

УДК 677.051.8

DOI 10.47367/0021-3497_2021_5_180

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ ПИЛЬНОГО ДЖИНА

MODERNIZATION OF THE SAW GIN GRATE

А.А. ИСМАИЛОВ, Э.А. НАРМАТОВ, П.М. БУТОВСКИЙ

A.A. ISMAILOV, E.A. NARMATOV, P.M. BUTOVSKY

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан)

(Tashkent Institute of Textile and Light industry, Republic of Uzbekistan)

E-mai: gtnz1071980@mail.ru; normatov-elmurod@mail.ru

В статье на основе анализа исследований джинной колосниковой решетки показано, что сборка колосниковой решетки чрезвычайно трудоемка и требует больших затрат высококвалифицированного труда из-за нерешенности вопросов точности, а также нетехнологичности конструкции самой решетки и ее элементов. Для решения этой проблемы предложена конструкция колосника со сменным элементом в рабочей зоне, позволяющим увеличить срок службы колосника, а также компенсировать погрешности сборки пильно-колосниковой системы. Приведены экспериментальные данные по определению бокового смещения сменной пластинки, способы регулировки межколосникового зазора, который в свою очередь влияет на качество процесса дженирования и расчет сил затяжки, которая способствует удержанию сменной пластинки на колоснике.

Based on the analysis of studies on the reliability of the genie grate, it is shown that the assembly of the grate is extremely time consuming and requires high expenditures of highly skilled labor due to the unresolved issues of accuracy and also the lack of manufacturability of the grate design itself and its elements. To solve this problem, a grate design with a replaceable element in the working area has been proposed, which makes it possible to increase the grate service life, as well as to compensate the errors in the assembly of the saw grate system. Experimental data on determining the lateral displacement of the insert plate are presented, methods for adjusting the grate gap, which in turn affect the quality of the ginning process, the tightening forces calculation that helps to keep the removable plate in place, are worked out.

Ключевые слова: пильный джин, пила, колосниковая решетка, диск, вал, брус.

Keywords: saw gin, saw, grate, disc, shaft, bar.

Введение

На современном этапе развития народного хозяйства республики особенно остро стоит проблема улучшения качества выпускаемой продукции и доведения ее до уровня мировых стандартов. Одним из основных продуктов, вырабатываемых хлопкоочистительными заводами, является хлопковое волокно, качество которого в основном зависит от состояния техники и технологии переработки.

Основным оборудованием хлопкоочистительных заводов является волокноотделитель (джин), от состояния рабочих органов которого во многом зависит качество перерабатываемого продукта. Известно, что при джинировании хлопок попадает в наиболее сложные и тяжелые условия в зоне колосниковой решетки, где происходит отделение волокна от семян [1].

При этом подавляющее большинство колосников интенсивно изнашивается от непосредственного касания пил из-за их коробленности и погрешности сборки колосниковой решетки. Таким образом, при эксплуатации износ колосников приводит к увеличению межколосникового зазора в рабочей зоне и нарушению процесса джинирования.

В среднем, уже после трех месяцев эксплуатации колосниковой решетки в условиях хлопкозавода, 70...80% межколосниковых зазоров начинают превышать допустимые значения. Поэтому срок службы джинных колосников составляет от 4 до 6 месяцев, что вызывает необходимость их частой замены.

С другой стороны, существующая технология изготовления колосника не обеспечивает заданной точности. Уже при изготовлении заготовок в литейном цехе значительная часть колосников уходит в брак. Так, по данным производственного анализа около 44 % отливок бракуется из-за большой коробленности, нарушения размеров рабочей части колосника и прочих дефектов литья [2].

После механической обработки процент годных деталей составляет также всего 42% из-за нехватки припуска на механическую обработку в результате большой

коробленности заготовок, а также из-за отсутствия единых технологических баз.

Даже при сборке колосниковой решетки из собранных после отбраковки колосников технологические зазоры на рабочем участке колеблются в больших пределах.

В результате около 30 % всех пильных дисков оказывают дополнительные боковые давления на колосники, что приводит к поврежденности волокон и интенсивному износу колосников [3].

