

УДК 622.232.32

EDN: CLZXOA

Корнеев С. В., *Доброногова В. Ю.*Донбасский государственный технический университет***E-mail: kafedra.gemio@dstu.education*

НОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОНЦОВ РЕЗИНОТКАНЕВЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ ПОД ЗУБЧАТЫЙ СТЫК

Для обработки концов резинотканевых конвейерных лент под зубчатый стык предлагается устройство с узлом фиксации ленты, содержащим прижимной элемент в виде трафарет-копира, который по контуру повторяет форму зубьев на ленте и служит направляющим для режущего инструмента при нарезании зубьев. Устройство обеспечивает необходимую точность изготовления зубьев, что является одним из условий достижения высокой прочности стыка.

Ключевые слова: *резинотканевая конвейерная лента, зубчатый стык, геометрические параметры зубьев, устройство для разделки концов ленты, узел фиксации, трафарет-копир.*

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Ленточные конвейеры остаются наиболее эффективным и высокопроизводительным видом непрерывного транспорта в различных отраслях промышленности.

Функции грузонесущего и одновременно тягового органа конвейера выполняет лента, в настоящее время преимущественно с тканевым каркасом. На длинных конвейерах тяговый орган формируется из отдельных соединяемых последовательно кусков длиной не более 200 м, которые поставляются заводом-изготовителем в бухтах. Куски ленты соединяются, образуя тяговый орган, механическим способом или, если позволяют условия изготовления стыков, способами холодной или горячей вулканизации.

Стыковка конвейерных лент горячей вулканизацией признана самым эффективным способом соединения из всех существующих технологий замыкания ленты, так как позволяет получить практически монолитную структуру материала и наиболее прочный стык [1, 2].

Для многопрокладочных лент стыки традиционно представляют собой ступенчатую конструкцию нахлестного (Н) или полунахлестного (ПН) типа. Ступенчатым вулканизованным соединениям и технологии их изготовления присущи следующие

недостатки: неравномерное распределение касательных напряжений по длине каждой ступени и стыка в целом; концентрация нормальных напряжений в тканевых прокладках, которые прилегают к разрезанным; снижение усталостной прочности стыка в результате действия нормальных («отрывающих») напряжений в связующем слое, появление которых обусловлено жесткостью тканевых прокладок и резиновых обкладок ленты в зоне крайних ступеней стыка при его взаимодействии с барабанами и роликами конвейера; некачественная поверхность ступеней стыка, которая образуется при подготовке ступеней стыка; невозможность качественной обработки бортов ленты в зоне стыка, что не позволяет получить полное соприкосновение соединяемых поверхностей вдоль бортов, особенно это негативно сказывается на прочности и долговечности соединений, выполненных холодной вулканизацией; высокая трудоемкость изготовления стыков, так как основная часть операций при подготовке кромок осуществляется ручным способом; невозможность использования ступенчатых стыков для соединения конвейерных лент с цельнотканым каркасом; в соединениях ПН типа число ступеней на единицу меньше числа прокладок в ленте, что существенно ослабляет прочность стыка [3, 4].

Постановка задачи. Среди альтернативных конструкций стыковых соединений, свободных от отмеченных недостатков ступенчатых соединений, наиболее разработанными являются зубчатые [3–7]. Концы соединяемых лент представляют собой ряд в виде трапеции или параллелограмма (рис. 1). Боковые поверхности зубьев имеют форму клина, т. е. боковые грани выступов наклонены под некоторым углом к поверхности ленты.

Концы лент соединяют встык, укладывая выступы одного конца ленты во впадины другого.

В технологическом процессе изготовления зубчатых стыков наиболее ответ-

ственной и трудоемкой операцией является разделка концов ленты под стык.

В ДонГТУ разработан стенд [8], на котором проводились исследования отдельных операций по нарезанию зубьев на конце резиноканевой конвейерной ленты. Стенд по сути представляет собой устройство для нарезания зубьев, но в силу конструктивных особенностей не может быть применен в условиях производства. В процессе исследований выявлены недостатки, установлена работоспособность и намечены пути модернизации отдельных узлов, которые вошли в состав разработанных впоследствии устройств для разделки концов лент под зубчатый стык.

