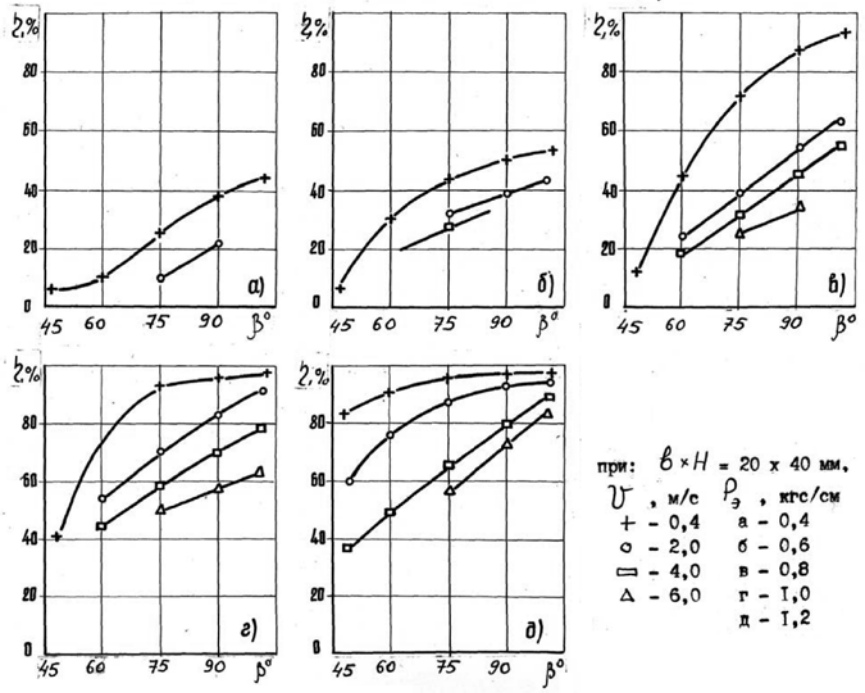


***Рис. 7. Зависимость степени очистки ленты от угла встречи*** β

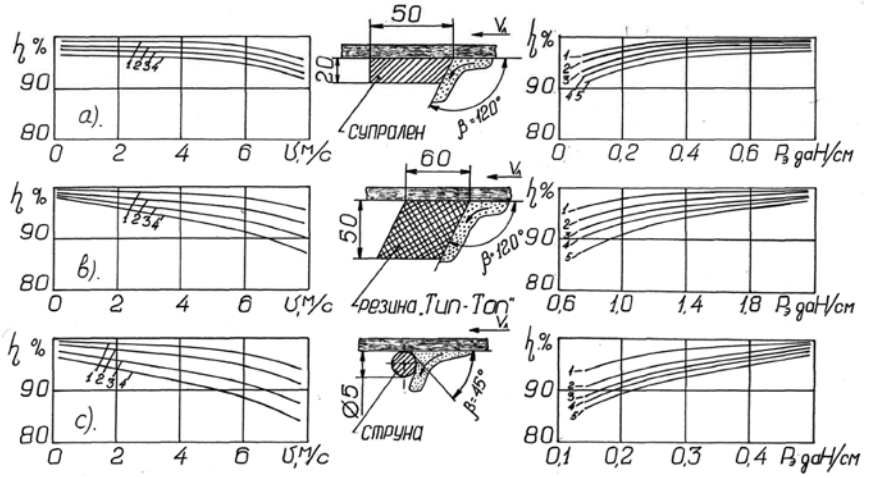


***Рис. 8. Зависимость степени очистки ленты от скорости сдвига и давления элемента для мергеля влажностью 32% и трех видов элемента: на графиках слева при давлениях***: a) 1–0,8; 2–0,6; 3–0,4; 4–0,2; b) 1–2,2; 2–1,8; 3–1,4; 4–1,0; c) 1–0,5; 2–0,4; 3–0,3; 4–0,2 на графиках справа при скоростях сдвига: 1–0,4; 2–2,0; 3–4,0; 4–6,0; 5–8,0

онные материалы. Рекомендуемые параметры резца: длина 150 и 200 мм, ширина контактной плоскости $b$ 20–30 мм, толщина $H \leq 30$ мм, угол встречи в профиле $\beta \geq 105°$, угол установки очистного ребра в плане $\alpha = 0°$.

