность электродвигателей, кВт	55/160; 65/200	
2.5 Число электродвигателей и расположение приводных блоков	2×55/160; 2×65/200 одностороннее	

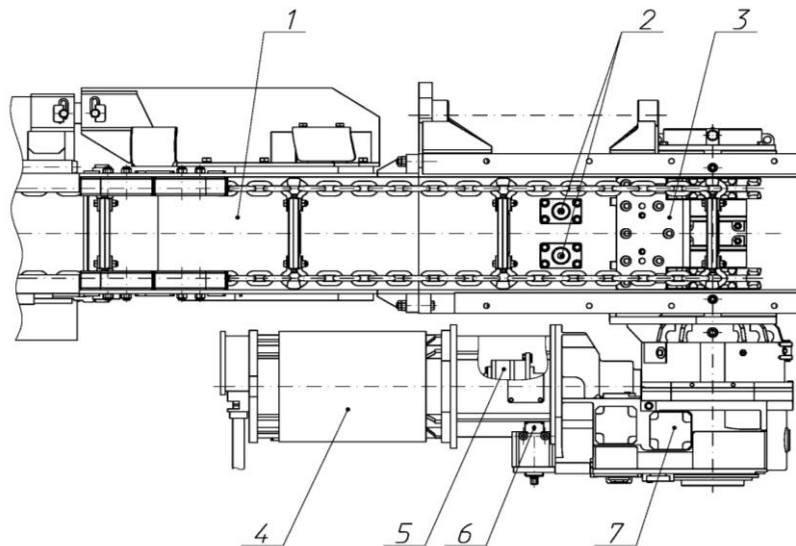


Рис. 3. Приводной блок конвейера СПД 26 с продольным расположением двигателя:
 1 – секция переходная; 2 – датчики контроля целостности цепей тягового органа;
 3 – рама привода; 4 – электродвигатель ЭКВФ 315М12/4, 55/160 кВт или ЭКВФ 315L12/4,
 65/200 кВт; 5 – упругая муфта *FASING*; 6 – датчик частоты вращения;
 7 – редуктор цилиндрико-коническо-планетарный

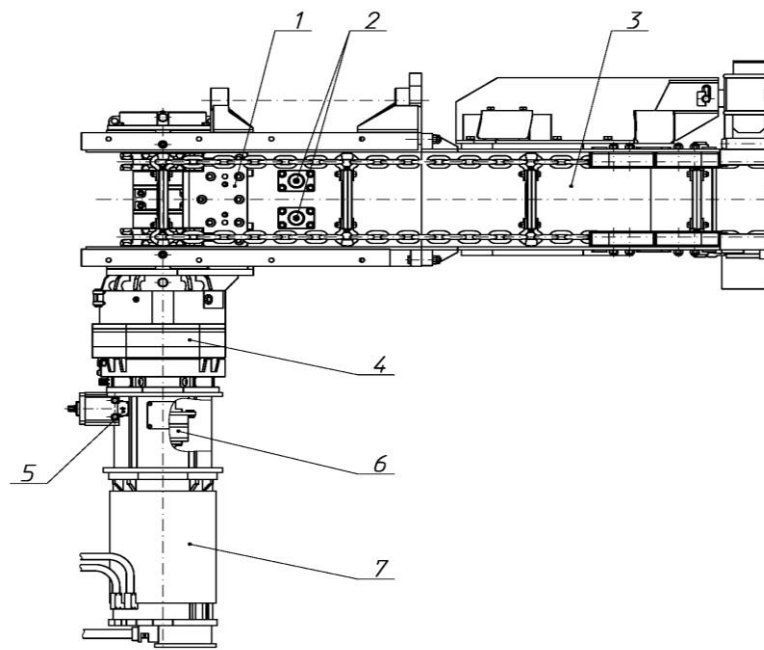


Рис. 4. Приводной блок конвейера СПД 26 с поперечным расположением двигателя:
 1 – рама привода; 2 – датчики контроля целостности цепей тягового органа;
 3 – секция переходная; 4 – редуктор двухступенчатый планетарный; 5 – датчик частоты вращения;
 6 – упругая муфта *FASING*; 7 – электродвигатель ЭКВФ 315М12/4, 55/160 кВт
 или ЭКВФ 315L12/4, 65/200 кВт

