

Канд. техн. наук В.Л. Морус
(ИГТМ НАН Украины),
канд. техн. наук П.Е. Филимонов
(АП «Шахта им. А.Ф. Засядько»)

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ РАБОЧИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОТСАДКИ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ СИТ

Розроблено високоефективні робочі поверхні устаткування процесів відсадки на основі сит динамічно активних стрічкових. Наведено приклади їхнього використання в процесах відсадки.

HIGH-EFFICIENCY WORKINGS SURFACES OF EQUIPMENT OF PROCESSES OF JIGGING ON BASIS OF DYNAMICALLY ACTIVE BAND SIEVES

The high-efficiency workings surfaces of equipment of processes of jigging on the basis of sieves dynamically active band are developed. The examples of their use in the processes of jigging are resulted.

Одними из самых широко применяемых в промышленности способов обогащения рудных минералов и углей являются гравитационные процессы, а среди них наиболее распространены различные методы отсадки. Технологии обогащения отсадкой реализуют гидродинамическое разделение минералов по плотности в разделяющих средах, так называемых постелях. Постели размещают на решетках отсадочных машин и разрыхляют вертикальными, проходящими через отверстия решёт пульсирующими потоками воды. Параметры пульсаций задают в зависимости от свойств перерабатываемого материала и требований технологических схем обогащения. Диапазон варьирования этих параметров достаточно широк и в практике эксплуатации отсадочных машин применяются режимы с частотами от 30 до 200 – 215 1/мин и амплитудами от 12-15 до 130-250 мм различных по форме, зачастую подбираемых специально, пульсаций [1].

Весьма широк также диапазон крупности перерабатываемых в отсадочных машинах материалов. Он включает как шламы с частицами менее 1,0 мм, так и специально подготовленные машинные классы, а также ширококлассифицированные и неклассифицированные материалы с кусками до 150 - 300 мм, среди которых далеко не всегда исключаются и инородные тела в виде крупногабаритных фрагментов металлического скрапа от горнодобывающего и транспортирующего оборудования. В зависимости от технологических задач и конструктивных особенностей отсадочных машин, толщина размещаемых на их решетках постелей может составлять от 80-100 до 800-1000 мм. По наполнению применяют постели как из исключительно перерабатываемого материала - естественные, так и искусственные - из индивидуально подбираемых, зачастую специально изготавливаемых материалов или элементов различной плотности, прочности и формы. В последнем случае на решетках устанавливаются устройства для удержания наполнителей постелей от уноса - собранные из стальных

полос ячеистые рамы, так называемые «трафареты». Всё перечисленное обуславливает высокий уровень специфических статических и динамических нагрузок, сопровождающих эксплуатацию решёт отсадочных машин.

Анализируя технологические особенности работы решёт отсадочных машин, необходимо отметить, что разделение минералов от разрыхления и уплотнения постелей всегда происходит не только с противонаправленным перемещением частиц разной плотности, но и явлениями сегрегации, приводящими к расслоению по крупности. В результате мелкие тяжелые зерна просачиваются в промежутках между крупными тяжелыми зёрнами и проникают через постель к ячейкам отсадочного решета. Мелкие частицы, проходя через ячейки, выводятся в подрешётное пространство машины, так называемые разгрузочные воронки, и выгружаются, а крупные вместе со всей постелью транспортируются по рабочей поверхности решёт в разгрузочные камеры с приводными разгрузочными устройствами. Другими словами, процессы отсадки всегда реализуются одновременно с процессами грохочения на отсадочных решетах. В дополнение к отмеченным выше специфическим нагрузкам, эти особенности задают перечень главных требований к конструкциям деталей и элементов рабочих поверхностей решёт отсадочных машин, аналогичный традиционно предъявляемому к просеивающим поверхностям вибрационных грохотов. А именно - достаточное для поддержания необходимых параметров пульсаций живое сечение должно сочетаться с высокой, практически не ограничиваемой несущей способностью и прочностью деталей рабочей поверхности и конструктивных элементов решёт, износостойкостью, самоочищаемостью ячеек от заклинивающих зёрен. Здесь необходимо остановиться на особенно значимой для обеспечения высокой эксплуатационной эффективности решёт отсадочных машин задаче создания конструкций с максимальной самоочисткой. Её решение с одной стороны является крайне важным для технологических показателей процесса, так как забивка отверстий решета, в особенности неравномерная по площади отсадки, может приводить к неравномерному распределению воды и параметров пульсаций. Такие неравномерности, в свою очередь, могут вызывать чрезмерные уплотнения отдельных участков постели, ухудшать технологические показатели и приводить к нарушению процесса отсадки в целом [2]. С другой стороны, недостаточная самоочистка и забивка отверстий, из-за возрастающего вследствие потери «живого сечения» решёт сопротивления движению восходящих потоков воды, ухудшают условия для реализации интенсивных режимов пульсаций, необходимых для «отработки», разборки и уборки постелей машин. Это увеличивает трудозатраты обслуживающего персонала и эксплуатационные расходы отсадочных переделов.

