

## Разработка колосниковой решетки для очистки волокнистой массы в виде хлопка-сырца

Е. И. Битус<sup>2</sup>, А. Д. Джураев<sup>1</sup>, А. Ф. Плеханов<sup>2а</sup>, К. Э. Разумеев<sup>2</sup>, Д.С. Ташпулатов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина

(Технологии. Дизайн. Искусство), Российская Федерация

<sup>а</sup>E-mail: plekhanov-af@rguk.ru

**Аннотация.** В статье предложено решение проблемы повышения технологической эффективности конструкции колосников очистителя волокнистого материала хлопка-сырца. Рассмотрены теоретические основы расчета и выбора параметров колосников очистителя хлопка-сырца. Приведены результаты испытаний рекомендуемой конструкции очистителя с колосниками новой формы.

**Ключевые слова:** очиститель, волокнистая масса, хлопок-сырец, колосник, амплитуда, частота, эффект очистки.

## Development of Grates for Cleaning Fibrous Mass in the Form of Raw Cotton

E. Bitus<sup>2</sup>, A. Djuraev<sup>1</sup>, A. Plekhanov<sup>2а</sup>, K. Razumeev<sup>2</sup>, D. Tashpulatov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Republic of Uzbekistan

<sup>2</sup>Russian State University A. N. Kosygin (Technology. Design. Art), Russian Federation

<sup>а</sup>E-mail: plekhanov-af@rguk.ru

**Annotation.** The article proposes a solution to the problem of improving technological efficiency of the construction of the grate cleaner for fibrous raw cotton material. The theoretical basis for the calculation and selection of parameters of the grate raw cotton cleaner is considered. Results of tests of the recommended design of the cleaner with grate bars of the new form are presented.

**Key words:** cleaner, fibrous mass, raw cotton, grate, amplitude, frequency, cleaning effect.

Для снижения повреждаемости волокна и семян хлопка-сырца, повышения качества хлопковых волокон и обеспечения последующего изготовления конкурентоспособных текстильных изделий с повышенными потребительскими свойствами в условиях замещения импорта, целесообразно обеспечить условия одновременного снижения степени вредного воздействия рабочих органов очистителей на волокнистую массу с одновременным повышением эффективности процессов при первичной обработке хлопка-сырца. При этом важным фактором технологического процесса является повышение интенсивности воздействия рабочих органов очистителя на хлопок-сырец за счет совершенствования их конструкции. На машинах современных очистительных линий для хлопка с использованием способа ударного воздействия на волокнистую массу широко распространены колосники рабочих камер с треугольным поперечным сечением профиля колосников. Для очистки хлопка-сырца, содержащего свыше 2/3 семян хлопчатника, подобная форма колосников имеет отрицательный эффект, вызывающий повреждение семян при пер-

вичной очистке хлопка-сырца. Нами предложена новая конструкция колосниковой решетки (рис. 1) очистителя хлопка-сырца от крупных сорных и жестких примесей [1–4], содержащая колосники новой формы профилей поперечного сечения, снижающие уровень вредного механического воздействия на волокнистую массу в виде хлопка-сырца.

В колосниковую решетку включены многоугольные колосники 1, установленные в дугообразных планках-фиксаторах, с плоскими рабочими гранями. Колосники имеют разное количество граней, увеличивающееся на одну, начиная с первого колосника, имеющего четырехгранный профиль поперечного сечения. В серийных очистителях марки УХК колосники установлены в трех секциях по пять штук в каждой. Таким образом, общее количество колосников составляет 15 штук.

Волокнистый материал в виде хлопка-сырца поступает к пильному цилиндру 2, зубья которого захватывают и протаскивают по колосникам, воздействие которых уменьшается с увеличением количества рабочих граней колосников.

Увеличение граней колосников на существующем серийном технологическом оборудовании по ходу движения волокнистой массы хлопка-сырца снижает силу воздействия колосников на летучки хлопка-сырца.