5. Очистной элемент должен иметь индустриальную для массового серий-

ного производства конструкцию, унифицированную для известного типаразмерного ряда конвейерных лент по их ширине.

6. Очистное устройство в целом снабжается средствами регулирования для наладки установочного рабочего положения резцов, а также их давления на ленту.

С учетом изложенных выше требований, к 1978 г. была разработана и изготовлена в металле первая пробная модификация нового очистного устройства типа «Промтранс» (изделие для промышленного транспорта). Отличительные особенности этой модификации состояли в следующем: очистной элемент рамообразной конструкции подпружинен кольцевыми пружинами; резец длиной 120 мм вплотную примыкает к боковинам рамки; резец изготовлен из стали 3 с очистным ребром, оснащенным твердыми сплавами Т15К6 и Т5К10 на латунной пайке; радиальная подвижность элемента на оси в условиях сухого трения обеспечена в режиме микроперекатывания опорных колец рамки на оси; сечение тела резца $b \times H = 20 \times 20$, сечение твердого сплава 5×5 мм, высота встречной плоскости 5 мм, угол $\beta = 105°$.

Производственные испытания первого опытного образца проведены на конвейере № У8А углеподготовительного цеха Западносибирского металлургического завода. Условия и результаты испытаний характеризуются следующими данными:

• режим работы конвейера – 20 час/сутки;

• ширина ленты – 1200 мм;

• скорость движения ленты – 1,8 м/с;

• состояние очищаемой поверхности ленты – малошероховатая, единичные повреждения обкладки, стыки клеевые, временные ремонтные заплаты на заклепках;

• транспортируемый материал – газовый уголь зольностью до 7%, насыпная плотность 0,7 т/м$^3$, влажность до 14%, липкость умеренная, абразивность малая;

• стальные резцы оснащены по встречному ребру твердыми сплавами марок Т15К6, Т5К10, ВК-8 на латунной пайке и марки КНТ-16 с механическим креплением, сечение сплавов 5×5 мм;

• период эксплуатации: 27 июля 1978 г. – 05 октября 1982 г.;

• относительная степень очистки стабильная – 99%;

• нарушения в работе устройства – отмечено одно повреждение: ударом заклепки выбита одна пластина сплава Т5К10;

• за время контрольной эксплуатации никаких ремонтных и наладочных работ на очистном устройстве не производилось.

Высокая эффективность действия нового очистителя визуально подтверждалась тем, что машинистка дублирующего конвейера № У8Б занималась ручной уборкой угольной просыпи из-под конвейера всю рабочую смену (8 часов), тогда как машинистка конвейера У8А, оснащенного очистителем «Промтранс», тратила на уборку не более 0,5 часа перед сдачей смены.

Общий вид одного ряда очистных элементов устройства показан на рис. 9.

Второй ряд очистных элементов устройства «Промтранс» в производственных испытаниях на конвейере У8А Западносибирского металлургического завода.