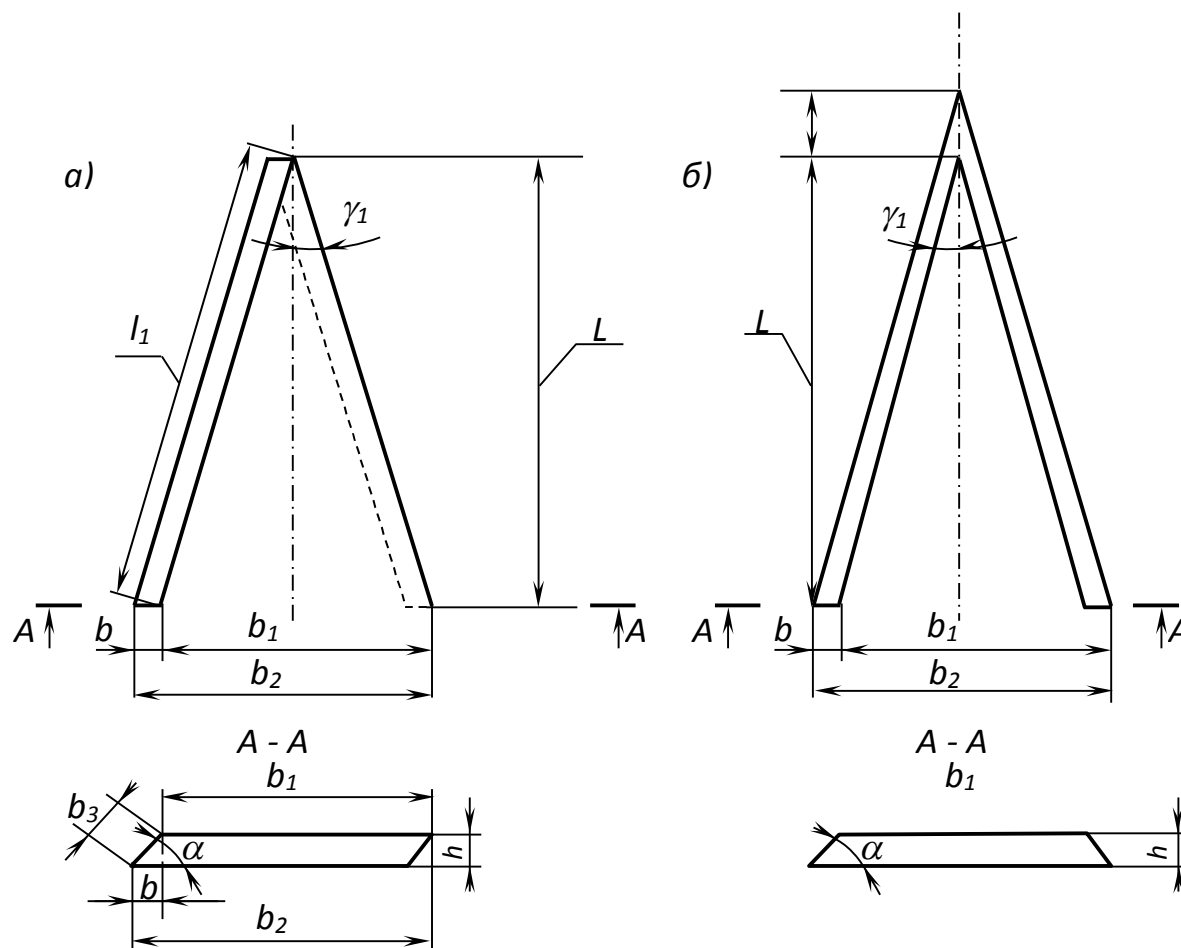


Рисунок 1 — Геометрия зубьев зубчатого стыка конвейерных лент с сечением зуба:
а — в виде параллелограмма, б — в виде трапеции

