

УДК 621.867.2

П. Я. Биби́ков, к.т.н., доц., **А. Д. Бардовский**, д.т.н., проф.,
Е. М. Гладкая, Московский государственный горный университет

E-mail: tpmmsmu@gmail.com

Влияние состояния поверхности конвейерной ленты на эффективность ее очистки

Описаны процессы, происходящие в зоне непосредственного взаимодействия транспортируемого материала с конвейерной лентой. Обоснована необходимость разработки комбинированного устройства для очистки ленты. Описана конструкция и принцип действия такого устройства.

Ключевые слова: конвейер, конвейерная лента, эффективность очистки, состояние поверхности, устройство для очистки конвейерной ленты.

P. Ya. Bibikov, A. D. Bardovskiy, E. M. Gladkaya

Influence of surface conditions on the conveyor belt cleaning efficiency of its

The processes occurring in a zone of direct interaction of the transported material with a conveyor tape are described. Necessity of working out of the combined device for tape clearing is proved. The design and principle of action of such device is described.

Keywords: conveyor, conveyor tape, efficiency of clearing, surface condition, the device for clearing of a conveyor tape.

Анализ отечественных и за рубежом исследований, посвященных решению проблемы очистки лент конвейеров на горных предприятиях [1-3], показывает, что все они так или иначе связаны с выбором отдельных параметров очистителей, влияющих на качество очистки. Рассматриваются углы установки и силы прижатия скребковых, струнных, дисковых, шнеков и других очистителей к ленте, устанавливается оптимальная частота вращения щеточных очистителей из условий хорошей очистки ленты и самоочистки щетки, выбираются материалы для изготовления нитей щеток (металлические, капроновые, резиновые), исследуются эффективные режимы виброочистки (амплитуда, частота), гидросмыва и т.д.

Основным недостатком данных исследований является то, что в них не уделяется внимания процессам, происходящим в зоне непосредственного взаимодействия транспортируемого материала с лентой, а также условиям формирования налипания глинистых, илистых, пылевидных и других тонкодисперсных частиц, являющихся инициаторами загрязнения ленты, в зависимости от текстуры поверхности

ее рабочей обкладки. Эти вопросы не нашли отражения и при анализе взаимодействия рабочих органов очистителей с лентой.

Как любое механическое тело, поверхность рабочей обкладки конвейерной ленты представляет собой набор микронеровностей различной величины. При этом участки с микронеровностями перемежаются отдельными макронеровностями, пустоты между выступами которых служат как бы резервуарами («карманами») для заполнения мельчайшими составляющими транспортируемого конвейером материала. Такую же роль выполняют микротрещины, порезы и другие повреждения ленты.

Таким образом, при контакте рабочей обкладки конвейерной ленты и рабочего органа очистителя, сдвигающего с ленты прилипший материал, в следствие непараллельности и шероховатости контактирующих кромок, между ними остается тонкий влажный слой прилипшего материала, что приводит к возникновению клинового эффекта [3] (гидродинамического давления), стремящегося оторвать очиститель от поверхности ленты.

Контактирование рабочей обкладки конвейерной ленты с рабочим органом очистителя вызывает распределение упругого микродавления в зоне контакта на вершинах выступов микронеровностей очистителя и ленты. Указанное давление зависит главным образом от закругленности и остроты микровыступов, что является следствием качества изготовления поверхности ленты или ее износа (качество поверхности рабочего органа очистителя для простоты рассмотрения процесса во внимание не принимается).

Для поверхности с острыми выступами упругое давление может достигать высоких значений; в этом случае оно способствует установлению непосредственного контакта между лентой и очистителем. Кроме того, поверхность с острыми выступами не имеет на вершинах выступов частиц прилипшего материала, так как упругое давление превышает максимальное значение гидродинамического давления. Если поверхность имеет закругленные выступы, возникает значительно меньший пик упругого давления. Возможно появление гидродинамического давления, превышающего упругое давление, в результате чего тонкий слой материала удерживается на вершинах выступов.

Пространство между микронеровностями заполнено частицами материала с высоким значением сил прилипания, поскольку кроме адгезионных сил их удерживают силы упругости микровыступов, т.к. «карманы» в этом случае более глубокие.

При наличии на поверхности закругленных микровыступов «карманы» имеют меньшую вместимость, а микровыступы - меньшую упругость, поэтому при одной и той же адгезионной составляющей силы притяжения характеризуются меньшей составляющей упругости.

Модель микрошероховатости рабочей обкладки ленты конвейера представлена на рис. 1 [4,5].

