DOI 10.52209/1609-1825_2024_1_295 УДК 656.074

Разработка системы управления натяжным устройством ленточных конвейеров

[1]***ЮМАГУЖИН Шамиль Белосович,** магистрант, yaalobrr@gmail.com,*
*[1]**КЫЗЫЛБАЕВА Эльвира Жанабековна,** PhD, и.о. доцента, elvirakiz@mail.ru,*
*[1]**ИЩЕНКО Александр Петрович,** к.т.н., доцент, ishchenko_60@mail.ru,*
[1]НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,
пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,
**автор-корреспондент.*

***Аннотация.** Ленточные конвейеры являются одними из самых распространенных транспортирующих машин, обладающих высокой производительностью, экономичностью, простотой обслуживания и надежностью. Спектр их применения очень широк, поэтому улучшение их эксплуатационных характеристик является актуальной задачей. В качестве объекта модернизации принято натяжное устройство ленточного конвейера. Суть заключается в разработке адаптивной автоматизации процесса натяжения путём установки гидропривода. В статье на основе анализа известных конструкций натяжных устройств, предложен вариант гидравлической натяжной станции, обеспечивающей адаптивное изменение натяжения ленты. Практическая ценность материала заключается в снижении износа ленты конвейера.*

***Ключевые слова:** ленточный конвейер, лента, транспортирование, натяжное устройство, надежность, неисправности конвейера, пробуксовка ленты, маслостанция, гидроцилиндр, руда, роликоопоры, барабаны, повышение эффективности, датчики.*

Введение. С ростом научно-технического прогресса все чаще используются автоматизированные линии, не требующие дополнительной рабочей силы, повышающие производительность в несколько раз. Внедренные в производство линии полностью заменяют ручной труд, а управление и контроль осуществляются одним человеком.

Ленточные конвейеры используются во многих отраслях экономики, а также работают в разнообразных условиях, тем самым они подвержены разным факторам, которые существенно воздействуют на их надёжность и долговечность. Поэтому решение проблем их эксплуатации с целью повышения эффективности является актуальной задачей [1, 2].

Целью исследования является усовершенствование одного из узлов ленточного конвейера. В качестве объекта модернизации принято натяжное устройство ленточного конвейера. Суть заключается в разработке адаптивной автоматизации процесса натяжения путём установки гидропривода.

Для управления натяжным устройством предполагается использовать электронный блок, который будет обрабатывать сигналы с датчиков.

Датчики должны отражать такие показатели, как:

- производительность;
- скорость ленты;
- давление в гидроцилиндре, которое прямо пропорционально необходимому усилию натяжения ленты.

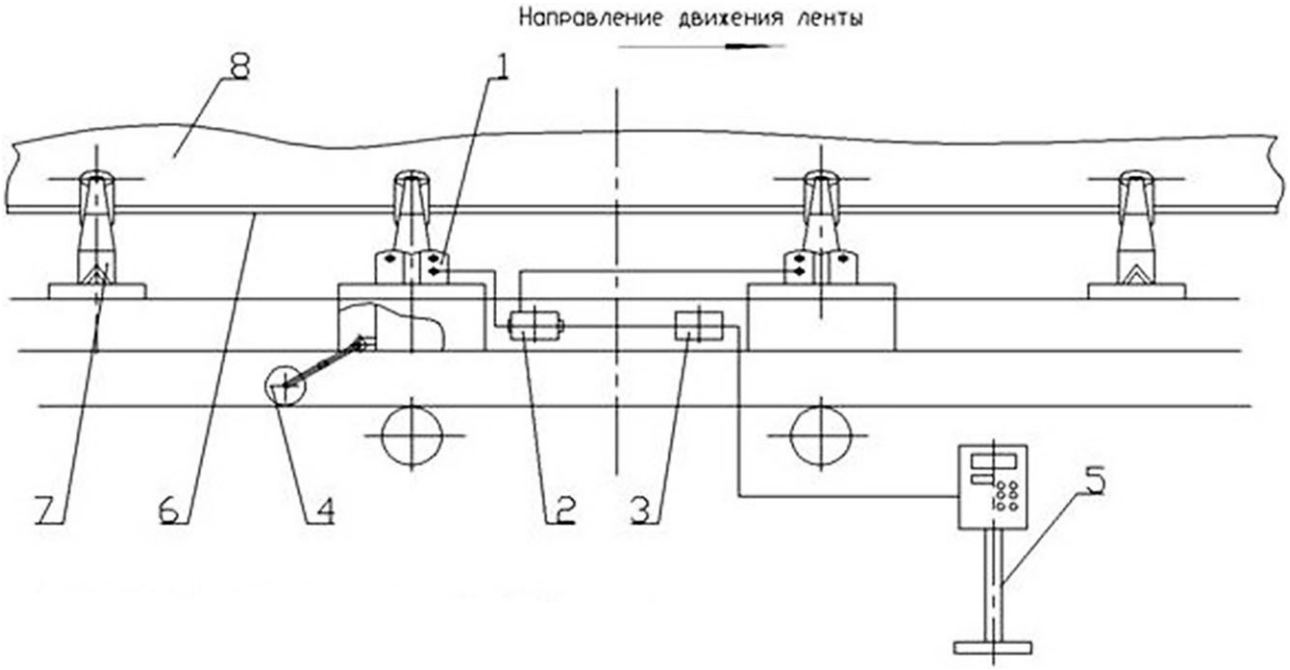
Для определения степени загруженности конвейера по производительности могут быть использованы тензометрические конвейерные весы (рисунок 1).