Известно устройство [9] для обработки концов конвейерных лент (рис. 2), которое состоит из рамы, выполненной в виде шарнирного параллелограмма, противоположные звенья которого одинаковые по конструкции и назначению. Одна из пар звеньев исполнена в виде направляющих 1 с консолями на концах, в которых жестко закреплены вертикальные оси 2 с резьбами. Другая пара звеньев выполнена в виде талрепов 3 и состоит из муфт 4 с левой и правой резьбами на торцах, ввинченных в них ушек 5 с отверстиями в их плоских частях. Талрепы 3 установлены отверстиями ушек 5 на вертикальные оси 2 направляющих 1, а между талрепами 3 размещены повторяющие внешнюю форму направляющих 1 ползуны 6 с полками, в которых жестко закреплены вертикальные оси 7. Для жесткого крепления ползунов 6 на направляющей 1 установлены болты 8. Направляющая 9 круглого сечения со шпоночным пазом 10 по всей длине по конструкции аналогична талрепам 3 и установлена на вертикальных осях 7 ползунов 6; причем ось направляющей 9 находится в одной горизонтальной плоскости с осями талрепов 3, и эти оси параллельны между собой. На направляющей 9 установлена с возможностью продольного перемещения каретка 11 с жестко закрепленным корпусом 12 салазок ножа и шпонкой 13, которая взаимодействует со шпоночным пазом 10 направляющей 9. Корпус 12 выполненный в виде коробчатой направляющей, в которой с помощью винта 14 перемещаются салазки 15 с закрепленным на них ножом плоской формы 16, положение которого фиксируется болтом 17; причем продольная ось ножа 16 перпендикулярна оси направляющей 9, которая установлена на ползунах 6 с возможностью поворота вокруг своей оси. На одной из ушек 5 направляющей 9 жестко закреплена консоль 18 с ручной лебедкой 19, тяговый орган 20, которой выполнен из стальной ленты и закреплен на каретке 11 посредством узла соединения в виде плоской втулки 21.

Устройство работает следующим образом. На раме конвейера жестко крепится деревянный щит, размеры которого не меньше размеров устройства. После этого на щите укладывают концы конвейерной ленты внакладку или встык и предварительно крепят гвоздями, струбцинами или с помощью клея. После этого на ленту устанавливают устройство, выставляют и фиксируют угол α рамы. Жестко крепят ленту к щиту или раме конвейера, затем вращением направляющей 9 выставляют и фиксируют угол β наклона ножа к поверхности ленты и положение направляющей 9 относительно направляющих 1. Далее винтом 14 нож 16 внедряют в ленту на необходимую глубину и фиксируют болтом 17. После этого лебедкой 19 перемещают каретку 11 вдоль направляющей 9, разрезая ленту в нужном направлении. Для проведения следующего реза, параллельного первому, раскрепляют ползуны 6, 18 и перемещают направляющую 9 на шаг резания.

Данное устройство, как следует из анализа его конструктивных особенностей и принципа работы, не может обеспечить заданную точность геометрических параметров зубьев. Причиной этому являются:

- 1) ручная разметка зубьев на поверхности ленты;
- 2) установка вручную всех подвижных элементов устройства относительно ленты;
- 3) недостаточная жесткость сборной конструкции рамы, определяемая жесткостью фиксаторов ползунов 6 на направляющих 1;
- 4) отжатие ножом в поперечном направлении нарезаемых на концах ленты зубьев, а также, в зависимости от направления резания, вытяжка или сжатие зубьев в продольном направлении, увеличивающиеся на их концах.

Нарушения параметров и формы зубьев приводят к несовпадению зубьев и впадин при сборке стыка и вследствие этого к снижению его качества. Также при нарезании грани зуба предполагается несколько проходов ножом, что повышает трудоемкость процесса разделки ленты.