***Рис. 9***

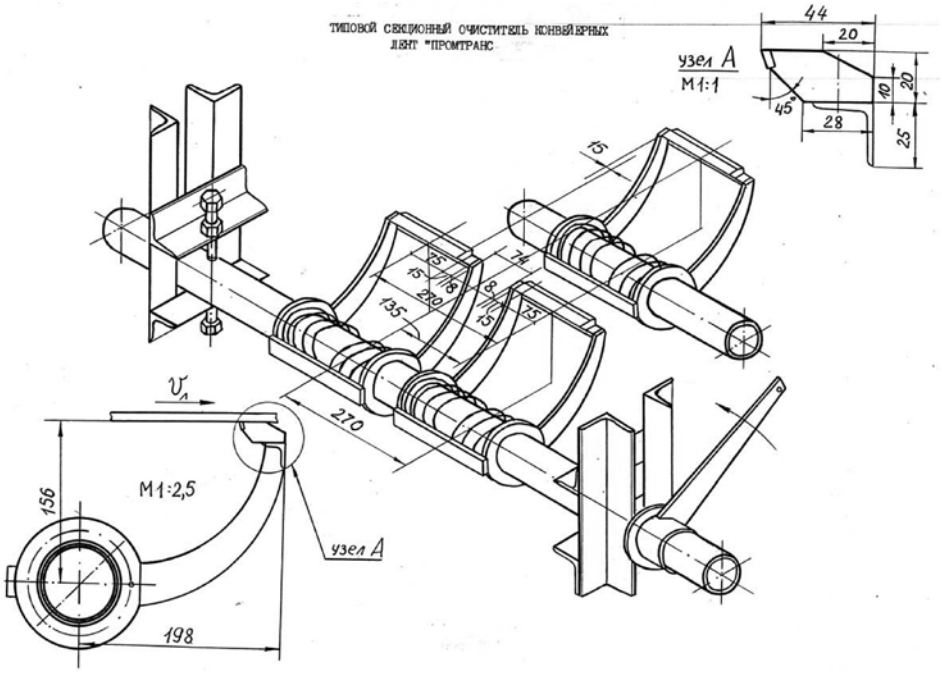


***Рис. 10. Типовой секционный очиститель конвейерных лент «Промтранс». Конструктивная схема базовой модификации***

Производственные испытания этой модификации с резцом $l$ = 120 мм в экспериментальных условиях очистки на конвейере роторного комплекса КУ-800 № 2 Стойленского ГОКа показали контрастно негативные результаты. Экстремальность испытаний обусловлена рядом факторов: скорость движения ленты 5 м/с, ее ширина 1800 мм, имеются локальные повреждения обкладки, заплаты на скобах, транспортировался мергель влажностью 22–40%, насыпной плотностью 1,6–2,1 т/м$^3$, толщина налипающего счищаемого слоя достигала 20 мм, липкость мергеля высокая, абразивность средняя. Скоротечные испытания в течение четырех суток показали, что окна очистных элементов стремительно забиваются продуктами очистки и далее весь ряд элементов с осью плотно забивается очистным штыбом. После этого очистка ленты полностью прекращается.

Для подобных экстремальных условий очистки, связанных прежде всего с высокой скоростью движения ленты ($\upsilon$ > 3 м/с) и агрессивной липкостью глинистых пород следует использовать резцы длиной 150–200 мм, причем торцы резцов должны отстоять от боковин рамок на максимально конструктивно возможное расстояние (> 20 мм).

С учетом результатов испытаний первой модификации устройства в полярно контрастных условиях очистки, была разработана базовая модификация для постановки на серийное производство. Конструктивная схема базовой модификации изображена на рис. 10. Опытный образец типового ряда очистных элементов показан на рис. 11.

Схема установки очистных элементов под разгрузочным барабаном конвейера показана на рис. 12.

В базовом варианте устройства применены резцы длиной 150 мм. Бо-

ковины элемента отодвинуты от торцов резца на 15 мм. Для реализации поджатия применены спиральные пружины комбинированного радиального и аксиального действия. Серийная модификация выполнена с элементом новизны по патенту РФ № 1654166 [4].

Общий вид ряда элементов серийной модификации на производственных испытаниях (конвейер ОФ № 1 АК Алроса) показан на рис. 13. В этом образце устройства для армирования резцов были использованы пластины из безвольфрамовых сплавов типа ТН-20 с клеевым креплением. Эти сплавы отличаются более низким коэффициентом трения по породе в сравнении с марками сплавов ТК и ВК, что обеспечило более эффективный отвод счищаемой породы с резцов.

По мере расширения условий производственных испытаний и увеличения численности задействованных опытных образцов с получением устойчивых положительных результатов, разработчики изделия инициировали проведение межведомственных приемочных испытаний. Межведомственная комиссия была создана в соответствии с приказом Госстроя СССР № 27 от 07.04.1982 г. «О проведении приемочных испытаний секционных очистителей конвейерных лент типа «Промтранс». В состав комиссии вошли представители от ряда министерств и ведомств: Госстроя СССР, Минчермета и Минцветмета СССР, Миннефтехимпрома СССР,