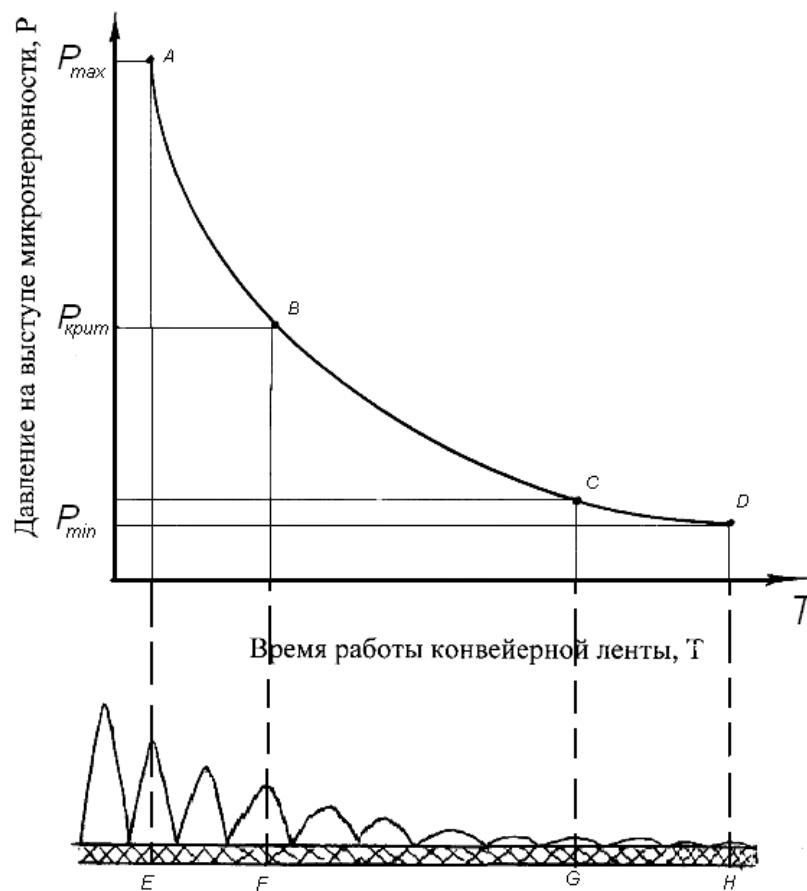


Рис. 1. Модель микрошероховатости рабочей поверхности конвейерной ленты:

a — кривая давления на выступах микронеровностей; *б* — форма микрошероховатостей

На рис. 1 P_{max} — максимальное давление на выступе; $P_{крит}$ — критическое давление, соответствующее началу удержания частичек прилипшего материала на вершинах выступов микронеровностей; P_{min} — минимальное давление на выступе; АВ — участок на котором создается только упругое давление, а гидродинамическое давление равно нулю; ВЕ — участок, на котором создается гидродинамическое давление; ВС — участок, на котором адгезионные силы хорошо удерживают частицы материала на сглаженных (изношенных) вершинах выступов микронеровностей, а гидродинамическое давление увеличивается по мере износа поверхности ленты.

Условимся, что изменения наклона выступов и их остроты взаимосвязаны каким-то определенным образом. Пик давления на каждом выступе быстро увеличивается нелинейно от минимального в точке D до максимального в точке A. Эластогидродинамическое давление возникает только на участке BD. При увеличении остроты выступов за точкой B упругое давление достигает больших значений, и пленка прилипшего к

ленте материала удаляется очистителем; гидродинамическое давление в этой области равно нулю. Упругое давление продолжает возрастать вдоль участка АВ,

Очевидно, что на участке АВ пленка прилипшего к ленте материала отсутствует, а «карманы» заполнены им. При уменьшении высоты и увеличении закруглений микровыступов прилипший материал все сильнее удерживается как на вершинах выступов, так и между ними.

Теперь естественно предположить, что участок АВ характеризует шероховатость поверхности новой ленты. В этом случае очиститель, работающий по принципу сдвига прилипшего материала, осуществляет очистку ленты, деформируя острые микровыступы, выжимая частицы материала из «карманов» и снимая их с вершин микровыступов. При этом обеспечивается хорошая очистка ленты от прилипшего материала. Мелкие частицы материала, оставшиеся между выступами, уплотняются и удерживаются при продвижения ленты по роликоопорам холостой ветви конвейера, не выпадая в просыпь.