Известно, что на колосник действует случайная возмущающая сила со стороны протаскиваемого хлопка-сырца [3, 5]:

$$F_b = (F_b) \pm \delta(F_b), \quad (1)$$

где  $F_b$  – случайная возмущающая сила, действующая на колосник, Н;

$\delta(F_b)$  – изменение силы, действующей на колосник, в зависимости от конструкции колосника и способа его крепления, Н.

Следует отметить, что жесткость упругой опоры имеет нелинейный характер и восстанавливающая сила определяется из выражения:

$$P = c_1 x_1 + c_2 x_1^3, \quad (2)$$

где  $c_2, c_1$  – значения коэффициентов жесткости упругой опоры;

$x_1$  – перемещение колосников в вертикальном направлении.

Колебания колосника описывается дифференциальным уравнением:

$$m\ddot{x} + c_1 x + \frac{c_2}{\mu} x^3 = F_0 \sin \omega t, \quad (3)$$

где  $m$  – приведенная масса колосника;

$\mu$  – постоянный коэффициент нелинейности;

$F_0 \sin \omega t$  – возмущающая сила от протаскиваемого хлопка-сырца.

Известно [6], что чем больше деформация, тем больше амплитуда (меньшая жесткость при одинаковом материале упругих элементов), а частота колебаний может быть определена из соотношения:

$$p = \sqrt{\frac{c}{m}}, \quad (4)$$

где  $c$  – жесткость упругого элемента,

$m$  – масса колебательной системы.

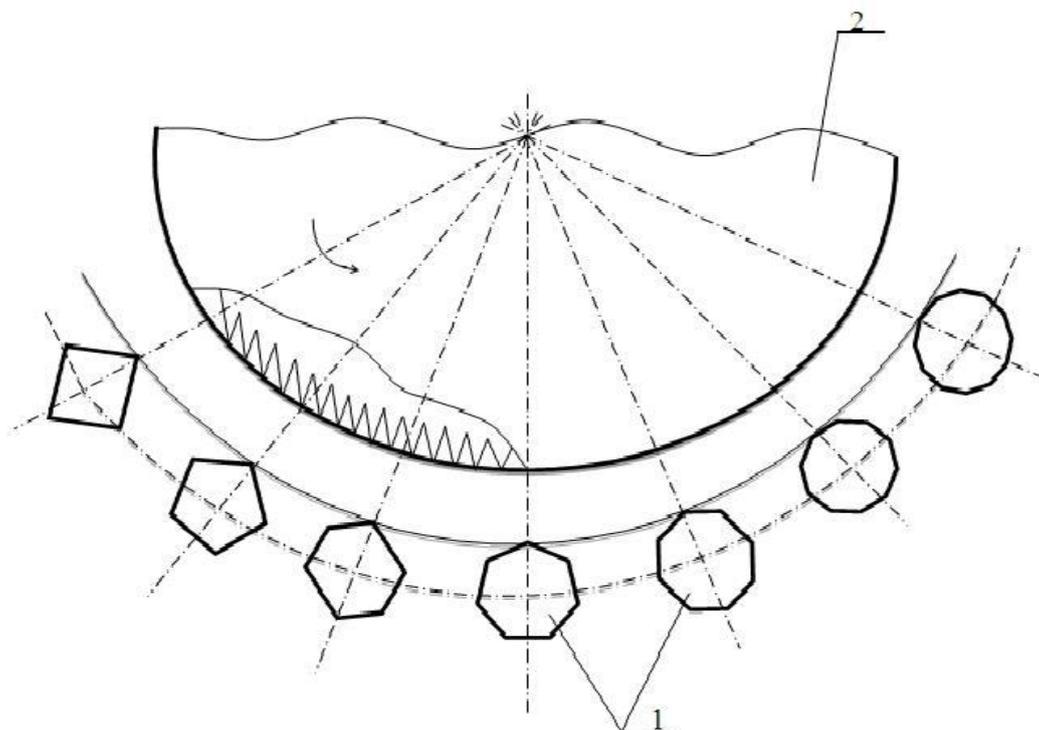


Рисунок 1 – Новая конструкция колосниковой решетки

При постоянной массе барабанов с колками и планками частота колебаний зависит в основном от жесткости резиновых кольцевых втулок. При этом с увеличением частоты колебаний за счет увеличения жесткости (уменьшения толщины) резиновых кольцевых втулок барабанов увеличивается частота импульсивного воздействия колков и планок на протаскиваемый хлопок, что приводит к интенсивному выделению сорных примесей.