Помимо этого, в аппаратуре управления будут применены новые схмотехнические решения, позволяющие значительно улучшить помехозащищенность изделия. Особо следует отметить, что используемые в аппаратуре управления схмотехнические решения должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 30852.10-2002 и ГОСТ 31610.11-2014, что позволит эксплуатиро-

вать новую модульную станцию на угольных предприятиях Российской Федерации.

Обязательной функцией станции управления должна быть возможность реализации любого заданного алгоритма пуска конвейера. Пусковые режимы многоприводных конвейеров предусматривают определенную последовательность включения электродвигателей головного и хво-

стового приводов на низкую и высокую скорости. Обычно на практике в качестве основного алгоритма пуска, например, конвейера КСД27 вне зависимости от условий эксплуатации принимается следующий:

– запуск хвостового электродвигателя на низкую скорость (НС) – X_1 , через интервал времени Δt_1 запуск головного на НС – Γ_1 ;

– через заданное время t_6 запуск хвостового электродвигателя на высокую скорость (ВС) – X_2 , затем через интервал времени Δt_2 – запуск головного двигателя на ВС – Γ_2 .

Условная запись алгоритма $X_1 \rightarrow (\Delta t_1) \rightarrow \Gamma_1 \rightarrow (t_6) \rightarrow X_2 \rightarrow (\Delta t_2) \rightarrow \Gamma_2$. Этот алгоритм и значения интервалов времени устанавливаются, как правило, эмпирически и не учитывают особенности

эксплуатации конвейера в конкретном очистном забое: длину, угол и направление транспортирования, степень загрузки и др. Это приводит к неравномерному распределению нагрузки между приводами, ухудшению динамики пуска, увеличению времени переходных процессов, чрезмерно больших значений пусковых токов.

На рис. 5 приведены полученные в представительных шахтных условиях осциллограммы мощности приводных электродвигателей при пуске трехприводного двухскоростного конвейера КСД27. Длина конвейера КСД27 в период замеров составляла 280 м, транспортирование груза производилось практически по горизонтали. На рис. 5 приведены осциллограммы при пуске на НС и переходе на ВС.

