

УДК 620.178:677.042

В. М. Сербин, к.т.н., доц., СевКавГТУ, г. Ставрополь

E-mail: vmserbin@yandex.ru

Гуммированные рабочие органы спиральных классификаторов малых типоразмеров

Рассмотрены новые подходы к повышению ресурса рабочих органов спиральных классификаторов малых типоразмеров на основе использования методов гуммирования и рационального конструирования элементов спирали.

Ключевые слова: спиральный классификатор, рабочий орган, износостойкость, гуммирование.

V. M. Serbin

Rubber working bodies of spiral small size classifier

New approaches to improving resource working bodies of the spiral classifier sizes small through the use of methods of rational design and gumming elements of the helix.

Keywords: spiral classifier, a working body, wear resistance, gumming.

В нашем предыдущем сообщении [1] был рассмотрен метод повышения износостойкости рабочих органов спиральных классификаторов с диаметром спирали от 1 до 3-х метров, основанный на использовании методов конструкционной износостойкости и гуммирования. Однако, наряду с упомянутыми машинами, промышленностью также востребованы классификаторы с диаметром спирали 0,3, 0,48 и 0,75 м [2]. Эти аппараты условно относятся к классификаторам малых типоразмеров и широко применяются в горнообогатительной, строительной, химической и других отраслях промышленности для промывки, фракционирования, дешламации и обезвоживания разнообразных нерудных и рудных материалов, в том числе – алмазо-и золотосодержащих руд. В нашей стране основными производителями этих машин является ОАО ПО "Иркутский завод тяжелого машиностроения" и ОАО "Новочеркасский машиностроительный завод им. А. А. Никольского".

Пропорциональное уменьшение диаметральных размеров рабочих органов этих аппаратов потребовало качественно иного подхода к повышению их износостойкости. В частности, использование дискретных футеровочных элементов для этих целей оказалось нерациональным, т. к. приводит к неоправданному усложнению и удорожанию конструкции.

Поэтому лопасти, набор которых образует ленту спирали, целиком изготавливают из дорогостоящей износостойкой рессорно-пружинной стали 65Г в виде стального листа толщиной 8 мм.

Опыт эксплуатации этих аппаратов в различных отраслях промышленности показал низкую эффективность подобного исполнения рабочего органа. Во-первых, ресурс работы металлических лопастей по данным ЗАО "Алроса" (г. Мирный) и других предприятий составляет не более 8...12 месяцев. Во-вторых, изготовление этих элементов создает значительные технологические трудности, т. к. включает в себя операции вырубki заготовок, их нагрев в специальных индукционных печах и последующую штамповку для сообщения заготовкам спиралевидной формы, что весьма трудоемко, учитывая высокие механические характеристики стали 65Г.

Цель предлагаемой работы – повышение надежности и долговечности рабочих органов спиральных классификаторов с одновременным снижением затрат на изготовление и монтаж лопастей.

Анализ показал, что проблему повышения износостойкости лопастей можно решить хорошо известным и отработанным способом – методом гуммирования износостойкими резинами. Ранее этот метод показал высокую эффективность применительно к классификаторам больших типоразмеров (КС-12, 15, 20, 24, 30), которые эксплуатируются в значительно более напряженном режиме. Накопленный опыт и проведенные исследования позволяют экстраполировать результаты, полученные для этих классификаторов, и на классификаторы малых типоразмеров, которые перемещают значительно меньшие объемы абразивного материала. Поэтому в качестве материала для изготовления лопастей была предложена хорошо зарекомендовавшая себя резиновая смесь ИРП-10214 на основе бутадиен-стирольного каучука, износостойкость которой по опыту эксплуатации значительно выше отбеленного чугуна и специального сплава ИЧХ28Н2 [3].