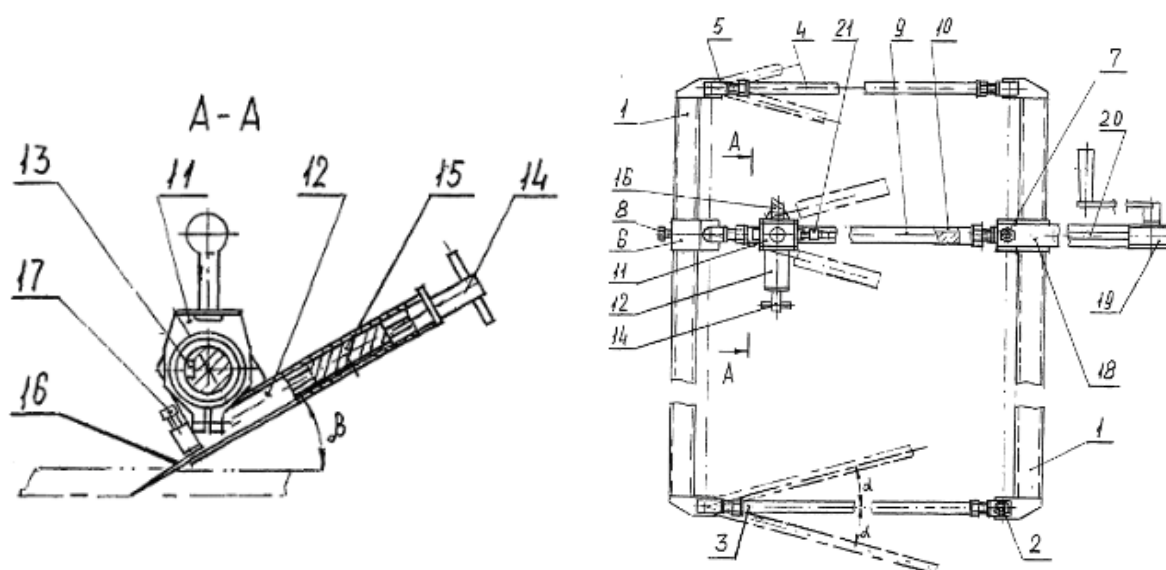


Рисунок 2 — Устройства для профильной обработки концов ленты с трансформируемой рамой

Таким образом, для изготовления качественных зубчатых соединений прежде всего необходимо разработать устройство для механизированной разделки концов лент, свободное от отмеченных выше недостатков.

Цель работы — синтез устройства для обработки концов резинотканевых конвейерных лент под зубчатый стык, содержащий прижимные элементы, обеспечивающие заданную форму и необходимую точность геометрических параметров зубьев.

Задачи исследования:

- формирование структуры устройства для обработки соединяемых концов ленты под зубчатый стык;

- разработка узла фиксации концов конвейерной ленты в устройстве обработки концов ленты, предотвращающего деформации и смещения зубьев при их нарезании.

Объект исследования — конструкция устройства для обработки концов резинотканевых конвейерных лент под зубчатый стык.

Предмет исследования — узел фиксации конца конвейерной ленты с прижимными элементами.

Методика исследования — анализ известных конструктивных решений при создании устройств для разделки концов

ленты под стык и синтез нового устройства, отвечающего поставленной цели.

Изложение материала. Разработано устройство для разделки концов резинотканевых лент под стыковку (рис. 3), содержащее узел резания 1, узел фиксации 3, винты 4 крепления узла резания 1 к узлу фиксации 3. Узел 3 может иметь самостоятельное значение при ручной разделке концов ленты.

Узел резания 1 концов ленты 2 отличается от аналогичного узла, применяемого в рассмотренном выше устройстве с трансформируемой рамой [9], телескопической направляющей для каретки с режущим инструментом.

Узел резания 1 (рис. 4) содержит раму 5 с двумя поперечными относительно оси устройства коробчатыми направляющими для продольной телескопической балки, состоящей из внешнего цилиндра 8, имеющего по всей длине с боковых сторон лыски, а сверху — паз, и внутреннего выдвижного цилиндра 9, входящего во внешний цилиндр 8. Цилиндры 8 и 9 своими внешними концами шарнирно соединены с ползунами 6, расположенными на направляющих рамы 5. Ползуны 6 в нужном положении закрепляются на раме 5 винтами-фиксаторами 10, а их движение ограничивается винтами 11.