Весы используются для определения массы любых транспортирующих материалов на конвейерной ленте.

Весы имеют широкое применение в различных отраслях промышленности и применяются для взвешивания угля, руды, щебня, песка, цемента и т.д.

Основное предназначение тензометрических весов – это определение производительности сыпучего или кускового материала, который в свою очередь транспортируется на ленточном конвейере.

Принцип действия данных весов основан на определении полезной нагрузки в каждый момент времени и измерении скорости движения ленты конвейера для определения суммарной массы продукта, прошедшего че-



1 – весоизмерительные тензодатчики; 2 – суммирующая коробка; 3 – блок нормирующих преобразователей; 4 – датчик скорости; 5 – весовой терминал; 6 – лента транспортерная; 7 – стационарные ролики; 8 – взвешиваемый продукт

Рисунок 1 – Тензометрические конвейерные весы

рез весы, и вывода полученной информации на электронный блок управления [3, 4].

Устройство состоит:

- из рамы грузоприёмного устройства, которая подвешена на четырех тензодатчиках с помощью соединительных узлов. Данные тензодатчики устанавливаются на поперечных балках, встраиваемых в конвейер;
- подвески, которая позволяет использовать весы на конвейерах с углом наклона до 20 градусов.

Для определения скорости ленты предлагается использовать датчик скорости MD-256, который предназначен для работы с тензометрическими весами (рисунок 2).

Принцип работы датчика заключается в передаче сигнала на интегратор, который вычисляет скорость транспортируемого материала.

Преимуществами данного датчика является маленький вес – всего 1,22 кг, возможность наружной установки из-за прочного литого алюминиевого корпуса

Он непосредственно подсоединяется к вращающему валу заднего или отклоняющего ролика для точного определения скорости ленты, устраняя проблемы, связанные с проскальзыванием ленты и отложениями материала на ней. MD-256 преобразует вращательное движение вала в серию импульсов – 256 импульсов на оборот, используя

Рисунок 2 – Датчик скорости конвейерной ленты MD-256

высокоточный вращающийся оптический датчик положения.

Цифровой сигнал передается как вход-

ной сигнал скорости на любой интегратор Milltronics для вычисления скорости ленты, расхода и суммарного веса.

Датчик скорости MD-256, имеющий высокую разрешающую способность, выдает частотный сигнал, пропорциональный скорости вала, обеспечивая точное измерение при малой или изменяющейся скорости вала.

Импульсный датчик положения вала предотвращает появление ошибочных сигналов величины скорости вследствие вибрации или колебания вала. MD-256 легко устанавливается и может работать в двух направлениях, при движении ленты по и против часовой стрелки.

Реле давления. Реле давления применяется для последовательного включения или выключения отдельных исполнительных органов машины и для осуществления дистанционного управления. С помощью него необходимо обеспечить контроль за давлением в гидросистеме с подачей электросигнала, свидетельствующего, например, о перегрузке системы.