Продолжая анализ технологических особенностей работы решёт отсадочных машин, нельзя не остановиться на отмечаемом многими исследованиями обстоятельстве, что горизонтальная составляющая потока в зоне рабочих поверхностей решёт ускоряет продольное перемещение постели и способствует повышению производительности процесса отсадки. Решение этой задачи разработчиками конструкций отсадочных машин, в первую очередь и наиболее просто обеспечивалось наклонной в сторону разгрузки установкой решёт промпродук-

товых и породных отделений. Другие, более эффективные решения неизбежно связываются с совершенствованием структуры просеивающих элементов, конструкций узлов и деталей самих решёт отсадочных машин.

Рассматривая достижения в конструировании, необходимо отметить, что в практике процессов отсадки наиболее известными и распространёнными конструкциями всегда являлись решёта из листовой стали, в том числе нержавеющей. Штампованные щелевые отверстия шириной, регламентируемой требованиями схем обогащения, и длиной до 20 - 40 мм, как правило, ориентированы продольной осью по ходу движения постели. Главными недостатками и проблемами эксплуатации таких решёт являются забивания ячеек (рис. 1).



Рис. 1 - Вид штампованного щелевого решета отсадочной машины МОД-2 перед ежесуточной очисткой

Самоочистке такие решета не подвержены, из-за чего их эксплуатация всегда сопряжена с повышенными трудозатратами на постоянное поддержание требуемой структуры постелей, а также текущее обслуживание и ремонт отсадочных машин. В отечественной практике к наиболее заметным работам, направленным на совершенствование конструкций решёт отсадочных машин, следует отнести разработки периода 1980 1990 г.г. В появляющихся в это время разработках, в особенности доведенных до уровня представительных промышленных испытаний и эксплуатации, можно выделить три основных направления:

- совершенствование конструкций жестких металлических систем;
- создание решёт с рабочей поверхностью из полиуретановых сит;
- разработка конструкций на основе специальных резиновых просеивающих элементов.

В чисто металлических конструкциях, в свою очередь, наиболее выражены два направления. Первое предусматривает применение в качестве рабочей поверхности шпальтовые сита из износостойких нержавеющей сталей. Шпальтовые сита представляют собой колосниковую щелевую решётку, сформированную из специальной фасонной проволоки трапецевидного сечения. Просеивающие щелевые отверстия этих сит ориентируют вдоль движения материала,

а шпальтовое полотно методом сварки крепят в рамах из металлических полос с габаритными размерами 980 x 480 мм. В различных вариантах рамы выполняют с одной или несколькими дополнительными поперечными опорами. Достаточно длительная практика эксплуатации таких решёт показывает, что по сравнению со штампованными из листовых углеродистых сталей, такие решета имеют значительно больший, в среднем не менее чем в 1,5-2 раза, срок службы. Но, несмотря на расширяющийся профиль сечений ячеек, они не решают проблем самоочистки и в реальных условиях эксплуатации склонны к забиванию. Их ручная очистка при регламентированных, как правило, ежедневных, периодических разборках постелей, выполняется вручную методом простукивания. Это зачастую приводит к преждевременным механическим повреждениям рабочей поверхности и заменам таких решёт.

