

*д.т.н. Заблодский Н.Н.,
к.т.н. Кузьменко В.И.,
Андрощук А.Д.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

МНОГОМОДУЛЬНАЯ ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ВУЛКАНИЗАЦИОННЫХ ПРЕССОВ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ

Наведені результати аналізу натискних систем вулканізаційних пресів конвеєрних стрічок, розглянуто переваги пневматичної системи створення тиску, розроблено технічні вимоги до багатомодульної пневматичної системи та наведено варіанти її виконання.

Ключові слова: *натискна система, вулканізаційний прес конвеєрних стрічок, багатомодульна пневматична система, алгоритм процесу вулканізації.*

Приведены результаты анализа нажимных систем вулканизационных прессов конвейерных лент, рассмотрены преимущества пневматической системы создания давления, разработаны технические требования к многомодульной пневматической системе, приведены варианты её исполнения.

Ключевые слова: *нажимная система, вулканизационный прес конвейерных лент, многомодульная пневматическая система, алгоритм процесса вулканизации.*

Известно, что на угольных шахтах Украины находится в эксплуатации более 39000 стыков конвейерных лент, а количество порывов стыков на каждый километр конвейерной ленты за десятилетний период эксплуатации достигает 62 [1]. Аварийные простои конвейеров на предприятиях с высоким уровнем конвейеризации достигают 10% рабочего времени, а плановые – на изготовление или ремонт стыков – 20%. В среднем один порыв стыка магистрального конвейера угольного предприятия приводит к потере добычи до 2000 тонн угля.

По железорудным и другим добывающим и обогатительным предприятиям данные по количеству стыков конвейерных лент отсутствуют. Но если сопоставить объёмы добычи угля – 27 млн. тонн за 2011 год и железной руды – 143 млн. тонн за 2009 год [2], а также учесть тот факт, что основным видом технологического транспорта на

железорудных и горно-обогатительных комбинатах был, есть и, по-видимому, еще долгое время будет конвейерный транспорт, вопрос выполнения качественной стыковки является очень актуальным.

Анализ публикаций и нормативных документов [3,4,5] а также многолетний практический опыт подтверждает, что качественная стыковка возможна только при обеспечении необходимого и, главное, равномерного давления на стык конвейерной ленты с возможностью его контроля и регулирования в процессе вулканизации.

Безусловными европейскими, да и мировыми лидерами по разработке и изготовлению вулканизационных прессов являются немецкие фирмы NILOS и WAGENER Schwelm. Многолетний опыт по соединению конвейерных лент, накопленный на горнорудных предприятиях различных стран, позволил немецким фирмам разработать широкую гамму вулканизационных прессов различных по назначению, конструкционному исполнению и техническим характеристикам [6]. На территории СНГ крупнейшим производителем вулканизационного оборудования является ОАО «Боровичский завод «Полимермаш» выпускающий более 40 модификаций прессов различной конструкции и назначения [7].

Несмотря на большое разнообразие вулканизационных прессов, их объединяет одна общая конструктивная особенность – наличие нажимной системы, предназначенной для создания равномерного давления по всей площади вулканизируемого стыка.

Классификация нажимных систем создания давления представлена в таблице 1.

Каждая из систем создания давления имеет свои достоинства и недостатки. Гидравлическая система до недавнего времени являлась самой распространенной и широко применялась и применяется в вулканизаторах немецкого и российского производства. Достоинства гидравлической системы очевидны в стационарных вулканизационных прессах, к которым не предъявляются требования по минимизации массы переносных частей и климатическим условиям эксплуатации. В переносных прессах оснащение, как правило, верхней нажимной балки гидроцилиндрами, опорными башмаками и гидравлическими трубками приводит к увеличению массы верхней балки на 15 -30 кг, снижению надёжности и существенному удорожанию вулканизатора. К тому же эксплуатация гидравлических вулканизаторов при температуре от +10⁰С и ниже сопряжена с определенными проблемами, вызванными увеличением вязкости рабочей жидкости. Кроме того, эксплуатация, обслуживание и ремонт гидравлической системы требует высокой квалификации обслуживающего персонала, наличия определенной номенклатуры запасных частей и инструментов.