Датчик давления серии TPS20 в корпусе из нержавеющей стали. Точность измерения датчика обусловлена низким показателем погрешности, которая составляет ±0,3% полного диапазона (рисунок 3).

Измерительный преобразователь давления серии TPS20 имеет аналоговый выход, с передачей данных по токовой петле 4-20 мА.

Варианты исполнения разъемов представлены клеммным присоединением, кабельным и разъемом DIN.

На устройствах с клеммным соединением имеется функция сброса, задания нуля и диапазонов измерения.

Достоинствами датчика давления являются:

- высокая чувствительность измерения;
- способность выдерживать скачки давления до 300% номинального диапазона измерения;
- время отклика до 100 мс;
- большой срок эксплуатации мембраны из нержавеющей стали;
- небольшие габаритные размеры;
- возможность применения на открытом воздухе;
- лёгкость обслуживания, которое заключается в смене уплотнительного кольца;

Алгоритм управления конвейером, в соответствии с которым регулируется натяжение ленты, представлен на рисунке 4.

Начало работы программы осуществляется в блоке 1. В блок 2 – вводятся исходные данные:

- давление в гидросистеме;
- производительность конвейера;

Рисунок 3 – Датчик давления серии TPS20

- скорость ленты.

В блоке 3 происходит опрос датчиков, то есть снимаются показания с тензометрических весов, с реле давления и датчика контроля скорости ленты, установленных на конвейере. После этого, когда конвейер не работает, в блок 4 подаётся команда на запуск маслостанции, которая обеспечивает предварительное натяжение ленты перед запуском конвейера, которая осуществляется в блоке 5. Натяжение ленты контролируется по показаниям жидкости в гидроцилиндре, сравнение которого с требуемым значением происходит в блоке 6, если достигнуто требуемое натяжение ленты, то происходит отключение маслостанции в блоке 7 и включение конвейера, если не достигнуто, то маслостанция продолжает работать и гидроцилиндр натягивает ленты. После включения конвейера в блоке 8 система снова опрашивает датчики скорости в блоке 9. Если предыдущая скорость больше фактической, то это значит, что конвейер находится в стадии разгона и необходимо усилить натяжение ленты в блоке 10. Если давление в гидроцилиндре больше давления при запуске, то маслостанция выключается в блоке 11, если условие не выполняется, то в блоке 12 маслостанция включается и после снова возвращаемся в блок 9. Если же предыдущая скорость меньше фактиче-

Технические характеристики измерительного датчика давления серии TPS20	
Вид измеряемого давления	манометрическое, абсолютное, смешанное;
Рабочие среды	пар, газ, жидкость, текучие среды
Номинальный диапазон измерений	760 мм рт.ст. 0-30 кгс/см^2 (смешанное давление); 0-0,2…350 кгс/см^2 (манометрическое давление); 0-1,0…35 кгс/см^2 (абсолютное давление);
Погрешность, %	±0,3
Напряжение питания, В	От 15 до 35
Выходной сигнал, мА	4-20
Мощность потребления, Вт	0,5
Сопротивление нагрузки, Ом	600
Время отклика, мс	<100
Рабочая температура, °С	От –10 до +70
Электрическое соединение	разъем с клеммным присоединением; кабельный разъем (тип L; тип I); разъем DIN
Вес, кг	0,32