Второе, представляющее на наш взгляд наиболее значительный интерес направление, связано с созданием, так называемых решёт с «дефлекторным» профилем сечений ячеек. В начале 1980-х на фабриках ПО «Донецкуглеобогащение», а также на ряде фабрик коксохимических заводов начали эксплуатироваться колосниковые решета отсадочных машин РКО конструкции Донецкого политехнического института (ДПИ) (рис. 2). ДПИ совместно с Моспинским РМЗ в этот период освоили производство двух типов решёт РКО из фасонных колосников (высокоточных профилей) №8 и №3232, изготавливаемых из конструкционных сталей ст. 35 и ст. 50 соответственно. Колосники по концам посредством электросварки крепились в рамах из металлических полос единого размера 481 x 995 мм с формированием просеивающих щелей шириной 4, 6 и 8 мм поперечных относительно направления перемещения постелей. Решета из профиля №8 рекомендовались и обычно применялись в породных, наиболее нагруженных отделениях отсадочных машин, а из профиля №3232 - в последующих промпродуктовых и перечистных отделениях. Щели таких решёт, имея форму конфузора, или коноида, с наклонёнными под углом от до 20 плоскостями, обеспечивали, так называемое «дефлекторное» (отклоняющее) воздействие на восходящие потоки. Наклонное воздействие восходящих потоков в зоне взаимодействия постели с отсадочным решето обеспечивает наличие и стабильное поддержание горизонтальной составляющей, ускоряющей продольное перемещение постели и повышающее производительность отсадки. Однако, анализ опыта эксплуатации таких решёт в периоде времени до конца 1990 г.г., показывает, что технические решения, использованные в решетах РКО полностью не решают проблем устранения заклиниваний. Очевидно, что причиной этого является жёсткое концевое крепление колосников на сварке сочетающееся с большим (около 500 мм) продольным размером просеивающих щелей. Это приводит к тому, что заклинивающиеся частицы, находясь под динамическим воздействием кусков постели и инородных тел, изгибают колосники и нарушают структуру просеивающей поверхности. Кроме того, такое деформирование зачастую приводит к разрушению сварного крепления колосников. К аналогичным деформациям и разрушениям приводит и ручная очистка решёт простукиванием.

Решёта с рабочей поверхностью из полиуретановых сит конструктивно вы-

полнялись с апертурой и сечением ячеек максимально приближенными к шпальтовым. Опыт их промышленной эксплуатации с конца 1980-х, начала 1990-х говорит о достаточно высокой их износостойкости и долговечности. Срок службы в отдельных случаях составлял 5 лет и более. Однако, их конструкция, несмотря на трапециевидную форму элементов, формирующих ячейки, всё-таки не решала проблем эффективной самоочистки от заклинивающих зёрен (рис. 3). Заклинившиеся частицы деформируют колосники и расширяют ячейки полиуретановых сит. Такие деформации в процессе работы машины способствуют дальнейшему увеличению числа заклиниваний, приводят к нарушению равномерности распределения расхода подрешётной воды и параметров пульсаций, как следствие - ухудшению технологических показателей процесса.

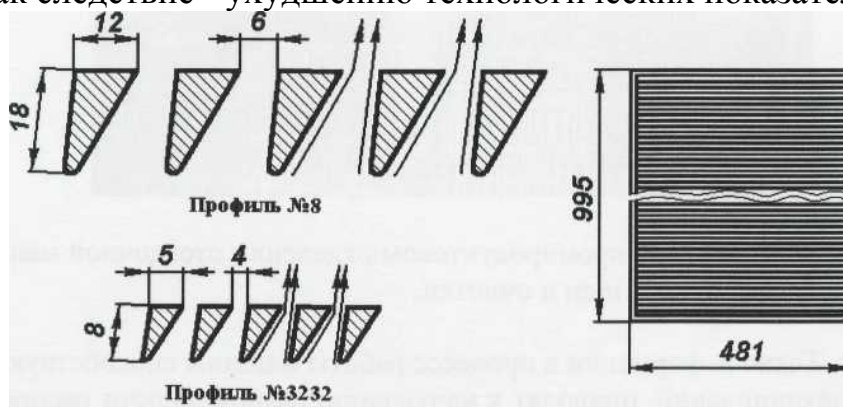


Рис. 2 - Колосниковые решета РКО

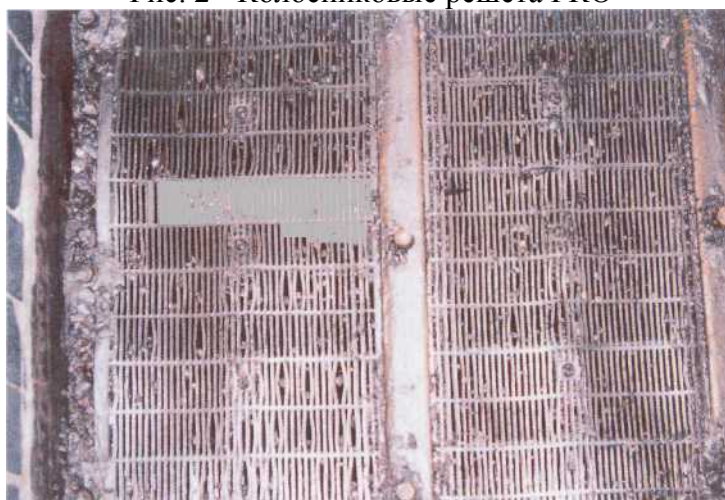


Рис.3 - Решета из полиуретана в промпродуктовом отделении отсадочной машины ОМ-318 после «отработки» постели и очистки