Таблица 1 - Классификация нажимных систем вулканизационных прессов

Наименование системы	Конструктивные особенности	Контроль давления	Применение
Гидравлическая	Гидроцилиндры, гидродомкраты, ручной или электрический насос	+	NILOS (Германия) ПСТ(Россия)
	Гидравлическая диафрагма, маслостанция с подогревом масла до 150 ⁰ С.	+	ПВШ-120 (Россия)
	Гидравлическая диафрагма, насос	+	ПСШ-1М (Россия)
	Термокомпрессионная диафрагма	-	ПСА,ПСС, ПВМ(Россия)
Пневматическая	Одномодульная диафрагма (подушка), компрессор	+	NILOS, WAGENER (Германия), SHOW ALMEKS, ALLIS CHALMEPS (Канада)
	Многомодульная диафрагма, компрессор	+	ВКЛП(Украина)
Механическая	Стяжное устройство винтового типа, динамометрический ключ, компенсатор прогиба	+	Вулканизаторы серии ВКЛ (Украина)
	Стяжное устройство винтового типа, рычаг	-	ВИКЛ -650, ВИКЛ-800 (Украина)
Гидромеханическая	Стяжное устройство винтового типа, диафрагма	+	WAGENER (Германия)

Гидравлическая система термокомпрессионного типа лишена основных недостатков классической гидросистемы, но из-за низкой на-

дежности сварной металлической диафрагмы и наличия в ней горячей жидкости под давлением, не может быть рекомендована к широкому внедрению.

Механическая и гидромеханическая системы создания давления отличаются конструктивной простотой, неприхотливостью в эксплуатации и при наличии компенсатора прогиба механического, пневматического или гидравлического типа, а также динамометрического ключа, пневматического или электрического гайковерта и манометра, способны создать равномерное, контролируемое давление по всей поверхности вулканизируемого участка конвейерной ленты. Недостатки механической системы можно разделить на две группы – технические и эксплуатационные. Технические недостатки обусловлены следующими обстоятельствами:

- существенными механическими нагрузками на резьбовую пару гайка – винт, что приводит к быстрому износу резьбы, особенно при интенсивной эксплуатации в условиях запыленной окружающей среды;
- необходимостью в высококвалифицированных кадрах, способных с высокой точностью изготовить упорную или трапецеидальную резьбу;
- недостаточно высокой надежностью динамометрических ключей или их высокой стоимостью.

Эксплуатационные недостатки связаны с определенными неудобствами, возникающими при стыковке конвейерных лент в условиях ограниченного пространства – в конвейерных галереях, подвалах и т.п. Дело в том, что при стыковке конвейерных лент шириной 1000 мм и более необходим динамометрический ключ длиной 700 мм, а усилие на рукоятке ключа должно составлять 40-50 кг. При этом затяжка каждой пары стяжных устройств должна производиться синхронно и в два этапа для создания предварительного и рабочего давления. Создание нормального давления на стык конвейерной ленты при таких условиях крайне затруднительно, а в некоторых случаях и невозможно.

Пневматическая система создания давления лишена практически всех недостатков, характерных для гидравлической и механической системы и при соблюдении правил эксплуатации и хранения работает без обслуживания и ремонта долгие годы. Примером тому могут служить пневматические подушки, которые в составе канадского прессы «ALLIS - CHALMERS» эксплуатируются на ОАО «Полтавский ГОК» более 30 лет. По мнению специалистов комбината, пневматическая система создания давления является лучшей из всех существующих систем поскольку:

- а) обеспечивает равномерное давление по всей площади стыка, что гарантирует высокое его качество и позволяет практически в два

раза уменьшить рекомендуемую правилами длину стыка при равных показателях его прочности;

б) чрезвычайно надежна и проста в монтаже и транспортировке за счет небольшой массы (15-20 кг) и габаритов;

в) упрощает и облегчает конструкцию нажимных балок и нагревательных плит вулканизатора за счет равномерного распределения усилия по всей длине балки.

г) не создает проблем при любых условиях эксплуатации, а время набора давления от 0 до 0,8 МПа занимает не более одной минуты.