Участок CD характеризует состояние поверхности ленты, близкой к завершению срока службы. Небольшие по высоте и значительные по радиусам закругления вершин микронеровностей за счет адгезионных сил хорошо удерживают на своей поверхности частицы материала и плохо поддаются очистке сдвигом вследствие возникновения гидродинамического давления между лентой и очистителем. Вместе с тем в процессе перемещения ленты по роликоопорам большая часть этих частиц выпадает в просыпь, так как упругость микровыступов плохо удерживает их в «карманах». В этом случае для очистки ленты требуется вибрация.

Участок BC показателен для лент, бывших в работе, чем больше срок их службы, тем ближе по высоте микровыступов они приближаются к точке С.

График, приведенный на рис. 1. показывает, что чем новее лента конвейера, тем эффективнее работа очистителей, действующих по принципу сдвига прилипшего материала; чем лента изношеннее, тем более, необходимой становится вибрация. Кроме того, старая лента всегда имеет большое количество «карманов», полученных в результате механических повреждений, удалению материала из которых способствует вибрация.

Однако конвейерная лента обычно состоит из отдельных неравномерно изношенных участков, очистку которых следует осуществлять устройствами с различным воздействием на ленту, поэтому необходима разработка комбинированных очистительных устройств удаляющих налипший материал с ленты, например, при помощи вибрации сдвига. Кроме того, очень важно, чтобы материал, оставшийся на ленте после взаимодействия с рабочим органом очистителя, обладая достаточно

прочной связью с лентой, которая позволила бы ему удержаться на ней при прохождении роликоопор.

На основе вышесказанного разработано комбинированное устройство скребкового типа с вибратором для очистки ленты конвейера (рис.2).