В Институте геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ им. Н.С. Полякова НАНУ) в течение уже многих лет совместно с фирмой «Размах» ведутся исследовательские работы по созданию, освоению производства и широкому внедрению технологически высокоэффективных и долговечных рабочих поверхностей обогатительного оборудования из износостойких резин, а также новых способов и средств их применения, обеспечивающих существенное повышение технологических показателей обогатительных процессов [3]. Одним из направлений таких работ явля-

ется создание высокоэффективных рабочих поверхностей для процессов обогащения руд цветных и чёрных металлов, а также углей.

Первые исследовательские работы этого направления берут начало с 1983 - 1984 г.г. В этот период они связаны с активными промышленными испытаниями и внедрением резонирующих ленточно-струнных сит (РЛСС) на предприятиях ПО «ЯКУТАЛМАЗ», ныне известного как АК «АЛРОСА». Решета для отсадочных машин МО-105 на основе РЛСС с ячейками для грохочения по классу 2 мм были введены в эксплуатацию в технологической линии ОФ №12 на участке обогащения отсадкой классифицированного алмазосодержащего сырья крупностью -5,0+2,0 мм. С учётом особенностей условий нагружения решёт в отсадочных машинах, система крепления лент-струн РЛСС была выполнена с двумя дополнительными промежуточными опорами, благодаря которым свободная длина струн уменьшалась в три раза и составляла около 100 мм. Эксплуатация в течение около года такой системы уже на том этапе выявила по заклиниваниям недостатки, характерные описанным выше конструкциям, но, продемонстрировав высокую износостойкость и удобства в обслуживании при разборках постелей, подтвердила несомненную перспективность работ этого направления.

Отталкиваясь от этого опыта, а также в связи с созданием более совершенной конструкции просеивающих элементов с кольцевым несущим органом [4] для сит динамически активных ленточных (СДАЛ), обладающих неизмеримо более широким, чем у РЛСС спектром вариантов исполнения, апертур и области применения, дальнейшие разработки этого направления основывались уже на применении указанных новых типов сит.

В период до начала 1990-х в ИГТМ НАН Украины выполнены исследования, на основании которых разработаны конструкции, технологическая оснастка и освоено производство решёт на основе просеивающих поверхностей типа СДАЛ для отсадочных машин МОД-02; МОД-1 и МОД-2(3; 4) (рис. 4). Перечисленные машины, в первую очередь пред назначены и наиболее широко применяются для обогащения руд цветных металлов (золото, алмазы, олово и др.). Технологии обогащения указанных минералов наиболее часто предусматривают процессы отсадки, осуществляемые с искусственной постелью. На основании этого, а также первого промышленного исследовательского опыта, конструкции решёт указанных машин предусматривали многоопорную систему крепления просеивающих элементов СДАЛ, а также возможность формирования на рабочей поверхности резинометаллических «трафаретов» для удержания постелей. Установку таких решёт в отсадочных машинах производят креплением по бортам с помощью прижимных деревянных брусьев и клиньев, а также через «штатные» траверсы с винтовыми механизмами, прижимные вилки и металлические полосы. Устанавливаемые на ребро металлические полосы формируют «трафарет», и прижимают просеивающие элементы СДАЛ к расположенным с нижней стороны рам металлическим промежуточным опорам (рис. 5).

