

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ТРЕПАЛЬНЫХ МАШИН НА УСЛОВИЯ РАБОТЫ ЗАЖИМНОГО МЕХАНИЗМА

INFLUENCE DESIGN PICKER ON WORKING CONDITIONS CLAMPING MECHANISM

Н.И. КОВАЛЕНКО, С.Н. РАЗИН
N.I. KOVALENKO, S.N. RAZIN

(Костромской государственной технологической университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье приводится анализ конструктивного исполнения трепальных машин различных моделей. Полученные результаты позволяют обоснованно подойти к их проектированию и модернизации с целью повышения эффективности обработки прядей с одновременным снижением металлоемкости конструкции и энергозатрат.

The article provides an analysis of embodiment picker different models. The results allow reasonable approach to their design and modernization in order to increase processing efficiency while reducing strands of metal construction and energy.

Ключевые слова: прядь, трепальные барабаны, направляющие русла, трение, износ, металлоемкость.

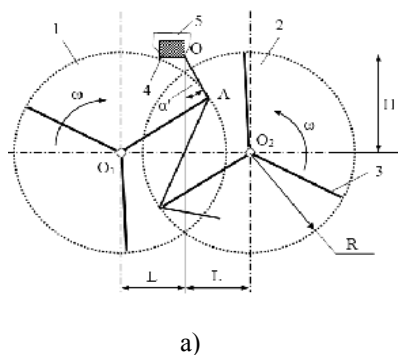
Keywords: lock, scutching drums, bed rails, friction, wear, metal consumption.

Надежность фиксации слоя в ремнях зажимного механизма трепальных машин существенным образом влияет на выход длинного волокна. Она определяется следующими параметрами: силами трения, возникающими между слоем и поверхностями ремней; силами давления на ремни со стороны нажимных роликов прижимного устройства; силами натяжения, возникающими в слое от действия бил трепальных барабанов; формой линии контактирующих поверхностей, между которыми зажимается обрабатываемый материал; расстоянием между осями нажимных роликов, их диаметром и профилем [1...19]. Следует заметить, что имеет место еще один фактор, существенно влияющий на надежность фиксации. Это свойства самого материала, а также свойства потока слоя, поступающего на переработку из мяльной машины в трепальную.

При всем многообразии существующих моделей зажимных механизмов и технических решений, направленных на совершенствование их работы, ни одно из них не выполняет в полной мере поставленной перед ними задачи. Рассмотрим влияние конструктивных особенностей зажимных механизмов трепальных машин на силу зажима слоя в ремнях.

Сущность процесса трепания заключается в поочередной обработке прядей в каждой из секций трепальной машины. При этом одна часть пряди зажимается в ремнях, а оставшаяся часть свисает в зону трепания и подвергается ударным воздействиям со стороны бил трепальных барабанов. В первой секции трепальной машины зажимается вершинная часть пряди и обрабатывается комлевая. Во второй секции трепальной машины зажим осуществляется за обработанную комлевою часть, а

обработке подвергается вершинная часть пряжи. Рабочие ветви транспортирующих ремней зажимных механизмов двигаются в металлических руслах, конструктивное исполнение которых определяется конструктивными особенностями трепальных машин. К ним относится, в частности, взаиморасположение барабанов в каждой из



ее секций. Внутри секций трепальной машины двустороннего действия оси трепальных барабанов могут находиться или в одной горизонтальной плоскости (машины МТ-530-Л, ШПО-2 и другие), или один барабан располагается выше другого (в машинах МТ-100-Л, ТЛ-40, ТММ-200-К).