Недостатками одномодульной пневматической системы являются высокая стоимость подушки и сложная технология её изготовления, обусловленная необходимостью изготовления дорогостоящей технологической оснастки на каждый типоразмер вулканизационного пресса.

Форма и размеры подушки могут отличаться как углом скоса стыка, величина которого может колебаться от 0 до $22^{\circ}40'$ к линии перпендикулярной оси конвейерной ленты, так и размерами стыка. При этом длина стыка даже для одного типоразмера ленты может отличаться в 1,5 – 2 раза, что зависит от множества объективных и субъективных факторов.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости разработки универсальной нажимной пневматической системы вулканизационных прессов конвейерных лент, которая должна отвечать следующим техническим требованиям:

- 1) рабочее давление - 0,8 и 1,4 МПа;
- 2) удельная масса – не более 20 кг/м²;
- 3) рабочая температура – 100⁰С;
- 4) падение давления – не более 0,1 МПа за рабочий цикл (примерно 8 часов);
- 5) невысокая удельная стоимость – не выше 5000 грн/м²;
- 6) технология изготовления должна обеспечивать изготовление пневматической системы любых размеров и формы;
- 7) конструкция пневматической системы должна быть многомодульной, что обеспечит её ремонтпригодность и позволит создавать давление на вулканизируемый стык конвейерной ленты по заданному алгоритму в автоматическом или ручном режиме управления;
- 8) конструкция системы должна быть вандалоустойчивой, иметь высокую стойкость к проколам, надрезам и другим механическим повреждениям, иметь приспособление для переноски и (при необходимости) шаровой кран или обратный клапан с устройством сброса давления и манометр;
- 9) среда давления – воздух (до 1,0 МПа) или смесь вода – гликоль (до 1,4 МПа);

10) давление должно создаваться с помощью переносного компрессора (без ресивера или с ресивером малого объёма) или гидравлического насоса с ручным или электрическим приводом.

С учетом приведенных требований разработано несколько вариантов конструкции пневматической системы вулканизационных прессов, которые объединяет один общий элемент – пневматический модуль, изготовленный из дополнительно формованного резинового рукава диаметром 80 – 120 мм с герметизацией торцевых частей, выполненных по специальной технологии с интегрированием штуцера для подачи рабочей среды. Общий вид модуля и его поперечный разрез изображены на рисунке 1. Размеры А и Б пневматического модуля и количество модулей определяют размеры пневматической системы, а угол торцевых заделок α – угол скоса стыка конвейерной ленты, что позволит по единой технологии с использованием одного набора технологической оснастки и однотипных материалов и комплектующих изготовить пневматическую систему любых размеров и формы.

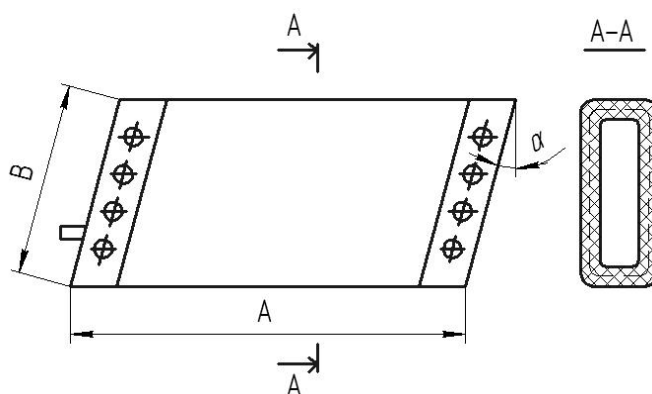


Рисунок 1 - Пневматический модуль

Многомодульная пневматическая система с поперечным расположением модулей и одноконтурной схемой создания давления, изображённая на рисунке 2, является самой простой, надёжной и дешёвой, поскольку для её изготовления требуется минимальное количество модулей, а, следовательно, минимальное количество заделок, штуцеров и т.п. Кроме того, такая система позволяет выполнять компоновку неограниченного количества подушек вдоль конвейерной ленты при стыковке широких или тяжёлонагруженных лент. Следует также отметить, что в этом варианте пневматической системы пространственная ориентация пневматических модулей совпадает с ориентацией нажимных балок, что облегчает работу, как нажимной системы, так и нагревательных плит вулканизационного прессы.