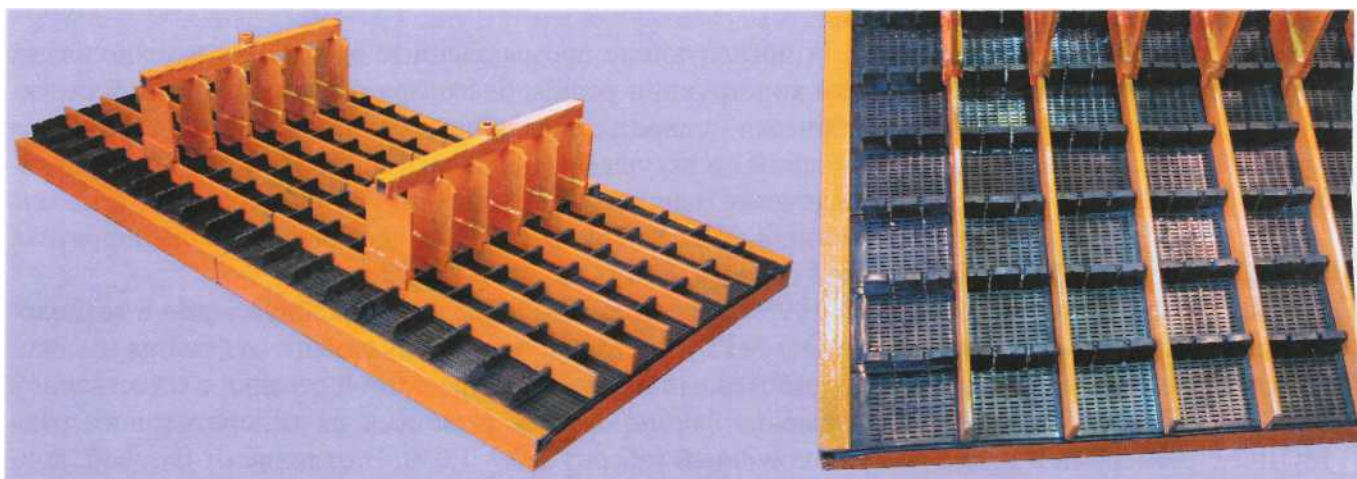


Рис. 4 - Общий вид и фрагмент решета отсадочной машины МОД-2(3; 4) на основе просеивающих элементов типа СДАЛ с ячейками 2,5x10,0 мм



Рис. 5 - Отсадочная машина МОД-2 с решетами на основе просеивающих элементов типа СДАЛ

Лабораторные технологические и последующие промышленные испытания в технологиях обогащения руд показали, что новые конструкции решёт, благодаря оптимизированной структуре просеивающего полотна, практически полностью исключают заклинивания в ячейках, для процессов отсадки не имеют ограничений по несущей способности и обеспечивают срок службы до 3-х - 4-х лет и более. В отсадочных машинах указанных типов они внедрены с начала 1990-х годов и продолжают эксплуатироваться на золото- и алмазодобывающих предприятиях Урала, Забайкалья, Якутии, Амурской области, Кыргызстана и Конго.

Базируясь на этой разработке, в 1995 г. было создано и введено в эксплуатацию в технологической линии алмазодобывающей ОФ №12 решето для продуктового отделения высокопроизводительной машины МО-212, работавшей в режиме надрешётной отсадки с естественной постелью. Рабочая поверхность отделения формировалась решетками от типоразмерного ряда МОД-2 с

размерами в плане под установочный габарит $1,0 \times 1,0$ м. В отличие от базовой, конструкция просеивающих элементов СДАЛ этих решёт не имела элементов для удержания постели. Такой вариант конструкции и эксплуатации решета максимально приближен к особенностям процессов отсадки, реализуемых в схемах обогащения угля с высокопроизводительными отсадочными машинами площадью до 24 м^2 . В результатах первого годового цикла испытаний отмечалось, что во всём периоде стабильно обеспечивались максимально высокие технологические показатели отсадки. Сколько-нибудь ощутимый износ рабочей поверхности просеивающих элементов и отказы в работе машины от решёт не наблюдались. В течение всего периода эксплуатации забивки отверстий не происходило, что не потребовало никаких трудовых и материальных затрат на их очистку. Такие результаты послужили основанием для решения о применении решёт типа СДАЛ на всех отсадочных машинах (четыре машины МО-212 и одна МО-318) первой и второй очередей фабрики №12. Выполненные в последние годы мероприятия по внедрению этой разработки на двух машинах МО-212 только первой очереди фабрики, позволили за счёт повышения технологических показателей отсадки получить предприятию в 1999 году фактическую прибыль в размере 363000 дол. США и фактический годовой экономический эффект 250000 дол. США.

Достигнутые технические, технологические и экономические результаты позволили обоснованно предлагать разработку и другим предприятиям, а также активно продвигать её на рынок углеобогатительного оборудования. Это направление берёт начало от промышленных испытаний 2000 г., проведенных с решетами аналогичной конструкции в технологической линии ЦОФ «Добропольская». Экспериментальный комплект решёт на основе резиновых просеивающих элементов с яч. $2,5 \times 10,0$ мм и установочным габаритным размером рам $1,0 \times 1,0$ м в апреле 2000 г. был установлен в породном отделении отсадочной машины ОМ-318 мелкой отсадки, осуществляющей обогащение классифицированного угля класса $-13,0 + 1,0$ мм. Эксплуатация и технологические опробования в течение 2000 г. показали полное соответствие полученным ранее результатам, технологические показатели отсадки с уровнем потерь не более 0,8 - 1,0% и послужили основой для реализации к апрелю 2001 г. полного переоснащения машины (рис. 6).