Ранее для оценки степени воздействия рабочих органов очистительных машин предлагалось использовать показатель частоты встряхивания, который характеризует интенсивность процесса рыхления волокнистой массы и отражает, интенсивность взаимодействия клочков хлопка с колосниками очистителя:

$$v = \frac{\pi(R_0 + r)n_0}{30d}, \quad (5)$$

## ПРЯДЕНИЕ

где  $R_0$  – радиус рабочего органа – колкового или ножевого барабана, м;

$r$  – разводка между рабочим органом и колосниковой решеткой, м;

$n_0$  – частота вращения рабочего органа, мин<sup>-1</sup>;

$d$  – расстояние между рабочими ребрами смежных колосников, м.

В результате проведенного нами анализа экспериментальных, испытательных работ и теоретических исследований [6–10], выявлены следующие основные варьируемые факторы: производительность (кг/ч); жесткость (толщина) упругой опоры (мм) сетчатой поверхности; зазор между колками и сетчатой поверхностью (мм).

В таблице 1 приведены факторы и уровни их варьирования проведенного нами эксперимента, с учетом современного уровня техники и технологии [15, 16].

За выходной параметр эксперимента была принята величина, характеризующая эффективность очистки хлопка-сырца.

В математическую модель процесса включены только значимые коэффициенты. Таким образом, система уравнений, полученная в результате обработки данных с помощью компьютерной программы MS Office® Excel, имеет вид:

$$y_1 = 80,957 + 0,71x_1 - 1,37x_2 + 1,12x_3 - 0,54x_1x_3 + 0,21x_2x_3 - 0,12x_1x_2x_3.$$

Таким образом, используя выбранный метод, можно обосновать необходимые параметры системы, обеспечивающие повышение эффекта очистки волокнистой массы хлопка-сырца на очистителях УХК от крупных сорных и жестких примесей (табл. 2).

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов эксперимента

№	Наименование фактора	Единицы измерения	Обозначение	Значение факторов			Уровни варьирования
				-1	0	+1	
1	Производительность	10 <sup>-3</sup> кг/ч	$x_1$	5	6	7	1
2	Жесткость (толщина) упругой опоры	10 <sup>3</sup> Н/м (мм)	$x_2$	1,2 (2,5)	1,8 (4,0)	2,4 (6,0)	0,6 (1,5)
3	Зазор между колками и сетчатой поверхностью	мм	$x_3$	11	14	17	3

Таблица 2 – Результаты сравнительных производственных испытаний

Показатели, %	После очистителя с опытными колосниками	После очистителя с серийными колосниками
Исходный хлопок-сырец		
Влажность	8,7	8,7
Засоренность до очистки	4,2	4,2
Эффект очистки	67,95	59,84
Содержание сорных и жестких примесей	1,41	1,83
Механическая поврежденность семян	2,07	3,16
Свободное волокно	0,107	0,22

## ВЫВОДЫ

1. Разработана новая конструкция колосника очистителя модели УХК для волокнистой массы хлопка-сырца. На основе теоретических исследований получены закономерности колебаний колосника, на основе их анализа обоснованы наилучшие технологические параметры очистителя. Экспериментальными исследованиями обоснована эффективность исполь-

зования рекомендуемых технологических параметров и формы конструкции колосников.

2. Опытным путем доказано, что предлагаемая конструкция колосниковой решетки способна обеспечить повышение эффекта очистки волокнистой массы на существующем серийном технологическом оборудовании до 10-15 %.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tashpulatov, D. S. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner / D. S. Tashpulatov // European Sciences review Scientific journal. – 2018. – № 5–6. – P. 350–352.