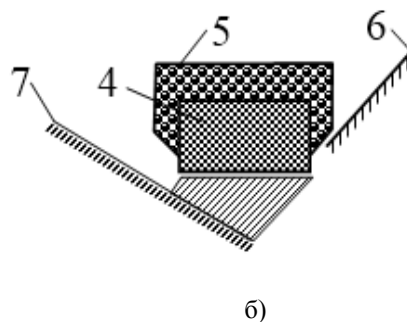


Рис. 1

Рассмотрим конструктивное исполнение трепальной машины МТ-530-Л (рис. 1-а), в которой оси трепальных барабанов 1 и 2 расположены на одной высоте. Барабан 3 поочередно наносит удары по прядям слоя то с одной стороны, то с другой. При каждом ударе участок пряжи ОА между точкой зажима и кромкой бильной планки отклоняется от вертикали на некоторый угол α' . В результате действия бил барабана 2 часть пряжи, находящаяся в зажиме ремней на вертикальном участке линии их контакта, будет прижиматься к вертикальной поверхности нижнего ремня 4. А в результате действия бил барабана 1 та же часть пряжи будет прижиматься к вертикальной поверхности внутренней части верхнего ремня 5. Обе стенки русла 6 и 7 в рассматриваемой модели машины прямолинейны, имеют одинаковый угол наклона, а стенка 6 не соприкасается с верхним ремнем 5 (рис.1-б). Отклонение участка пряжи вследствие отсутствия опоры может приводить к отклонению вертикального участка верхнего ремня. Это отклонение повлечет за собой снижение сил зажима между слоем и поверхностями ремней на вертикальном участке линии их контакта.

Прижатие верхнего ремня к нижнему осуществляется нажимными роликами.

Ролики располагаются на определенном расстоянии друг от друга. Установлено [20], что в середине каждого участка между каждой парой роликов силы трения имеют минимальное значение. Поэтому именно в этих сечениях ("опасных сечениях") отклонение вертикального участка верхнего ремня от вертикального участка нижнего ремня создает условия, приводящие к снижению сил зажима, а значит и выпадению отдельных волокон. Ситуация осложняется тем, что поступающий на переработку слой имеет ряд недостатков. К ним относится неравномерность слоя по толщине, растянутость по комлям и вершинам, угловая дезориентация, разнородность и другие факторы. Они оказывают существенное влияние на расположение прядей слоя вдоль линии контакта транспортирующих ремней зажимного механизма. Самый негативный случай возникает при расположении прядей только на вертикальном участке линии контакта ремней, либо его части. При данной конструкции зажимного механизма пряжи, зажатые только на вертикальном участке линии контакта ремней, выпадут в отходы трепания, что в итоге приведет к снижению выхода длинного волокна за счет его потерь.