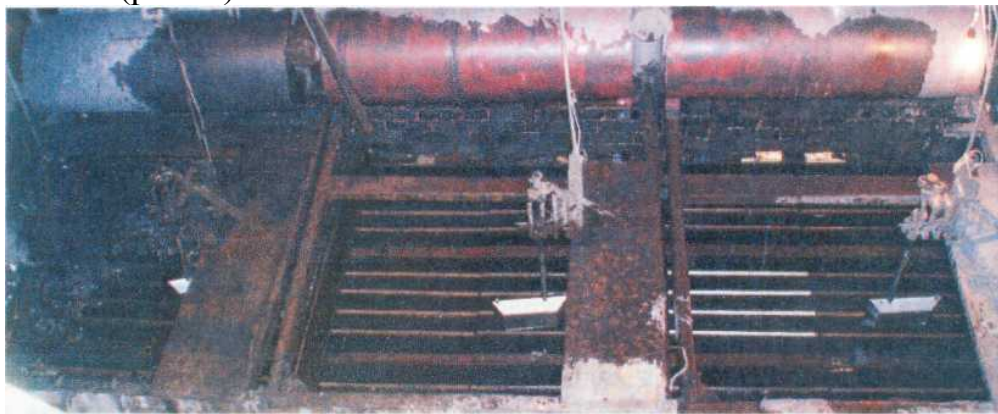


Рис. 6 - Отсадочная машина ОМ-18 с решетами на основе СДАЛ с яч. $2,5 \times 10,0$ мм на участке мелкой отсадки технологической линии ЦОФ «Добропольская»

Вместе с тем, опыт работ по установке новых решёт, обслуживанию узлов и агрегатов, расположенных в подрешётном пространстве отсадочной машины, показали целесообразность создания типоразмерного ряда решёт новой конструкции, специализированного для углеперерабатывающей отрасли назначения, с наиболее широко применяемым, стандартизированным габаритным установочным размером рам 0,5x1,0 м. В разработанный фирмой «Размах» типоразмерный ряд вошли решета на основе просеивающих элементов типа СДАЛ с ячейками 2,5x10; 3,5x16; 4,0x20 и 6,0x20 мм. Новые конструкции решёт и специальных просеивающих элементов создавались с учётом возможности их применения в любых типах углеобогатительных машин и отсадочных отделений всех назначений - для «мелких» и «крупных» отсадков, отсадочных машин, работающих как с подготовленными машинными классами, так и с ширококлассифицированными и неклассифицированными углями, в породных промпродуктовых и перечистных отделениях. Разработано два основных типа решёт. Первый предусматривает применение ранее достаточно широко опробованных СДАЛ с яч. 2,5x10,0 мм с традиционным профилем сечения ячеек. Решета этого типа выполнены с креплением просеивающих элементов СДАЛ посредством продольного натяжения, и могут выпускаться шириной 480 и 605 мм (рис. 7а). Решета с поперечным размером 605 мм предназначены для отсадочных машин с шириной рабочей поверхности отделений 1250 мм (отсадочные машины ОМ-105 и др.). Второй основывается на применении новых, специальных, впервые созданных конструкций резиновых просеивающих элементов типа СДАЛ с «дефлекторным» профилем сечений ячеек (рис. 7б). Эта разработка предусматривает реализацию технологических эффектов, аналогичных достигаемым при применении отмеченных выше колосниковых решёт РКО, в сочетании с максимальной самоочисткой от заклинивающихся зёрен и не ограничиваемой для отсадочных машин несущей способностью. Как показали исследования, самая высокая степень самоочистки таких сит обеспечивается сочетанием конструктивных особенностей, эластичности и специфических дополнительных поворотных колебаний асимметричных элементов, формирующих ячейки просеивающей поверхности. Поворотные колебания, генерируемые взаимодействием перерабатываемого материала, а также восходящих и нисходящих потоков с отклоняющимися плоскостями в просеивающих ячейках (рис. 8б, 8в) являются главным фактором для устранения заклиниваний. Не ограничиваемая для отсадочных машин несущая способность в конструкциях новых решёт обоих типов обеспечивается многоопорным принципом крепления просеивающих элементов СДАЛ. В первом варианте решета имеют шесть поперечных дополнительных промежуточных опор, во втором - две продольные. Благодаря такому подходу обеспечиваются также высокие прочность, надёжность и долговечность металлоконструкций рам для решёт типа СДАЛ.