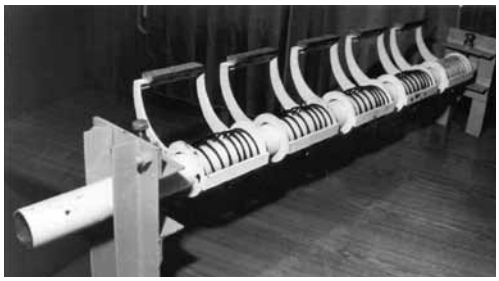

***Рис. 11. Ряд очистных элементов в серийной модификации устройства***

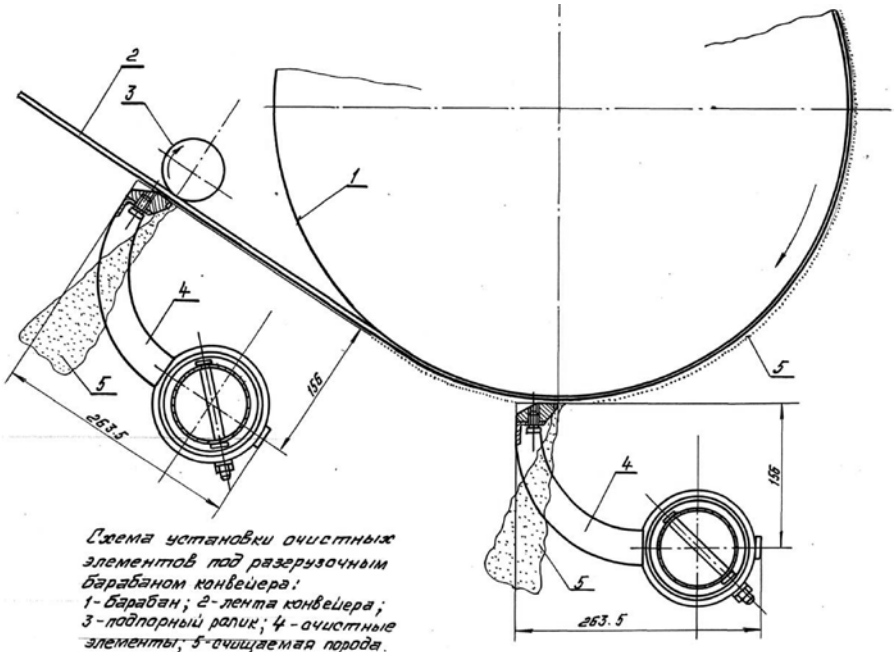


***Рис. 12. Схема установки очистных элементов под разгрузочным барабаном конвейер***

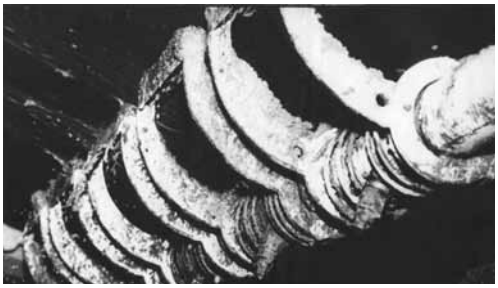

***Рис. 13. Один ряда очистных элементов на производственных испытаниях устройства ОФ № 3 АК Алроса***

Минтяжмаша СССР, Госгортехнадзора СССР, Минздрава РСФСР.

В соответствии с программой и методикой межведомственных испытаний в общей сложности дана оценка эффективности действия двадцати трех опытных образцов в производственных условиях: роторного комплекса КУ-800 № 2, Стойленского ГОКа, Запсибметзавода, Павлодарского алюминиевого завода, Хабаровской и Западно-Сибирской ТЭЦ, углепогрузочного комплекса порта Поярково Амурского речного пароходства, ГОКа «Алданзолото» и ПНО «Якуталмаз», порта «Восточный».

Условия межведомственных испытаний в совокупности характеризовались следующими показателями. Ширина ленты 800–1800 мм. Скорость их движения 1,3–5,0 м/с. Состояние очищаемой поверхности ленты: новые ленты с клеевыми стыками – до сильно изношенных с повреждениями рабочих обкладок, ремонтными заплатами и механическими стыками. Счищаемые породы: угли, супеси, суглинки, мергели, рудные концентраты, аглошихта, кокс, бокситы, глинистые известняки и руды влажностью 7–60%, с липкостью и абразивностью – от незначительных до высоких. Длина резцов: 120, 150, 170, и 200 мм. Встречное ребро резцов оснащалось формованными твердыми сплавами ВК-8, Т15К6, Т5К10 (пайка латунью), КНТ-16 и ТН-20 (наклеивание пластин), наплавкой электродом Т-590. Апробированы два варианта установки резцов на консоли элемента: в контакте с боковинами и с зазором к ним величиной 15–25 мм, а также два типа пружин: кольцевые и спиральные, комбинированного действия.