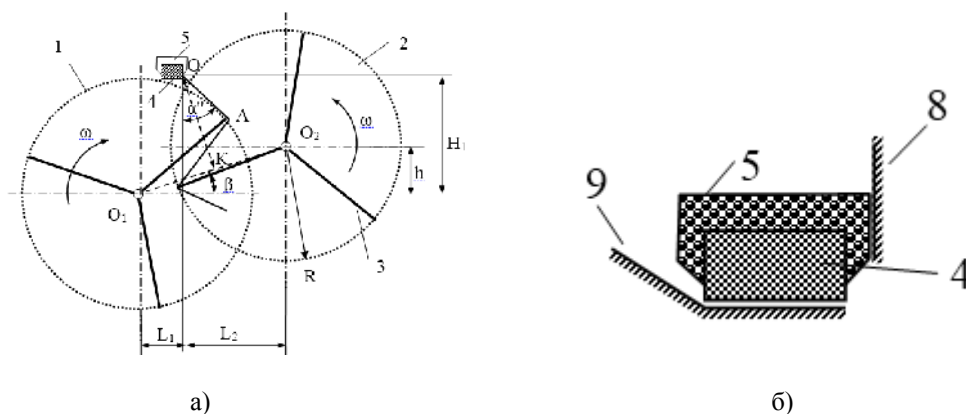


Рис. 2

В модели трепальной машины МТ-100-Л оси трепальных барабанов в каждой секции машины установлены на разной высоте (рис. 2-а). Русло транспортирующего механизма имеет конструктивное отличие от русла трепальной машины МТ-530-Л. В первой секции трепальной машины стенка 8 русла, рис. 2-б, служит направляющей для вертикального участка верхнего ремня 5. Левая стенка 9 является опорой для ползка, по которому перемещается нижний ремень 4. В результате воздействия на обрабатываемый материал бил барабана 1 прядь отклоняется от вертикального положения на угол α и прижимает боковую поверхность верхнего ремня 5 к стенке 8 русла. В данной конструкции трепальной машины наличие опоры для боковой поверхности верхнего ремня исключает ее отклонение и тем самым не снижает величину сил зажима прядей. Однако следует заметить, что контакт стенки 8 русла с боковой поверхностью верхнего ремня 1 увеличивает силы трения, препятствующие продольному движению транспортирующего ремня. Это приводит к снижению его срока службы и увеличению затрат электроэнергии. Следует заметить, что теоретического обоснования различий в конструктивном исполнении трепальных машин нами не обнаружено. В связи с этим становится актуальной задача проведения такого исследования.

Анализируя рассмотренные конструкции, можно сделать вывод о том, что негативные явления, присутствующие в каждом из вариантов исполнения зажимных

механизмов, будут проявляться тем сильнее, чем больше максимальный угол α отклонения участка пряди между точкой ее зажима и кромкой бильной планки. Очевидно, что этот угол примет максимальное значение в момент, когда било барабана займет положение, перпендикулярное участку пряди, расположенному от точки зажима до кромки била. Определим максимальный угол отклонения пряди в зажимных механизмах трепальных машин МТ-530-Л и МТ-100-Л.

На рис.1-а показана схема трепальных барабанов и зажимного механизма на интервале времени, когда било левого барабана 1 первой секции трепальной машины МТ-530-Л прижимает прядь к внутренней поверхности верхнего ремня. Оси вращения барабанов расположены на одной высоте, и точка зажима пряди в ремнях находится на одинаковом расстоянии H от центров вращения барабанов O_1 и O_2 . Из схемы видно:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\max} = \frac{R \cos \alpha_{\max} - L}{H - R \sin \alpha_{\max}},$$

где H – расстояние от оси барабана до точки зажима пряди по вертикали; R – радиус трепального барабана; L – расстояние от точки зажима пряди до центра оси вращения левого трепального барабана первой секции трепальной машины, измеренного по горизонтали.

В результате несложных преобразований получим формулу для определения

максимального угла отклонения пряжи для трепальной машины МТ-530-Л:

$$\alpha'_{\max} = \arcsin\left(\frac{R}{\sqrt{L^2 + H^2}}\right) - \gamma, \quad (1)$$

где $\gamma = \arctg \frac{L}{H}$.

На рис. 2-а показаны трепальные барабаны и зажимной механизм в момент нанесения удара по пряжи билом левого барабана 1 первой трепальной секции машины МТ-100-Л. Оси вращения барабанов расположены на разной высоте. Точка зажима пряжи в ремнях находится на расстоянии L_1 от центра вращения левого барабана первой трепальной секции машины, измеренного по горизонтали.

Рассмотрев схемы конструктивного исполнения для двух типов трепальных машин, видим, что угол α_{\max} определяется расположением левого барабана и точкой зажима пряжи. Учитывая, что правый барабан не влияет на угол отклонения пряжи, и проведя аналогичные рассуждения, получим формулу для определения максимального угла отклонения пряжи для трепальной машины МТ-100-Л:

$$\alpha''_{\max} = \arcsin\left(\frac{R}{\sqrt{L_1^2 + H_1^2}}\right) - \gamma, \quad (2)$$

где $\gamma = \arctg \frac{L_1}{H_1}$.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что для механизма машины МТ-530-Л угол α_{\max} будет меньше, чем для механизма машины МТ-100-Л, то есть $\alpha'_{\max} < \alpha''_{\max}$. Это объясняется тем, что $L_1 < L$, и это приводит к тому, что в формуле (1) первое слагаемое меньше, чем аналогичное в формуле (2), а второе больше. При этом α''_{\max} будет тем больше, чем меньше L_1 и чем больше h .