Модернизированные решета типа СДАЛ с яч. 2,5 x 10,0 мм и традиционным профилем сечения ячеек в октябре 2001 г. введены в эксплуатацию, в начале в промпродуктовом, а в последующем и в породном отделениях отсадочной машины БОМ-18 технологической линии ЦОФ «Октябрьская». Их эффективная эксплуатация осуществлялась до нынешнего 2008 г. Только с середины этого

года началась их замена на решета типа «СДАЛ-дефлектор».

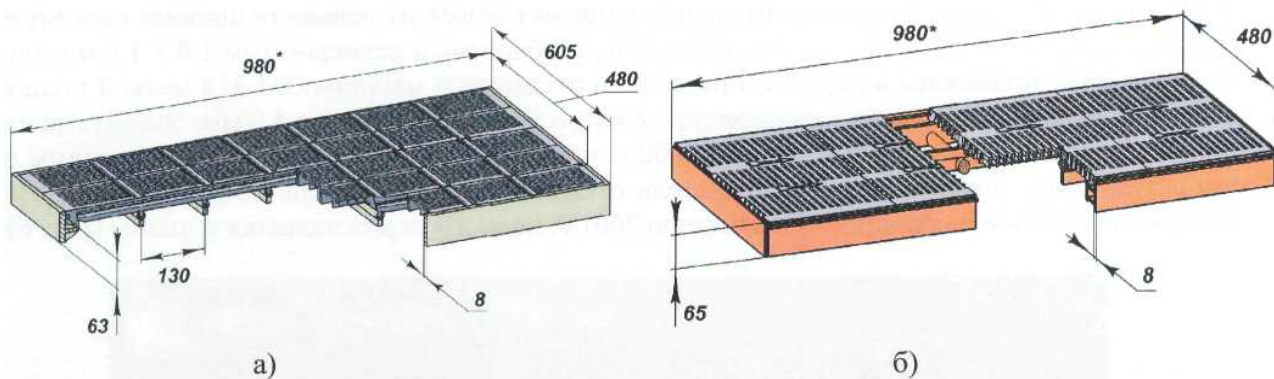


Рис. 7 - Решета на основе просеивающих элементов типа СДАЛ для отсадочных машин: а) с яч. 2,5 x 10,0 мм и традиционным профилем сечения ячеек; б) с «дефлекторным» профилем сечения ячеек

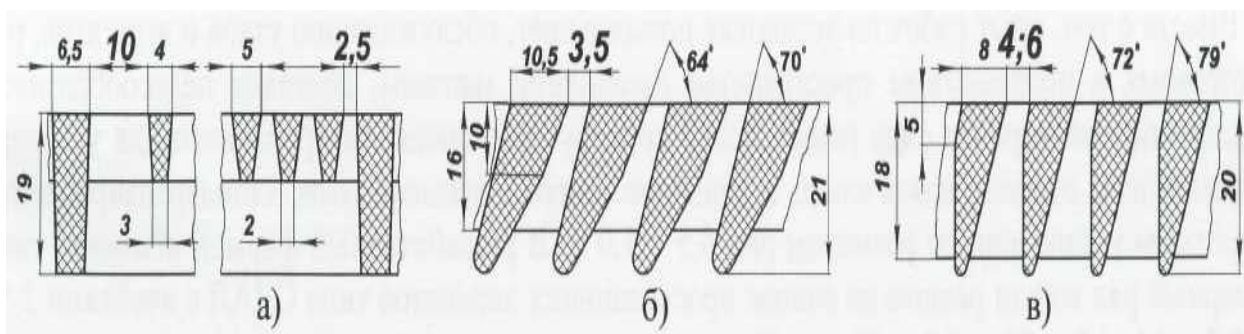


Рис. 8 - Профили сечений ячеек просеивающих элементов СДАЛ для решёт отсадочных машин: а) расширяющийся симметричный для процессов «мелких» отсадок; б) расширяющийся асимметричный «СДАЛ-дефлектор» для повышенных нагрузок; в) расширяющийся асимметричный «СДАЛ-дефлектор»

Наиболее широкое и эффективное применение получили решета отсадочных машин типа «СДАЛ-дефлектор». В виде, представленном на рис. 9, они через этапы опробований и испытаний с 2002 г. успешно внедрены и эффективно применяются в действующих технологических линиях таких предприятий, как ЦОФ «Добропольская»; ЦОФ «Октябрьская»; ЦОФ «Комсомольская»; ЦОФ «Краснолиманская»; ЦОФ «Киевская»; ЦОФ «Узловская»; ЦОФ «Кондратьевская»; ЦОФ «Моспинская»; ЦОФ «Россия»; ЦОФ «Дзержинская»; ЦОФ «Постниковская»; ГОФ «Красная Звезда»; ЦОФ «Кураховская»; ОП «Трудовская», «Касьяновская ОФ», ЦОФ «Коксовая» (Россия), АК «Рэмион» (Конго) и др.