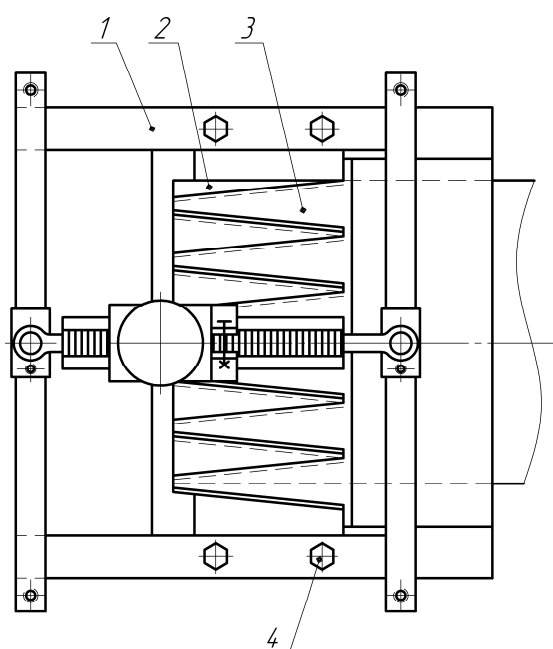


Рисунок 3 — Устройство для разделки концов резиноканевых лент под зубчатый стык

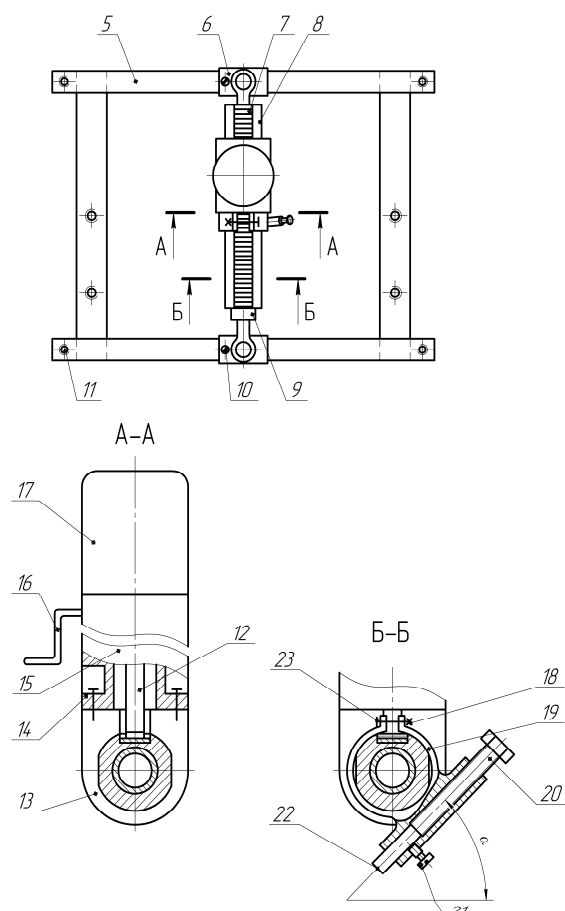


Рисунок 4 — Узел резания ленты при разделке ее конца под зубчатый стык

На внешнем цилиндре 8 сверху в пазе закреплена рейка 7, на него же надета каретка 13. На каретке 13 со стороны рейки 7 выполнена продольная проточка, над которой винтами 14 закреплен редуктор 15, приводное колесо 12 которого через проточку в каретке 13 входит в зацепление с рейкой 7 и приводится в движение съемной рукояткой 16 или от электродвигателя 17. Сбоку на каретку 13 надевается держатель ножа 19, который вместе с кареткой 13 охватывает внешний цилиндр 8. На каретке 13 держатель ножа 19 крепится стяжным болтом 23 с гайкой 18. В держатель ножа 19 вставлены нож 22, винт 20 подачи ножа 22, винт 21, являющийся фиксатором ножа 22.

Основная идея создания устройства заключается в применении узла фиксации ленты с прижимным копиром-трафаретом.

Узел фиксации 3 ленты 2 (рис. 3) содержит (см. рис. 5): две соединенные снизу поперечными уголками 31 продольные рамные боковины 30 с продольным пазом на боковой поверхности, обращенной внутрь устройства 3; нижний копир-трафарет 28 (в дальнейшем — просто нижний копир) с рабочим контуром в виде зубьев, повторяющих заданный контур зубьев на нижней поверхности ленты 2, с фасками, угол которых равен острому углу α между боковыми гранями зубьев, нарезаемых на концах ленты 2, и ее поверхностью; верхний копир-трафарет 26 (в дальнейшем — просто верхний копир), аналогичный нижнему копиру 28, но отвечающий заданному контуру зубьев на верхней поверхности ленты 2; опорно-ограничительную планку 26; прижимной винт 27; планки 24 и 29, обеспечивающие смещение оси устройства от оси ленты в поперечном направлении на четверть шага зубьев; корректирующие планки 32 и 33, обеспечивающие при заданной толщине ленты 2 при нарезании граней зуба ленты 2 расположение поверхностей фасок соответствующих зубьев на копиях 25 и 28 в одной плоскости.