Поэтому разработка новых колосников и новых методов их сборки является актуальной задачей. Пильно-колосниковая система джинов представляет собой сложную многозвенную конструкцию, состоящую из 130 колосников и взаимодействующих с ними такого же количества пильных дисков. Причем основным требованием является центральное расположение пил в межколосниковом зазоре без касания о колосники и износостойкость рабочей зоны колосников, где протаскиваются пучки волокон за колосниковую решетку.

Однако выполнение этих требований весьма сложно и требует значительных трудовых затрат, так как это связано с большим числом факторов.

Во-первых, здесь имеет место сложная размерная цепь, для решения которой необходима высокая точность изготовления колосников.

Во-вторых, пильные диски имеют большую коробленность, до 0,5 мм и для правильной сборки необходимо производить индивидуальную подгонку каждого колосника к пиле;

При превышении допустимого износа колосников в рабочей зоне необходимо заменять их новыми, на что расходуется много металла и время на трудоемкую сборку. Даже в случае правильной сборки в статическом положении, при работе, из-за нагрузки, вал прогибается и возникает краевой эффект, при котором боковые пилы начнут касаться колосников.

Поэтому была разработана конструкция сборного колосника, в рабочей зоне которого закреплена сменная рабочая пластинка из износостойкого материала (рис.1). Сменная пластина устанавливается

в рабочей зоне корпуса колосника в фрезерованный паз. Крепление сменного элемента на колоснике осуществляется с помощью винта и клина. Такая конструкция крепления сменного элемента на колоснике позволяет, не выкручивая, а лишь только ослабляя крепежный винт, снимать и заменять сменный элемент.

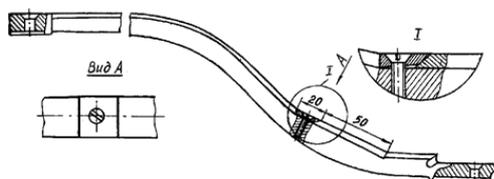


Рис. 1

Применение колосника со сменным элементом в рабочей зоне превращает колосниковую решетку в стационарный узел джина, где изношенные пластинки могут быть заменены при необходимости, без разборки колосниковой решетки, что позволяет: с одной стороны, экономить металл за счет снижения расхода колосников, с другой – снижает трудозатраты, связанные со сборкой колосниковой решетки при замене изношенных колосников [4].

Для исследования условий неподвижности рабочего элемента был произведен элементарный расчет значений сдвигающей боковой силы. По расчетной схеме (рис.2) при затягивании винта возникает осевая сила Q , которая через клин развивает силу зажима N . Она будет зависеть от момента затяжки винта и угла клина α .

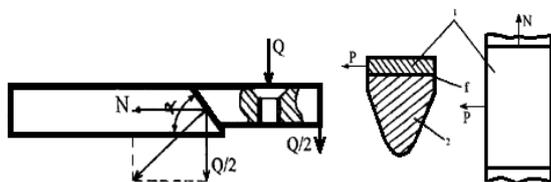


Рис. 2

Осевая сила Q определяется из равенства: $Q=M_{кр}/0,2d$, где $M_{кр}$ – момент затяжки винта, d – диаметр винта.

Однако не вся сила Q действует на клин, а только ее часть. Для расчета условно можно принять эту силу равной

половине зажимной силы, как указано на рис. 2. Ввиду того, что рабочая пластинка удерживается в пазу силами трения, боковая сила P определится как $P=N\mu$ (рис. 2), где μ – коэффициент трения покоя (для сталь по стали $\mu=0,20$). Угол клина $\alpha=45^\circ$.

Момент, прикладываемый к винту, может колебаться в широких пределах. Реально рабочий момент может быть в пределах 1,5...3 Н·м. Однако в данном случае использован винт под отвертку, поэтому момент затяжки будет небольшим и можно для расчета принять 0,15 Н·м.

При этих условиях расчетная величина сдвигающего бокового усилия P получилась равной 300 Н.

На практике усилие, действующее на сменный элемент, возникает в точке касания пилы о колосник и зависит от жесткости пилы и величины ее прогиба:

$$P=\gamma W,$$

где γ – жесткость пилы в Н/мм; W – деформация пилы в мм.