Длительная эксплуатация и многократно проведенные опробования позволяют обоснованно утверждать, что применение резиновых решёт типов СДАЛ и "СДАЛ-дефлектор" гарантирует:

- ресурсную долговечность - не менее 3 лет (наши гарантийные обязательства при поставках), реально достигаемую - до 6 - 8 лет (ограничивается коррозионной стойкостью металлоконструкций рам из рядовых углеродистых сталей);
- повышение эффективности и производительности отсадки с минимальным уровнем потерь - не более 0,8 - 1,0%;
- повышение надёжности узлов крепления решёт, что снижает затраты на

их обслуживание и ремонт;

- полную самоочищаемость, благодаря чему постели могут "отрабатываться" с меньшей периодичностью;

- предельное облегчение труда обслуживающего персонала по разборке и уборке постелей машин.



Рис. 9 - Общий вид решета отсадочной машины типа «СДАЛ-дефлектор»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артюшин С.П. Обогащение углей / Артюшин С.П. // - М.: «Недра», 1975. - 382 с.
2. Прейгерзон Г.И. Обогащение угля / Прейгерзон Г.И. // - М.: «Недра», 1964. - 540 с.
3. Червоненко А.Г. Износостойкие динамически активные просеивающие поверхности из эластомеров для разделения сыпучих материалов и пульп / Червоненко А.Г., Морус В.Л. // Труды II Международного симпозиума по механике эластомеров, июнь, 1997, г. Днепропетровск. - 1997. - Т1. - С. 296-309.
4. Эластичное просеивающее устройство для плоских сит. Пат. РФ № 1662710; Оpubл. в Б.И., 1991, № 26.

**ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ГОРНОЙ ПОРОДЫ
НА ПАРАМЕТРЫ ПНЕВМОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ**

Приведені результати досліджень впливу розміру часток гірської породи, що транспортується, на параметри пневмотранспортування. Отримані залежності для визначення швидкості пневмотранспортування та витрат стислого повітря від розміру часток матеріалу, що транспортується, з урахуванням параметрів пневмотранспортної системи.

**INFLUENCE OF SIZE OF PARTICLES OF MOUNTAIN BREED
ON PARAMETERS OF PNEUMATIC PORTAGE**

The brought results over of researches of influence of size of parts of mountain breed that is transported, on the parameters of pneumatic portage. The got dependences are for determination of speed of pneumatic portage and charges of the compressed air from the size of parts of material that is transported, taking into account the parameters of the pneumatic portage system.

Одной из отличительных особенностей пневмотранспортирования горной породы является необходимость учета ее кусковатости (гранулометрического состава). Кусковатость характеризуется линейными размерами кусков насыпного груза, замеряемыми по трем взаимно перпендикулярным направлениям, при этом в одном из этих направлений размер куска должен быть максимальным [1].

Ориентировочно значение средней скорости воздушного потока при пневмотранспортировании горной породы по горизонтальному трубопроводу может быть определено по эмпирической формуле [2]

$$u_{cp}^e = A\sqrt{\rho_m} + BL_{mp}^2, \quad (1)$$

где u_{cp}^e – осредненное по сечению транспортного трубопровода значение скорости воздушного потока; A – коэффициент, зависящий от крупности частиц транспортируемого материала; ρ_m – насыпная плотность транспортируемого материала в т/м³; B – опытный коэффициент, L_{mp} – длина транспортного трубопровода.

Значение коэффициента B находится в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ (для пылевидных сухих материалов) до $5 \cdot 10^{-5}$ [2]. При этом для насыпных грузов принята следующая классификация: пылевидные материалы – это частицы с размерами менее 0,05 мм, порошкообразные – от 0,05 мм до 0,5 мм, зернистые – от 0,5 мм до 10 мм, мелкокусковые – от 10 мм до 60 мм, среднекусковые – от 60 мм до 160 мм и крупно-кусковые – более 160 мм [1]. Учитывая диапазон изменения коэффициента B , при расчете параметров пневмотранспортирования горной породы вполне приемлемо использовать значение $B = 5 \cdot 10^{-5}$.

На рис. 1 представлена графическая зависимость коэффициента A от диаметра пневмотранспортируемого материала d , построенная с использованием табличных данных, приведенных в работе [2].