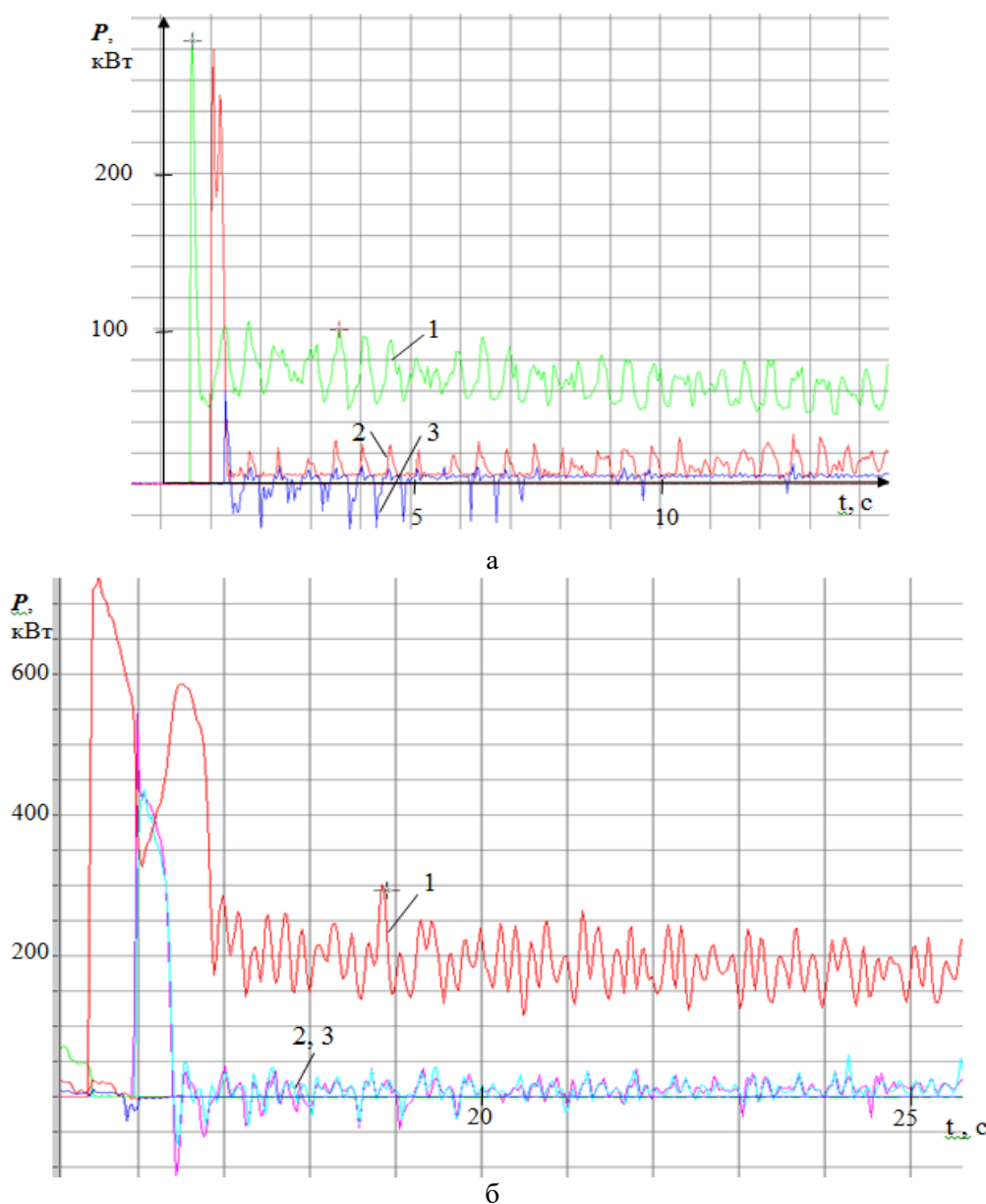


Рис. 5. Осциллограммы мощности P электродвигателей трехприводного конвейера:
 а – при пуске на низкую скорость; б – при переходе на высокую скорость;
 1 – хвостовой привод; 2, 3 – головные приводы

Как видно из рис. 5, при пуске оба головных электродвигателя практически не нагружены, причем в отдельные периоды времени они работают в генераторном режиме. Выравнивание нагрузки всех двигателей происходит примерно через 50...80 сек.

Таким образом, используемые алгоритмы пуска двухскоростного конвейера в ряде случаев не обеспечивают согласованную работу приводов и требуют корректировки под конкретные горно-геологические условия. Методика определения параметров оптимального алгоритма пуска двухскоростных скребковых конвейеров разработана специалистами ДонНТУ и ГУ «ДОНУГЛЕМАШ» и основывается на проведении вычислительных экспериментов с использованием разработанной математической модели многоприводного двухскоростного конвейера [5...7].

Для обеспечения эффективной эксплуатации разрабатываемых двухскоростных конвейеров необходимо на стадии проектирования выполнить имитационное моделирование переходных режимов пуска конвейеров с целью определения рациональных параметров алгоритма пуска на низкую и высокую скорости. Для этого следует выполнить оценку упругих, инерционных и диссипативных характеристик привода и тягового органа, выполнить вычислительные эксперименты и разработать рекомендации по выбору алгоритма пуска конвейера в зависимости от длины лавы, угла падения пласта, направления транспортирования груза, требуемой производительности.