Монтаж устройства и разделка конца ленты под стык осуществляются в следующей последовательности.

В продольные пазы боковин 30 узла фиксации 3 до упора устанавливается нижний копир 28. С двух сторон копира 28 укладываются корректирующие планки 33 и 32.

На нижний копир нижней (нерабочей) поверхностью укладывается лента 2 так, чтобы ее кромка совпадала с концами зубьев этого копира 28, а для ее поперечного смещения на четверть шага зуба с двух сторон укладываются планки 24 и 29.

Одновременно опорно-ограничительная планка 26 служит ограничителем хода режущего инструмента, предотвращающим резание режущим инструментом копиров. При нарезании зубьев копиры 25 и 28 служат направляющими для ножа 22. В зависимости от типа копиров могут быть обеспечены те или иные геометрические параметры и форма поперечного сечения зуба, например, в виде трапеции или параллелограмма. При небольшой толщине ленты 2 резание может осуществляться вручную, причем сразу по всей толщине, начиная со стороны кромки ленты 2, за один проход режущего инструмента.

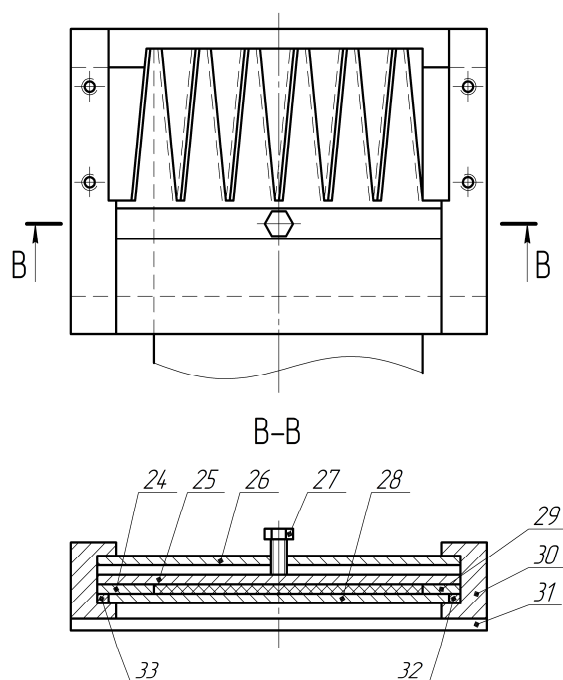


Рисунок 5 — Узел фиксации ленты при разделке ее конца под зубчатый стык

В пазы на ленту 2 также до упора укладывается верхний копир 25. На верхний копир 25 на заданном расстоянии от вершин зубьев копира укладывается опорно-ограничительная планка 26, в нее ввинчивается прижимной винт 27, сжимающий пакет из копиров 25, 28 и ленты 2. Таким образом, лента зажимается между копиями 25 и 28 с силой, достаточной для удержания зубьев ленты 2 при резании за счет сил трения, возникающих между лентой и копиями 25, 28.

Для механической разделки конца ленты к узлу фиксации 3 винтами 4 присоединяется рама 5 узла резания 1. В исходном положении фиксаторы 10 ползунов 6, стяжной болт 23 держателя ножа 19 и фиксатор 21 ножа 22 отпущены. Перед нарезанием первой грани зуба одновременно устанавливаются ползуны 6 так, чтобы каретка 13 располагалась вблизи нарезаемой грани и обеспечивала резание, параллельное этой грани, также каретка 13 с держателем ножа 19 устанавливается перед кромкой ленты 2. При этом держатель ножа 19 поворачивается, а нож 22 выдвигается до его касания боковых поверхностей верхнего и нижнего копиров 25 и 28. После этого ползуны 6, держатель ножа 19 и нож 22 фиксируются соответственно фиксаторами 10, стяжным болтом 23 и винтом 21.