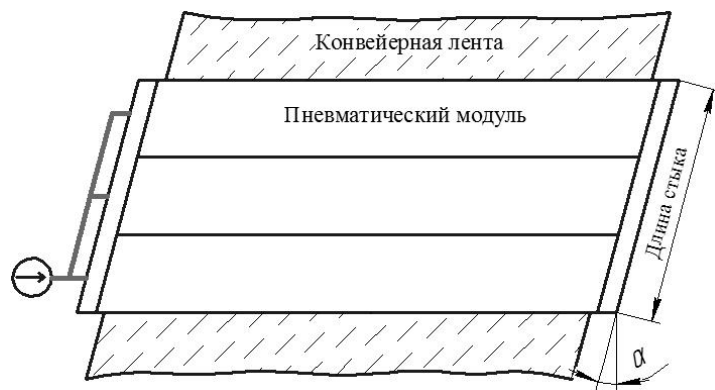


Рисунок 2 - Многомодульная пневматическая система с поперечным расположением модулей и одноконтурной схемой создания давления

Многомодульная пневматическая система с продольным расположением модулей и одноконтурной схемой создания давления, изображенная на рисунке 3, предпочтительна для узких, но тяжёлонагруженных конвейерных лент шириной до 1000мм с длиной стыка не менее его ширины. Общий вид опытного образца такой пневмосистемы представлен на рисунке 5. А на рисунке 4 изображена такая же пневмосистема только с многоконтурной системой создания давления, что позволит создавать давление на стыке конвейерной ленты по заданному закону. Например, в первую очередь - в модуле №4, затем последовательно с заданным интервалом времени- в модулях №3,5; №2,6; №1,7. Это позволит повысить прочность стыкового соединения за счет дегазации стыка путем вытеснения пузырьков воздуха и газообразных продуктов вулканизации от центра стыка к его периферийным частям.

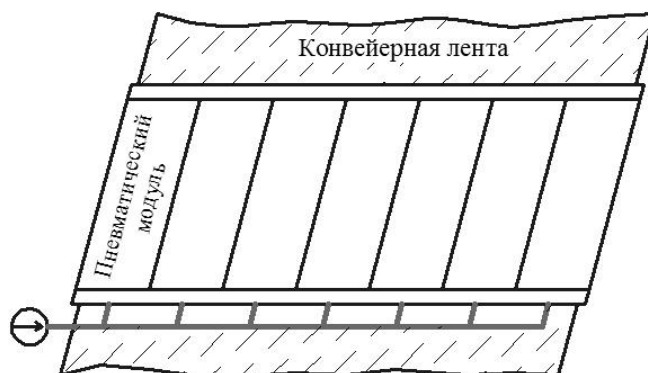


Рисунок 3 - Многомодульная пневматическая система с продольным расположением модулей и одноконтурной схемой создания давления

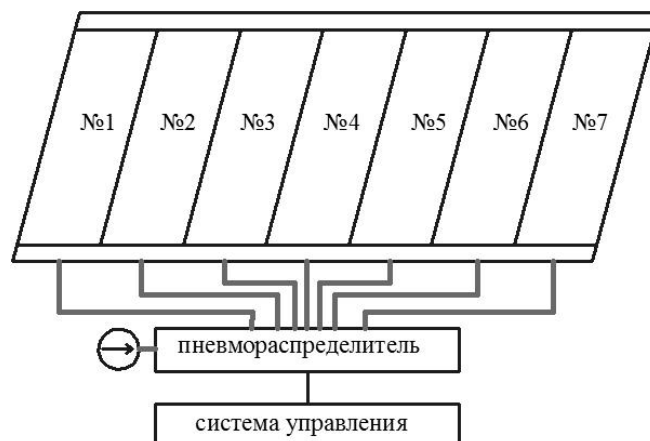


Рисунок 4 - Многомодульная пневматическая система с продольным расположением модулей и многоконтурной схемой создания давления