Для решения вопроса о конструктивном исполнении лопастей, был исследован нагрузочный режим работы спиральных классификаторов. За основу было принято выражение для определения производительности классификаторов по пескам [2]:

$$Q = 5,45mnD^3 \rho K_\alpha / 2700,$$

где m – количество спиралей; n – частота вращения спирали, мин^{-1} ; D – диаметр спирали, м; ρ – насыпная плотность материала, т/м^3 ; K_α – поправочный коэффициент, учитывающий угол наклона спирали.

После преобразования этого уравнения, было получено выражение для определения объема призмы волочения, перемещаемой одним витком спирали:

$$V_{np} = 0,0168D^3 K_\alpha.$$

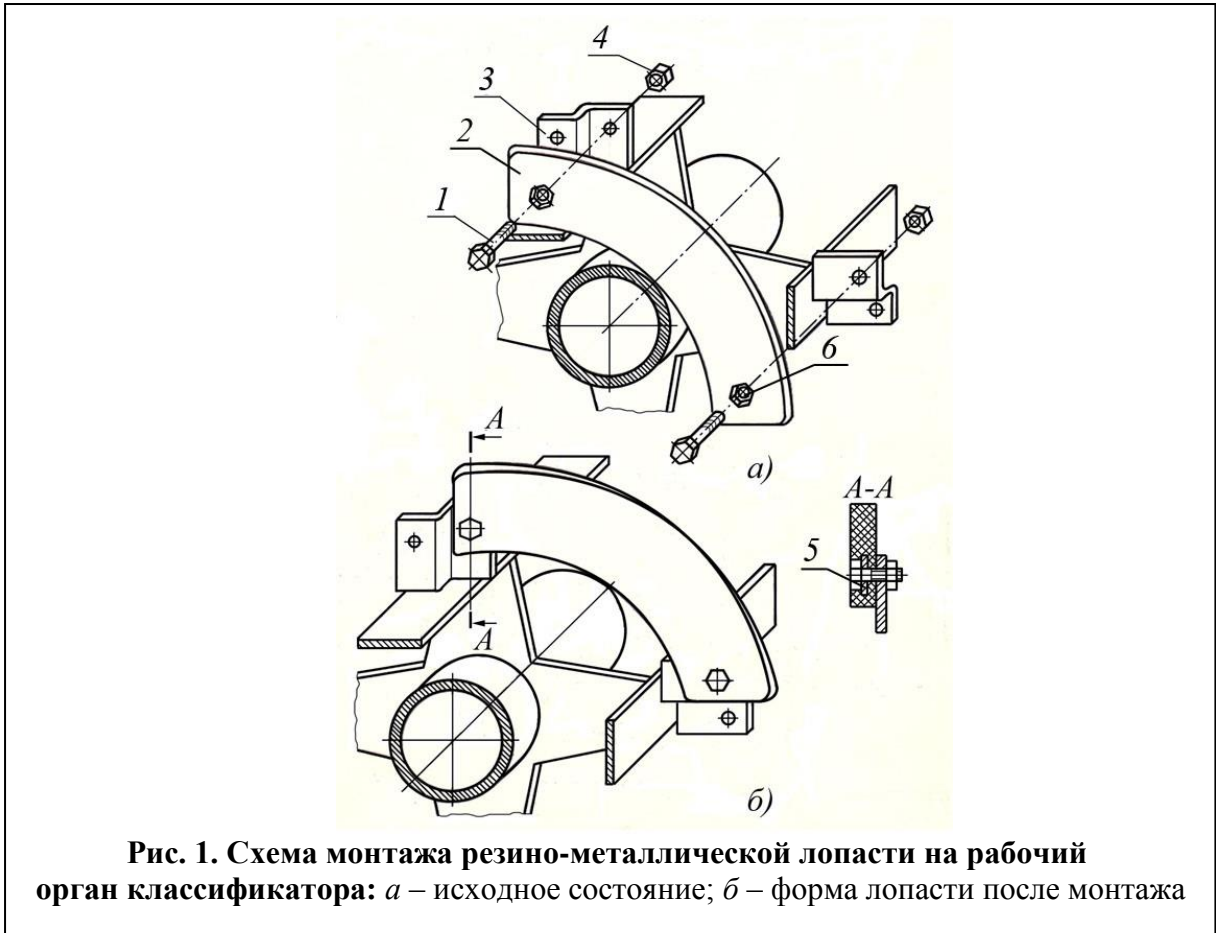
В таблице представлены результаты расчета при $K_a = 1$, соответствующие наиболее часто применяемому углу наклона спирали в 18° .

