

УДК 620.18

**ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПАРЫ «КОЛЬЦО-БЕГУНОК»  
ПРЯДИЛЬНЫХ МАШИН ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ**

Короткова Л.П., к.т.н., доцент,  
Лацинина С.В., ст. преп.,  
Мамонтова А.И., магистр гр. МСм–211, II курс,  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

**Введение.** Кольцевые прядильные машины являются наиболее распространенными в мире, их общее количество составляет свыше 70% всего парка прядильных машин. Эта группа прядильных машин имеет ограничение по производительности, связанные как с технологическими особенностями кольцевого способа прядения, так и с конструктивной особенностью прядильного устройства. В этих машинах прядение происходит за счет совмещения процесса кручения и наматывания, что ограничивает скорость прядения. Дополнительным отрицательным фактором является необходимость ограничения скорости движения бегунка по кольцу из-за быстрого его износа.

Решение задачи, направленной на повышение ресурса прядильного узла, в настоящей работе включает в себя, выбор материалов, а также способов производства и упрочнения для рабочей пары «кольцо-бегунок». В этом контексте проведен анализ материалов и способов их упрочнения для рассматриваемых изделий с точки зрения обеспечения максимальной износостойкости рабочего узла. Решение этой проблемы позволяет значительно повысить производительность процесса прядения с минимальными затратами по его осуществлению.

**Методика исследований.** В данной работе осуществлялась оценка материалов по комплексу свойств, перечисленному ниже:

- основные – твердость, прочность, теплостойкость (красностойкость), износостойкость;
- технологические – обрабатываемость давлением, резанием, шлифруемость, способность к термическому упрочнению.

Рекомендации по выбору материалов для пары «кольцо-бегунок» разрабатывались с учетом их износостойкости, технологии производства, а также себестоимости.

**Результаты исследований.**

В технологической схеме кольцевой прядильной машины основными нагруженными ее деталями являются кольца и особенно бегунки (рис.1). Эта пара работает в условиях интенсивного абразивного и усталостного износа, а также испытывают нагрев до 500°С в зависимости от технологии прядения и вида нити [1,2].

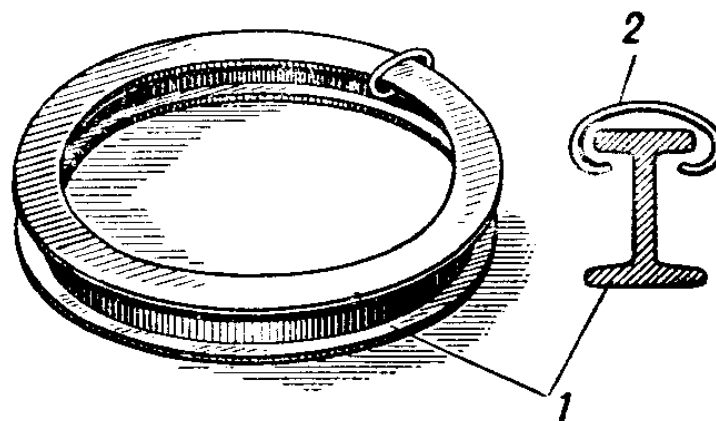


Рис.1. Кольцо (1) и бегунок (2) прядильной машины

Литературный поиск показал, что *российские производители* прядильных машин используют материалы в соответствии со стандартами:

- ГОСТ 3608-78 «Кольца прядильных и крутильных машин»[3];
- ГОСТ 11031-76 «Бегунки металлические для колец прядильных и крутильных машин»[4].

*Характеристика материалов, используемых для колец.*

При изготовлении колец выбор материала (стали) зависит от вида волокна и технологических особенностей кручения. Эти стали рекомендуется термически обрабатывать, с целью обеспечения максимальной износостойкости, на максимально возможную твердость.

*Российские производители* используют для этих целей марки следующие марки сталей (ГОСТ 3608-78):

- конструкционная сталь качественная углеродистая марок 40, 45 (ГОСТ 1050-88) с поверхностной закалкой ТВЧ на твердость 61...64HRC;
- подшипниковая сталь ШХ15, (ГОСТ 801-78) с закалкой и последующим низким отпуском на твердость 61...66 HRC;
- коррозионноустойчивая сталь 40X13 (ГОСТ 5632-72) с закалкой и последующим низким отпуском на твердость 54,2...58HRC;

Перечисленные стали обладают хорошими технологическими свойствами (обрабатываемость давлением, резанием). По износостойкости их можно выстроить в порядке: сталь 40, 40X13, ШХ15. Сталь 40 обладает наилучшей усталостной прочностью, а 40X13 – коррозионной стойкостью. Теплостойкость этих сталей относительно невысокая и составляет 200 °С [5,6].