Заметим, что схема механизма машины МТ-100-Л получается из схемы механизма машины МТ-530-Л за счет поворота отрезка O_1O_2 относительно точки O_1 против часовой стрелки на угол β . Для того, чтобы эффективность обработки в обоих случаях оставалась одинаковой у обоих типов машин,

необходимо, чтобы межосевое расстояние O_1O_2 и расстояние ОК от точки зажима пряжи до линии, соединяющей оси вращения трепальной машины МТ-100-Л, соответствовали параметрам механизма машины МТ-530-Л, то есть $O_1O_2=2L$, а $OK=H$.

В этом случае получим:

$$L^2 + H^2 = (R + \delta)^2,$$

где δ – зазор между траекторией движения кромки бильной планки и точкой зажима пряжи. Тогда:

$$L_1 = L \cos \beta - H \sin \beta, \quad (3)$$

$$L_2 = L \cos \beta + H \sin \beta, \quad (4)$$

где $\beta = \arcsin \frac{h}{2L}$.

Анализируя эти формулы, можно сделать вывод о том, что увеличение угла β приводит к уменьшению расстояния L_1 и увеличению угла α''_{\max} . Это, в свою очередь, приводит к увеличению горизонтальной составляющей силы натяжения пряжи, которая приводит либо к отклонению боковой поверхности ремня (при отсутствии опоры), либо к увеличению силы трения и износу ремня (при наличии опоры).

Следует отметить, что изменение угла β приводит к изменению габаритов машины. Используя полученные зависимости, можно определить параметры, которые определяют габариты машины по вертикали:

$$H_1 = H \cos \beta - L \sin \beta$$

и по горизонтали:

$$L_1 + L_2 = 2L \cos \beta.$$

Увеличение угла β приводит к увеличению габаритов машины по высоте и уменьшению по ширине.

ВЫВОДЫ

1. Анализ конструкций трепальных машин позволил установить, что увеличение высоты подъема оси правого барабана по отношению к оси левого барабана при-

водит к увеличению угла отклонения пряжи от вертикали.

2. В конструкциях трепальных машин с расположением осей трепальных барабанов на одной высоте сила натяжения может приводить к уменьшению силы зажима пряжи на вертикальном участке верхнего ремня за счет его отклонения, что приводит к выпадению ценного длинного волокна в отходы трепания.

3. В конструкциях трепальных машин с расположением осей трепальных барабанов на разной высоте увеличение угла отклонения пряжи может приводить к увеличению сил трения о боковую поверхность верхнего ремня, что приводит к увеличению износа ремня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н.И. Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2005.

2. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Определение силы зажима пряжи произвольной длины в транспортирующих ремнях трепальной машины // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2006, №13.

3. Разин С.Н., Гришин А.Г., Коваленко Н.И. Проверка формулы Эйлера при исследовании взаимодействия гибкой нити с шероховатым цилиндром // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С.

4. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Возможности снижения сил натяжения прядей льна вблизи их зажима при трепании // Вестник ВНИИЛК. – Кострома, 2007, №3.

5. Коваленко Н.И. Анализ конструктивных решений транспортирующих ремней трепальных машин на основе их компьютерного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С.

6. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Компьютерное моделирование процесса взаимодействия гибкой нити с шероховатой поверхностью. – Деп. в ВИНТИ. – №432-В2008. – М., 2008.

7. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Балабаев П.С., Соколов А.В. Экспериментальное определение жесткости транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С.

8. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Направления исследования и совершенствования расчетов элементов транспортирующего механизма трепальной машины для льна // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2009, №21.

9. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния моделей транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5.

10. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование некоторых параметров нажимного устройства трепальной машины // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2010, №23.

11. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование взаимодействия элементов транспортирующего механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

12. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С., Коржесв В.Н. Компьютерное моделирование транспортирующих ремней зажимного механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.

13. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Математическое моделирование зажима слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.

14. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Имитационное моделирование слоя стеблей льна при его обработке в трепальной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6.