2. Tashpulatov, D. S. Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity / D. S. Tashpulatov, A. D. Djuraev, A. F. Plekhanov // *European Sciences review Scientific journal*. – 2018. – № 5–6. – P. 353–355.
3. Dzhurayev, A. D. The Substantiation of the Parameters of the KOLOSNIKOV on Elastic Supports of the Cleaner of Fiber Material / A. D. Dzhurayev [et al.] // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – 2018. – Vol. 5, Issue 7. – P. 6396–6405.
4. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала патент № 2668544 C1 РФ / Е. И. Битус, А. Д. Джураев, А. Ф. Плеханов, К. Э. Разумеев, Д. С. Ташпулатов ; дата публ.: 12.12.2017.
5. Djuraev, A. Development of the design and justification of the parameters of the composite flail dru of a cotton cleaner / A. Djuraev, Sh. L. Daliev // *European Sciences review Scientific journal*. – 2017. – № 7–8. – P. 96-100.
6. Ташпулатов, Д. С. Оптимизация технологических параметров колково-планочных барабанов очистителей хлопка-сырца / Д. С. Ташпулатов [и др.] // *Дизайн и технологии*. – 2017. – № 62 (104). – С. 85–89.
7. Djuraev, A. The substantiation of the parameters of the grid on elastic supports of the cotton-raw cleaner / A. Djuraev [et al.] // 76th Plenary meeting of the ICAC Tashkent. – 2017. – P. 246–251.
8. Ташпулатов, Д. С. Изменение неравномерности продуктов и полуфабрикатов по переходам технологического процесса прядильного производства / Д. С. Ташпулатов [и др.] // *Текстильная и легкая промышленность (Швейная промышленность)*. – 2018. – № 1. – С. 10–12.
9. Ташпулатов, Д. С. Влияние температуры сушки и влажности хлопка-сырца на очистительный эффект оборудования. / Д. С. Ташпулатов [и др.] // *Текстильная и легкая промышленность (Швейная промышленность)*. – 2018. – № 1. – С. 14–16.
10. Ташпулатов, Д. С. Влияние температуры сушки и влажности хлопка-сырца на физико-механические свойства пряжи. / Д. С. Ташпулатов [и др.] // *Текстильная и легкая промышленность (Швейная промышленность)*. – 2018. – №1. – С. 16–18.
11. Очистительная секция хлопкоочистительного агрегата : патент № FAP 0007 Республика Узбекистан / А. Д. Джураев, Ш. Л. Далиев ; дата публ.: 2016.
12. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала : патент FAP№ 00344 Республика Узбекистан / А. Д. Джураев, Д. Ю. Мирахмедов, Х. П. Халтураев ; дата публ.: 29.02.2008.
13. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала : патент № 00428, 31.12.2008. UZ. FAP / А. Д. Джураев [и др.].
14. Колосниковая решетка очистителя волокнистого материала: патент № 03338 UZ. IAP / А. Д. Джураев, Р. Н. Таджибаев, Х. Т. Нуруллаева, З. Тошбоев // *Бюллетень*. – 2007. – № 4.
15. Первичная обработка хлопка-сырца : учебное пособие / Э. З. Закриев [и др.]. – Ташкент: Мехнат, 1999. – 397 с.
16. Рузиев, А. А. Увеличение очистительного эффекта и снижение потерь сырья при очистке хлопка-сырца. [Электронный ресурс] / А. А. Рузиев. – Режим доступа: <https://referat.uz/statya/24094-24094.html>. – Дата доступа: 01.02.2019.
17. Керимов, У. Г. Совершенствование очистителя хлопка-сырца от мелкого сора / У. Г. Керимов // *Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018) : сборник материалов Международной научнотехнической конференции, 14-15 ноября 2018 г.* – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. – С. 37–39.