Согласно утвержденного 27 мая 1982 г. акта приемки опытной партии секционных очистителей типа «Промтранс», комиссия сочла предъявленные устройства выдержавшими приемочные испытания. Этим устройствам предложено установить высшую категорию качества. Они рекомендованы к постановке на серийное производство для широкого промышленного использования взамен существующих типовых щеток и скребков во всех отраслях промышленности, где применяются ленточные конвейеры, в том числе: на горно-добывающих предприятиях, угольной, черной и цветной металлургии, энергетики (топливоподачи ТЭЦ и ГРЭС), машиностроения (литейные цехи), химической, минеральных удобрений, стройматериалов, стройиндустрии, в портах морского и речного флота, в сельском хозяйстве.

К серийному освоению рекомендована модификация устройства с резцами $\ell$ = 150 мм и пружинами комбинированного действия. Унифицированный очистной элемент имеет разнообразную конструкцию с параметрами $\alpha = 0°$, $\beta = 105°$, $H < 30$ мм, $b$ = 20–40 мм, $P_э < 0{,}03$ МПа, шаг расстановки на оси – 270 мм, габариты 265×200×220 мм, масса – 2,8 кг.

Для сильно изношенных или механически состыкованных лент очиститель комплектуется резцами (башмаками) из абразивностойких и гидрофобных поли- и эластомеров.

Коэффициент готовности очистителя близок к единице. Наработка на отказ составляет 0,5–3,0 года при непрерывном режиме работы со сред-

ней степенью очистки 98–99% при скоростях движения лент до 5 м/с.

На основе авторских рабочих чертежей ГПКИ «Союзпроммеханизация» разработана машиностроительная нормаль 1ЕН101-6075 на очиститель типа «Промтранс» с типоразмерным рядом для лент шириной до 2000 мм. Нормаль включена в действующий каталог типового оборудования ленточных конвейеров общего назначения. Белохолуницким машзаводом в 1990 г. была изготовлена для Запсибметзавода партия новых очистителей в количестве 70 комплектов для лент шириной 1600 мм. Судьба этих изделий сложилась драматично.

После складских перемещений и неудачной попытки самостоятельного монтажа без сервисного сопровождения, добротно выполненные очистители «Промтранс» по ряду банальных человеческих факторов угодили в разряд металлолома!

Последующее своеобразное забвение отечественной наукоемкой разработки при массовом предложении очистных устройств от зарубежных фирм не привело к радикальному решению проблем очистки лент. Устройству типа «Промтранс» и сегодня не видно достойной альтернативы.

Спустя тридцать два года со дня подписания акта межведомственных приемочных испытаний очистителей типа «Промтранс» к их серийному освоению проявили интерес специалисты ЗАО НПО «Аконит». Разработчики изделия с января 2014 г. передали «Акониту» рабочую документацию и ряд технологических «ноу-хау» при изготовлении, монтаже и эксплуатации устройства.

**Заключение и общие рекомендации к промышленному освоению очистителей типа «Промтранс»**

При ретроспективном взгляде на проблему очистки конвейерных лент от налипающих пород сквозь призму результатов представительного комплекса НИОКР, приведшего к созданию теории очистки и нового очистителя типа «Промтранс», следует обратить внимание специалистов на ряд факторов, существенно влияющих на скорость освоения этого изделия в производствах.

1. Необходимо решительно уходить от пренебрежительного отношения к очистке лент как неизбежной досадной мелочи. Чем можно оправдывать еще «процветающую» неблагодарную тяжелую и травмоопасную ручную уборку конвейеров, при том, что более тридцати лет назад создано эффективное устройство для очистки лент?

2. К процессу очистки лент следует относиться с должным техническим уважением с пиететом – как к токарному процессу, который осуществляется специальным инструментом, без присутствия «токаря» и в условиях интенсивного залипания.