*Китайские производители* для изготовления колец прядильных машин применяют: углеродистую качественную сталь марки 20, которая подвергается нитроцементации на глубину 0,4 мм с последующей термообработкой поверхностного слоя с твердостью не ниже 60,5 HRC, а также подшипниковую сталь с термической обработкой до 64 HRC.

*Фирмы Швейцарии, Японии и США* для изготовления колец прядильных машин не используют углеродистые стали ввиду их низкой износостойкости. Предпочтение отдается специальным легированным высокоуглеродистым сталям, например подшипниковым (Швеция), с дополнительной химико-термической обработкой поверхностей, например азотирование (США).

В *Германии* для этих целей используется износостойкая керамика, которая хорошо противостоит процессу износа. Однако, усталостные и ударные нагрузки она не выдерживает.

*Характеристика материалов, используемых для бегунка.*

Бегунок представляет собой С-образную проволоку небольшого сечения (рис. 1). Условия эксплуатации этой детали более тяжелые по сравнению с бегунком. Она работает с более интенсивным абразивным износом в условиях усталостных нагрузок и, в некоторых случаях, с нагревом до 500°С. При этом деталь испытывает значительные усталостные нагрузки, интенсивный абразивный износ. Таким образом, бегунок является самым «опасным» местом в конструкции прядильных машин. Смена бегунка происходит очень часто, в некоторых случаях, в течение каждого одного или двух часов работы прядильной машины.

*Российские производители* в качестве материала для бегунков используют следующие марки сталей (ГОСТ 11031-76):

– рессорно-пружинные 50Г, 60Г, 65Г, 70Г, 50ХФА, 60С2А, 65С2ВА, 70С2ХА (ГОСТ 2283-79) после закалки с последующим средним отпуском на твердость 44...52HRC и теплостойкость до 400 °С ;

– инструментальные углеродистые У7А...У10А (ГОСТ 1435 ) и низколегированные нетеплостойкие инструментальные стали перлитного класса 9ХФ, 9ХФМ, 13Х, Х6ВФ (ГОСТ 5950) после закалки с последующим низким отпуском на твердость 50...58HRC и теплостойкость 200 °С;

– быстрорежущую теплостойкую инструментальную сталь Р9 после высокотемпературной закалки с последующим трехкратным отпуском на 62...64 HRC и теплостойкостью до 600...620 °С (ГОСТ 19265 ).

Вышеперечисленные стали по износостойкости и теплостойкости расположены в порядке следования. То есть наибольшей износостойкостью обладает сталь Р9, но она уступает по технологическим свойствам углеродистым и низколегированным инструментальным сталям, особенно по горячей пластичности и шлифуемости. Кроме того, данная сталь имеет в своем составе крупную карбидную фазу, которая может деформировать нить в процессе производства [7].

*Зарубежные производители* используют для изготовления бегунков преимущественно высокоуглеродистые высококачественные легированные инструментальные стали.

Таким образом, решение задачи, направленной на повышение ресурса прядильного узла, в данном случае сводится, прежде всего, к подбору стали для бегунка, а также к использованию современных способов упрочнения и технологии производства этого изделия.

*Рекомендации по выбору материалов для пары «кольцо-бегунок».*

Как видно из приведенного выше анализа для бегунка использование конструкционных сталей не является перспективным направлением. Поиск по замене материала должен проводиться в области инструментальных материалов. Однако эти материалы не всегда обладают технологическими свойствами. Так стали, произведенные в электропечах, имеют ряд существенных недостатков, связанных с наличием карбидной неоднородности и крупных карбидов. Особенно этот недостаток характерен для высокохромистых сталей, содержащих 12% хрома, а также для быстрорежущих высоколегированных сталей.

В настоящее время существует широкий выбор инструментальных сталей различных фирм-производителей (например, BOHLER и ERASTEEL и др.), изготовленных методом порошковой металлургии. Эти стали отличаются отсутствием сегрегации по химическим элементам и, как следствие, характеризуются наличием дисперсных равномерно распределенных карбидов [8,9,10,11].

Дисперсная и равномерно распределенная микроструктура обеспечивает высокие основные свойства (повышенная вязкость, прочность, вторичная твердость, теплостойкость), а также хорошие технологические свойства (обрабатываемость давлением, резанием и особенно шлифуемостью).

Инструментальные стали, произведенные методом порошковой металлургии, по сравнению с традиционными, отличаются повышенной износостойкостью (рис. 2).