По данным эксперимента жесткость пилы колеблется в пределах 10,8...12,3 Н/мм. Если задаться деформацией пилы 4 мм, что весьма завышено, то расчетное значение силы не должно превышать 48 Н. Отсюда видно, что реальная сила сдвига в шесть раз меньше, чем полученная предварительным расчетом.

В то же время при дженировании касание пилы о колосник происходит через затянутый в межколосниковый зазор пучок волокон. При достаточно большой толщине пучка могут возникнуть дополнительные силы сдвига. Для экспериментальной проверки расчетных данных были проведены исследования по определению сдвигающей сменный элемент силы [5].

Для этого была собрана установка, представленная на рис. 3. Сборный колосник 3 установлен на экспериментальном стенде, где элементы крепления колосника аналогичны креплению на джине. Между жесткой плитой 8 и колосником 3 установлен на рычаге 5 динамометр 4 для измерения создаваемого бокового усилия. На индикаторной стойке 7 закреплен индикатор 1, фиксирующий сдвиг сменного элемента [6].

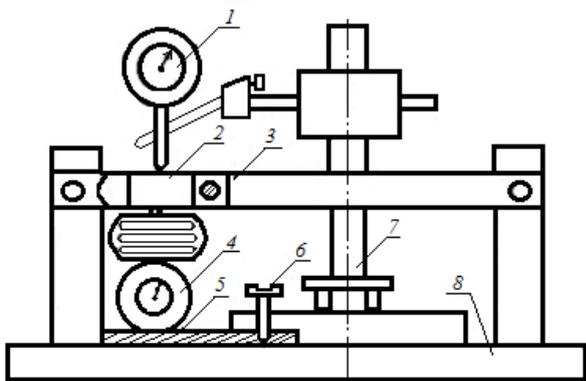


Рис. 3

Нагружение сменного элемента осуществляется винтом 6 через рычаг 5. Нагружение производилось до сдвига сменного элемента в месте крепления. Для исследования влияния момента затяжки крепежного винта на прочность крепления сменного элемента были проведены эксперименты, в которых сдвигающее усилие определялось при различных моментах затяжки крепежного винта.

Момент затяжки винта определялся с помощью ключа-динамометра. Перед проведением эксперимента ключ-динамометр

тарировался. Эксперименты проводились при моментах затяжки от 1,4 до 2,5 Н·м.

Эксперименты проводились следующим образом: на ключе-динамометре устанавливалась отвертка, с помощью которой затягивался винт.

Усилие затяжки определялось по показанию индикатора ключа-динамометра. Затем колосник устанавливался на стенде (рис. 3), закреплялся и сменный элемент 2 нагружался силой с помощью винта 6 через рычаг 5 и динамометр 4. Нагружение производилось до смещения сменного элемента в гнезде колосника. Перемещение сменного элемента фиксировалось индикатором 1. Затем колосник снимался со стенда, сменный элемент устанавливался в исходное положение и закреплялся с затяжкой винта до следующего крутящего момента.

И так повторялось для всех моментов затяжки. Результаты экспериментов приведены в табл. 1 (сдвигающее сменный элемент усилие при различных затяжках винта).

Таблица 1

Момент затяжки винта, Н·м	1,4	1,6	1,8	2,2
Сдвигающее усилие, Н	180	250	370	460

Как видно из таблицы при моменте затяжки 1,8 Н·м, сдвигающее усилие превосходит расчетное.

Таким образом, на основе проведенных исследований можно заключить, что данная конструкция должна обеспечить надежное крепление сменного элемента на колоснике. Для убежденности в этом заключении необходимо провести исследования по определению величины бокового давления на колосник непосредственно при работе джина.

Для изучения этого процесса были проведены эксперименты на 10-пильном лабораторном джине. Данный джин отличается от промышленного только количеством пил. Геометрические параметры рабочих органов и технологические параметры полностью соответствуют промышленному джину.