Тип классификатора	КС-3,0	КС-4,8	КС-7,5	КС-10	КС-12	КС-15	КС-20	КС-24	КС-30
Объем призмы волочения, м ³	0,0005	0,002	0,007	0,0168	0,029	0,057	0,135	0,23	0,45

Как следует из данных таблицы, спиральные классификаторы малых типоразмеров при номинальной производительности перемещают буквально ничтожные объемы абразивного материала по сравнению, например, с классификаторами типа КС-20, 24 или 30, что позволяет использовать принципиально иной подход к конструированию лопастей.

Прежде всего, при столь низких нагрузках нет смысла изготавливать лопасти целиком из высокопрочной стали, поэтому было предложено выполнять лопасти в виде монолитных резиновых плит. Для обеспечения требуемой прочности и жесткости внутри этих плит была размещена закладная деталь в форме кольцевого сектора, которая одновременно является и крепежным элементом. С учетом относительно небольших осевых нагрузок, действующих на лопасть, закладная деталь изготовлена из стальной полосы толщиной 3...4 мм и шириной, равной 0,3...0,4 высоты лопасти. При выполнении этих соотношений и известных габаритных размерах резиновых плит, закладная деталь, а следовательно резино-металлическая лопасть (РМЛ) в целом, является гибкой конструкцией. Это создает предпосылки для изготовления РМЛ в виде плоских деталей и сообщения им спиралевидной формы в процессе крепления на рабочий орган. Последнее обстоятельство имеет важное значение, т. к. при этом значительно упрощается конструкция оснастки (пресс-формы), технология изготовления и монтаж РМЛ на спираль.

На рис. 1 показана схема монтажа РМЛ на рабочий орган классификатора. Болты 1 одновременно вставляются в сквозные отверстия, выполненные на поверхности лопасти 2 и кронштейнах классификатора 3 (рис. 1, а). После этого поочередно завинчивают гайки 4 и подтягивают к кронштейнам обе стороны РМЛ. По мере затяжки болтов гибкая закладная деталь 5, размещенная внутри РМЛ, а вместе с ней и вся лопасть прижимаются к поверхности кронштейнов и принимают спиралевидную форму (рис. 1, б). При этом головки болтов утапливаются в шестигранные углубления 6, выполненные на поверхности РМЛ, что позволяет защитить их от износа. Таким образом, закладная деталь в предлагаемой конструкции является как крепежным, так и формообразующим элементом.



На основании проведенных исследований была разработана конструкция РМЛ классификаторов типа КС-4,8×45 и КС1-7,5×55. Изготовлена оснастка, отработан технологический регламент и организован выпуск опытной партии резиновых лопастей в ОАО "Черкесский завод РТИ" (рис. 2, а).



Опытно-промышленные испытания гуммированных лопастей классификатора КС1-4,8×45 проводились в условиях фабрики №12 Удачинского ГОКа АК "Алроса", а классификатора КС1-7,5×55 в условиях комбината "Чиатурмарганец" (Грузия). В процессе монтажа РМЛ на рабочий орган была подтверждена высокая эффективность рассмотренного выше способа крепления – лопасти легко, в процессе затяжки болтов принимали спиралевидную форму (рис.2, б).

При проведении сравнительных испытаний за аналог принимались металлические лопасти, выполненные из стали 65Г. По предыдущему опыту эксплуатации срок их службы на обоих предприятиях составлял около одного года.