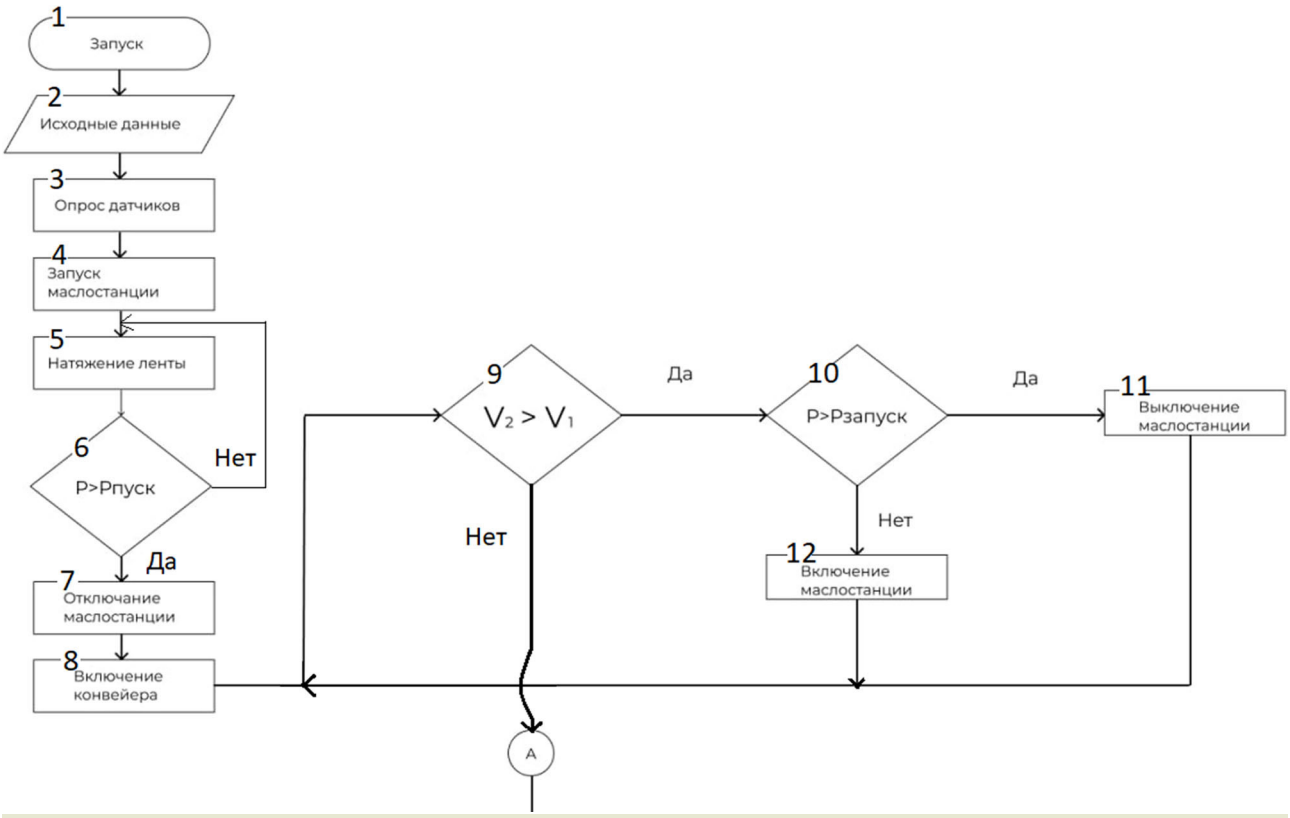


Рисунок 4 – Алгоритм управления конвейером

ской, то это значит, что конвейер запустился, и дальше система снимает показания с конвейерных весов в блоке 13. После в блоке 14 производится расчёт давления для натяжения ленты. После расчётов давления система опрашивает датчик давления в блоке 15 для установления состояния системы. Далее с блоков с 16 по 28 осуществляется настройка натяжной станции в зависимости от производительности. При этом диапазон

рациональной работы ограничивается максимальным и минимальным давлением. Алгоритм завершает работу после того, как конвейер выключается.

Выводы. Установлено, что большинство натяжных устройств не решает полностью проблему пробуксовки ленты, и предложено адаптивное гидравлическое натяжное устройство, которое является компактным, а также помогает решать проблемы натяжения конвейеров средней длины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев В.Г., Вержанский А.П. Основы теории ленточных конвейеров. – М.: Горная книга, 2017. – 592 с.
2. Транспортирующие и грузоподъемные машины: Учебное пособие / А.П. Ищенко, Е.Ш. Дюсенбаев; Карагандинский технический университет: – Караганда: Изд-во КарТУ, 2021. – 95 с.
3. Расчет и проектирование ленточных конвейеров: учебно-методическое пособие / Г.Г. Кожушко, О.А. Лукашук. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 232 с.
4. Степыгин, В.И. Подъемно-транспортные установки. Проектирование: учебное пособие для вузов / В.И. Степыгин, Е.Д. Чертов, С.А. Елфимов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 201 с.