## REFERENCES

1. Tashpulatov, D. S. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner / D. S. Tashpulatov // *European Sciences review Scientific journal*. – 2018. – № 5–6. – P. 350–352.
2. Tashpulatov, D. S. Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity / D. S. Tashpulatov, A. D. Djuraev, A. F. Plekhanov // *European Sciences review Scientific journal*. – 2018. – № 5–6. – P. 353–355.
3. Dzhurayev, A. D. The Substantiation of the Parameters of the KOLOSNIKOV on Elastic Supports of the Cleaner of Fiber Material / A. D. Dzhurayev [et al.] // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – 2018. – Vol. 5, Issue 7. – P. 6396–6405.
4. The grate of the fiber material cleaner patent No. 2668544 C1 RF / E. I. Bitus, A. D. Juraev, A. F. Plekhanov, K. E. Razumeev, D. S. Tashpulatov; publish date: 12/12/2017.
5. Djuraev, A. Development of the design and justification of the parameters of the composite flail dru of a cotton cleaner / A. Djuraev, Sh. L. Daliev // *European Sciences review Scientific journal*. – 2017. – № 7–8. – P. 96-100.
6. Tashpulatov, D.S. Optimization of technological parameters of spline drums of raw cotton cleaners / D.S. Tashpulatov [and others] // *Design and technologies*. – 2017. – No. 62 (104). – P. 85–89.
7. Djuraev, A. The substantiation of the parameters of the grid on elastic supports of the cotton-raw cleaner / A. Djuraev [et al.] // 76th Plenary meeting of the ICAC Tashkent. – 2017. – P. 246–251.

8. Tashpulatov, D. S. Change of non-uniformity of products and semi-finished products by transitions of the spinning production process / D. S. Tashpulatov [et al.] // *Textile and light industry (Clothing industry)*. – 2018. – №1. – P. 10–12.
9. Tashpulatov, D. S. Influence of drying temperature and humidity of raw cotton on the cleaning effect of equipment. / D. S. Tashpulatov [et al.] // *Textile and light industry (Clothing industry)*. – 2018. – №1. – P. 14–16.
10. Tashpulatov, D.S. Influence of the drying temperature and moisture of raw cotton on the physical and mechanical properties of yarn. / D.S. Tashpulatov [et al.] // *Textile and light industry (Clothing industry)*. – 2018. – №1. – P. 16–18.
11. The cleaning section of the cotton-cleaning unit : patent number FAP 0007 Republic of Uzbekistan / A. D. Juraev, Sh. L. Daliev; date of publication: 2016.
12. Grate grate of fiber material cleaner: patent FAP № 00344 Republic of Uzbekistan / A.D. Dzhuraev, D.Yu. Mirakhmedov, Kh. P. Khalturaev; publish date: 02/29/2008.
13. The grate of the fiber material cleaner : patent number 00428, 12/31/2008. Uz FAP / A. J. Juraev [et al.].
14. Grid-iron grate of the fiber material cleaner : patent № 03338 UZ. IAP / A.D. Juraev, R.N. Tajibaev, Kh. T. Nurullaeva, Z. Toshboev // *Bulletin*. – 2007. – № 4.
15. Primary processing of raw cotton: study guide / E. Z. Zakriyev [et al.]. – Tashkent: Mehnat, 1999. – 397 p.
16. Ruziev, A. A. Increasing the cleaning effect and reducing the loss of raw materials during the cleaning of raw cotton. [Electronic resource] / A. A. Ruziev. – Access mode: <https://referat.uz/statya/24094-24094.html>. – Access date: 02/01/2019.
17. Kerimov, U. G. Improving the raw cotton cleaner from small litter / U. G. Kerimov // *Design, technology and innovation in the textile and light industry (INNOVATIONS-2018) : a collection of materials of the International Scientific-Technological Conference, November 14-15 2018*. – M. : FGBOU VO «RSU them. A.N. Kosygin», 2018. – P. 37–39.