Комплект приспособлений для транспортировки вспомогательных материалов и узлов горно-шахтного оборудования (рис. 6), в том числе секций механизированных крепей, состоит из платформы для транспортировки секций; щита для погрузки/выгрузки секции; опоры транспортирующей; каретки для транспортировки вспомогательных материалов и узлов ГШО.

Платформа 1 представляет собой металлоконструкцию, состоящую из:

- базовой плиты, имеющей снизу ребра жесткости, опорные лыжи, на которых она перемещается вдоль рештачного става, и приводные упоры, посредством которых передается тяговое усилие от тягового органа конвейера платформе;

- элементов закрепления платформы на рештачном ставе конвейера;

- упоров для фиксации транспортируемой секции на платформе.

Каретка 4 представляет собой сварную металлоконструкцию в виде короба, закрытого с трех сторон. Один из продольных торцов каретки закрыт подвижной крышкой, изменяя положение которой можно регулировать степень закрытости каретки и ее полезный объем.

С внешней стороны внизу каретки установлены опорные лыжи, элементы для привода ее в движение и фиксации на рештачном ставе. На боковинах каретки предусмотрены места для фиксации (увязки) транспортируемых грузов.

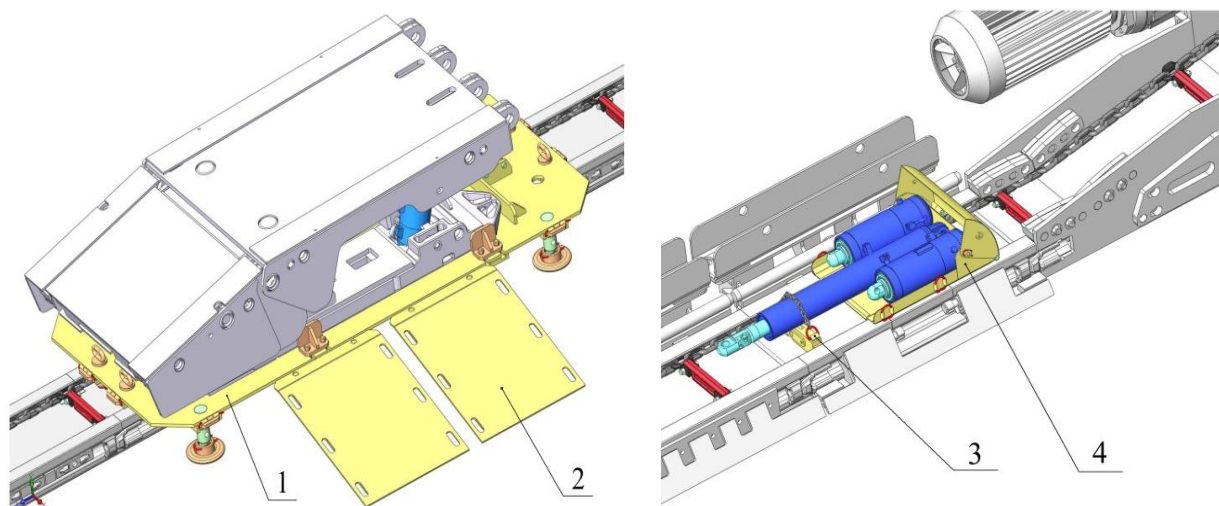


Рис. 6. Устройства для транспортировки вспомогательных материалов и узлов ГШО, в том числе секций механизированных крепей:

- 1 – платформа для транспортировки секций механизированных крепей;
- 2 – щит для погрузки-выгрузки секции;
- 3 – опора транспортирующая;
- 4 – каретка для транспортировки вспомогательных материалов и узлов ГШО

Выводы

Для повышения эффективности работы и безопасности эксплуатации комплексно-механизированных забоев на шахтах ДНР необходимо произвести модернизацию парка скребковых конвейеров за счет замены находящихся в эксплуатации и комплектации вновь вводимых лав конвейерами типоразмерного ряда СП26Д и СПЦ26Д с двухскоростными приводными блоками мощностью 55/160 кВт, 65/200 кВт, станциями управления модульного типа и комплектом приспособлений для транспортировки материалов и узлов ГШО.