Наблюдения за характером износа РМЛ показали, что обе лопасти изнашиваются преимущественно по торцовой поверхности, взаимодействующей с "песчаной постелью" классификатора. При этом износ в верхней части спирали выше, чем в нижней, что соответствует общей тенденции для спиральных классификаторов. Что касается рабочей поверхности, взаимодействующей с призмой волочения, то на этой поверхности следы износа практически отсутствуют, что связано с низкой производительностью классификаторов по пескам и, соответственно, небольшими объемами перемещаемой рудной массы, а также эффективной смазкой и охлаждением водой.

В процессе эксплуатации потери прочности и деформирования лопастей не наблюдалось даже в самых жестких условиях работы, что свидетельствует о высокой надежности предложенной конструкции.

К положительным качествам РМЛ, выявленным в процессе эксплуатации, относится также высокая их податливость, что исключает заклинивание спирали и выход из строя ее элементов (вала, кронштейнов, опор и т.д.).

Общий ресурс работы РМЛ на обоих предприятиях составил около 4-х лет, т. е. в 4 раза выше металлических лопастей. Результаты испытаний позволили рекомендовать РМЛ к серийному производству. В настоящее время серийный выпуск РМЛ ведет ОАО "Черкесский завод РТИ", а спиральных классификаторов КС1-4,8×45 и КС1-7,5×55, оснащенных гуммированными лопастями (рис. 3), ОАО ПО "Иркутский завод тяжелого машиностроения" и ОАО "Новочеркасский машиностроительный завод им. А. А. Никольского".

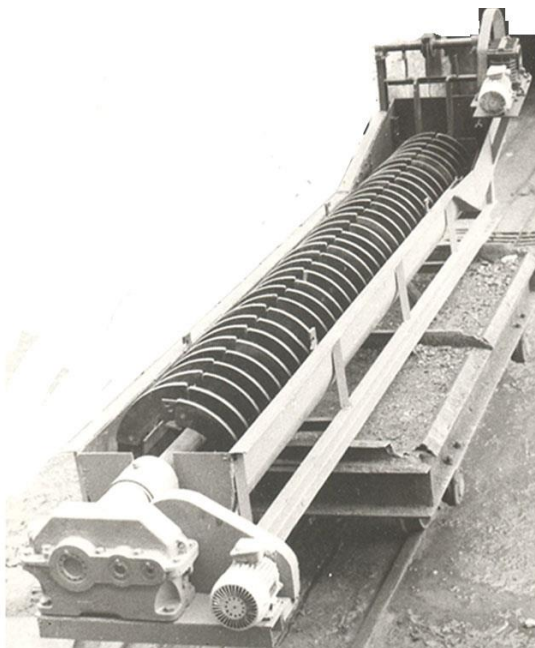


Рис. 3. Спиральный классификатор КС1-4,8×45 с гуммированным рабочим органом

Оригинальность разработки подтверждается авторским свидетельством на изобретение [4].

Список литературы

1. **Сербин В.М.** Повышение износостойкости рабочих органов спиральных классификаторов конструктивными методами // Научный симпозиум "Неделя горняка 2011". Сборник научных трудов. Семинар "Современные технологии в горном машиностроении". – М.: МГГУ, 2011. С. 253 – 265.
2. **ГОСТ 28121–89.** Классификаторы спиральные. Типы, основные параметры, размеры и технические требования. – Введ. 01.01.90. – Госстандарт СССР : Изд-во стандартов, 1989. 11 с.
3. **Пенкин Н.С.** Гуммированные детали машин. – М.: Машиностроение, 1977. 200 с.
4. **А.с. № 1180071.** Резиновая футеровка спирали классификатора / В.М. Сербин, Н.С. Пенкин. – № 3754160/22-03; заявл. 04.05.1998; опубл. 23.09.1985. Бюл. № 35.