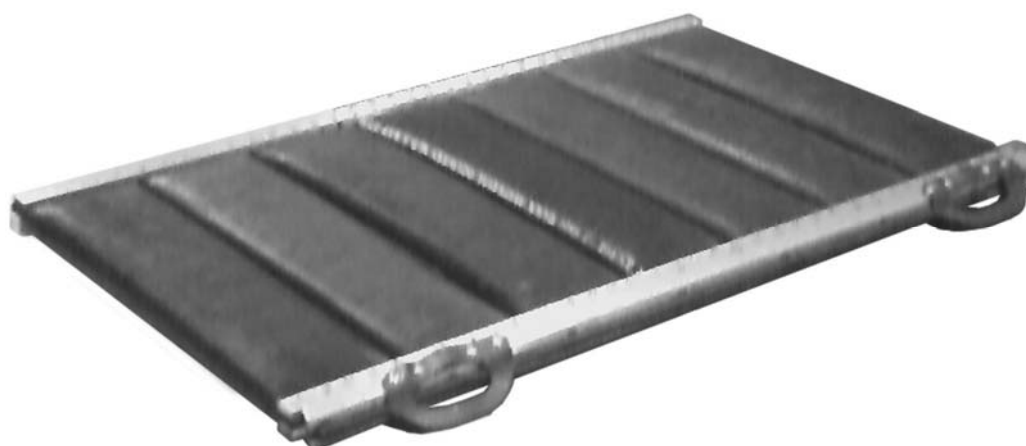


Рисунок 5 - Общий вид опытного образца многомодульной пневматической системы с продольным расположением модулей

Необходимо отметить, что все три вида пневмосистемы позволяют полностью автоматизировать процесс вулканизации конвейерной ленты по алгоритму, приведенному на рисунке 6, что позволит полностью исключить влияние человеческого фактора на технологический процесс. Реализация процесса автоматической вулканизации конвейерной ленты с точки зрения элементной базы вполне реальна и экономически целесообразна, однако требует дополнительной научно – технической проработки.