Последующее резание по копиям 25 и 28 осуществляется приводом вручную с применением съемной рукоятки 16 или посредством электродвигателя 17 через редуктор 15, начиная от кромки ленты. При этом образуется боковая поверхность зуба, наклоненная к поверхности ленты 2 на заданный угол α . Для нарезки следующей параллельной грани производится переустановка ползунов 6, после чего цикл повторяется. Нож 22 при резании должен прилегать плоской стороной к копиям 25 и 28. Поэтому в случае нарезания противоположных граней зуба нож заменяется или, если он обоюдоострый (сечение ножа имеет форму трапеции), переустанавливается.

Разделка конца присоединяемой ленты осуществляется этим же устройством аналогично, причем при его перестановке верхний и нижний копиры 25 и 28 меняются местами и переворачиваются. При перестановке устройства его продольная ось оказывается отстоящей от оси ленты на половину шага зубьев, что при сборке стыка обеспечивает совпадение зубьев одного конца ленты с впадинами другого конца.

В обоих случаях поперечные недорезы во впадинах зубьев устраняются вручную специальным ножом штыкового типа.

Устройство является достаточно простым в эксплуатации и изготовлении, имеет сравнительно небольшой вес, не требует для установки специального щита, может работать как от электрического, так и от ручного привода, что позволяет применять его во взрывоопасных горных выработках или помещениях. Его работоспособность и рациональные геометрические параметры зубьев ленты обоснованы расчетами и мо-

делированием. Сокращение числа и длительности операций при изготовлении стыка позволяет снизить трудоемкость процесса стыковки.

Выводы и направление дальнейших исследований. Техническим результатом разработанного устройства является:

1) обеспечение заданных геометрических параметров зубчатого профиля соединяемых концов ленты и, таким образом, повсеместного соблюдения заданного технологического зазора между соединяемыми поверхностями, заполняемого связующим вулканизационным материалом, при изготовлении стыка, что приводит к повышению его прочности;

2) нарезание грани зуба за один проход ножа;

3) снижение трудоемкости процесса изготовления стыка.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку режимов резания зубьев режущим инструментом.

Список источников

1. Инструкция по выбору, монтажу и эксплуатации конвейерных лент / Г. З. Векслер, О. Г. Карбасов, В. М. Костин, Ю. С. Мельников ; под ред. И. И. Леонова, Л. Б. Томчина. М. : Химия, 1971. 35 с.
2. Прушак В. Я., Миранович О. Л. Оценка эффективности соединений конвейерных лент // Вестник БНТУ. 2006. № 4. С. 18–22. EDN SCXVRX
3. Кузьменко В. И., Доброногова В. Ю. Определение напряжений в элементах соединений конвейерных лент с тканевым каркасом // Сборник научных трудов ДонГТУ. 2005. Вып. 20. С. 92–98.
4. Кузьменко В. И. Состояние вопроса и проблемы эксплуатации конвейерных лент // Перспективы развития угольной промышленности в XXI веке : сб. науч. тр., посвящ. 45-летию ДГМИ. Алчевск : ДГМИ, 2002. С. 141–150.
5. Способ соединения конвейерных лент : а. с. 1548075 СССР / В. И. Кузьменко, Е. Х. Завгородний, А. В. Переселков, Т. Н. Бородин ; № 4451867/31-05 ; заявл. 30.06.88 ; опубл. 07.03.90, Бюл. № 9. 2 с.
6. Способ соединения конвейерных лент : пат. 41552А Украина / В. И. Кузьменко, В. Ю. Доброногова ; № 2000020684 ; заявл. 08.02.2000 ; опубл. 17.09.2001, Бюл. № 8.
7. Способ соединения конвейерных лент : пат. 51459А Украина / В. И. Кузьменко, В. Ю. Доброногова ; № 2002042729 ; заявл. 05.04.2002 ; опубл. 15.11.2002, Бюл. № 11.
8. Стенд для исследования элементов конвейерной ленты : пат. 26882 Украина / В. И. Кузьменко, В. А. Сурело, В. Ю. Доброногова ; № 200705885 ; заявл. 29.05.2007 ; опубл. 10.10.2007, Бюл. № 16.
9. Устройство для обработки концов конвейерных лент : пат. на полезную модель 194452 Украина / В. И. Кузьменко, В. Ю. Доброногова, В. А. Сурело ; № 200607068 ; заявл. 26.06.2006 ; опубл. 15.12.2006, Бюл. № 12.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. зав. каф. общинженерных дисциплин
Стахановского инженерно-педагогического института (филиала)
ЛГУ им. В. Даля Сафоновым В. И.,
к.т.н., доц. каф. ГБП ДонГТУ Леоновым А. А.*