**SPISOK LITERATURY**

1. Tashpulatov, D. S. Questions of the rationale preparation of the parameters of the kolosnikov on elastic supports of the fiber material cleaner / D. S. Tashpulatov // *European Sciences review Scientific journal*. – 2018. – № 5–6. – P. 350–352.
2. Tashpulatov, D. S. Kolosnik oscillations on elastic supports with nonlinear rigidity with random resistance from cotton-raw maternity / D. S. Tashpulatov, A. D. Djuraev, A. F. Plekhanov // *European Sciences review Scientific journal*. – 2018. – № 5–6. – P. 353–355.
3. Dzhurayev, A. D. The Substantiation of the Parameters of the KOLOSNIKOV on Elastic Supports of the Cleaner of Fiber Material / A. D. Dzhurayev [et al.] // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. – 2018. – Vol. 5, Issue 7. – P. 6396–6405.
4. Kolosnikovaja reshetka ochistitelja voloknistogo materiala patent № 2668544 S1 RF / E. I. Bitus, A. D. Dzhuraev, A. F. Plehanov, K. Je. Razumeev, D. S. Tashpulatov ; data publ.: 12.12.2017.
5. Djuraev, A. Development of the design and justification of the parameters of the composite flail dru of a cotton cleaner / A. Djuraev, Sh. L. Daliev // *European Sciences review Scientific journal*. – 2017. – № 7–8. – P. 96–100.
6. Tashpulatov, D. S. Optimizacija tehnologicheskikh parametrov kolkovo-planochnyh barabanov ochistitelej hlopka-syrca / D. S. Tashpulatov [i dr.] // *Dizajn i tehnologii*. – 2017. – № 62 (104). – S. 85-89.
7. Djuraev, A. The substantiation of the parameters of the grid on elastic supports of the cotton-raw cleaner / A. Djuraev [et al.] // *76th Plenary meeting of the ICAC Tashkent*. – 2017. – P. 246–251.
8. Tashpulatov, D. S. Izmenenie neravnomernosti produktov i polufabrikatov po perehodam tehnologicheskogo processa prjadil'nogo proizvodstva / D. S. Tashpulatov [i dr.] // *Tekstil'naja i legkaja promyshlennost' (Shvejnjaja promyshlennost')*. – 2018. – №1. – S. 10–12.
9. Tashpulatov, D. S. Vlijanie temperatury sushki i vlazhnosti hlopka-syrca na ochistitel'nyj jeffekt oborudovanija. / D. S. Tashpulatov [i dr.] // *Tekstil'naja i legkaja promyshlennost' (Shvejnjaja promyshlennost')*. – 2018. – № 1. – S. 14–16.
10. Tashpulatov, D. S. Vlijanie temperatury sushki i vlazhnosti hlopka-syrca na fiziko-mehanicheskie svojstva prjazhi. / D. S. Tashpulatov [i dr.] // *Tekstil'naja i legkaja promyshlennost' (Shvejnjaja promyshlennost')*. – 2018. – № 1. – S. 16–18.
11. Ochistitel'naja sekcija hlopkoochistitel'nogo agregata : patent № FAP 0007 Respublika Uzbekistan / A. D. Dzhuraev, Sh. L. Daliev ; data publ.: 2016.
12. Kolosnikovaja reshetka ochistitelja voloknistogo materiala : patent FAP № 00344 Respublika Uzbekistan / A. D. Dzhuraev, D. Ju. Mirakhmedov, H. P. Halturaev ; data publ.: 29.02.2008.
13. Kolosnikovaja reshetka ochistitelja voloknistogo materiala : patent № 00428, 31.12.2008. UZ. FAP / A. Dzh. Dzhuraev [i dr.].
14. Kolosnikovaja reshetka ochistitelja voloknistogo materiala: patent № 03338 UZ. IAP / A. D. Dzhuraev, R. N. Tadzhibaev, H. T. Nurullaeva, Z. Toshboev // *Bjulleten'*. – 2007. – № 4.

15. Pervichnaja obrabotka hlopka-syrca : uchebnoe posobie / Je. Z. Zakriev [i dr.]. – Tashkent: Mehnat, 1999. – 397 s.
16. Ruziev, A. A. Uvelichenie ochistitel'nogo jeffekta i snizhenie poter' syr'ja pri ochistke hlopka-syrca. [Jelektronnyj resurs] / A. A. Ruziev. – Rezhim dostupa: <https://referat.uz/statya/24094-24094.html>. – Data dostupa: 01.02.2019.
17. Kerimov, U. G. Sovershenstvovanie ochistitelja hlopka-syrca ot melkogo sora / U. G. Kerimov // Dizajn, tehnologii i innovacii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti (INNOVACII-2018) : sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchnotekhnicheskoy konferencii, 14-15 nojabrja 2018 g. – M.: FGBOU VO «RGU im. A.N. Kosygina», 2018. – S. 37-39.

Статья поступила в редакцию 20.10.2018