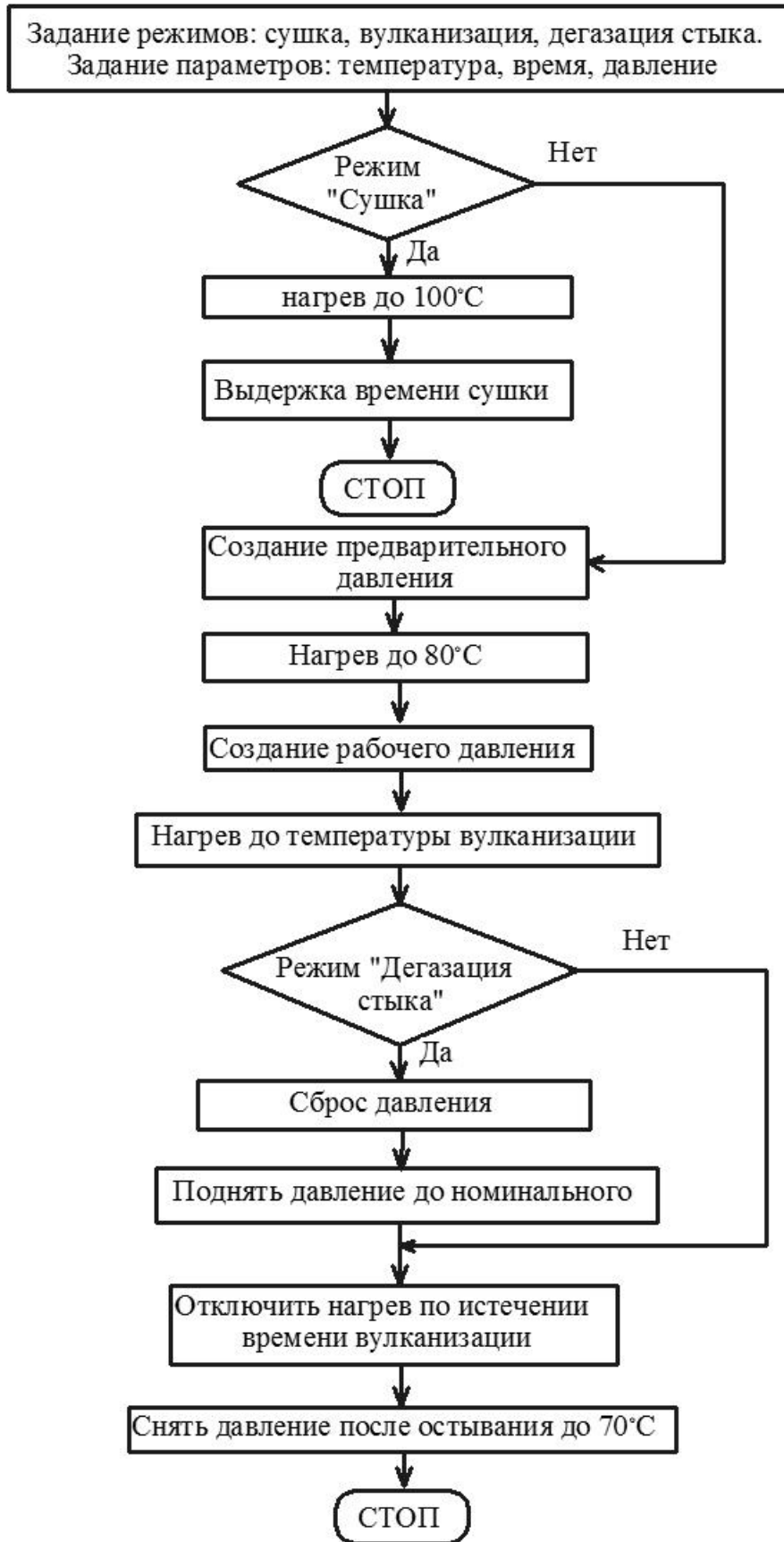


Рисунок 6 - Алгоритм работы вулканизационного пресса

Вывод. Разработанная универсальная многомодульная пневматическая система создания давления позволяет выполнить стыковку конвейерных лент всех типов в составе любых вулканизационных прессов, что обеспечит высокую прочность стыка, позволит сократить временные, финансовые и человеческие ресурсы на выполнение одного стыка, существенно уменьшит массу вулканизационного оборудования и снизит расходы на его эксплуатацию и обслуживание.

Библиографический список

1. Ихно С.А. Основные пути повышения качества стыковых соединений лент шахтных конвейеров / С.А. Ихно, Ю.А. Беломестнов, В.В. Баштырев, В.А. Фифиндик, А.Я. Грудачёв // Уголь Украины, 2004. – С. 32 – 34.

2. Перегрудов В.В. Современное состояние и перспективы развития железорудной промышленности Украин / В.В Перегрудов, А.Е. Грицина, Б. Т. Драгун // Металлург.и горноруд. пром-сть. – 2010. - №2. – С. 148 – 153.

3. Андросук А.Д. Переносные вулканизаторы – прессы для предприятий горнорудной и металлургической промышленности / А.Д. Андросук, Н.Н. Заблодский., В.И. Войтенко, А.Н. Рассыпной // Металлург.и горноруд. пром-сть. – 2007. - №2. – С. 63 – 66.

4. Кузнецов А.С. Тенденции развития сервисного сопровождения и эксплуатации конвейерных лент на предприятиях Украины / А.С. Кузнецов // Горное оборудование и электромеханика, 2006. - №2. - С. 46 – 47.

5. Правила эксплуатации подземных ленточных и пластинчатых конвейеров на угольных и сланцевых шахтах. – М.: ИГД им. Скопинского, 1980. – 223с.

6. Хартлиб П Современный уровень развития вулканизационных прессов NILOS и WAGENER Schwelm / П. Хартлиб, К. Франке, А. Ишимов, Х. Райт, А. Кондрашин // Уголь, 2009. – С. 19 – 21.

7. Васильев А.Н. Оборудование для вулканизации конвейерных лент завода «Полимермаш» / А.Н. Васильев, П.Н.Мананников, Ю.И. Григорьев.// Глюкауф на русском языке – 2000. - №1. – С. 63 – 66.

Рекомендована к печати д.т.н, проф. Корнеевым С.В.