Внедрение конвейеров типа СП26Д и СПЦ26Д на угольных предприятиях республики позволит:

– повысить нагрузку на очистной забой за счет увеличения его длины, обеспеченного запуском на низкой скорости, и снижения удельного расхода времени на выполнение концевых операций;

– значительно снизить объемы тяжелого ручного труда и времени на выполнение работ по транспортировке материалов и узлов горношахтного оборудования, включая секции механизированных крепей в процессе эксплуатации и проведения монтажно-демонтажных работ, а также повысить безопасность их выполнения за счет применения комплекта приспособлений и осуществления транспортирования на малой скорости;

– повысить ресурс приводных блоков, узлов рештачного става и тяговых органов за счет снижения динамических нагрузок при пусках, особенно загруженного конвейера, на малой скорости;

– снизить эксплуатационные расходы за счет сокращения затрат на проведение текущих ремонтов и регламентных работ по обслуживанию.

Для обеспечения эффективной эксплуатации новых двухскоростных конвейеров целесообразно с использованием разработанных ГОУ ВПО «ДонНТУ» и ГУ «ДОНУГЛЕМАШ» математических моделей и программного обеспечения для конкретных условий эксплуатации определять оптимальный алгоритм пуска на низкую и высокую скорости.

Освоение серийного производства забойных скребковых конвейеров СП26Д и СПЦ26Д с комплектующим оборудованием к ним позволит загрузить машиностроительные предприятия ДНР выпуском, в том числе на экспорт, конкурентоспособной продукции нового технического уровня.

Список литературы

1. Научно-техническое сопровождение работ в области механизации основных технологиче-

ских процессов угледобычи, оказание технической помощи при изготовлении, ремонте, модернизации и внедрении горно-шахтного оборудования, исследование режимов работы и технического состояния горных машин, разработка нормативно-технических документов и оперативных технико-технологических мероприятий по устранению аварийных ситуаций и негативных факторов, влияющих на стабильность добычи угля, его качество, себестоимость и условия труда подземного персонала: Отчеты о НИР / ГУ «ДОНУГЛЕМАШ», № ГР 118D000074; Инв.№ А/0009. – Донецк, 2019. – 182 с., Инв.№ А/0053 – Донецк, 2020. – 75 с.

2. Косарев, И.В. Инновационные направления в создании горно-шахтного оборудования, обеспечивающего повышение эффективности добычи угля // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2016. – №6(6). – С. 12-18.

3. Выполнить научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по разработке типоразмерного ряда скребковых конвейеров типа СП и СПЦ с двухскоростными блоками привода энерговооруженностью 2x55/160 кВт, 2x65/200 кВт со станцией управления модульного типа и комплектом приспособлений для транспортировки вспомогательных материалов и узлов горно-шахтного оборудования, в том числе секций механизированных крепей: Отчет о НИР / ГУ «ДОНУГЛЕМАШ», № ГР 0120D000028; Инв.№ А/0055. – Донецк, 2020. – 104 с.

4. Кондрахин, В.П. Многокритериальный подход к обоснованию алгоритма запускаемого привода забойного скребкового конвейера с двухскоростными электродвигателями / В.П. Кондрахин, Ю.А. Зубова, Е.Л. Ткаченко // Наукові праці Донецького нац. техн. ун-ту. – 2014. – Вип.1(27). – С. 150-161. (серія: гірничо-електромеханічна).

5. Математическая модель для исследования нагрузок в двухскоростном многодвигательном приводе и тяговом органе скребкового забойного конвейера / В.П. Кондрахин [и др.] // Наукові праці ДонНТУ. – 2008. – Вип.16(142). – С. 141-148. (серія: гірничо-електромеханічна).