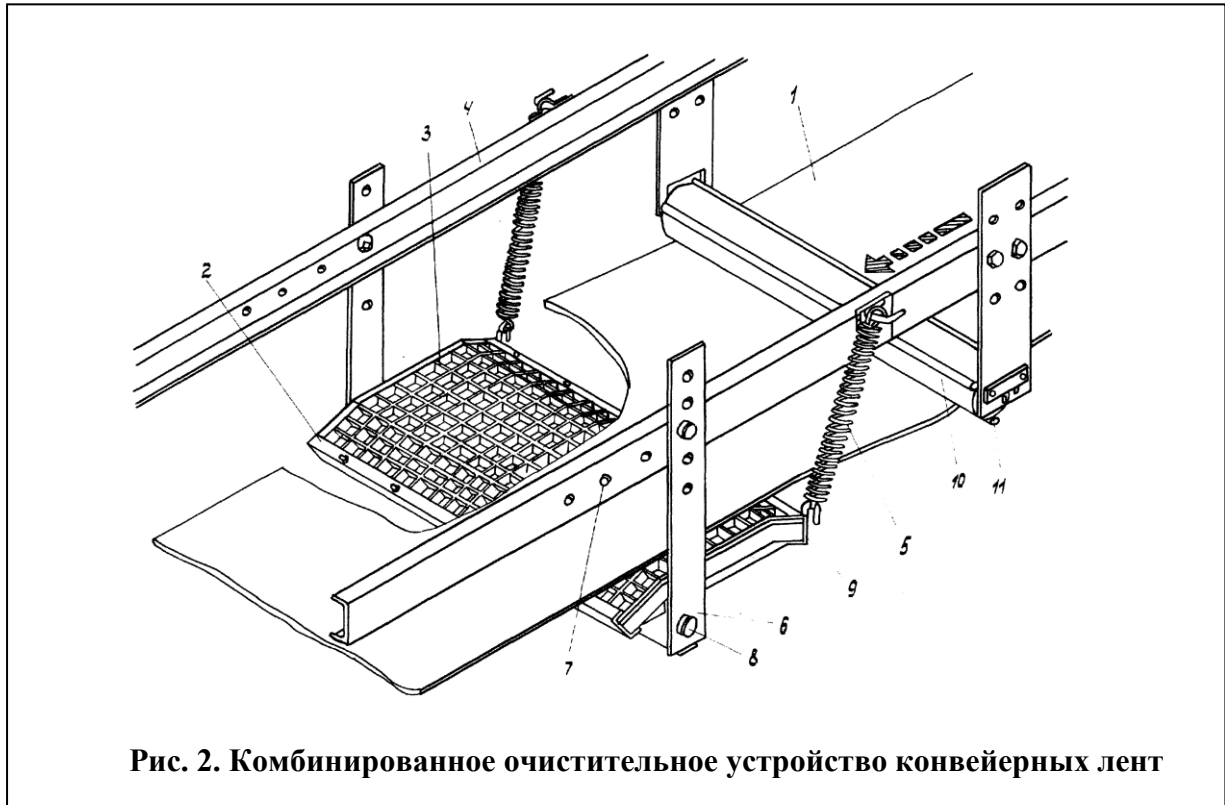


Рис. 2. Комбинированное очистительное устройство конвейерных лент

Устройство содержит расположенную за отклоняющим барабаном (на рис.2 не показан) конвейера по ходу движения ленты 1 рамку 2 с закрепленным на ней рабочим органом очистителя, выполненным в виде гибкой сетчатой пластины 3, в качестве которой может быть использовано резиновое сито виброгрохота. Пластина 3 натянута на рамке таким образом, что при контакте с загрязненной поверхностью ленты она плотно прилегает к ней. Рамка 2 со стороны набегающей на нее ленты 1 подвешена к стволу конвейера 4 пружинами 5, расположенными с обеих сторон ленты 1. Со стороны сбегания ленты 1 с рамки 2 — посредством тяг 6, связанных шарнирами 7 и 8 со стволу конвейера и рамкой. Тяги 6 и пружины 5 расположены с наклоном в сторону рамки и образуют, острый угол с лентой 1.

На рамке 2 перпендикулярно продольной оси ленты закреплены поперечные элементы (на рис. 2 не показаны), на которые опирается гибкая сетчатая пластина 3. С целью предотвращения разрушения ленты 1 или очистительного устройства при взаимодействии последнего с выступами ленты, например со стыковым соединением или с отслоенной рабочей обкладкой ленты, рамка со стороны набегающей на нее ленты выполнена с загнутым вниз краем 9. Для увеличения интенсивности

колебания скребковой части очистителя устройство снабжено расположенным на ставе конвейера перед рамкой 2 по ходу движения ленты низкочастотным вибрационным элементом (вибратором), который, выполнен в виде ролика 10 холостой ветви с закрепленными на его поверхности выступами 2, взаимодействующими с нерабочей поверхностью ленты 1.

Комбинированное очистительное устройство скребкового типа с низкочастотным вибратором работает следующим образом. При движения ленты 1 происходит ее фрикционное взаимодействие с гибкой сетчатой пластикой 3 очистителя. Возникающая сила трения перемещает рамку 2 с сетчатой упругой пластиной по направлению движения ленты 1, растягивая при этом пружины 5. Тяги 6 отклоняются по радиусу в сторону вертикального положения, задняя часть рамки 2 опускается, и общая площадь контакта сетчатой упругой пластины с лентой уменьшается. При этом уменьшается сила трения в контакте, происходит срыв сцепления между лентой и упругой сетчатой пластиной, и очиститель возвращается в исходное положение. Ролик-вибратор увеличивает колебания ленты, встряхивая скребковую часть очистителя и удаляя налипший на него материал. Вместе с тем вибратор как бы подготавливает загрязненную поверхность ленты к очистке. Вследствие вибрации слабо удерживаемые частицы прилипшего материала удаляются с поверхности ленты, а адгезионные силы оставшегося на ней материала уменьшаются, что способствует лучшей очистке ленты в зоне работы скребковой части.

Таким образом, очиститель конвейерной ленты данной конструкции можно использовать для очистки лент, находящихся в разных стадиях эксплуатации, т. е. как новых, так и старых. Кроме очистки оставшегося после вибратора на ленте налипшего материала скребковый элемент очистителя уплотняет его в шероховатостях ленты. В результате увеличиваются силы адгезии между лентой и материалом, что позволяет материалу удерживаться на ленте при прохождении роликоспор, способствуя тем самым уменьшению просыпей под конвейерами.

Список литературы

1. **Аканов Х.Г.** Исследование способов очистки конвейерных лент. - В кн.: Транспорт горных предприятий. - М.: МГИ, 1968, с. 288-294.
2. **Лифшиц В.И., Виштак В.И.** Устройства для очистки конвейерных лент. - М.: ЦНИЭИуголь, 1983. 165 с.
3. **Николаев Е.Д., Епифанцев Ю.А.** Исследование процесса механической очистки конвейерной ленты от налипших пород. - В кн.: Научные исследования в области развития и совершенствования непрерывного транспорта в промышленном строительстве. - М.: Промтранспроект, 1991. с. 37-55.
4. **Крагельский И. В., Добычин М.Н., Комбалов В.С.** Основы расчетов на трение и износ. - М.: Машиностроение, 1977, с. 25-29
5. **Мур Д.** Трение и смазка эластомеров. – США, 1972. пер. с англ. М.: Химия, 1977.