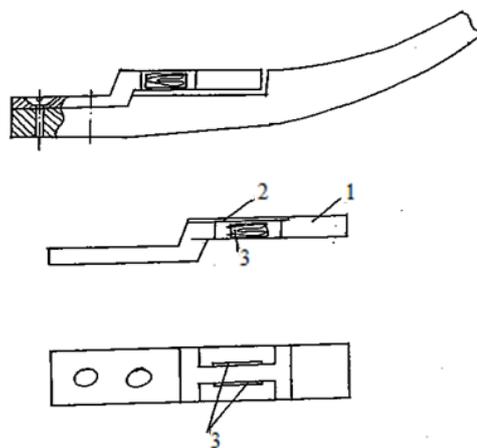


Рис. 4

Для определения бокового усилия в рабочей зоне промышленного колосника было профрезеровано углубление, в которое устанавливался упругий элемент с

тензодатчиком (рис. 4 – схема установки упругого элемента на колоснике). Упругий элемент (консольная балка) 3 представляет собой пластину прямоугольной формы толщиной 6 мм и шириной, равной толщине колосника. На него наклеены тензодатчики с базовой длиной 10 мм и сопротивлением 150 Ом.

Пластина 2 предохраняет датчики от воздействия хлопка-сырца. Часть упругого элемента 1 представляет рабочую часть колосника, где протекает процесс джинирования хлопка. Боковое усилие, действуя на эту часть колосника, деформирует упругий элемент с наклеенными датчиками. Запись процесса джинирования (рис. 5 – осциллограмма записи бокового усилия) показала, что боковые силы имеют колебательный характер и зависят от коробленности пил.

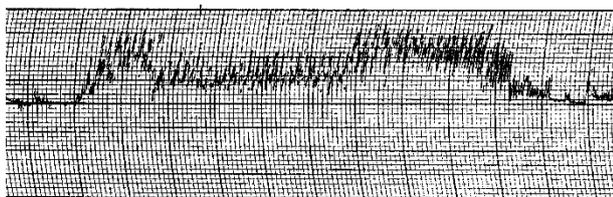


Рис. 5

Тем не менее, многократная повторность опытов показала, что наибольшее значение боковой силы не превысило 24 Н, то есть в два раза меньше, чем расчетное значение от изгиба пилы. Следовательно, зажимное устройство обеспечивает надежное крепление сменного элемента на колоснике.

Таким образом, применение рекомендуемого сборного колосника позволит не только повысить срок его службы, но и существенно снизит трудоемкость работ, связанных с разборкой и сборкой колосниковой решетки при замене изношенных колосников.

Для возможности регулирования межколосникового зазора без изменения положения колосников разработана конструкция крепления пластинки с возможностью перемещения ее поперек колосника (рис. 6).

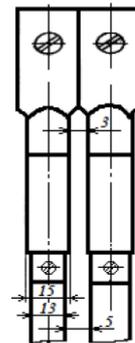


Рис. 6

Сдвиг рабочего элемента вправо или влево осуществляется освобождением единственного винта, закрепляющего пластинку на колоснике. Максимальная величина перемещения – один миллиметр вправо или влево. Возможные положения пластинок могут быть разными.

На рис. 7 показаны схемы сдвинутых пластин в крайние положения. В первом случае зазор уменьшается до одного миллиметра, в другом – до 5 мм и оба эти состояния нереальные. В первом случае пила обязательно будет задевать пластину, а во втором случае зазор получается равным 5 мм, что приведет к уходу летучек за колосниковую решетку.

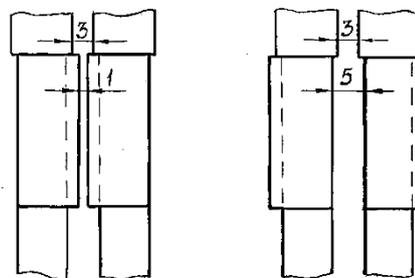


Рис. 7

Реальными будут схемы, показанные на рис. 8, когда при любом движении пластинок сохраняется зазор в 3 мм.

Для регулирования зазора между пилой и колосником путем перемещения сменного элемента в направлении оси пилы ширина базового колосника должна быть меньше ширины рабочей пластинки во избежание касания пил о базовый колосник при регулировании зазора в рабочей зоне.