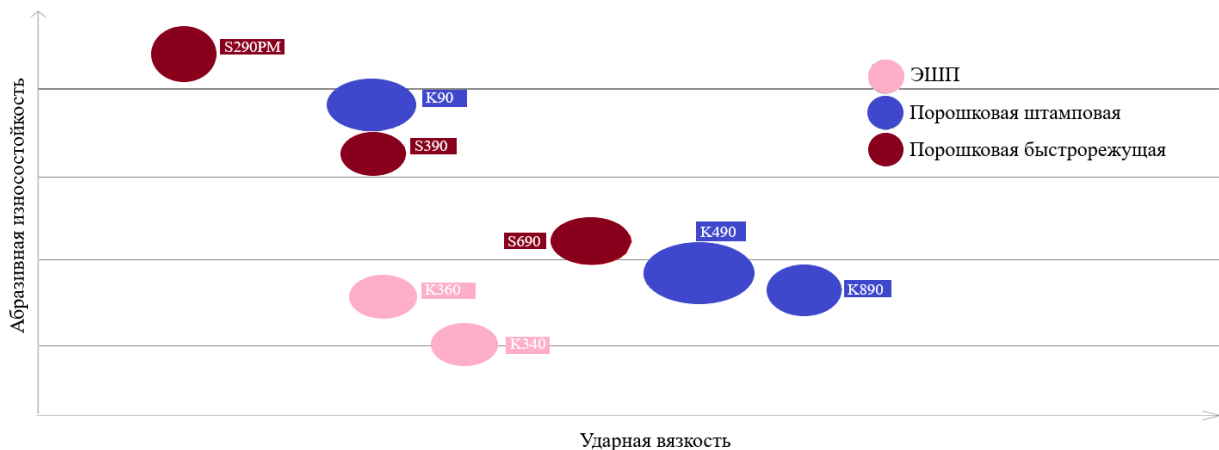


Рис.2. Абразивная износостойкость и ударная вязкость порошковых инструментальных сталей (МП) [15]

Как видно из рис. 2, порошковые инструментальные стали отличаются друг от друга по теплостойкости и износостойкости. С точки зрения обеспечения максимальной износостойкости и теплостойкости для бегунка целесообразнее использовать быстрорежущую сталь. Но большой запас износостойкости может быть не оправдан с точки зрения обеспечения максимальной усталостной

прочности, которая в большей степени зависит от показателей ударной вязкости. Для окончательного выбора материала необходимо проводить дополнительные поисковые исследования.

### **Выводы**

1. Для изготовления колец в паре с бегунком хорошо зарекомендовали себя на практике подшипниковые стали, которые относятся к группе сталей высокой износостойкости.

2. Повышение износостойкости пары «кольцо-бегунок» целесообразно обеспечить за счет использования порошковых инструментальных сталей, которые наряду с высокой износостойкостью обладают хорошими основными и технологическими свойствами.

3. Поисковые исследования по замене стали необходимо проводить прежде всего для детали кольца. Учитывая небольшую металлоемкость этой детали и в тоже время ее значимость для обеспечения непрерывности технологического процесса прядения, можно рекомендовать дорогостоящие современные материалы.

### **Список литературы**

1. Решетников, Я.Я. Современная концепция модернизации кольцепрядильных машин./ Я.Я. Решетников // Текстильная промышленность.- М.,1992. -№ 7.- С. 23-24.
2. ГОСТ 23632-79 Машины прядильные кольцевые. Основные параметры и размеры. Общие технические условия : межгосударственный стандарт Российской Федерации : издание официальное ; введен в действие 01.01.1980. – М.: Стандарт информ, 1979. – 18 с.
3. ГОСТ 3608-78 Кольца прядильных и крутильных машин. Технические условия Общие технические условия : межгосударственный стандарт Российской Федерации : издание официальное ; введен в действие 01.07.1979. – М.: Стандарт информ, 1998. – 18 с.
4. ГОСТ 11031-76: Бегунки металлические для колец Общие технические условия : межгосударственный стандарт Российской Федерации : издание официальное ; введен в действие 01.07.1978. – М.: Стандарт информ, 1982. – 56 с.
5. Гольдштейн М.И. Специальные стали: учеб. для вузов / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, М. Г. Векслер. – М.: Металлургия, 1985. – 408 с.
6. Короткова, Л. П. Конструкционные материалы : учеб. пособие / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2005. – 156 с.
7. Короткова Л.П. Инструментальные материалы: учеб. пособие. Кемерово.: ГУ КузГТУ, 2006. – 179 с.

8. Sandvik Coromant : [сайт] URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx>
9. BOHLER : [сайт] URL: <http://www.bohler.de/en/>
10. Seco Tools : [сайт] URL: <https://www.secotools.com/>
11. ERASTEEL : <https://www.erasteel.com/>