Таспалы конвейерлердің кернеу құрылғысын басқару жүйесін әзірлеу

*[1]***ЮМАГУЖИН Шамиль Белосович,** магистрант, yaalobrr@gmail.com,*
*[1]**КЫЗЫЛБАЕВА Эльвира Жанабековна,** PhD, доцент м.а., elvirakiz@mail.ru,*
*[1]**ИЩЕНКО Александр Петрович,** т.ғ.к., доцент, ishchenko_60@mail.ru,*
[1]«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,
**автор-корреспондент.*

***Аңдатпа.** Таспалы конвейерлер – өнімділігі, үнемділігі, техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығы және сенімділігі жоғары ең көп таралған тасымалдау машиналарының бірі. Оларды қолдану аясы өте кең, сондықтан олардың өнімділігін жақсарту өзекті міндет болып табылады. Жанғырту нысаны ретінде таспалы конвейердің кернеу құрылғысы қабылданды. Төменгі жол-гидравликалық жетекті орнату арқылы кернеу процесін адаптивті автоматтандыруды дамыту. Мақалада белгілі кернеу құрылғыларының конструкцияларын талдау негізінде таспаның керілуінің адаптивті өзгеруін қамтамасыз ететін гидравликалық кернеу станциясының нұсқасы ұсынылған. Материалдың практикалық құндылығы конвейер таспасының тозуын азайту болып табылады.*

***Кілт сөздер:** таспалы конвейер, таспа, тасымалдау, кергіш, сенімділік, конвейердің ақаулары, таспа сырғуы, май станциясы, гидравликалық цилиндр, руда, роликтер, барабандар, тиімділікті арттыру, сенсорлар.*

Development of a Control System for the Tensioning Device of Belt Conveyors

*[1]***YUMAGUZHIN Shamil,** Master's Student, yaalobrr@gmail.com,*
*[1]**KYZYLBAYEVA Elvira,** PhD, Acting Docent, elvirakiz@mail.ru,*
*[1]**ICHSHENKO Alexandr,** Cand. of Tech. Sci., Docent, ishchenko_60@mail.ru,*
[1]NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», N. Nazarbayev Avenue, 56, Karaganda, Kazakhstan,
**corresponding author.*

Abstract. *Belt conveyors are one of the most common conveying machines with high productivity, economy, ease of maintenance and reliability. The range of their application is very wide and therefore the improvement of their operational characteristics is an urgent task. The tensioning device of the belt conveyor is accepted as an object of modernization. The essence lies in the development of adaptive automation of the tension process by installing a hydraulic drive. In the article, based on the analysis of known designs of tensioning devices, a variant of a hydraulic tensioning station is proposed that provides an adaptive change in the tension of the belt. The practical value of the material is to reduce the wear of the conveyor belt.*

Keywords: *belt conveyor, belt, transportation, tensioner, reliability, conveyor failures, belt slip, oil station, hydraulic cylinder, ore, rollers, drums, efficiency increase, sensors.*

REFERENCES

1. Dmitriev V.G., Verzhanskij A.P. Osnovy teorii lentochnyh konvejerov [Fundamentals of the theory of belt conveyors]. Gornaja kniga [Mountain book]. Moscow, 2017. 592 p.
2. Transportirujushhie i gruzopodemnye mashiny [Transport and lifting machines]: Uchebnoe posobie [Tutorial]. A.P. Ishhenko, E.Sh. Djusenbaev; Karagandinskij tehnicheskij universitet. Karaganda: Publ. KarTU, 2021. 95p.
3. Raschet i proektirovanie lentochnyh konvejerov: uchebno-metodicheskoe posobie. [Calculation and design of belt conveyors]. G.G. Kozhushko, O.A. Lukashuk. Ekaterinburg: Publ. Ural. un-ty, 2016. 232 p.
4. Stepygin, V.I. Podemno-transportnye ustanovki. Proektirovanie: uchebnoe posobie dlja vuzov [Hoisting and transport installations. design]. V.I. Stepygin, E.D. Chertov, S.A. Elfimov. – 2-e izd., ispr. i dop. – Moscow: Publ. Jurajt, 2021. 201 p.