6. Novel approach to and implementation of design and analysis of armored face conveyor power train / R. Nie [et al.] // Science China Technol. Sci. – 2015. – No.12. Vol.58. – P. 2153-2168.

7. Świder, J. Dynamic analysis of scraper conveyor operation with external loads / J. Świder, K. Herbuś, K.Szewerda // MATEC Web of Conferences 94, 01009 (2017). <https://doi.org/10.1051/mateconf/20179401009>

I.V. Kosarev, A.V. Meznikov, A.E. Volotov

State Institution «Donetsk Research, Design and Experimental Institute for Complex Mechanization of Mines» (State Institution «DONUGLEMASH») (Donetsk)

V.P. Kondrakhin /Dr. Sci. (Eng.)/

Donetsk National Technical University (Donetsk)

IMPROVING TECHNICAL LEVEL AND SAFETY OPERATION OF FACE SCRAPER CONVEYORS

Background. To ensure the effective operation of face scraper conveyors, it is necessary to provide high-quality capital repairs at specialized enterprises and carry out work on developing high-level scraper conveyors in production with the solution of issues of improving the safety of their operation.

Materials and/or methods. The structure of the fleet of conveyors that are in operation at the Donetsk People's Republic (DPR) mines in 2019, when working out layers with a capacity of 0.85...1.62 m, is determined, and an analysis of their design features are made: the type of conveyor arrangement of the traction chains; the calibre of the chain traction body; power drive units; conveyor drive design drive units; design of gears; pan rack design, including the type of pan rack sidewall; design of control stations.

Results. The technical condition of the park of face scraper conveyors at the DPR mines requires its modernization. To do this, it is necessary to master the production of a unified standard-sized series of conveyors of a new technical level and components (engines, control equipment) for them at machine-building enterprises of the Republic.

The main directions for building this series:

- by the location of chains-conveyors of the SP and SPC type;
- according to the speed of movement-two-speed with a speed ratio of 1/3;
- chains 24×86 mm for conveyors of the SPC type and 24×86 N for conveyors of the SP type;
- pan racks based on hot-rolled profiles of sidewalls SP205 for conveyors of the SP type and profiles SP192 for conveyors of the SPC type;
- drive units must be based on unified gearboxes;
- two-speed electric motors with a power of 55/160 kW, 65/200 kW and a speed ratio of 1/3;
- control equipment based on modular control stations with the possibility of implementing any start-up algorithm;
- conveyors must be equipped with a set of devices for transporting materials and components of mining equipment.

Conclusion. To improve the efficiency and safety of operation of complex-mechanized faces in the mines of the DPR, it is necessary to modernize the fleet of scraper conveyors by replacing the currently in operation and completing the newly introduced faces with conveyors of the standard-sized SP26D and SPC26D series with two-speed drive units with a capacity of 55/160 kW, 65/200 kW, modular control stations and a set of devices for transporting materials and mining units.

Keywords: scraper conveyor, drive unit, pan rack, safety, control station, starting modes.

Сведения об авторах

И.В. Косарев

Телефон: +380 (71) 331-29-27

Эл. почта: gu.donuglemash@yandex.ru

А.Е. Волотов

Телефон: +380 (71) 317-28-77

Эл. почта: dgum-mtp@yandex.ru

А.В. Мезников

ORCID iD: 0000-0003-2679-4630

Телефон: +380 (71) 344-74-40

Эл. почта: gu.donuglemash@yandex.ru

В.П. Кондрахин

SPIN-код: 9628-3575

Author ID: 6506839592

Телефон: +380 (71) 334-90-07

Эл. почта: vkondrakhin52@mail.ru

Статья поступила 24.12.2020 г.

© И.В. Косарев, А.В. Мезников, А.Е. Волотов, В.П. Кондрахин, 2020

Рецензент д.т.н., проф. О.Е. Шабеев