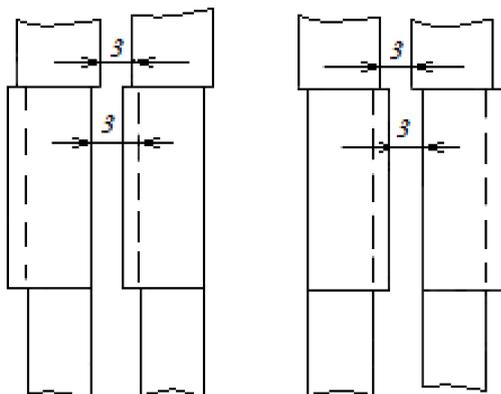


Рис. 8

В существующей колосниковой решетке зазор в рабочей зоне колеблется в пределах 2,8...3,2 мм, а в нижней части составляет 4,5...5 мм, чтобы предотвратить касание пил о колосник в нижней части.

Поэтому в предлагаемой конструкции ширина базового колосника в хвостовой части сделана одинаковой по всей длине с меньшей шириной, лишь в рабочей зоне выдерживается требуемый зазор сменными пластинками. Данная конструкция позволяет компенсировать погрешности сборки пыльно-колосниковой системы и выдерживать технологические зазоры в установленных пределах за счет смещения сменного элемента. Кроме того, в этом случае колосниковая решетка превращается в стационарный узел, так как износу подвержен сменный элемент, а колосники практически не изнашиваются. Замена сменного элемента не требует высококвалифицированного труда.

ВЫВОДЫ

1. Анализ работы джина показал, что износ колосников джина происходит из-за касания пилы о колосник, что приводит к расходу металла, связанного с заменой колосников.

2. Предлагаемая конструкция колосника со сменным элементом в рабочей зоне позволит компенсировать погрешность сборки пыльно-колосниковой системы.

3. Использование предлагаемой конструкции колосника позволяет превратить колосниковую решетку в стационарный узел, благодаря тому, что колосники прак-

тически не изнашиваются. Износу в этом случае подвержен сменный элемент, который прост в изготовлении и легко заменяется после износа.

4. Предлагаемая конструкция колосника позволит снизить расход металла, связанного с заменой колосников, и исключить трудоемкие работы, связанные с разборкой и сборкой колосниковой решетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М.: Машиностроение, 1972. С.212.
2. W.S. Anthony. Methods to reduce lint cleaner waste and damage transactions of the assai. – V. 43. Realese: 2. P. 221...229 Published bu: mar-apr. 2000.
3. Патент Рес. Узб. UZ FAP 01111. Колосниковая решетка пыльного волокноотделителя / Нарматов Э. А., Сафаев А. А. и др. // Расмий ахборотнома – 2016 №7.
4. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Унвер У. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985.
5. Исмаилов А.А., Махкамов Р.Г. Исследование износа различных типов колосников // Проблемы текстиля. – 2003, №3. С.22.
6. Махкамов Р.Г., Исмаилов А.А., Нарматов Э.А., Сапаев У. Исследование причины возгорания хлопка при джинировании // Проблемы текстиля. – 2011, №4. С.11.

REFERENCES

1. Miroshnichenko G.I. Osnovy proektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki khlopka. – M.: Mashinostroenie, 1972. S.212.
2. W.S. Anthony. Methods to reduce lint cleaner waste and damage transactions of the assai. – V. 43. Realese: 2. P. 221...229 Published bu: mar-apr. 2000.
3. Patent Res. Uzb. UZ FAP 01111. Kolosnikovaya reshetka pil'nogo voloknootdelitelya / Narmatov E. A., Safaev A. A. i dr. // Rasmiy akhborotnoma – 2016 №7.
4. Timoshenko S.P., Yang D.Kh., Unver U. Kolebaniya v inzhenernom dele. – M.: Mashinostroenie, 1985.
5. Ismailov A.A., Makhkamov R.G. Issledovanie iznosa razlichnykh tipov kolosnikov // Problemy tekstilya. – 2003, №3. S.22.
6. Makhkamov R.G., Ismailov A.A., Narmatov E.A., Sapaev U. Issledovanie prichiny vozgoraniya khlopka pri dzhinirovaniy // Problemy tekstilya. – 2011, №4. S.11.

Рекомендована Ученым советом. Поступила 30.08.21.