15. Разин С.Н., Коваленко Н.И., Буров М.С. Моделирование процесса взаимодействия слоя льна с рабочими органами трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.

16. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Влияние расстояния между нажимными роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2.

17. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Моделирование напряженно-деформированного состояния транспортирующих ремней трепальной машины поляризационно-оптическим методом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.

18. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Исследование влияния диаметра нажимных роликов на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.

19. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Система автоматизированного расчета сил трения слоя льняного волокна о поверхности ремней зажимного устройства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.

20. Соколов А.В. Совершенствование зажимного механизма трепальных машин для льна: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2012.

REFERENCES

1. Kovalenko N.I. Sovershenstvovanie transportirujushhego mehanizma trepal'noj mashiny: Dis....kand. tehn. nauk. – Kostroma, 2005.
2. Kovalenko N.I., Razin S.N. Opredelenie sily zazhima prjadi proizvol'noj dliny v transportirujushhih remnjah trepal'noj mashiny // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma, 2006, №13.
3. Razin S.N., Grishin A.G., Kovalenko N.I. Proverka formuly Jejlera pri issledovanii vzaimodejstviya gibkoj niti s sherohovatym cilindrom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2006, №4S.
4. Kovalenko N.I., Razin S.N. Vozmozhnosti snizheniya sil natjazheniya prjadej l'na vblizi ih zazhima pri trepanii // Vestnik VNIILK. – Kostroma, 2007, №3.
5. Kovalenko N.I. Analiz konstruktivnyh reshenij transportirujushhih remnej trepal'nyh mashin na osnove ih komp'yuternogo modelirovaniya // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2007, №6S.
6. Kovalenko N.I., Razin S.N. Komp'yuternoe modelirovanie processa vzaimodejstviya gibkoj niti s sherohovatoj poverhnost'ju. – Dep. v VINITI. – №432-V2008. – M., 2008.
7. Kovalenko N.I., Razin S.N., Balabaev P.S., Sokolov A.V. Jeksperimental'noe opredelenie zhestkosti transportirujushhih remnej trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2009, №4S.
8. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Napravleniya issledovaniya i sovershenstvovaniya raschetov jelementov transportirujushhego mehanizma trepal'noj mashiny dlja l'na // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma, 2009, №21.
9. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojaniya modelej transportirujushhih remnej trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №5.
10. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie nekotoryh parametrov nazhimnogo ustrojstva trepal'noj mashiny // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma, 2010, №23.
11. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie vzaimodejstviya jelementov transportirujushhego mehanizma trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2011, №5.
12. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S., Korzhev V.N. Komp'yuternoe modelirovanie transportirujushhih remnej zazhimnogo mehanizma trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №4.
13. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Matematicheskoe modelirovanie zazhima sloja v transportirujushhih remnjah trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №5.
14. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Imitacionnoe modelirovanie sloja steblej l'na pri ego obrabotke v trepal'noj mashine // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2012, №6.
15. Razin S.N., Kovalenko N.I., Burov M.S. Modelirovanie processa vzaimodejstviya sloja l'na s rabochimi organami trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №1.
16. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Vlijanie rasstojaniya mezhdru nazhimnymi rolikami na silu zazhima sloja v remnjah trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2.
17. Kovalenko N.I., Razin S.N. Modelirovanie naprjazhenno-deformirovannogo sostojaniya transportirujushhih remnej trepal'noj mashiny poljarizacionno-opticheskim metodom // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №3.
18. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Issledovanie vlijaniya diametra nazhimnyh rolikov na silu zazhima sloja v remnjah trepal'noj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5.
19. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Sistema avtomatizirovannogo rascheta sil trenija sloja l'njanogo volokna o poverhnosti remnej zazhimnogo ustrojstva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №5.
20. Sokolov A.V. Sovershenstvovanie zazhimnogo mehanizma trepal'nyh mashin dlja l'na: Dis....kand. tehn. nauk. – Kostroma, 2012.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и защиты информации. Поступила 30.09.15.