Статья поступила в редакцию 05.06.2025.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Корнеев Сергей Васильевич, д-р техн. наук, профессор каф. горных энергомеханических систем
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Доброногова Виктория Юрьевна, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. горных энергомеханических систем
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия, e-mail: kafedra.gemio@dstu.education

Korneev S. V., *Dobronogova V. Yu. (Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia,
*e-mail: kafedra.gemio@dstu.education)

NEW DEVICE FOR PROCESSING THE ENDS OF FABRIC-PLY BELTS IN A TOOTHED JOINT

For processing the ends of fabric-ply belts in a toothed joint, a device with a belt fixation unit is proposed, containing a clamping element in the form of a stencil-copier, which follows the shape of teeth on the belt along the contour and serves as a guide for a cutting tool when cutting teeth. The device provides the necessary accuracy of teeth manufacturing, which is one of the conditions for achieving high joint strength.

Key words: fabric-ply belt, toothed joint, teeth geometrics, device for cutting the ends of belt, fixation unit, stencil-copier.

References

1. Veksler G. Z., Karbasov O. G., Kostin V. M., Mel'nikov Yu. S. Instructions for selection, installation and operation of conveyor belts [Instrukciya po vyboru, montazhu i ekspluatatsii konvejnyh lent]. Eds. Leonova I. I., Tomchina L. B. M. : Himiya, 1971. 35 p.
2. Prushchak V. Ya., Miranovich O. L. Evaluation of conveyor belt joint efficiency [Ocenka effektivnosti soedinenij konvejnyh lent]. Repository BNTU. 2006. No. 4. Pp. 18–22. EDN SCXVRX
3. Kuz'menko V. I., Dobronogova V. Yu. Determination of stresses in elements of joints of conveyor belts with fabric frame [Opredelenie napryazhenij v elementah soedinenij konvejnyh lent s tkanevym karkasom]. Sbornik nauchnyh trudov DonGTU. 2005. Iss. 20. Pp. 92–98.
4. Kuz'menko V. I. State of the art and problems of conveyor belts operation [Sostoyanie voprosa i problemy ekspluatatsii konvejnyh lent]. Perspektivy razvitiya ugol'noj promyshlennosti v XXI veke : sb. nauch. tr., posvyashch 45-letiyu DGMI. Alchevsk : DGMI, 2002. Pp. 141–150.
5. Kuz'menko V. I., Zavgorodnij E. H., Pereselkov A. V., Borodina T. N. Method of connecting conveyor belts : a. s. 1548075 USSR ; No. 4451867/31-05 ; submitted 30.06.88 ; published 07.03.90, Bulletin No. 9. 2 p.
6. Kuz'menko V. I., Dobronogova V. Yu. Method of connecting conveyor belts : Patent 41552A Ukraine ; No. 2000020684 ; submitted 08.02.2000 ; published 17.09.2001, Bulletin No. 8.
7. Kuz'menko V. I., Dobronogova V. Yu. Method of connecting conveyor belts : Patent 51459A Ukraine ; No. 2002042729 ; submitted 05.04.2002 ; published 15.11.2002, Bulletin No. 11.
8. Kuz'menko V. I., Surelo V. A., Dobronogova V. Yu. Bench for research of conveyor belt elements : Patent 26882 Ukraine ; No. 200705885 ; submitted 29.05.2007 ; published 10.10.2007, Bulletin No. 16.
9. Kuz'menko V. I., Dobronogova V. Yu., Surelo V. A. Device for processing conveyor belt ends : Patent 194452 UA for utility model ; No. 200607068 ; submitted 26.06.2006 ; published 15.12.2006, Bulletin No. 12.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Korneev Sergey Vasiliyevich, Doctor of Technical Science, Professor of the Department of Mining Energy-mechanical Systems
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia

Dobronogova Viktoriya Yuriyevna, PhD in Engineering, Assistant Professor, Head of the Department of Mining Energy-mechanical Systems
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, e-mail: kafedra.gemio@dstu.education