3. При изготовлении очистителей следует уделить повышенное внимание точному исполнению установленных параметров резца, пружины и сборки очистного элемента. Поверхности всех элементов, пружины и оси, потенциально подвергающиеся торкретированию налипающими частицами, должны снабжаться гидрофобным покрытием (эмалевые краски, горячее полимерное покрытие, электролитическое покрытие и т.д.).

4. Привязка очистителей к действующим или вновь проектируемым конвейерам осуществляется по локальным проектам, в которых обеспечивается установочная геометрия элементов, эффективное удаление счищаемой породы, удобство монтажа и наладки, эксплуатационного регулирования нагрузок на резцы и визуального наблюдения за работой устройства.

5. Для первичной наладки нормативного контакта резцов с лентой допускаются только подготовленные

специалисты, прошедшие специализированный инструктаж.

6. Для текущего обслуживании, периодических осмотров и замены изношенных элементов желательно привлекать специально обученный персонал.

7. Массовый серийный выпуск очистителей «Промтранс» и их последующее сервисное обслуживание представляют собой весьма привлекательный инвестиционный проект для малого и среднего бизнеса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1. *Николаев Е.Д., Костерин Л.С., Дмитрин В.П.* Теоретические, экспериментальные и практические исследования очистки конвейерных лент // Горный журнал. – 2000. – № 4. – С. 45–49.

2. *Николаев Е.Д.* Создание эффективного очистителя конвейерных лент от налипающих пород, дис. канд. техн. наук. – Новосибирск: ИГД СО РАН, 1991.

3. *Дерягин Б.В.* Что такое трение? 2-е изд. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 230 с.

4. *Николаев Е.Д., Карпов С.П.* А.С. № 1654166 СССР, кл. МКИ B65g45/00. Устройство для очистки ленты конвейера – Опубл. В БИ, 1991, № 21. ГИАБ


## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ


*Николаев Евгений Дмитриевич* – кандидат технических наук, доцент,
e-mail: malofeevd.v@yandex.ru,
*Чаплыгин Валерий Васильевич* – кандидат технических наук, профессор,
зав. кафедрой, e-mail: chief.v.v@yandex.ru,
Институт горного дела и геосистем
Сибирского государственного индустриального университета.



UDC 621.867


## ANTHOLOGY OF CLEANING ADHERING ROCK MATERIAL FROM SURFACE OF CONVEYOR BELTS


*Nikolaev E.D.*[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: malofeevd.v@yandex.ru,
*Chaplygin V.V.*[1], Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,
e-mail: chief.v.v@yandex.ru,
[1] Siberian State Industrial University, Institute of Mining and Geosystems, 654007, Novokuznetsk, Russia.



*The immediacy of the problem of belt cleaning is illustrated. The framework of the author's theory of cleaning belts by hard elements is described. The article gives a report of representative results obtained in experimental trial of belt cleaning with a hard element and the aggregate results of production trials involving prototypes of the type of Promtrans. A new design of the cleaner of the type of Promtrans with the novel aspects under RF Patent No. 11654166 is presented. The high-tech design of the new cleaner is compared with the known analogs, and its advantages are highlighted. The scientific missions and production objectives are set for full production of the new type, higher performance hydrofuge cleaners.*



*Key words: cleaning plain surface conveyor belts from adhering rock, theory of belt cleaning by hard element, cleaning equipment classification, experimental research, cleaners of the type of Promtrans, production tests.*


## REFERENCES


1. Nikolaev E.D., Kosterin L.S., Dmitrin V.P. *Gornyi zhurnal*, 2000, no 4, pp. 45–49.

2. Nikolaev E.D. *Sozdanie effektivnogo ochistitelya konveiernykh lent ot nalipayushchikh porod* (Sozdanie effektivnogo ochistitelya konveiernykh lent ot nalipayushchikh porod (Designing efficient cleaner of conveyor belts from sticking rock), Candidate's thesis, Novosibirsk, IGD SO RAN, 1991.

3. Deryagin B.V. *Chto takoe trenie?* 2-e izd. (What is friction? 2nd edition), Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1963, 230 p.

4. Nikolaev E.D., Karpov S.P. *Copyright certificate no 1654166 USSR*, 1991.